

## HASIL PENILAIAN ORGANOLEPTIK DAN HISTOLOGI LELE ASAP PADA PROSES *PRE-COOKING*

### *The Organoleptic and Smoked Catfish Histology from Pre-cooking*

Venny Yuliastri<sup>1</sup>, Ruddy Suwandi<sup>2</sup>, Uju<sup>2</sup>

1Penyuluh perikanan Dinas Kelautan dan Perikanan  
Propinsi Bengkulu, Jalan Cendana Nomor 16  
Telepon 0736-21477; Faks: 0736-21477

2 Departemen Teknologi Hasil Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Institut Pertanian Bogor, Jalan Agatis, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680  
Telepon 0251-8622915; Faks 0251-8622916

\*Korespondensi: najdah\_shafa@yahoo.com

Diterima: 3 Juni 2015, Diterima: 15 Agustus 2015

### Abstrak

Ikan lele merupakan komoditas unggulan dalam perikanan budidaya air tawar. Produksi ikan lele Indonesia tahun 2010–2014 mengalami kenaikan sebesar 37,49%. Protein ikan lele adalah 17,7 - 26,7% dan lemaknya berkisar 0,95 sampai dengan 11,5%. Tujuan penelitian adalah menentukan uji organoleptik terbaik dan mempelajari struktur jaringan ikan lele yang mengalami proses *pre-cooking* dan pengasapan. Ikan lele dilakukan proses *pre-cooking* dengan variasi waktu 5, 10 dan 15 menit dengan suhu 100°C, ditiriskan dan diasapi selama 7 jam dengan suhu 90°C, dianalisa laboratorium. Hasil organoleptik yang disukai konsumen adalah lele asap tanpa *pre-cooking* dan lele asap hasil *pre-cooking* selama 5 menit yaitu berturut-turut rasa 8,66; 7,66 bau 8,46; 7,8 kenampakan 8,13; 5,93 tekstur 6,86; 6,93. Organoleptik terendah pada *pre-cooking* selama 15 menit yaitu rasa 5,66 bau 7; kenampakan 2,93 tekstur 5,53. *Pre-cooking* selama 15 menit memiliki kadar air tertinggi sebesar 26,33%. *Pre-cooking* selama 5 menit dengan nilai terendah sebesar 16,23%. Lele asap tanpa *Pre-cooking* memiliki nilai aw tertinggi 0,82. *Pre-cooking* selama 15 menit memiliki nilai terendah 0,78. Pengamatan histologi menunjukkan lele segar struktur jaringan masih kompak. Lele hasil *pre-cooking*, miomernya mulai terjadi kerusakan, lele asap tanpa *pre-cooking* ditandai dengan terbentuknya serat-serat fibril bergelombang yang terlepas satu dengan yang lainnya dan lele *pre-cooking* asap, mioseptumnya rusak dan mengakibatkan jarak antar miomer tetapi miomernya masih utuh.

Kata kunci: Aktivitas air, kadar air, organoleptik, otot

### Abstract

Catfish is one of the main commodities in fresh water aquaculture. Indonesia catfish production increased 37,49% in 2010 until 2014. Protein content of catfish is 17.7-26.7% and fat about 0.95 until 11.5%. The objective of this study was to determine the best organoleptic and to study the changes of tissue structure of catfish caused by process *pre-cooking* and smoking process. Precooked Catfish with variation 5, 10 and 15 minute; temperature of 100°C, and smoked for 7 hours with a temperature of 90°C, analyzed in laboratory. The results organoleptic consumers is the favored smoke catfish without any *pre-cooking* and catfish-results of *pre-cooking* for 5 minutes i.e. ten successive sense 8.66; 7.66 smell 8.46; 7.8 appearance 8.13; 5.93 texture 6.86; 6.93. Organoleptic low on

pre-cooked for 15 minutes the sense of 5.66 smell 7 appearance of 2.93 texture 5.53. Pre-cooked for 15 minutes has the highest water content of 26.33%. Pre-cooked for 5 minutes with the lowest value of 16.23%. smoked catfish without any pre-cooking has the highest value of aw 0.82. Pre-cooked for 15 minutes had the lowest value of 0.78. Observation on histology showed fresh catfish the structure of the connective tissue still compact. Precooked catfish, myomer begins damage, catfish smoke without pre-cooking is characterized by the formation of fibrils wafy fibers are separated from one another and pre-cooking smoked catfish, myoseptum damaged and lead to the distance inter myomer but myomer still intact.

Keywords : Muscle, sensory analysis, water activity, water content

## PENDAHULUAN

Ikan lele merupakan salah satu komoditas unggulan perikanan budidaya air tawar. Produksi nominal ikan lele dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2014 mengalami kenaikan dari 242,811 ton menjadi 463,221 ton. Nilai rata-rata produksi lele mencapai 37,49% (Ditjen Budidaya KKP 2014). Perkembangan yang pesat dan tingginya produksi budidaya ikan lele diduga karena lele dapat dibudidayakan di lahan dan sumber air yang terbatas dengan padat tebar tinggi, teknologi budidaya relatif mudah dan dikuasai oleh masyarakat, pemasarannya relatif mudah serta modal usaha budidaya lele yang dibutuhkan relatif rendah. Saat ini teknologi pembesaran lele semakin berkembang, diantaranya adalah teknologi kolam terpal dan permanen. Teknologi ini banyak digunakan baik masyarakat pribadi atau kelompok pembudidaya ikan (Pokdakan) sehingga terkadang membuat harga lele segar tidak stabil di pasaran; rata-rata harga per kilogramnya hanya Rp.13.000–Rp 15.000 (BPS Propinsi Bengkulu 2013).

Ikan lele memiliki protein tinggi 17,7 - 26,7% dan lemaknya berkisar 0,95 sampai dengan 11,5% (Nurilmala *et al.* 2009). Rosa *et al.* (2007) melaporkan bahwa ikan lele dapat dikelompokkan kedalam bahan pangan berprotein sedang dengan lemak rendah. Ikan lele juga mengandung karoten, vitamin A, protein,

lemak, karbohidrat, fosfor, kalsium, zat besi, vitamin B1, vitamin B6, vitamin B12, dan kaya akan asam amino. Rohimah *et al.* (2014) menyebutkan bahwa kandungan komponen gizi ikan lele mudah dicerna dan diserap oleh tubuh manusia baik pada anak-anak, dewasa, dan orang tua. Rosa *et al.* (2007) menyatakan ikan lele memiliki manfaat untuk membantu pertumbuhan dan perkembangan pada anak, kandungan asam amino esensial sangat berguna untuk tumbuh kembang tulang, membantu penyerapan kalsium dan menjaga keseimbangan nitrogen dalam tubuh, dan memelihara masa tubuh anak agar tidak terlalu berlemak.

Salah satu upaya untuk meningkatkan pendapatan pembudidaya ikan lele adalah dengan melakukan diversifikasi olahan ikan lele asap. Melalui upaya ini harga lele asap mencapai Rp 120.000 per kilogram (BPS 2013). Teknologi pengolahan asap panas saat ini telah banyak dilakukan berbagai daerah dan salah satunya Provinsi Bengkulu yaitu Kelompok Pengolah dan Pemasaran Hasil perikanan atau Poklahsar Mina Pertiwi yang berkedudukan di Kelurahan Lempuing, Poklahsar Bentiring Indah di Kelurahan Bentiring, Poklahsar Kemiling Permai di Kelurahan Pekan Sabtu, Poklahsar Beringin Raya di Kelurahan Sungai Hitam dan P2MKP Surabaya Makmur di Kelurahan Surabaya. Pengolahan lele dengan asap panas dilakukan selama 7 jam pada suhu 90°C.

Pengujian organoleptik (uji kesukaan) tekstur lele asap dengan metode pengasapan panas menghasilkan ikan lele yang masih lunak dan aromanya khas bau asap sehingga disukai oleh konsumen tetapi masa simpannya tidak bertahan lama. Pratama (2011) menyatakan bahwa pengasapan juga dapat memperbaiki penampakan ikan sehingga permukaan ikan menjadi mengkilat dan menimbulkan intensitas aroma fatty dan sweet yang lebih tinggi. Kendala yang muncul pada produk lele asap dengan menggunakan metode ini yaitu masa simpan ikan lele asap yang rendah (4 – 8 hari) dan sudah ditumbuhi jamur. Montielet *al.* (2012) melaporkan pertumbuhan jamur pada ikan dapat menyebabkan bau tengik dan perubahan tekstur.

Teknik *Pre-cooking* (pemasakan awal) adalah salah satu alternatif teknologi untuk mengatasi permasalahan pada metode pengasapan panas yang masa simpannya tidak berlangsung lama. Nuraini (2014), melaporkan bahwa *Pre-cooking* merupakan tahap perubahan fisik daging ikan akibat perubahan kandungan kimiawi di dalamnya dan bertujuan untuk mematangkan ikan, mengeluarkan body juice (lemak/minyak) ikan agar tidak terjadi ketengikan, serta untuk mematikan bakteri patogen dan bakteri pembentuk histamin. Menurut Josupeit dan Catarci (2004) waktu yang dibutuhkan untuk *Pre-cooking* tergantung pada ukuran ikan, umumnya berkisar 1-4 jam, yang dianggap mampu mereduksi 17,5% kadar air dari daging ikan, dengan suhu pemasakan 100-105°C.

Perubahan struktur sel dan jaringan ikan lele segar, hasil *Pre-cooking* serta lele asap dapat diketahui dengan pengamatan histologis. Daging dan kulit ikan merupakan bagian yang banyak dimanfaatkan. Informasi dan data mengenai *pre-cooking*, produk olahan lele asap, belum banyak dilakukan dan

dilaporkan, oleh karena itu analisis mutu secara fisiko-kimia dan mikrobiologis sangat diperlukan untuk mengungkap karakteristik atau sifat-sifat mutu dari produk olahan ini. Penelitian ini bertujuan menentukan uji organoleptik terbaik dan mempelajari struktur jaringan ikan lele yang mengalami proses *pre-cooking* dan pengasapan.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

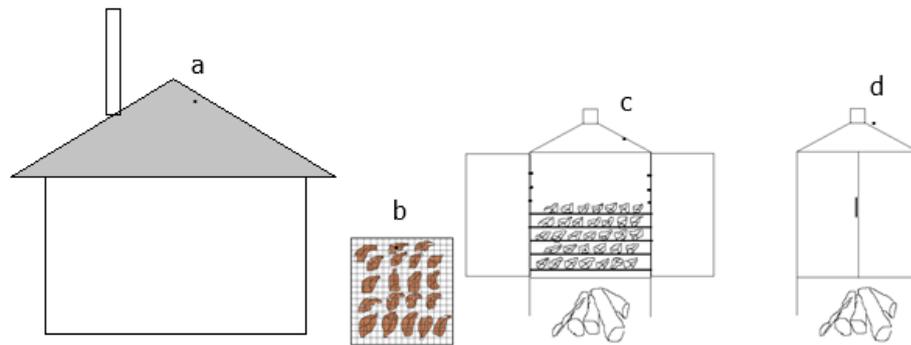
Bahan dalam penelitian adalah ikan lele (*Clarias* sp.) dengan ukuran panjang  $\pm 27$  cm dengan berat  $\pm 120$  g, ikan lele didapatkan dari Pokdakan Kemiling Permai Kelurahan Pekan Sabtu Kota Bengkulu. Bahan kimia yang digunakan antara lain alkohol 70%, 80%, 90%, 95% dan 100% (Brataco), Xylol (Merck), Parafin (Merck), BNF yaitu campuran formaldehid dan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (Merck), larutan Eosin (Merck), larutan Bouin's (Merck), pewarna haematoxilin (Merck), akuades (Merck),  $\text{BaCl}_2$  (Merck),  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  (Merck),  $\text{NaCl}$  (Merck).

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu rumah pengasapan (bantuan dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Bengkulu), termometer,  $a_w$  meter (Shibaura  $a_w$  meter), alat pengukus, cawan porselen, mikrotom, mikroskop binokuler Olympus (U-RFLT 50), kamera digital merk Canon, oven (Heraeus 1R MS ITS), kayu bakar Mahoni (*Swietenia macrophylla*), kayu Angsana (*Pterocarpus indicus*) dan Cemara laut (*Casuarina equisetifolia* L). Kayu tersebut merupakan limbah dari kegiatan hasil pemangkasan yang dilakukan oleh Dinas pertamanan Kota Bengkulu.

## METODE

### Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap meliputi pengambilan sampel, preparasi (penyiangan, pencucian,



Gambar 1 Alat Pengasapan: a. Rumah Pengasapan, b. Ikan di atas bidai pengasapan, c. Ikan dimasukkan ke dalam rumah pengasapan, dan d. Ikan di asap

*pre-cooking*, dan pengasapan panas), pengujian organoleptik, analisis kadar air, analisis aw, analisis histologi (parafin) dengan pewarnaan hematoxilin-eosin.

Ikan lele yang masih hidup kemudian dimatikan dengan cara memukul kepalanya dengan pisau. Penyiangan dilakukan dengan cara membuang isi perut dan insang terlebih dahulu, setelah itu dibentuk *butterfly* atau dibelah dari bagian perut/punggung tetapi tidak sampai menjadi dua bagian yang terpisah. Proses selanjutnya adalah pencucian. Tujuan dari pencucian dengan menggunakan air mengalir yaitu untuk menghilangkan kotoran dan darah. Ikan dicuci dalam air mengalir agar sisa kotoran yang masih menempel pada daging ikan terbuang.

*Pre-cooking* dilakukan dengan waktu pemasakan 5, 10 dan 15 menit pada suhu 100°C menggunakan kukusan. Setelah melalui proses *pre-cooking*, ikan disusun dalam 5 tingkat rak pengasapan. Posisi ikan disusun pada masing-masing rak dan diasapi dengan suhu awal yaitu 35°C selama ±2 jam. Pada tahap ini dilakukan rotasi pemindahan rak-rak ikan dari posisi bawah ke atas dan sebaliknya dalam waktu 15 menit, hal ini dengan tujuan untuk mengontrol supaya daging ikan lele matang dan menjaga kenampakan organoleptik. Pada tahap berikutnya dilakukan proses pengasapan panas pada suhu 90°C selama 5 jam. Setelah matang

diangkat dan diletakkan pada wadah keranjang dan diangin-anginkan pada suhu ruang.

### Uji Organoleptik

Pengujian mutu organoleptik skala hedonik terhadap ikan lele asap berdasarkan SNI 2752.1: 2009 (BSN 2009) untuk ikan asap. Pada penelitian ini sifat sensori yang diujikan kepada 30 orang panelis tidak terlatih. Dilakukan analisis statistik non parametrik dan uji lanjutnya yakni Uji Dunn terhadap data yang di dapat.

### Analisis Kadar Air (AOAC 2005)

Tahap pertama yang dilakukan untuk menganalisis kadar air adalah mengeringkan cawan porselen dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Cawan tersebut diletakkan ke dalam desikator (kurang lebih 15 menit) dan didinginkan sampai suhu ruang kemudian ditimbang. Cawan tersebut ditimbang kembali hingga beratnya konstan. Sampel sebanyak 5 g dimasukkan ke dalam cawan tersebut, kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C selama 5 jam. Proses selanjutnya cawan dimasukkan ke dalam desikator dan didinginkan sampai suhu ruang, dan selanjutnya ditimbang kembali.

Perhitungan kadar air pada daging ikan lele asap:

Kehilangan berat (g) = berat sampel awal (g) – berat setelah dikeringkan (g)

$$\text{Kandungan air (berat basah)} = \frac{\text{kehilangan berat (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

### Uji Aktifitas air/ aw (AOAC 1984)

Penentuan nilai aktivitas air dari produk diukur dengan menggunakan alat pengukur aw (Shibaura aw meter). Sebelum melakukan pengukuran aw produk, di kalibrasi alat dengan memasukkan garam ke dalam wadah yang telah tersedia. Jenis garam yang digunakan adalah NaCl. Pengukuran nilai aw dilakukan dengan cara memasukkan sampel yang akan diukur dalam wadah yang tersedia pada alat tersebut, kemudian sampel didiamkan kurang lebih 15 menit, setelah itu dilihat nilai aw yang tertera pada alat tersebut.

### Analisa Histologi (Campbell and Reece 2002)

Untuk penyiapan spesimen histologi tersebut dikenal 4 cara yaitu: (1) penyiapan preparat/spesimen secara keseluruhan (*whole mount*), yakni pengamatan perkembangan embrio dan lain sebagainya; (2) Penyiapan spesimen dengan metode penyayatan (*sectioning methods*); (3) Penyiapan dengan metoda remasan (*teasing/squashing methods*); (4) Penyiapan dengan menggunakan metode ulasan (*smear methods*).

Metode penyayatan (*sectioning*) merupakan metode yang lazim dan banyak digunakan dalam penyiapan spesimen histologi. Melalui metode ini spesimen disayat setipis mungkin, diwarnai, dan dijadikan spesimen awetan. Penyayatan umumnya dilakukan dengan mikrotom. Melalui metode ini, spesimen dipersiapkan untuk disayat dan untuk itu diperlukan perlakuan tertentu yang mampu untuk mengeraskan spesimen sehingga memungkinkan untuk dilakukan penyayatan. Pengerasan jaringan tersebut dapat dilakukan dengan cara membekukan ataupun dengan jalan penanaman dalam suatu substansi yang mampu mengeraskannya

(Campbell and Reece 2002). Selanjutnya preparat diamati dengan menggunakan mikroskop.

### Analisis Data (Steel dan Torrie 1993)

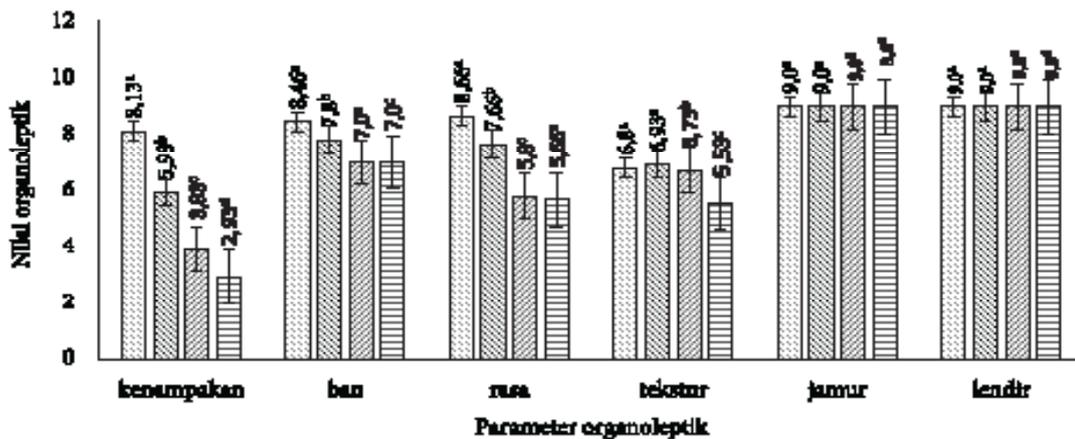
Data hasil pengamatan (data parametrik) dianalisis menggunakan statistik dengan metode Rancangan acak lengkap. Apabila dari hasil analisis terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji Duncan dengan selang kepercayaan 95%. Uji organoleptik (data nonparametrik) diolah menggunakan statistik, jika hasilnya berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji Dunn.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Organoleptik

Hasil uji organoleptik terhadap lele asap dengan atribut kenampakan, bau, rasa, tekstur, jamur dan lendir disajikan pada Gambar 2. Perlakuan kontrol dari masing-masing atribut penilaian ikan asap menunjukkan nilai yang tertinggi untuk kenampakan, bau dan rasa. panelis sangat menyukai lele asap tanpa proses *pre-cooking* (PC). Nilai organoleptik lele asap tanpa pengukusan atau sebagai kontrol dari perlakuan yang lain masih sesuai dengan SNI 2752.1: 2009 dengan kisaran rata-rata nilai yaitu 8,13; 8,46 dan 8,66 berturut-turut untuk kenampakan, bau dan rasa.

Berdasarkan Gambar 2 nilai organoleptik untuk kenampakan terendah yaitu pada perlakuan *Pre-cooking* 15 menit dan yang tertinggi yaitu kontrol atau proses lele asap tanpa *pre-cooking*. Spesifikasi kenampakan lele asap tanpa proses *Pre-cooking* sangat diterima dan disukai oleh panelis, sedangkan lele asap dengan proses *Pre-cooking* kenampakannya tidak utuh dan berwarna kusam. Berdasarkan SNI 2725:2013 tentang ikan asap dengan pengasapan panas, nilai 7–9 untuk



Gambar 2 Hasil pengujian organoleptik lele asap tanpa penyimpanan

spesifikasi kenampakan harus utuh dan warna mengkilap sehingga produk layak untuk dipasarkan dan didistribusikan kepada para konsumen. Erkan *et al.* (2011) melaporkan bahwa ikan salmon asap yang menggunakan tekanan tinggi sebesar 250 MPa dengan masing-masing waktu 5 menit dan 10 menit, nilai kenampakan 8,85; 8,87 nilai bau 8,97; 8,87 nilai rasa 9,78; 9,67 nilai tekstur 8,80; 8,78 dan tidak berbeda jauh dengan nilai organoleptik kontrol atau ikan salmon asap tanpa proses tekanan tinggi, sehingga tanpa proses penyimpanan salmon asap sangat disukai konsumen. Swastawati *et al.* (2013) menyatakan bahwa ikan lele (*Clarias batrachus*) dan patin yang diasapi menggunakan *smoking cabinet* memiliki kenampakan yang lebih bersih, dan warna coklat keemasan yang menarik. Pratama (2011) melaporkan bahwa pengasapan dapat memperbaiki kenampakan ikan sehingga permukaan ikan menjadi mengkilat. Nilai organoleptik bau dan rasa pada masing-masing perlakuan dan kontrol menunjukkan hasil yang masih layak diterima konsumen, hal ini juga sesuai dengan SNI 2725:2013 (BSN 2013) bahwa bau dan rasa ikan asap dengan spesifik yang kuat mencirikan kualitasnya bagus dengan nilai 7–9 sehingga disukai konsumen.

Pratama (2011) juga menyatakan bahwa pengasapan menimbulkan intensitas aroma atau bau yang *fatty* dan rasa *sweet* yang lebih tinggi. Nilai organoleptik tekstur tidak memiliki pengaruh yang signifikan ( $p > 0,05$ ) terhadap sampel perlakuan. Lele asap tanpa pengukusan dan dengan proses pengukusan yang dilihat dari nilai rata-ratanya masih dapat diterima oleh konsumen. Berdasarkan nilai rata-rata dari tekstur lele asap masih dikategorikan padat, kompak, kering dan antar jaringan masih erat sehingga masih sesuai dengan SNI 2752.1: 2009 (BSN 2009) tentang organoleptik ikan asap, sedangkan menurut SNI 2725:2013 (BSN 2013) spesifikasi organoleptik tekstur dari ikan asap dengan nilai 5 – 6 adalah kurang padat, kurang kompak dan antar jaringan kurang erat tetapi menunjukkan perlakuan kontrol atau lele asap tanpa pengukusan berbeda secara signifikan dengan perlakuan lele asap yang mengalami *pre-cooking* terlebih dahulu dengan lama waktu yang bervariasi yaitu 5, 10, dan 15 menit. Lele yang mengalami proses *pre-cooking* 5 menit sebelum dilakukan pengasapan berbeda juga kenampakannya secara signifikan terhadap kontrol dan lele asap yang terlebih dahulu dilakukan proses *pre-cooking* selama 10 menit dan 15 menit. Perlakuan *pre-cooking* 10 menit

dan 15 menit tidak ada perbedaan secara signifikan, nilai kenampakan rendah dimana sampel lele asapnya menjadi tidak utuh, warna coklat tua dan kusam sehingga konsumen tidak menyukai lagi. Nuraini (2014) melaporkan bahwa *pre-cooking* merupakan tahap perubahan fisik daging ikan yang bertujuan mematangkan ikan. Sedangkan suhu *pre-cooking* berkisar antara 100-105°C (Josupeit dan Catarci 2004), dengan *pre-cooking* sebenarnya kenampakan dari ikan sudah lunak dan agak patah bila dibandingkan dengan ikan segar yang masih kenyal. Lele dengan waktu *pre-cooking* 10 dan 15 menit kemudian dilakukan pengasapan dengan lama waktu 7 jam dan suhu pengasapan 90°C membuat kenampakan dari lele asap semakin jelek dengan penampilan yang tidak utuh lagi serta kusam. Erkanet *al.* (2011) menyatakan bahwa kenampakan juga dapat dipengaruhi oleh kadar air, dimana semakin tinggi kadar airnya maka nilai kenampakannya semakin rendah.

Uji lanjut Dunn untuk atribut organoleptik bau menunjukkan perlakuan kontrol atau lele asap tanpa pengukusan tidak berbeda terhadap perlakuan *Pre-cooking* 5 menit tetapi secara signifikan berbeda dengan perlakuan lele asap yang mengalami *Pre-cooking* terlebih dahulu dengan lama waktu 10, dan 15 menit. Perlakuan *Pre-cooking* 5 menit berbeda baunya secara signifikan dengan perlakuan *Pre-cooking* 10 dan 15 menit, sebaliknya perlakuan *Pre-cooking* 10 menit tidak berbeda dengan yang 15 menit. Organoleptik bau pada perlakuan kontrol dan *pre-cooking* 5 menit masih disukai konsumen dengan nilai rata-rata yang masih bisa dikategorikan ke dalam SNI ikan asap sesuai angka scoresheet yaitu 7 -9 yang artinya harum asap cukup dan tanpa bau tambahan mengganggu (BSN2009). Bower *et al.* (2009) melaporkan asap yang dihasilkan dari bahan bakar kayu keras dan lama proses pengasapan

juga berpengaruh terhadap organoleptik bau spesifik ikan asap. Isamuet *al.* (2012) menyatakan pengasapan didefinisikan sebagai proses penetrasi senyawa volatil pada ikan yang dihasilkan dari efek pembakaran kayu.

Swastawati *et al.* (2011) melaporkan bahwa atribut sensoris yang paling disukai adalah aroma atau bau. Bau yang dihasilkan pada smoked fish berasal dari asap hasil pembakaran serbuk kayu secara langsung. Erkan *et al.* (2011) menyebutkan jumlah kadar air dapat mempengaruhi nilai bau, dimana semakin tinggi kadar airnya maka nilai baunya semakin rendah.

Organoleptik rasa menunjukkan perlakuan kontrol atau lele asap tanpa pengukusan berbeda secara signifikan dengan perlakuan lele asap yang mengalami *Pre-cooking* terlebih dahulu dengan lama waktu yang bervariasi yaitu 5, 10, dan 15 menit. Lele yang mengalami proses *pre-cooking* 5 menit sebelum dilakukan pengasapan berbeda juga secara signifikan terhadap kontrol dan lele asap yang terlebih dahulu dilakukan proses *pre-cooking* selama 10 menit dan 15 menit. Perlakuan *pre-cooking* 10 menit dan 15 menit tidak ada perbedaan secara signifikan, nilai rasanya rendah berdasarkan dari nilai rata-rata sensori analisisnya dimana sampel lele asapnya memiliki rasa yang tidak enak dan tidak gurih, dikarenakan adanya proses *pre-cooking* terlebih dahulu sehingga lemak atau minyak yang terdapat pada ikan menjadi keluar bersama dengan air pengukusan sehingga rasa gurih dari ikan akan hilang. Josupeit dan Catarci (2004) melaporkan bahwa *pre-cooking* mampu mengurangi 17,5% kadar air dari daging ikan dengan suhu pemasakan 100-105°C. Proses pengasapan melalui *pre-cooking* 10 menit dan 15 menit tidak disukai konsumen karena rasanya cenderung menjadi pahit. Montiel *et al.* (2012) menyebutkan pengasapan ikan cod asap

dengan tekanan tinggi yaitu 400 sampai dengan 600 MPa dengan waktu 5 dan 10 menit juga tidak disukai konsumen karena rasanya menjadi getir.

### Analisis Kadar Air

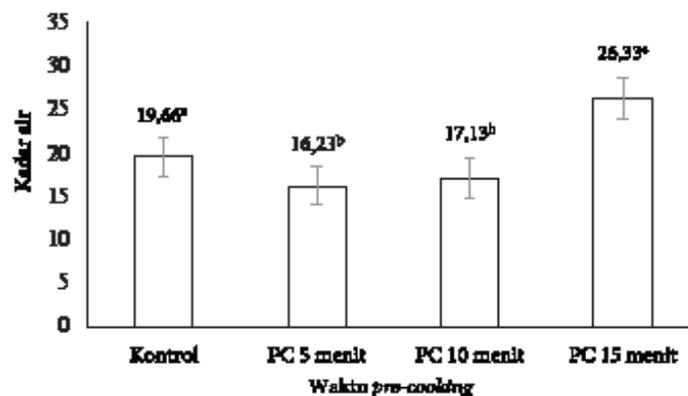
Air merupakan kandungan yang terbesar dalam ikan. Air merupakan sarana mikroorganisme untuk berkembang. Pada proses pengasapan memiliki tujuan untuk menghilangkan kadar air dalam ikan dan diharapkan dapat memperpanjang umur simpan ikan asap. Hasil pengujian kadar air disajikan pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3 nilai kadar air terendah yaitu 16,23% dan yang tertinggi yaitu 26,33%. Kadar air lele asap masih sesuai dengan SNI 2752.1: 2009 tentang kadar air ikan asap yaitu maksimal 60%. Semakin berkurangnya kadar air dapat dipengaruhi oleh suhu *pre-cooking*, suhu pengasapan dan lama waktu pengasapan. Penelitian Erkan *et al.* (2010) menyatakan bahwa kadar air dapat dipengaruhi oleh suhu, lamanya waktu pengasapan dan pengeringan serta juga lamanya ikan yang telah mengalami penyimpanan setelah proses pengolahan. Faktor yang dapat mengakibatkan produk kehilangan berat dalam hal terjadinya pengurangan kadar air selama proses pengeringan adalah lama pengeringan, suhu pengeringan, luas permukaan produk serta jenis dan ukuran ikan (Erkan *et al.* 2010).

Data parametrik kadar air

menunjukkan perlakuan kontrol atau lele asap tanpa pengukusan tidak berbeda nyata dengan perlakuan lele asap yang mengalami *pre-cooking* terlebih dahulu dengan lama waktu yaitu 5 dan 10 menit akan tetapi berbeda secara signifikan dengan perlakuan lele yang mengalami proses *pre-cooking* 15 menit, dengan kata lain perlakuan *pre-cooking* 15 menit berbeda secara signifikan dengan perlakuan kontrol, *pre-cooking* 5 dan 10 menit, tetapi antara kontrol, *pre-cooking* 5 menit dan 10 menit tidak ada perbedaan secara signifikan. Rerata kadar air dari yang terendah yaitu 16,23% sampai dengan yang tertinggi yaitu sebesar 26,33%. Gomez *et al.* (2007) melaporkan derajat keterikatan air dalam matriks pangan maka molekul air yang secara fisik terikat dalam jaringan matriks bahan pangan seperti membran, kapiler dan serat dapat disebut air bebas. Andina dan Emma (2009) melaporkan bahwa proses pengasapan ikan lele dumbo pada suhu 90°C selama 8 jam memiliki kadar air sebesar 18,59%.

Ghelichpour and Shabanpour (2011) melaporkan air bebas mudah diuapkan, digunakan untuk pertumbuhan mikroba dan media reaksi kimiawi serta jika diuapkan seluruhnya maka kandungan air pada bahan pangan akan berkisar antara 12 – 25%. Swastawati *et al.* (2014) menyatakan kadar air pada ikan asap semakin berkurang dikarenakan kadar



Gambar 3 Hasil pengujian kadar air lele asap

air bebas yang terkandung pada ikan asap mengalami penguapan sejalan dengan semakin tinggi suhu dan lama pengasapan. Kadar air *fillet* ikan rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) yang diasap selama 3 jam dengan suhu 80-90°C mengalami pengurangan kadar air sebesar 11,1% (Oguzan and Angis 2013). Pires *et al.* (2013) melaporkan bahwa kadar air yang rendah pada bahan lebih sulit dirusak oleh mikroba.

**Analisis a<sub>w</sub>**

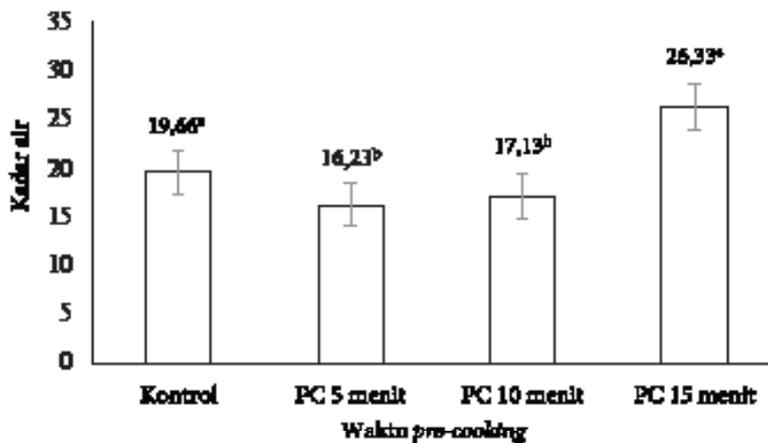
Berdasarkan Gambar 4 nilai a<sub>w</sub> terendah yaitu 0,70 dan yang tertinggi yaitu 0,84. Sedangkan rerata nilai a<sub>w</sub> -nya yang terendah yaitu 0,78 dan yang tertinggi sebesar 0,82. Nilai a<sub>w</sub> yang berkisar antara 0,24 – 1,00 merupakan jenis air terlarut (Kusnandar 2011). Tidak adanya perbedaan nilai A<sub>w</sub> antara perlakuan *pre-cooking* dan kontrol dikarenakan kelembaban udara masih stabil, Montiel *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa tidak ada perbedaan nilai a<sub>w</sub> pada proses pemanasan ikan Cod menggunakan tekanan tinggi dengan masing-masing waktu 5 dan 10 menit sebelum dilakukan proses pengasapan yang disimpan pada suhu 5°C. Air terlarut terdapat dalam pangan padat sehingga air akan larut dalam pangan dan apabila air terlarut diuapkan dari pangan maka air tersebut berdifusi

dari bagian dalam bahan pangan padat (Murano 2003). Nilai a<sub>w</sub> dihubungkan dengan pertumbuhan mikroba maka yang didapat pada pengujian ikan asap berpotensi akan ditumbuhi mikroba kapang dengan jenis *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. seiring dengan lama penyimpanan (Montiel 2012).

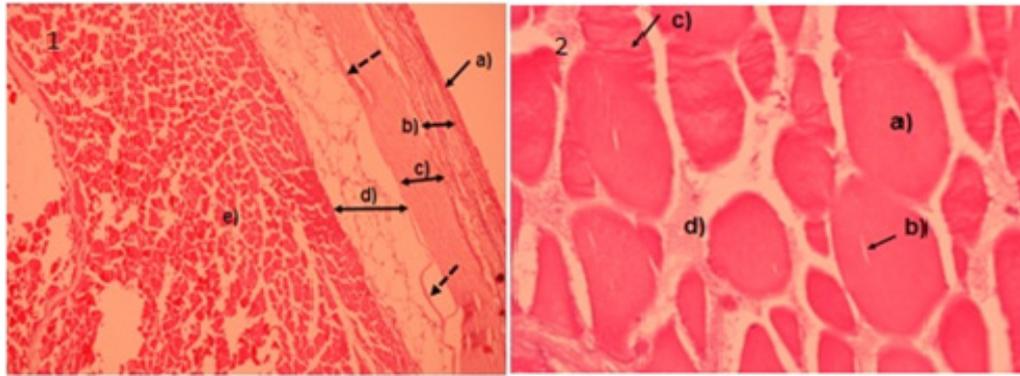
**Uji Histologi**

Histologi adalah bidang biologi yang mempelajari struktur jaringan secara detail menggunakan mikroskop cahaya dari sediaan yang dipotong tipis (sekitar 6 µm). Histologi adalah cabang ilmu dari Anatomi atau ilmu urai tubuh yang mempelajari morfologi, bentuk, letak, dan susunan organ-organ yang dilakukan melalui pembedahan dengan tinjauan makroskopik, mikroskopik maupun elektron mikroskopik. Zhang *et al.* (2009) menyatakan bahwa sel-sel yang mempunyai selubung inti (*eukaryotic cells*) contohnya sel tumbuhan dan sel hewan. Sel merupakan gel berair, tersusun oleh protein, karbohidrat, lemak, asam nukleat (DNA dalam inti sel; berbagai macam RNA dalam sitoplasma), dan materi anorganik.

Hasil pengamatan terhadap histologi daging lele segar, lele kukus (*pre-cooking*), lele asap dan lele kukus asap disajikan pada Gambar 5.

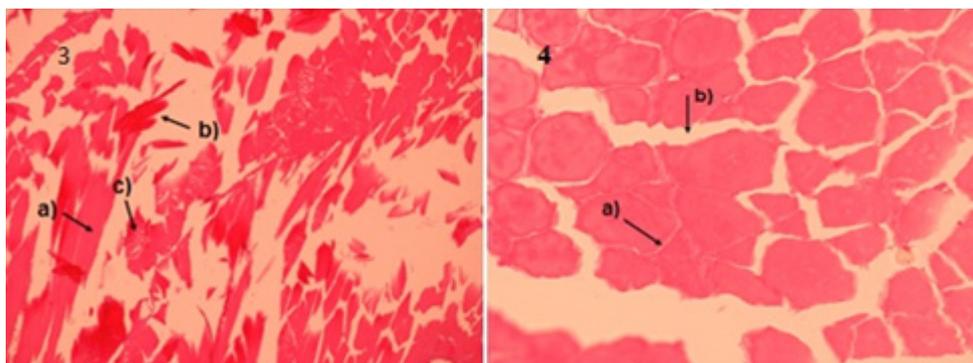


Gambar 4 Hasil pengujian a<sub>w</sub> lele asap



5a

Gambar 5a Histologi daging lele (1) lele segar : a) Epidermis, b) Stratum spongiosum (*stratum laxum*), c) *Stratum compactum*, d) jaringan lemak, e) *Muscle tissue*; (2) lele kukus : a) miomer kompak dan masih utuh, b) miomer kompak, namun mulai terjadi kerusakan berupa celah memanjang, c) myomer mulai mengalami kerusakan, yakni terbentuknya benang-benang fibril berkelok, d) Mioseptum sebagian terisi oleh material miomer;



5b

Gambar 5b (3) lele asap: a) Miomer longitudinal masih utuh, b) Serat terlepas dari mioseptum dan menjadi serpihan memanjang, c) Terbentuk serat-serat fibril bergelombang, yang terlepas satu dengan yang lainnya; (4) lele kukus asap: a) Mioseptum masih utuh, b) Mioseptum rusak dan mengakibatkan jarak antar miomer, myomernya masih kompak. (Masing-masing perbesaran 40x).

### Perubahan Jaringan Lele Segar

Jaringan otot dan kulit ikan lele segar belum mengalami kerusakan yang signifikan, hal ini dapat ditunjukkan dengan miofibril-miofibril yang masih bagus dan kompak. Miomer juga masih kompak dan teratur, sehingga aktin dan myosin juga masih terlihat compatible atau bersifat lentur. Sedangkan otot septum yang dimiliki juga terlihat cukup kompak dan teratur, jaringan lemaknya

juga masih kompak. Dapat dikatakan bahwa ikan lele tidak mengalami cacat atau kelainan fisik. Siburian *et al.* (2012) menyatakan bahwa pada ikan yang masih segar dagingnya elastis dan berwarna cerah, apabila ditekan tidak menimbulkan bekas yang permanen. Ciri-ciri ikan segar antara lain mata jernih, kornea bening, pupil hitam, mata cembung dan insang merah segar (Rieny *et al.* 2011).

Priosoeryanto *et al.* (2010) menyatakan

bahwa otot ikan mujair muncul perubahan-perubahan diantaranya pertumbuhan berlebihan, pertumbuhan tidak sempurna atau pola pertumbuhan abnormal karena diindikasikan ada suatu penyakit yang menyerang struktur jaringan otot ikan mujair tersebut. Didukung pula oleh penelitian Susanto (2008) yang menyebutkan bahwa pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) di daerah Cibanteng Bogor telah mengalami degenerasi lemak, yang dapat mempengaruhi rasa dari daging ikan mas tersebut, pertumbuhan menjadi terganggu dan berdampak nyata terhadap nilai ekonomi secara umum. Degenerasi lemak terjadi karena akumulasi lipid dan gangguan metabolisme lemak karena kekurangan enzim lipase intraseluler atau asupan nutrisi yang mengandung lemak yang tinggi, penyakit infeksi, ketidakseimbangan nutrisi dan beberapa bahan toksik (Susanto 2008).

### **Perubahan Jaringan Lele Kukus**

Jaringan miofibril ikan lele yang mengalami pengukusan berangsur-angsur mengalami kerusakan. Sarkoplasma berangsur-angsur keluar akibat panas yang ditimbulkan pada saat proses pengukusan atau *pre-cooking* terjadi. Sarkoplasma adalah protein larut air, jika bahan baku atau produk terkena panas maka akan ikut keluar dan hilang akibat proses penguapan yang terjadi pada pengukusan. Menurut Putra (2013), suhu pengukusan pada proses *precooked* loin cakalang sebelum dibekukan adalah 95°C dengan lama waktu 20-40 menit, jika pengukusan berlangsung lama melebihi waktu yang dianjurkan maka terjadi degradasi bentuk daging ikan/loin. Penelitian yang dilakukan Jacob *et al.* (2013) pengukusan ikan yang berlangsung 10 menit dengan suhu 100°C struktur dagingnya cukup kompak dan sebagian masih rapat, hal ini menunjukkan pemasakan dengan

pengukusan mampu menghambat proses penurunan mutu ikan. Yildiz *et al.* (2013) dalam penelitiannya melaporkan bahwa ikan tawar di perairan dingin yang dilakukan proses pengolahan dengan penambahan minyak canola atau minyak biji kapas memberikan dampak negatif terhadap struktur jaringan hati dan ususnya, karena sudah terjadi beberapa kerusakan akibat pemanasan. Pratama *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa proses pengolahan ikan mas (*Cyprinus carpio*) dengan pengukusan dapat mempengaruhi karakteristik flavor produk perikanan. Golongan senyawa volatil yang terdeteksi pada ikan mas kukus adalah aldehid, alkohol, keton dan hidrokarbon (Pratama *et al.* 2013). Pengukusan dapat menyebabkan cairan dari dalam daging ikan merembes keluar (terjadi drip) (Tapotubun *et al.* 2008). Struktur daging ikan mengalami perubahan selama perembesan air dari dalam sel. Pengukusan menyebabkan terjadinya dehidrasi pada daging ikan. Dehidrasi akan menyebabkan denaturasi pada protein otot dan kerusakan struktur membran (Bahuaud *et al.* 2008).

### **Perubahan Jaringan Lele Asap Tanpa *Pre-cooking* atau Pengukusan**

Ikan lele asap tanpa pengukusan setelah dilakukan histologi terlihat bahwa myomer-myomer dan septumnya telah mengalami kerusakan yang signifikan. Aktin dan myosin tidak kompatibel dan tidak lentur lagi, sedangkan serat-serat fibril yang memanjang dan berwarna gelap tidak halus lagi sehingga terjadi gelombang-gelombang yang tak beraturan. Pada proses lele asap bagian otot yang cenderung belum mengalami kerusakan dan masih lengkap adalah miofibril. Sigurgisladottir (2001) menyatakan bahwa

ikan salmon asap tanpa proses tekanan tinggi juga sebagian mengalami kerusakan dari jaringan daging dengan dibuktikan serat-seratnya yang terpisah.

### **Perubahan Jaringan Lele Asap yang Dilakukan Proses Pre-cooking**

Ikan lele yang dilakukan proses *pre-cooking* atau pengukusan terlebih dahulu kemudian dilakukan pengasapan, semua myomer, myofibril, septum rusak akibat panas yang ditimbulkan baik dari lama waktu pengukusan, suhu pengukusan, lama pengasapan dan suhu dari pengasapan itu sendiri. Sarkoplasmanya juga rusak dan keluar sehingga mengalami drip loss yang mencirikan sebagian komponen gizi dari lele asap sudah menurun akibat proses pemanasan. Swastawati *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa kadar protein dapat menurun karena adanya proses pengolahan dengan terjadinya denaturasi protein selama pemanasan. Suhu, lama pemanasan dan jarak sumber panas dengan ikan yang diasapi juga berpengaruh terhadap penurunan komposisi kandungan lemak ikan lele (Swastawati *et al.* 2013). Swastawati *et al.* (2013) melaporkan pengasapan dengan menggunakan tungku dapat diindikasikan kadar lemaknya mengalami kerusakan karena jarak antara sumber panas dengan ikan yang diasapi sangat dekat bila dibandingkan dengan metode pengasapan menggunakan *smoking cabinet*. Proses pengukusan yang selanjutnya diikuti dengan pengasapan mengindikasikan terjadinya kerusakan seluruh jaringan pada otot ikan lele. Heruwati (2002) menyatakan bahwa pengasapan panas (suhu diatas 80°C) dapat menyebabkan hilangnya vitamin yang larut dalam air seperti niasin, riboflavin dan asam askorbat hingga 4%. Sigurgisladottir (2000) menyebutkan pengaruh pengasapan pada mikrostruktur jaringan *fillet* salmon

asap pada serat-serat fibernya menjadi berkurang dan tidak utuh. Permukaan *filet* asap secara signifikan lebih besar dibandingkan dengan *fillet* yang tidak diproses (Sigurgisladottir 2000). Penelitian menggunakan mikroskop elektron (SEM) oleh Sigurgisladottir (2001) menyebutkan bahwa panjang sarkomer tidak berubah pada sampel ikan salmon (*Salmo salar* L) asap. Setelah pengasapan sejumlah globula lemak mengalami kerusakan, tidak kompak dan sudah mengalami pemecahan. Birna *et al.* (2010) melaporkan bahwa pengujian mikrostruktur salmon asap yang menggunakan tekanan 400-900 MPa selama 60 detik dapat mengurangi bakteri yang berkembang pada ikan asap dan meminimalisir kerusakan jaringan.

### **KESIMPULAN**

Uji kesukaan atau organoleptik terbaik pada perlakuan kontrol atau lele asap tanpa proses pengukusan atau *pre-cooking* dan pengukusan yang dilakukan selama 5 menit. Ikan lele yang mengalami proses *pre-cooking* dan pengasapan mengandung komponen air yang masih sesuai dengan standar SNI ikan asap. Aktivitas air menunjukkan bahwa mikroba yang dapat tumbuh dan berkembang adalah kapang. Struktur jaringan lele segar adalah masih lengkap dan belum terjadi kerusakan, hasil *pre-cooking* adalah miofibrilnya dikategorikan masih bagus dan hasil pengasapan struktur jaringannya juga sebagian telah rusak karena pemanasan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1984. Official Methods of Analysis. 14th Edition. Washington DC.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Methods of Analysis (18 Edn). Association of Official Analytical Chemist Inc.

- Mayland: USA.
- Andina RY dan Emma R. 2009. Pengaruh suhu pengeringan terhadap karakteristik kimiawi filet lele dumbo asap cair pada penyimpanan suhu ruang. *Jurnal Bionatura* 11(1):1-26.
- Bahuaud D, Morkore T, Langsrud O, SinnesK, Veiseth E, Ofstad R, Thomassen MS. 2008. Effect of -1.5°C super-chilling on quality of atlantic salmon (*Salmo salar*) pre-rigor fillets: cathepsin activity, muscle histology, texture and liquid leakage. *Food Chemistry* 111:329-339.
- Birna G, Jonsson A, Hafsteinsson H, Heinz V. 2010. Effect of high pressure processing on *Listeria* spp. and on the textural and microstructural properties of cold smoked salmon. *Food Science and Technology* 43: 366-374.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2014. Data dan Laporan Statistik. Propinsi Bengkulu.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. SNI-2725.J: 2009: Ikan Asap Bagian 1. Jakarta.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2013. SNI-2725: 2013: Ikan Asap dengan Pengasapan Panas. Jakarta.
- Bower CK, Hietala KA, Oliveira ACM, Wu TH. 2009. Stabilizing oils from smoked pink salmon (*Oncorhynchus gorbusha*). *Journal Food Science* 74(3): 248-257.
- Campbell NA and Reece JB. 2002. Biology. 6th ed. Pearson Education, Inc. Publishing as Benjamin Cummings.
- Ditjen Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2014. Data dan Laporan Statistik Perikanan Budidaya. Jakarta.
- Erkan N and Uretener G. 2010. The Effect of High Hydrostatic Pressure on The Microbiological, Chemical and Sensory Quality of Fresh Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). *European Food Research and Technology* 230(4):533-542.
- Erkan N, Gonca U, Hami A, Arif S, Ozkan O, Sencer B. 2011. The effect of different high pressure conditions on the quality and shelf life of cold smoked fish. *Journal Innovative Food Science and Emerging Technologies* 12: 104-110.
- Ghelichpour M and Shabanpour B. 2011. The Investigation of Proximate Composition and Protein Solubility in Processed Mullet Fillets. *International Food Research Journal* 18(4):1343-1347.
- Gomez EJ, G Guillen MC and Montero P. 2007. High Pressure Effects on The Quality and Preservation of Cold Smoked Dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) Fillets. *Journal Food Chemistry* (102): 1250-1259.
- Heruwati ES. 2002. Pengolahan ikan secara tradisional: Prospek dan peluang pengembangan. *Jurnal Litbang Pertanian* 21(3):3-4.
- Jacoeb AM, Nurjanah, Aninta S. 2013. Kandungan asam lemak dan kolesterol kakap merah (*Lutjanus bohar*) setelah pengukusan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 16(2):168-176.
- Josupeit H, Catarci C. 2004. The world tuna industry an analysis of imports. *Journal Food Control* 8(74):173-176.
- Isamu KT, Purnomo H, Yuwono S. 2012. Karakteristik fisik, kimia dan organoleptik ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) asap di Kendari. *Jurnal Teknologi Pertanian* 13(2):105-110.
- Montiel R, De Alba M, Bravo D, Gaya P, Medina. 2012. Effect of high pressure treatments on smoked cod quality during refrigerated storage. *Journal Food control* 23:429-436.
- Murano PS. 2003. Understanding Food Science and Technology. Thomson Wadworth. USA.

- Nuraini. EF. 2014. Pengendalian Mutu Proses *Pre-cooking* Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*) di PT Maya Muncar Banyuwangi. UPT Perpustakaan Politeknik Negeri Jember.
- Nurilmala. M, Nurjanah, Rahadian HU. 2009. Kemunduran mutu ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) pada penyimpanan suhu chilling dengan perlakuan cara mati. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 12(1):1-16.
- Oguzhan P and Angis S. 2013. Effect of processing methods on the sensory, mineral matter and proximate composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *African Journal of Food Science and Technology* 4(4):71-75. ISSN: 2141-5455.
- Pires C, Ramos C, Teixeira B, Batista I, Nunes, M.L, Marques A. 2013. Hake proteins edible films incorporated with essential oils: physical, mechanical, antioxidant and antibacterial properties. *Journal Food hydrocolloids* 30(1):224-231.
- Pratama RI. 2011. Karakteristik flavor beberapa jenis produk ikan asap di Indonesia. [Thesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Pratama RI, Iis R, Muhammad YA. 2013. Komposisi kandungan senyawa flavor ikan mas (*Cyprinus carpio*) segar dan hasil pengukusannya. *Jurnal Akuatika*. 4 (1): 55-67 ISSN 0853-2523.
- Priosoeryanto BP, Ersya IM, Tiuria R dan Handayani S. 2010. Gambaran histopatologi insang, usus dan otot ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang berasal dari daerah Ciampea Bogor. *Journal of veterinary Science and Medicine* 2(1):1-8.
- Putra DS. 2013. Analisis bahaya dan titik kendali kritis pada penanganan cakalang *precooked* loin beku di PT. Gabungan Era Mandiri. [Thesis]. Unpad. Indonesia.
- Rieny S, Djunaedi OS, Nurhajati J, Afrianto E, Udin Z. 2011. Mekanisme pengasapan ikan. Bandung: UNPAD Press.
- Rohimah I, Etti S, Ernawati N. 2014. Analisis energi dan protein serta uji daya terima biskuit tepung labu kuning dan ikan lele. *Jurnal USU*. Ac.id/index.php/gkre/article/viewfile/5160/2781.
- Rosa R, Bandararra NM, Nunes ML. 2007. Nutritional quality of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822): A positive criterion for the future development of the European production of Siluroidei. *Journal Food Science and Technology* 42:342-351.
- Siburian ETP, Pramesti D, Nana K. 2012. Pengaruh suhu dan waktu penyimpanan terhadap pertumbuhan bakteri dan fungi ikan bandeng. *Unnes Journal of Life Science* 1(2):101-105 ISSN 2252-6277.
- Sigurgisladdottir S, Margret SS, Ole JT, Jean LV, Hannes H. 2000. Effects of different salting and smoking processes on the microstructure, The texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. *Journal Food Research International* 33:847-855.
- Sigurgisladdottir S, Margret SS, Helga I, Ole JT, Hannes H. 2001. Microstructure and texture of fresh and smoked Atlantic Salmon, *Salmo salar* L fillets from fish reared and slaughtered under different condition. *Journal Aquaculture Research* 32:1-10.
- Steel RG, Torie JH. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika Pendekatan Biometrik. Ed. Ke- 3. Sumantri B, penerjemah. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama. Terjemahan dari: Principle and Procedure of Statistics.
- Susanto D. 2008. Gambaran histopatologi organ insang, otot dan usus ikan mas (*Cyprinus carpio*) di desa Cibanteng.

- [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Swastawati F. 2011. Studi kelayakan dan efisiensi usaha pengasapan ikan dengan asap cair limbah pertanian. *Jurnal Dinamika Ekonomi Pembangunan* 1(1):18-24.
- Swastawati F, Eko S, Bambang C, Wahyu AT. 2012. Quality characteristic and lysine available of smoked fish. *Journal APCBEE Procedia* 2:1-6.
- Swastawati F, Titi Su, Tri WA, Putut HR. 2013. Karakteristik kualitas ikan asap yang diproses menggunakan metode dan jenis ikan berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 2(3):126-132.
- Swastawati F, Darmanto YS, Sya'rani L, Kuswanto R, Taylor A. 2014. Quality characteristic of smoked skipjack (*Katsuwonus pelamis*) using different liquid smoke. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics* 4(2): 94-99.
- Tapotubun AM, Nanlohy EEEM, Louhenapessy JM. 2008. Efek waktu pemanasan terhadap mutu presto beberapa jenis ikan. *Jurnal Ichthyos* 7(2):65-70.
- Yildiz M, O. Tufan E, Kenan E, Ahmet G, M. Ali B. 2013. Effects of dietary cottonseed and/or canola oil inclusion on the growth performance, FA composition and Organ histology of the juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 13:453-464.
- Zhang X, Boesch S, Lou CY, Wolffram S, Huebbe P and Rimbach G. 2009. Ochratoxin A induces Apoptosis in Neuronal Cells. *Genes Nutrition* 4: 41-48.