

KARAKTERISTIK KUALITAS IKAN TONGKOL (*Euthynnus affinis*) ASAP DENGAN ASAP CAIR BONGGOL JAGUNG SELAMA PENYIMPANAN BEKU

Aryanti Indah Setyastuti¹, Dwi Yanuar Budi Prasetyo¹, Dewi Kresnasari¹, Nurina Ayu¹, Aulia Andhikawati²

¹ Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto

Jl. Sultan Agung No. 42, Karang Klesem, Purwokerto Selatan, Purwokerto, Kabupaten Banyumas

² Departemen Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran

Jl. Jalan Raya Bandung-Sumedang KM.21 Jatinangor, Jawa Barat

E-mail: ariantiindahs@gmail.com

ABSTRAK

Aplikasi asap cair telah dikembangkan saat ini sebagai alternatif metode pengasapan yang menghasilkan kualitas ikan asap yang lebih baik dibandingkan pengasapan tradisional. Penyimpanan pada suhu beku dapat memperpanjang umur simpan dan kualitas ikan asap. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perubahan karakteristik tekstur dan nutrisi ikan tongkol asap dengan asap cair bonggol jagung yang disimpan pada suhu beku $\pm 18^{\circ}\text{C}$ selama 28 hari. Parameter uji yang digunakan adalah kadar air, nilai pH, kadar protein, kelarutan protein, dan karakteristik tekstur ikan secara mikroskopik dengan *Scanning Electron Microscope*. Analisis data dalam percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan lama penyimpanan yang berbeda (0 hari; 14 hari; dan 28 hari) pada suhu beku $\pm 18^{\circ}\text{C}$. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa penyimpanan suhu beku pada ikan tongkol asap dengan asap cair bonggol jagung memberikan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) terhadap kualitas ikan asap meliputi kadar air, nilai pH, kadar protein, dan kelarutan protein. Selama penyimpanan, terjadi penurunan nilai kadar air, pH, kadar protein, dan kelarutan protein yang signifikan. Karakteristik tekstur ikan secara mikroskopik menunjukkan perubahan struktur morfologi daging ikan selama penyimpanan 28 hari di suhu beku. Perubahan tekstur tersebut terjadi akibat proses denaturasi protein. Ikatan-ikatan struktur daging akan berkurang selama penyimpanan akibat ketidakmampuan protein miofibril mengikat air yang ditunjukkan dengan terbentuknya benang-benang miosin yang semakin bertambah selama penyimpanan.

Kata kunci: Metode Penyimpanan; Lama Penyimpanan; Denaturasi Protein; Karakteristik Mikroskopik

QUALITY CHARACTERISTICS OF SMOKED EASTERN LITTLE TUNA (*Euthynnus affinis*) USING CORN COB LIQUID SMOKE DURING FROZEN STORAGE

ABSTRACT

The application of liquid smoke has been developed as an alternative smoking method that produces better quality smoked fish than traditional smoking. Frozen storage can extend the shelf life and quality of smoked fish. The objective of this study was to examine the texture and nutritional characteristics of smoked tuna with corncob liquid smoke stored at a frozen temperature of $\pm 18^{\circ}\text{C}$ for 28 days. The observed parameters were moisture content, pH value, protein content, protein solubility, and fish texture characteristics microscopically with Scanning Electron Microscopy. Data analysis in this experiment used a completely randomized design with different storage duration treatments (0 days; 14 days; and 28 days) at a freezing temperature of $\pm 18^{\circ}\text{C}$. The results showed that frozen storage on smoked tuna with corn cob liquid smoke gave a significant difference ($P < 0.05$) to the quality of smoked fish including moisture content, pH value, protein content, and protein solubility. During storage, there was a significant decrease in the value of moisture content, pH, protein content, and protein solubility. Microscopic characteristics of fish texture showed changes in the morphological structure of fish flesh during 28 days of storage at frozen temperature. Texture changes occur due to the protein denaturation process. The bonds of the meat structure will decrease during storage due to the inability of myofibril proteins to bind water, it was indicated by the formation of myosin threads which increases during storage.

Keywords: Storage Method; Storage Duration; Protein Denaturation; Microscopic Characteristic

PENDAHULUAN

Pengasapan secara tradisional masih memiliki banyak kekurangan seperti kualitas nutrisi yang tidak terjaga dan sering ditemukan senyawa karsinogenik yaitu *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* (PAH) pada produk yang dihasilkan (Berhimpon *et al.*, 2017). Oleh karena itu asap cair dimanfaatkan sebagai pengganti proses pengasapan secara tradisional. Asap cair bonggol jagung berpotensi sebagai bahan pembuatan asap cair. Bahan baku bonggol jagung sebagai asap cair memiliki keunggulan sangat mudah diperoleh, dikarenakan tanaman jagung merupakan bahan makanan pokok di Indonesia setelah padi. Komponen utama asap cair bonggol jagung adalah

phenol dan turunannya seperti phenol; 2 methoxy phenol; dan 2,6 dimethoxy phenol. Komponen ini berperan utama sebagai antioksidan dan antimikroba. Phenol dan turunannya dapat memperpanjang umur simpan ikan bandeng asap. Aplikasi asap cair bonggol dalam pengasapan dapat mempertahankan kualitas tekstur dan mampu menghambat oksidasi asam lemak pada ikan bandeng asap (Swastawati *et al.*, 2014; Setyastuti *et al.*, 2015).

Ikan tongkol adalah salah satu jenis ikan yang sering digunakan sebagai bahan baku pengolahan ikan asap karena minat konsumen pada ikan tongkol sangat tinggi serta memiliki keunggulan mengandung protein tinggi. Daging ikan tongkol memiliki komposisi kimia air 69,40%; lemak 1,50%; protein 25,00%; abu 2,25%;

serta karbohidrat 0,03%. Protein ikan terdiri atas protein sarkoplasma yang terdapat pada otot daging ikan dan protein miofibrilar yang terdiri atas miofibril dan stroma. Protein tersebut berperan dalam pembentukan tekstur daging ikan (Sanger, 2010). Umumnya pengolahan ikan tongkol asap secara tradisional tidak dapat memperpanjang masa simpan lebih dari 2-3 hari. Proses pengasapan secara tradisional memiliki kekurangan suhu pemanasan yang tidak dapat dikontrol karena menerapkan sistem pengasapan panas, dimana daging ikan diletakkan diatas tray atau rak yang memungkinkan kontak langsung dengan sumber panas, sehingga akan mempengaruhi produk ikan asap yang dihasilkan seperti terjadinya *case hardening* (hangus sebagian), perubahan struktur protein ikan, tekstur ikan menjadi lebih keras apabila dilakukan pengasapan dalam waktu yang lama, kenampakan daging ikan tidak seragam yang dapat mempengaruhi tingkat penerimaan konsumen (Hiariey *et al.*, 2015).

Proses pemanasan yang sesuai untuk daging menggunakan suhu kurang dari 110 °C. Suhu 80 °C adalah suhu ideal dan sering digunakan untuk proses pengolahan daging (Yusnaini *et al.*, 2015). Prinsip pengasapan dengan asap cair menggunakan suhu bertahap dengan maksimal suhu 80 °C, sehingga dapat mengurangi kerusakan nutrisi ikan asap. Perbedaan suhu pengasapan memberikan perbedaan yang nyata terhadap aktivitas enzim katepsin, nilai kadar air, tekstur, nilai pH, kelarutan protein dan karakteristik mikroskopik pada ikan asap. Proses pemanasan pada suhu 80 °C secara signifikan dapat menurunkan aktivitas enzim katepsin sebesar 30,13% dibandingkan pemanasan pada suhu 40 °C dan 50 °C (Swastawati *et al.*, 2016).

Tekstur dan pengukuran struktur daging ikan merupakan tolok ukur penentuan kualitas kesegaran ikan yang penting dalam industri perikanan. Ikan memiliki sifat *high perishable* atau mudah mengalami kerusakan sehingga perlu dilakukan metode pengawetan. Salah satu cara yaitu penyimpanan dalam suhu beku yaitu antara -24 °C hingga 0 °C (Cheng *et al.*, 2013). Ikan yang dibekukan memiliki daya awet temporer dimana ikan tersebut akan tetap segar selama penyimpanan. Pembekuan hanya menyebabkan sedikit perubahan nilai gizi protein, akan tetapi kenampakan dan kualitas ikan akan mengalami perubahan sehingga dapat mempengaruhi tingkat keamanan pangan dan penerimaan konsumen (Salim *et al.*, 2017). Kajian mengenai umur simpan ikan asap juga dilakukan dengan mengamati aktivitas antioksidan dan antimikroba kitosan sebagai *edible coating* pada ikan herring asap yang disimpan pada suhu -18°C selama 3 bulan (Naeem *et al.*, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perubahan kualitas dan tekstur ikan tongkol asap dengan menggunakan asap cair bonggol jagung selama penyimpanan suhu beku -18 °C selama 28 hari, dan diamati kualitas ikan tongkol asap pada hari ke-0; ke-14, dan hari ke 28 yang meliputi kadar air, pH, kadar protein, kelarutan protein, dan karakteristik mikroskopik daging ikan.

METODE

Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan ikan tongkol yang berukuran panjang ± 50 cm dengan berat ± 1.390 g. Ikan tongkol diperoleh di Pasar Ikan Rejomulyo Kota Semarang, Jawa Tengah. Asap cair menggunakan merk "La Fronthea" produksi PT. Asap Cair Multiguna, Universitas Diponegoro yang berasal dari kondensasi pembakaran bonggol jagung, dan garam sebagai penambah cita rasa.

Prosedur Pembuatan Ikan Asap

Proses pembuatan ikan asap mengacu pada penelitian dari Swastawati (2007). Ikan tongkol dibersihkan dan difillet dengan memisahkan daging dengan tulangnya. Selanjutnya fillet daging ikan tongkol direndam dalam larutan garam 5% selama 15 menit kemudian ditiriskan. Selanjutnya ikan direndam dalam larutan asap cair 5% selama 1 jam dan ditiriskan. Setelah ikan ditiriskan, ikan dimasukkan dalam oven proses pemanasan. Proses pemanasan menggunakan suhu bertahap, yaitu pada tahap pertama suhu oven diseting pada suhu 40-50 °C selama 1 jam, pemanasan kedua 60-70 °C selama 1 jam, dan pemanasan berikutnya 80 °C selama 1 jam. Ikan asap selanjutnya disimpan dalam suhu beku ± 18 °C selama 28 hari, dan dilakukan pengamatan terhadap kualitas ikan pada hari ke-0; 14; dan 28. Penyimpanan ikan asap selama 28 hari mengacu pada penelitian Bugueno *et al.* (2003) yang mengamati karakteristik fisikokimia ikan salmon asap yang disimpan pada suhu 2 °C selama 30 hari yang menunjukkan bahwa terjadi penurunan kualitas fisikokimia ikan salmon asap pada hari ke-25.

Jenis dan Prosedur Pengambilan Data

Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan beberapa jenis data yang dibutuhkan, yaitu kadar air, pH, kadar protein, kelarutan protein dan karakteristik mikroskopik. Prosedur setiap jenis data tersebut dijelaskan di bawah ini:

- Kadar Air

Analisa kadar air berdasarkan SNI No. 01-2354.2-2006, menggunakan prinsip gravimetri dengan penimbangan berat jumlah molekul air yang tidak terikat dalam suatu bahan pangan. Prosedur dilakukan dengan sampel ikan asap beku dithawing pada suhu ruang untuk menghilangkan kristal-kristal es. Setelah kristal-kristal es mencair atau tidak dalam kondisi beku, sampel ditimbang sebanyak 5 g, kemudian dilakukan penghilangan molekul air dalam ikan melalui pemanasan dengan oven vakum pada suhu 95-100 °C selama 5 jam atau dengan oven non vakum pada suhu 105 °C selama 16-24 jam. Penentuan berat kadar air dihitung dengan selisih berat contoh sebelum dan setelah dikeringkan (BSN, 2006).

- pH

Nilai pH dihasilkan pada penelitian ini diukur menggunakan pH meter. Prinsip kerja utama pH meter adalah terletak pada sensor probe berupa

elektrode kaca (*glass electrode*) dengan jalan mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan. Perhitungan pH dengan cara 10 g sampel dihomogen dengan 10 ml aquadest, kemudian diukur menggunakan pH meter. Masukkan elektroda ke dalam sampel dan mulailah pembacaan. Setelah elektroda dimasukkan ke dalam sampel, tekan tombol ukur dan biarkan elektroda di dalam sampel selama kira-kira 1-2 menit atau hingga angka yang ditampilkan konstan atau tidak berubah-ubah.

- Kadar Protein

Kadar protein menggunakan prosedur pada SNI No. 01-2354.4-2006 dengan menggunakan metode Kjeldahl. Pada dasarnya metode ini dibagi menjadi tiga tahapan yaitu destruksi, destilasi dan titrasi. Proses destruksi meliputi sampel sebanyak 1 g dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 ml ditambahkan dengan H_2SO_4 pekat, ditambah katalisator Na_2SO_4 , CuSO_4 , dan selenium kemudian dipanaskan dimulai dengan api kecil dinaikkan sedikit demi sedikit hingga suhu menjadi naik. Proses destruksi akan selesai jika larutan menjadi jernih atau tidak berwarna. Tahap destilasi dilakukan dengan penambahan NaOH kemudian dipanaskan hingga menghasilkan amonia. Tahap titrasi meliputi amonia yang terbentuk dari destilasi ditampung dalam H_3BO_3 pekat yang telah diberi indikator BCG dan methyl red. Jumlah H_3BO_3 yang bereaksi dengan amonia dapat diketahui dengan mentitrasi menggunakan HCl 0,02M. Akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna larutan dari biru menjadi merah muda (BSN, 2006).

- Kelarutan Protein

Sampel dihaluskan menggunakan blender, kemudian ditimbang sebanyak 5 g dan dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer 100 ml. Aquadest ditambahkan dalam erlenmeyer yang telah berisi sampel hingga volume mencapai 100 ml kemudian dihomogenkan. Larutan sampel disentrifuge untuk memperoleh filtrate jernih. Larutan filtrate jernih diambil sebanyak 1 ml, ditambahkan 1 ml larutan Lowry (Na_2CO_3 10% dalam NaOH 0,5 N; CuSO_4 1%; Kalium Natrium Tartrat 2%) kemudian ditambahkan 3 ml larutan Folin 2 N. Selanjutnya vortex larutan atau digojog hingga homogen. Larutan dibaca absorbansinya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 590 nm. Data yang diperoleh dari pembacaan absorbansi kemudian dihitung menggunakan kurva standar. Adapun kurva standar menggunakan BSA (*Bovine Serum Albumin*) (Sudarmaji, 2003).

- Karakteristik Mikroskopik

Karakteristik mikroskopik ikan tongkol asap menggunakan analisa SEM (*Scanning Electron Microscopy*) mengacu pada Lin *et al.*, (2002) dengan merekatkan sampel daging ikan pada lempeng logam spesimen berbahan palladium. Sampel dibersihkan dengan alat peniup, selanjutnya sampel dilapisi emas dan palladium dalam mesin dionspater yang bertekanan $1,492 \times 10^{-2}$ atm. Sampel selanjutnya dimasukkan ke dalam ruangan khusus dan disinari

dengan pancaran elektron 10 kV sehingga sampel mengeluarkan elektron sekunder dan elektron terpentil yang dapat dideteksi dan detector scientor yang selanjutnya diperkuat dengan suatu rangkaian listrik menyebabkan timbulnya gambar CRT (*Chatode Ray Tube*). Pemotretan dilakukan setelah memilih bagian tertentu dari objek sampel dan perbesaran yang diinginkan sehingga diperoleh foto yang baik dan jelas.

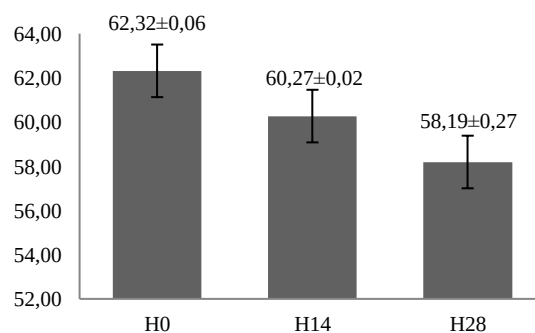
Analisis Data

Pengujian kualitas ikan tongkol asap menggunakan rancangan acak lengkap dengan perbedaan lama penyimpanan terhadap kualitas dan tekstur ikan asap selama 28 hari. Pengamatan parameter kualitas ikan tongkol asap dilakukan pada hari ke-0; ke-14; dan ke-28. Adapun parameter kualitas ikan tongkol asap yang diamati meliputi kadar air, pH, kelarutan protein, kadar protein, karakteristik mikroskopik dan tekstur. Pengujian analisa data menggunakan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) metode Rancangan Acak Lengkap dengan *microsoft excel*. Pengujian ANOVA digunakan untuk menganalisis data yang diperoleh pada eksperimen dengan perlakuan terdiri satu atau beberapa faktor. Serta untuk menguji hipotesa dari eksperimen tersebut apakah memiliki perbedaan atau sama berdasarkan nilai probabilitas yang diperoleh. Apabila terdapat perbedaan maka akan dilanjutkan dengan uji beda yaitu Uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Pengujian perbandingan dengan BNT digunakan untuk perlakuan yang dibandingkan tidak banyak dan nilai F hitung harus lebih besar dari F tabel (Harsojuwono *et al.*, 2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Kadar air dalam bahan pangan merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kualitas ikan asap. Berkurangnya kadar air maka menyebabkan nilai Aw atau aktivitas air yang dimanfaatkan untuk mikroorganisme berkembang berkurang sehingga bahan pangan akan lebih awet karena pertumbuhan mikroba akan terhambat akibat berkurangnya nilai kadar air. Pada Gambar 1 menunjukkan perubahan nilai kadar air ikan tongkol asap selama penyimpanan suhu beku dibawah ini.

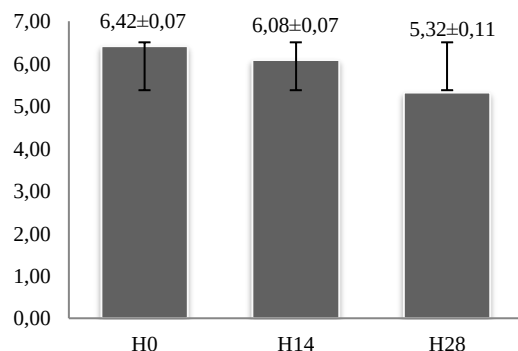


Gambar 1 Kadar air ikan tongkol asap dengan asap cair bonggol jagung selama penyimpanan

Berdasarkan hasil penelitian, nilai kadar air ikan tongkol asap yang disimpan pada suhu beku menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar air. Hasil rerata kadar air hari ke-0; ke-14, dan ke-28, mengalami penurunan dari 62,32% (hari ke-0); 60,27% (hari ke-14); dan 58,19% (hari ke-28). Nilai kadar air ikan tongkol asap selama penyimpanan hari ke-14 dan 28 masih memenuhi standar mutu menurut SNI 7275:2013 yaitu maksimal 60%. Perubahan kadar air juga terjadi pada penelitian Hiariey *et al.* (2015), rerata kadar air ikan tongkol asap yang disimpan dalam suhu ruang dengan lama penyimpanan 0, 2, dan 4 hari berkisar antara 54,62% - 62,65%. Hasil kadar air dari penelitian Karaskova *et al.* (2011), nilai kadar air ikan cod dan salmon asap mengalami fluktuasi selama penyimpanan pada suhu 4°C selama 1 bulan dengan interval pengamatan 1 minggu, 2 minggu, dan 3 minggu. Nilai kadar air ikan cod asap saat penyimpanan sebesar 70,48% (minggu 1); 72,29% (minggu 2); dan 69,06% (minggu 3). Nilai kadar air ikan salmon asap selama penyimpanan sebesar 56,71% (minggu 1); 58,32% (minggu 2); dan 56,75% (minggu 3). Penurunan kadar air disebabkan oleh suhu pengasapan maupun suhu penyimpanan. Bahan pangan yang dipanaskan akan menyebabkan total cairan yang keluar dari produk akan meningkat akibat peningkatan temperatur pemanasan. Penurunan kadar air juga terjadi selama penyimpanan akibat terjadi penguapan produk akibat suhu udara dan kelembaban lingkungan dimana produk akan menyerap air apabila kelembaban ruang tinggi dan akan menguap dalam kelembaban ruang yang rendah (Kaiang *et al.*, 2016).

Kadar pH

pH merupakan indikator tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu produk dan mempengaruhi kualitas dari suatu bahan pangan salah satunya ikan asap. Gambar 2 merupakan hasil kadar pH ikan tongkol asap dengan menggunakan asap cair bonggol jagung selama penyimpanan 28 hari pada suhu beku yang dapat dilihat dibawah ini.



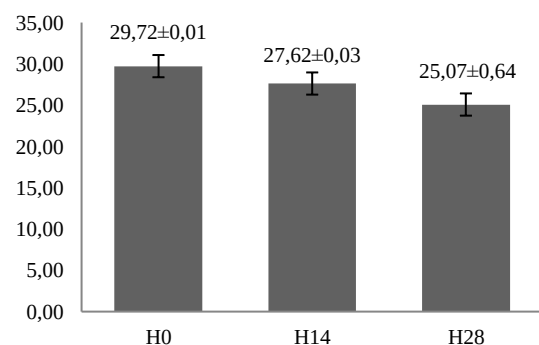
Gambar 2 Kadar pH ikan tongkol asap dengan asap cair bonggol jagung selama penyimpanan

Proses pengasapan dengan asap cair bonggol jagung dan lama penyimpanan pada suhu beku memberikan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) pada nilai pH ikan tongkol asap. pH adalah derajat keasaman yang berperan dalam kualitas dan tekstur

ikan tongkol asap yang dihasilkan. Selama penyimpanan terjadi penurunan nilai pH sebesar 6,42 (hari ke-0); 6,08 (hari ke-14); 5,32 (hari ke-28). Penurunan ini disebabkan oleh aktivitas asam organik dan fenol asap cair bonggol jagung selama proses pengasapan yang menyebabkan suasana asam pada ikan asap. Hasil penelitian dari Upet *et al.* (2021), dilakukan pengujian pH mengalami penurunan pada ikan tongkol asap dengan asap cair yang disimpan dalam suhu ruang selama 6 hari dengan perlakuan perbedaan konsentrasi asap cair 5% sebesar 5,79 (hari ke-0); 5,57 (hari ke-3); dan 5,16 (hari ke-6), sedangkan perlakuan dengan asap cair 10% menghasilkan nilai pH sebesar 5,88 (hari ke-0); 5,60 (hari ke-3); dan 5,22 (hari ke-6). Penurunan pH menurut Hassan (1988) dalam Martinez *et al.* (2007), disebabkan oleh perendaman ikan dalam asap cair yang bersifat asam. Akibat dari terserapnya komponen-komponen asap cair seperti asam organik yang bersifat asam dan reaksi antara phenol, polyphenol dan komponen karbonil dengan protein menyebabkan kehilangan kadar air sehingga menurunkan nilai pH ikan asap. pH yang rendah dapat memperpanjang daya simpan ikan, karena mikroorganisme pembusuk dan patogen tidak dapat berkembang biak dalam suasana asam.

Kadar Protein

Ikan memiliki kandungan protein yang tinggi setelah kadar air. Protein merupakan nutrisi yang penting sebagai *functional food* atau pangan fungsional untuk pemenuhan gizi masyarakat. Gambar 3 adalah nilai kadar protein ikan tongkol asap dengan asap cair yang disimpan dalam suhu beku selama 28 hari dapat dilihat dibawah ini.



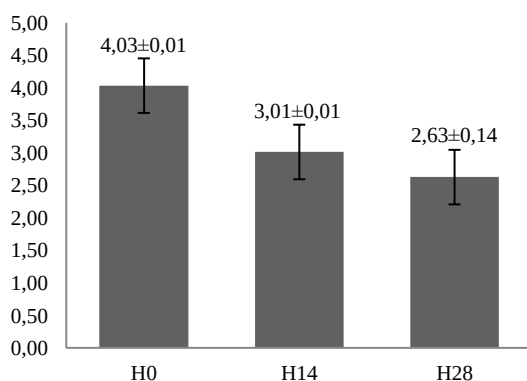
Gambar 3 Kadar protein ikan tongkol asap dengan asap cair bonggol jagung selama penyimpanan

Proses pengasapan ikan dan penyimpanan dapat mempengaruhi kadar protein ikan asap, dimana selama penyimpanan terjadi penurunan nilai protein ikan tongkol asap. Perlakuan pemanasan dan penyimpanan dalam suhu beku selama 28 hari, menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai protein ikan tongkol asap. Penggunaan asap cair bonggol jagung dapat menghambat penurunan nilai protein secara drastis baik selama proses pemanasan hingga penyimpanan suhu beku dibandingkan dengan pengasapan secara tradisional. Proses pengolahan ikan memiliki pengaruh yang besar

terhadap hasil akhir produk. Pengaruh tersebut terkait dalam perubahan komposisi nutrisi dan degradasi protein otot. Penurunan protein sejalan dengan hasil penelitian nilai protein ikan tongkol dari Salim *et al.* (2017), dimana penyimpanan ikan tongkol pada suhu beku selama 8 hari, mengalami penurunan pada nilai protein. Rata-rata kadar protein ikan tongkol pada hari pertama 20,72%, pada hari ketiga rata-rata nilai protein mengalami penurunan sebesar 19,05%, rata-rata kadar protein hari kelima sebesar 18,43%, sedangkan pada hari ketujuh rata-rata nilai protein ikan tongkol sebesar 15,75%. Protein ikan, sangat rentan terhadap perubahan selama penyimpanana beku. Perubahan protein menyebabkan penurunan kelarutan protein, sifat fungsional protein, dan struktur dari protein. Penurunan ini disebabkan oleh ekstraksi kelarutan protein akibat kadar air dalam otot daging mengalami *drip loss* dan hidrolisa dari lemak ikan nila asap (Barraza *et al.*, 2015; Ayeloja *et al.*, 2020).

Kelarutan Protein

Kelarutan protein merupakan indikator yang dapat mempengaruhi karakteristik tekstur daging ikan. Proses pengolahan dan penyimpanan menyebabkan protein mengalami denaturasi sehingga dapat menurunkan nilai kelarutan protein. Akibat dari penurunan kelarutan protein mempengaruhi sifat fungsional dari protein tersebut (Abraha *et al.*, 2018). Gambar 4 merupakan hasil dari nilai kelarutan protein ikan tongkol asap selama penyimpanan suhu beku yang dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 4 Kelarutan protein ikan tongkol asap dengan asap cair bonggol jagung selama penyimpanan

Ikan tongkol asap yang disimpan selama 28 hari pada suhu beku memberikan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) pada nilai kelarutan protein ikan tongkol asap. Selama penyimpanan terjadi penurunan nilai kelarutan protein ikan tongkol asap. Suhu pengasapan dan penyimpanan dapat menyebabkan protein mengalami denaturasi sehingga mempengaruhi nilai kelarutan protein. Interaksi tersebut menyebabkan perubahan karakteristik tekstur daging ikan. Hultmann *et al.* (2004) melaporkan bahwa perubahan protein yang terjadi selama penyimpanan menyebabkan penurunan kelarutan protein. Dimana protein total yang diekstraksi menjadi

lebih kecil dari waktu ke waktu seiring dengan berkurangnya kadar air pada ikan asap.

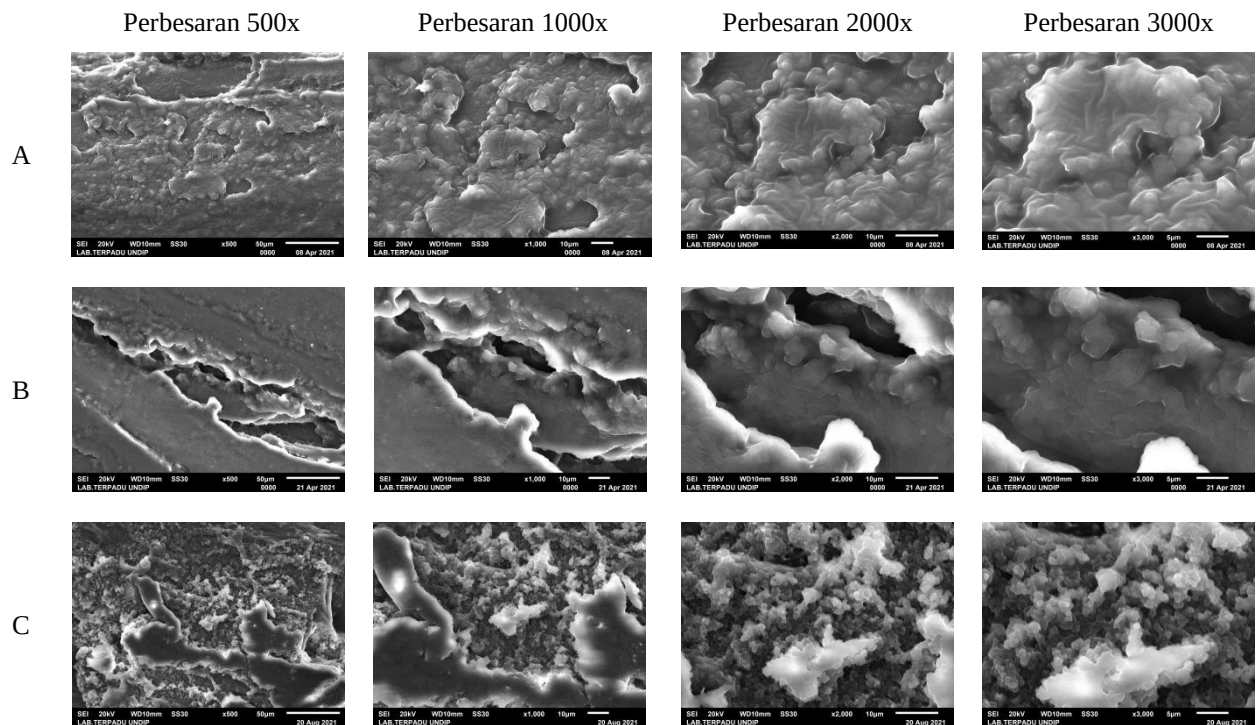
Hasil penelitian pada kelarutan protein ikan asap dari Swastawati *et al.* (2016), menyatakan bahwa nilai kelarutan protein ikan lele asap mengalami penurunan akibat dari peningkatan suhu pengasapan yang kemudian berinteraksi dengan protein sehingga menyebabkan denaturasi protein. Denaturasi protein berhubungan dengan kelarutan protein, struktur tersier atau sekunder dari protein mengalami kerusakan akibat pemanasan maupun penyimpanan. Kelarutan protein selama penyimpanan suhu beku lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian dari Martinez *et al.* (2007) dengan perlakuan perbedaan penggunaan jenis asap cair pada ikan salmon asap menunjukkan penurunan nilai kelarutan protein selama 45 hari di penyimpanan suhu beku. Ikan salmon dengan asap cair menghasilkan nilai kelarutan protein sebesar 6,09% (hari ke-15); 5,89% (hari ke-30); dan 5,67% (hari ke-45). Sedangkan dengan menggunakan asap cair 2 diperoleh nilai kelarutan protein sebesar 6,44% (hari ke-15); 6,34% (hari ke-30); dan 6,15% (hari ke-45). Nilai kelarutan protein yang berbeda disebabkan oleh berbagai faktor yaitu kondisi selama penyimpanan dalam suhu beku, denaturasi protein, jumlah kadar air yang hilang, dan karakteristik dari protein otot pada ikan (Barraza *et al.*, 2015).

Penyimpanan suhu beku secara signifikan menurunkan jumlah kelarutan protein, yang tercermin pada tidak larutnya protein miofibril dan hilangnya sifat fungsional dari protein selama penyimpanan, menyebabkan miosin mengalami reaksi agregasi sehingga otot daging menjadi keras dan kemampuan mengikat air menjadi berkurang (Martinez *et al.*, 2010).

Karakteristik Mikroskopik Tekstur

Proses pengolahan dengan suhu tinggi dan penyimpanan beku, dapat menyebabkan otot ikan mengalami perubahan. Proses denaturasi dan agregasi dari protein miofibril dapat menyebabkan perubahan fungsi dan sifat protein miosin dan akibat dari *drip loss* sehingga otot daging mengalami perubahan tekstur. Perubahan karakteristik tekstur ikan dapat diukur menggunakan alat SEM. Gambar 5 menunjukkan hasil perubahan karakteristik tekstur ikan tongkol asap dapat dilihat dibawah ini.

Pengamatan morfologi daging ikan dengan SEM menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan menyebabkan struktur morfologi daging ikan terdapat benang-benang miosin yang timbul akibat penyimpanan, sehingga integritasnya rusak akibat terbukanya sarkolema dari miofibril (Ernawati, 2015). Perubahan tekstur ikan tongkol asap selama penyimpanan beku mulai hari ke 0, 14, dan 28 menunjukkan perbedaan. Pada Gambar 5a, ikatan daging ikan pada hari ke-0 masih menunjukkan ikatan yang solid, belum nampak benang miosin, memiliki emulsi lebih merata dengan globula lebih kecil dan halus dibandingkan morfologi ikan asap pada penyimpanan 14 hari dan 28 hari. Daging ikan asap



Gambar 5 Karakteristik mikroskopik struktur daging ikan tongkol asap dengan asap cair bonggol jagung selama penyimpanan: (a) penyimpanan 0 hari dengan perbesaran 500x, 1000x, 2000x, dan 3000x; (b) penyimpanan 14 hari dengan perbesaran 500x, 1000x, 2000x, dan 3000x; (c) penyimpanan 28 hari dengan perbesaran 500x, 1000x, 2000x, dan 3000x

hari ke-14 (Gambar 5b) menunjukkan sarkolema dari protein miofibril mulai terbuka akibat dari pelonggaran ikatan pada daging sehingga mempengaruhi bentuk struktur daging dan muncul benang-benang miosin yang mulai banyak. Daging ikan tongkol asap pada hari ke-28 (Gambar 5c) menunjukkan ikatan struktur daging mulai tidak kompak dan semakin banyak terbentuk benang-benang miosin, semakin besar sarkolema dari miofibril yang terbuka dan menunjukkan kerusakan pada integritas ikatan daging ikan asap.

Proses pembekuan maupun penyimpanan beku memberikan efek pada mikrostruktur daging ikan salmon asap. Serat otot daging ikan salmon asap mengalami penyusutan. Proses pengasapan juga berperan dalam penyusutan struktur otot daging, meskipun lebih didominasi oleh proses pembekuan dan penyimpanan suhu beku (Sigurgisladottir *et al.*, 2000). Lipatan-lipatan molekul protein yang lepas membuat reaksi antara rantai asam amino dengan molekul lain, sehingga berat molekul protein akan meningkat dan bentuk fisiknya akan semakin memadat atau menjadi penggumpalan. Penyimpanan dengan suhu beku mempengaruhi nilai *water holding capacity* (WHC) dan parameter kualitas ikan salmon asap. Semakin lama penyimpanan dalam suhu beku akan menyebabkan peningkatan *drip loss* kadar air dan protein sehingga tekstur ikan asap akan menjadi semakin keras (Chan *et al.*, 2020).

SIMPULAN

Proses penyimpanan pada suhu beku selama 28 hari menunjukkan penurunan kualitas meliputi kadar air, kadar protein, pH, dan kelarutan protein. Pengamatan tekstur secara mikroskopik pada ikan tongkol asap dengan asap cair bonggol jagung menunjukkan bahwa terjadi perubahan struktur yang ditunjukkan dengan munculnya benang-benang miosin dari protein miofibril yang semakin bertambah selama penyimpanan 28 hari. Terbentuknya benang-benang miosin pada daging ikan menunjukkan bahwa berkurangnya kemampuan protein otot untuk mengikat air sehingga dihasilkan tekstur daging yang semakin keras. Penurunan dari kualitas dan tekstur ikan tongkol asap selama penyimpanan suhu disebabkan adanya aktivitas denaturasi protein akibat suhu penyimpanan sehingga dapat berpengaruh pada sifat fungsional dari protein serta tingkat penerimaan konsumen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami berterima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas pembiayaan penelitian ini dalam Skema Penelitian Dosen Pemula Tahun Anggaran 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraha B, Habtamu A, Abdu M, Negasi T, Xia WS, & Yang F. (2018). Effect of Processing Methods on Nutritional and Physicochemical Composition of Fish: A Review. *MOJ Food Processing and Technology*, 6, (4).
- Ayeloja AA, WA Jimoh, MB Adetayo, & A Abdullahi. (2020). Effect of Storage Time on the Quality of Smoked *Oreochromis niloticus*. *Heliyon*, 6, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e.0384>
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2006). “Cara uji kimia - Bagian 4: Penentuan kadar protein dengan metode total nitrogen pada produk perikanan SNI 01-23554.4-2006”. Jakarta
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2006). “Cara uji kimia - Bagian 2: Penentuan kadar air pada produk perikanan SNI 01-2354.2.2006”. Jakarta
- Barraza FAA, Roberto AQL, & Patricia XLA. (2015). Kinetics of Protein and Textural Changes in Atlantic Salmon under Frozen Storage. *Food Chemistry*, 185, 120-127. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.055>
- Berhimpon S, Montolalu RI, Dien H, Mentang F, & Meko AUI. (2017). Concentration and Application Methods of Liquid Smoke for Exotic Smoked Skipjack (*Katsuwonus pelamis* L). *International Food Research Journal*, 25, (5), 1864-1869.
- Bugueno G, Isabel E, Nuria M-N, Maria d-MC, Amparo C. (2003). Influence of Storage Condition on Some Physical and Chemical Properties of Smoked Salmon (*Salmo salar*) Processed by Vacuum Impregnation Techniques. *Food Chemistry*, 81, 85-90.
- Chan SS, Roth B, Skare M, Herner M, Jessen F, Lovdal T, Jakobsen AN, & Lerfall J. (2020). Effect of Chilling Technologies on Water Holding Properties and Other Quality Parameters Throughout the Whole Value Chain : From Whole Fish to Cold-Smoked Fillets of Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 526, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735381>
- Cheng JH, Da- Wen S, Zhong H, & Xin-An Z. (2014). Texture and Structure Measurements and Analysis for Evaluation of Fish and Fillet Freshness Quality: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13. DOI:10.1111/1541-4337.12043
- Ernawati. (2015). Pengaruh Perlakuan Asap Cair terhadap Sifat Sensoris dan Mikrostruktur Sosis Asap Ikan Ledle Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Kelautan*, 8, (2), 52-59.
- Harsojuwono BA, I Wayan A., Gusti Ayu KDP. (2011). “Rancangan Percobaan: Teori, Aplikasi SPSS dan Excel”. Lintas Kata Publishing.
- Hiariy S & Vanessa L. (2015). Pengaruh Pemberian Ekstrak Biji Atung sebagai Pengawet Alami terhadap Perubahan Nilai Mutu Ikan Tongkol Asap. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 8, (3), 329-340. DOI:10.17844/jphpi.2015.18.3.329
- Hultmann L, Rora, AM, Steinsland I, Skara T, & Rustad T. (2004). Proteolytic activity and properties of proteins in smoked salmon (*Salmo salar*). Effects of smoking temperature. *Food Chemistry*, 85, 377–387
- Kaiang DB, Lita ADYM, & Roike IM. (2016). Kajian Mutu Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Asap Utuh yang Dikemas Vakum dan Non Vakum Selama 2 Hari Penyimpanan pada Suhu Kamar. *Jurnal media Teknologi Hasil Perikanan*, 4, (2), 75 – 84.
- Karaskova P, A Fuentes, IF Segovia, M Alcaniz, R Masot, & JM Barat. (2011). Development of a Low-Cost Non-Destructive System for Measuring Moisture and Salt Content in Smoked Fish Products. *11th International Congress on Engineering and Food (ICEF11)*. *Procedia Food Science*, 1195-1202. DOI:10.1016/j.profoo.2011.09.178
- Lin S, Huff HF, & Hsieh F. (2002). Extrusion process parameter, sensory characteristics and structural properties of a high moisture soy protein meat analog. *Journal of Food Science*, 67, (3), 1066-1072.
- Lingbeck JM, Paola C, Corliss AOB, Michael G J, Steven CR, & Phillip GC. (2014). Functionality of Liquid Smoke as an All-Natural Antimicrobial in Food Preservation. *Meat Science*, 97, 197-208. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.003>
- Martinez O, Jesus S, MD Guillen, & C Casas. (2007). Textural and Physicochemical Changes in Salmon (*Salmo salar*) Treated with Commercial Liquid Smoke Flavours. *Food Chemistry*, 100, 498-503. DOI:10.1016/j.foodchem.2005.09.071.
- Martinez O, Jesus S, Maria DG, Carmen C. (2010). Effect of freezing on the physicochemical, textural and sensorial characteristics of salmon (*Salmo salar*) smoked with a liquid smoke flavouring. *LWT- Food Sci and Technol*, 42, 910-918. DOI:10.1016/j.lwt.2010.01.026.
- Naeem HSA, Khalid IS, & Nermeen MLM. (2021). Improvement of the Microbial Quality, Antioxidant Activity, Phenolic and Flavonoid, and Shelf Life of Smoked Herring (*Clupea harengus*) during Frozen Storage by Using Chitosan Edible Coating. *Food Control*, 130. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108317>
- Salim M & Linda T. (2017). Pengaruh Variasi Waktu Simpan terhadap Kadar Protein pada Ikan Tongkol. *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 1, (1), 1-7.

- Sanger G. (2010). Oksidasi Lemak Ikan Tongkol (*Auxis thazard*) Asap yang Direndam dalam Larutan Ekstrak Daun Sirih. *Pacific Journal*, 2, (5), 870-873.
- Setyastuti AI, Yudhomenggolo SD, Fronthea S, & Gunawan W. (2015). Profil Asam Lemak dan Kolesterol Ikan Bandeng Asap dengan Asap Cair Bonggol Jagung dan Pengaruhnya terhadap Profil Lipid Tikus Wistar. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 4, (2), 79-85.
- Sigurgisladdottir, S, Helga I, Ole JT, Mireille C, & Hannes H. (2000). Effects of Freezing/Thawing on The Microstructure and Texture of Smoked Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Food Research International*, 33, 857-865.
- Sokamte TA, PD Mbougoung, BA Mohammadou, NL Tatsadjieu, & NM Sachindra. (2020). Proximal Composition and Fatty Acid Profile of Fresh and Smoked Fillets of *Pangasius hypophthalmus*. *Scientific African*, 9, 2468-2276. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf2020.e00534>
- Sudarmadji S, & H Bambang. (2003). "Prosedur analisa bahan makanan dan pertanian." Liberty. Yogyakarta.
- Swastawati F. (2007). *Pengasapan Ikan Menggunakan Liquid Smoke*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Swastawati F, Titi S, Tri WA, & Putut HR. (2013). Karakteristik Kualitas Ikan Asap yang Diproses Menggunakan Metode dan Jenis Ikan Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2, (3). <http://dx.doi.org/10.17728/jatp.142>
- Swastawati, F., Herry B, & Dian W. (2014). Antimicrobial Activity of Corncob Liquid Smoke and its Application to Smoked Milkfish (*Chanos chanos* Forsk) Using Electric and Mechanical Oven. 2014 *International Conference on Food Security and Nutrition. IPCBEE*, 67. DOI:10.7763/PCBEE.2014.V62.21
- Swastawati F, Ahmad NAB, Tri WA, Eko ND, Ima W, Dwi YBP, & Daniel K. (2016). Crude Cathepsin Activity and Quality Characteristic of Smoked Catfish [*Pangasius pangasius* (Hamilton, 1882)] Processed by Different Smoking Temperature. *Jurnal Teknologi*, 78, (4-2), 55-59.
- Tegang AS, PD Mbougoung, NM Sachindra, NFD Nodem, & LT Ngoune. (2020). Characterization of Volatile Compounds of Liquid Smoke Flavouring from Some Tropical Hardwoods. *Scientific African*, 8, 2468-276. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf2020.e00443>
- Upet E, Netty S, Albert RR, Lita M, Josefa TK, Daisy MM, & Verly D. (2021). Pengujian TPC, Kadar Air dan pH pada Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Asap Cair yang Disimpan pada Suhu Ruang. *Media Teknologi hasil Perikanan*, 9, (2), 76-81. <https://doi.org/10.35800/mthp.9.2.2021.31144>
- Yusnaini, Soeparno, E Suryanto, R Armunanto. (2015). The Effect of Heating Process using Electric and Gas Ovens on Chemical and Physical Properties of Cooked Smoked-Meat. *International Symposium on Food and Agrobiodiversity (ISFA 014). Procedia Food Science* 3, 19-26. DOI:10.1016/j.profoo.2015.01.002