

STERILISASI PRODUK SIAP SAJI: CAKALANG (*Katsuwonus pelamis* Linnaeus 1778) DALAM KEMASAN RETORT POUCH

Elsa Azhari^{1,2*}, Muhamad Subroto Aliredjo¹, Niken Dharmayanti¹,
Agus Heri Purnomo³

¹Politeknik Ahli Usaha Perikanan, Jalan AUP no 1, Pasar Minggu, Jakarta Selatan 12520

²Pelabuhan Perikanan Nusantara Pelabuhan Ratu, Jalan Siliwangi no 46 Kabupaten Sukabumi

³Pusat Riset Masyarakat dan Budaya, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jalan Gatot Subroto 10, Jakarta

Diterima: 4 Juli 2022/Disetujui: 18 Februari 2023

*Korespondensi: elsaazhari05@gmail.com

Cara sitasi (APA Style 7th): Azhari, E., Aliredjo, M. S., Dharmayanti, N., & Purnomo, A. H. (2023). Sterilisasi produk siap saji: Cakalang (*Katsuwonus pelamis* Linnaeus 1778) dalam Kemasan Retort Pouch. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(1), 77-86. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v26i1.41863>

Abstrak

Salah satu hal penting dalam menyediakan suatu produk yaitu masa simpan produk. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan waktu proses sterilisasi dengan memperhatikan kerusakan mutu bahan makanan akibat pemanasan dan mempertahankan keberterimaan produk oleh konsumen. Pendekatan metodologis dari penelitian ini adalah proses sterilisasi dengan percobaan pengaturan tekanan *retort* dan bahan yang digunakan: (A) tekanan 1,8 bar dengan 100% cakalang; (B) tekanan 1,2 bar dengan 90% cakalang; (C) tekanan 1,2 bar dengan 70% cakalang; (D) tekanan 1,8 bar dengan 50% cakalang. Suhu maksimum yang digunakan pada alat yaitu 121,1°C. Bahan tambahan yang digunakan yaitu kentang dan bumbu balado. Analisis ini mencakup dua komponen: penentuan pada kecukupan proses sterilisasi pada angka *Lethal rate* sebesar 3,5 dan pengamatan pada penurunan kualitas berdasarkan perubahan organoleptik dan *Total Plate Count* (TPC) setelah produk dikeluarkan dari kemasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecukupan proses sterilisasi (suhu dan waktu proses sterilisasi yang aktual) pada sampel A suhu 121,5°C selama 4,8 menit, sampel B suhu 114,5°C selama 4,8 menit, sampel C suhu 115,4°C selama 5,31 menit dan sampel D suhu 124°C selama 13,4 menit. Hasil pengukuran kebutuhan untuk proses sterilisasi bahwa sampel A memiliki kriteria terbaik selain mencapai suhu sentral 121,1°C dan juga waktu yang dibutuhkan tidak terlalu lama. Analisis lebih lanjut dengan mengukur organoleptik setelah proses sterilisasi dengan hasil sampel A memiliki tingkat preferensi tertinggi yaitu 8,2. Pada produk terbaik analisis TPC dilakukan pada produk yang tidak dikemas dengan waktu penyimpanan yang berbeda (3, 9, dan 12) jam, hasilnya 2×10^2 , 2×10^2 , dan 3×10^3 menunjukkan bahwa penyimpanan produk selama 12 jam masih memenuhi standar SNI untuk jumlah produk perikanan yaitu 5×10^5 .

Kata kunci: cakalang, *retort pouch*, sterilisasi

Sterilization of Ready-to-Eat Products: Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis* Linnaeus 1778) in Retort Pouch Package

Abstract

An important factor in providing a product is its shelf life. This study aimed to determine the time required for sterilization by considering the damage to the quality of food ingredients due to heating and maintaining product acceptance by consumers. The methodological approach of this research is the sterilization process by experimenting with the retort pressure setting and the materials used: (A) 1.8 bar pressure with 100% skipjack; (B) pressure 1.2 bar with 90% skipjack; (C) pressure 1.2 bar with 70% skipjack; (D) 1.8 bar pressure with 50% skipjack. The maximum temperature is 121,1°C. Additional ingredients used were potatoes and balado (spicy) seasoning. This analysis includes two components: determination of the adequacy of the sterilization process at a lethal rate of 3.5, and observation of quality degradation based on organoleptic changes and Total Plate Count (TPC) after the product is removed from the packaging.

The results showed the adequacy of the sterilization process (actual sterilization process temperature and time) for sample A at 121.1°C for 4.8 minutes, sample B at 114.5°C for 4.8 minutes, sample C at 115.4°C for 5.31 minutes and sample D at 124°C for 13.4 minutes. The results show that sample A has the best criteria in addition to a central temperature of 121.1°C and the time it takes is not too long. Further analysis by measuring the organoleptic after the sterilization process showed that sample A had the highest preference level of 8.2. For the best products, TPC analysis was carried out on unpackaged products with different storage times (3, 9, and 12 h), and the results were 2×10^2 , 2×10^2 , and 3×10^3 , indicating that product storage for 12 h still met the SNI standard for the number of fishery products, namely 5×10^5 .

Keyword: retort pouch, skipjack, sterilization

PENDAHULUAN

Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian memperkirakan jumlah jamaah haji asal Indonesia sebanyak 4,34 juta jiwa pada tahun 2019 dan diperkirakan akan mencapai 5,24 juta jiwa pada tahun 2022. Angka jamaah umrah asal Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya, pada tahun 2016 mencapai 699,6 ribu jamaah meningkat 7,2% ditahun sebelumnya sedangkan tahun 2018 jamaah umrah mencapai 1,1 juta jiwa dan diprediksi akan mengalami peningkatan. Hal tersebut dilihat dari *waiting list* atau daftar tunggu keberangkatan calon jamaah yang tercatat saat ini (Kementerian Agama Republik Indonesia, 2018).

Indonesia sebagai negara dengan jumlah penduduk yang besar (269 juta jiwa pada tahun 2019) dan pertumbuhan sebesar 1,3%/tahun, aspek yang terkait dengan pangan selalu menjadi masalah yang sensitif. Hal tersebut menjadi upaya pemerintah dan swasta dalam menghasilkan perkembangan teknologi pangan. Karena pangan merupakan salah satu faktor utama yang dibutuhkan mahluk hidup khususnya manusia agar kehidupannya dapat terus berlangsung. Seiring dengan terus berkembangnya teknologi pangan, perubahan pola konsumsi masyarakat terus terjadi. Hal tersebut terlihat dari kecenderungan masyarakat dalam memilih produk pangan atau makanan. Masyarakat terutama di daerah perkotaan lebih memilih mengonsumsi produk-produk pangan yang bersifat *ready to cook* dan *ready to eat*, karena tingginya tingkat mobilitas masyarakat setiap harinya.

Teknologi yang paling banyak digunakan adalah proses termal (pada dasarnya menggunakan suhu tinggi untuk menghancurkan mikroorganisme yang

dapat merusak bahan makanan) serta dengan pengemasan dan penyimpanan yang tepat. Proses termal yang dilakukan dapat memengaruhi kandungan nutrisi dan kualitas makanan seperti warna, tekstur, dan rasa (Revishankar *et al.*, 2013). Optimalisasi proses termal perlu dilakukan untuk meminimalisasi kehilangan nutrisi akibat pemanasan tanpa mengurangi keamanan produk dan hal tersebut merupakan tantangan utama bagi industri makanan. Indikator yang akurat tentang suhu dan waktu selama pemanasan makanan harus ditetapkan. Kecukupan proses termal tergantung pada kondisi alami setiap produk seperti pH, mikroorganisme resisten, enzim, sensitivitas produk, dan perlakuan panas yang diterima (Praharasti *et al.* 2014).

Produk yang dibuat yaitu produk olahan ikan dikemas dalam *retort pouch* kemudian disterilisasi. Retort pouch adalah kemasan fleksibel, umumnya berbentuk kantung terbuat dari aluminium foil dan bahan laminasi polimer. Kantung ini banyak digunakan pada produk makanan siap saji karena ketahanannya selama proses sterilisasi serta lebih murah dan ringan dari kaleng. Atribut umum seperti stabilitas, keamanan, komposisi, dan efek kesehatan yang lebih baik harus menjadi yang terpenting untuk mendapatkan kepuasan konsumen produk perikanan (Conte *et al.*, 2014). Penemuan mutakhir terkait penggunaan *retort pouch* pada produk makanan mampu meningkatkan nilai komersial produk dan mampu memberikan kualitas, keamanan dan kenyamanan yang tidak didapat cara lain (Catauro & Michele 2012).

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan suhu dan waktu yang digunakan dalam proses sterilisasi yang sesuai pada

produk olahan ikan yang dikemas dalam *retort pouch*. Penentuan dilakukan dengan cara perhitungan *Thermal Death Time* (TDT) atau Fo. Pengamatan lanjutan secara biologis dan kimia dilakukan untuk jaminan kualitas pada produk yang telah dilakukan proses sterilisasi.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama dari penelitian ini adalah cakalang segar berukuran 2 kg yang diperoleh dari Tempat Pelelangan Ikan di Pelabuhan Ratu Sukabumi, Indonesia. Langkah-langkah persiapan ikan meliputi pencucian, pembersihan, dan pemotongan yang dilakukan dengan air mengalir. Parameter percobaan yang dilakukan ikan ditambahkan dengan kentang dengan komposisi yang berbeda pada setiap kemasan yaitu sampel A 100% cakalang, sampel B 90% cakalang + 10% kentang, sampel C 70% cakalang + 30% kentang, dan sampel D 50% cakalang + 50% kentang.

Kemasan yang digunakan yaitu *retort pouch* ukuran 13x20 cm terbuat dari foil aluminium dan pelapis nilon dan mampu bertahan pada suhu sterilisasi hingga 135°C. Alat yang digunakan untuk proses sterilisasi *retort* merk Gonzon dengan daya pemanasan listrik 3.500 W dan 0,66 m³. Percobaan dilakukan dengan mengatur alat pada suhu 121,1°C dengan bakteri target *Clostridium botulinum* dengan prinsip sterilisasi 12D (Anderson, 2011). Konsep 12D yang digunakan dalam proses sterilisasi yaitu untuk menghancurkan bakteri berbahaya yaitu *Clostridium botulinum* (Kusnandar *et al.*, 2013). Penerapan proses sterilisasi dilakukan dengan cara: tekanan 1,8 bar untuk sampel A; 1,2 bar untuk sampel B; 1,2 bar untuk sampel C; 1,8 bar untuk sampel D.

Pengamatan yang dilakukan dengan melakukan percobaan tekanan 1,2 bar dan 1,8 bar. Hal tersebut didasarkan pada tekanan tertinggi pada proses sterilisasi *pouch retort* yaitu 1,8 bar dan terendah 1,2 bar (Hariyadi, 2015). Fluks suhu selama sterilisasi dipantau melalui Ellab CTF9004 Data Logger dengan sistem kerja yaitu kabel mesin pembaca disambungkan pada produk yang akan disterilisasi dengan catatan jarum kabel harus

berada pada posisi titik terdingin kemasan. Data yang diperoleh kemudian diproses menggunakan perangkat lunak Microsoft Office Excel.

Metode

HPTS yang merupakan suatu proses yang menggabungkan tekanan dan suhu untuk mengatasi keterbatasan pada metode pengawetan makanan non-termal dan termal, diterapkan dalam intensitas rendah. Aplikasi yang setara atau bahkan lebih tinggi harus dihitung untuk menjaga stabilitas dan keamanan (Ramos *et al.*, 2018). Persamaan berikut menyatakan siklus logaritmik penurunan mikroba:

$$S = \log \left[\frac{N_0}{N_t} \right]$$

Keterangan:

S = siklus logaritmik penurunan mikroba

N₀ = jumlah mikroba awal

N_t = jumlah mikroba setelah proses termal t menit

Proses termal yang sesuai untuk mematikan mikroorganisme yang ditargetkan ke tingkat tertentu dengan suhu tertentu dinyatakan dalam Fo (biasanya dalam menit). Produk perikanan dengan asam rendah seperti ikan cakalang target bakterinya adalah *C. botulinum* dan proses sterilisasi memerlukan konsep 12D (proses termal harus mengurangi mikroorganisme dengan 12 siklus atau F = 12D (Das & Das, 2019). Data output fluks suhu dihitung menggunakan persamaan Improved General Method yang dikembangkan oleh Lewis sebagaimana diuraikan oleh Pragarasti *et al.*, 2014 berikut:

$$L = 10^{\left\{ \frac{(T-121,1)}{10} \right\}}$$

Fo dapat ditemukan melalui operasi ini:

$$F_o = \int L dt$$

Lethality (Fo) digunakan untuk menentukan nilai sterilisasi yang benar. Setelah menemukan tingkat kematian menggunakan persamaan (1), Fo dalam menit dihitung menggunakan rumus berikut:

$$F_o = \sum(Lvalue) \times \Delta t$$

Nilai terbaik untuk sterilisasi ditentukan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$\text{TDT}_T = F_0 \times 10^{\left\{\frac{(T-121,1)}{10}\right\}}$$

$$\text{Sterilization value (min}^{-1}\text{)} = \sum \frac{1}{\text{TDT}} \times \Delta t$$

Penelitian ini juga telah menerapkan analisis organoleptik dan *Total Plate Count* (TPC) untuk menentukan tingkat penurunan kualitas produk setelah pembukaan kemasan dengan rentang waktu 3, 9, dan 12 jam. Analisis organoleptik mengacu pada produk terstandarisasi (Standar Nasional Indonesia /SNI 2346: 2006 tentang ikan tenggiri kaleng dalam saus balado) yang paling mendekati pada produk yang akan diuji. Analisis TPC mengacu pada SNI 2332: 2015 tentang Analisis Uji TPC Produk Perikanan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Sterilisasi

Kecukupan proses sterilisasi dikaitkan dengan nilai F_0 dari perhitungan plot yang menghubungkan waktu, suhu, dan LR (angka kematian mikroba dari berbagai suhu) selama proses sterilisasi. Plot LR dan waktu menghasilkan kurva *Thermal Death Time* (TDT), dibentuk dengan menjumlahkan dua nilai LR berurutan, dibagi dua dan dikalikan dengan Δt (Vincente & Machado, 2011).

Berdasarkan pendekatan tersebut, berikut ini adalah hasil proses sterilisasi untuk sampel A, B, C, dan D.

Sampel A

Suhu maksimum *retort* 121,5°C dan suhu produk 117,4°C. Proses ini memungkinkan produk mencapai suhu yang ditargetkan (Gambar 1).

Gambar 1 menunjukkan suhu maksimum untuk proses sterilisasi sampel A adalah 121,5°C. Gambar 2 ditemukan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk sterilisasi (F_0) adalah 4,84 menit. Nilai ini adalah jumlah dari F_0 persial, yaitu luas dari area trapesium kurva TDT per menit (Praharasti *et al.*, 2014).

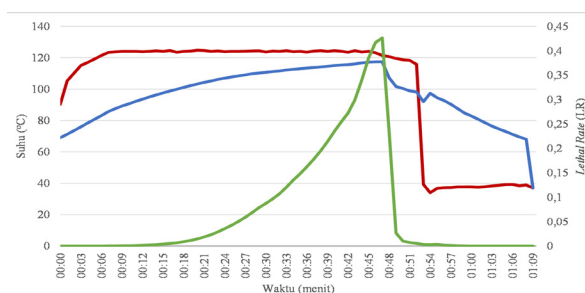
Sampel B

Suhu maksimum *retort* 114,5°C dan suhu produk 113°C. Proses ini memungkinkan produk tidak mencapai suhu yang ditargetkan (Gambar 3).

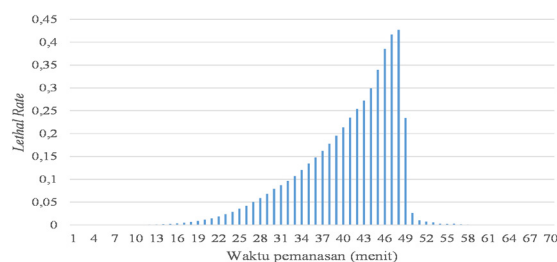
Gambar 3 menunjukkan suhu maksimum untuk sterilisasi sampel B 114,5°C. Gambar 4 ditemukan bahwa waktu yang diperlukan untuk sterilisasi F_0 adalah 4,75 menit.

Sampel C

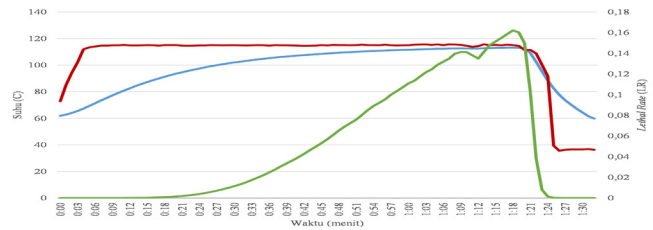
Suhu maksimum *retort* 115,4°C dan suhu produk 114°C. Proses sterilisasi tidak mencapai suhu yang ditargetkan (Gambar 5).



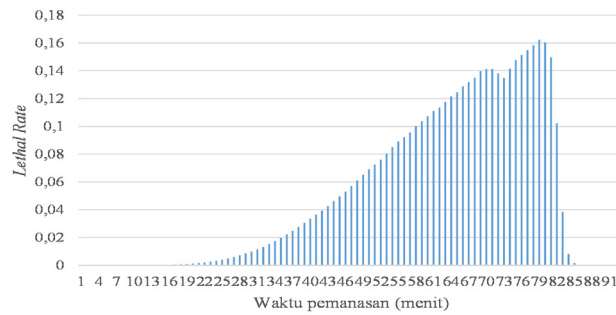
Gambar 1 Sterilisasi sampel A (100% cakalang); ■ suhu produk; ■ suhu *retort*; ■ LR



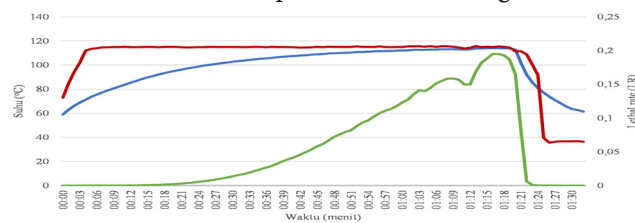
Gambar 2 *Thermal death time* (TDT) sampel A (100% cakalang); $F_0=4,84$



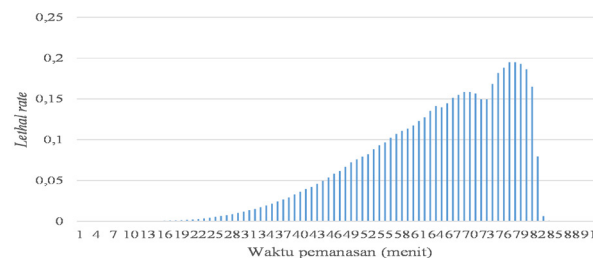
Gambar 3 Sterilisasi sampel B (90% cakalang + 10% kentang); ■ suhu produk; ■ suhu retort; ■ LR



Gambar 4 Thermal death time (TDT) sampel B (90% cakalang + 10% kentang); Fo=5,31



Gambar 5 Sterilisasi sampel C (70% cakalang + 30% kentang); ■ suhu produk; ■ suhu retort; ■ LR



Gambar 6 Thermal death time (TDT) sampel C (70% cakalang + 30% kentang); Fo=4,75

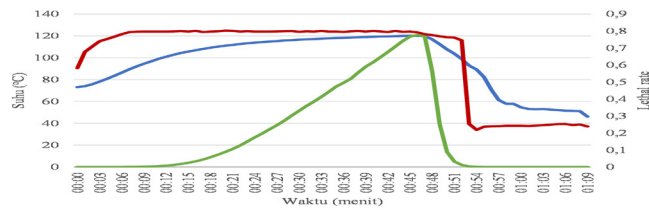
Gambar 5 menunjukkan suhu maksimum untuk proses sterilisasi sampel C 115,4°C. Gambar 6 ditemukan waktu yang diperlukan untuk sterilisasi (Fo) adalah 5,31 menit.

Sampel D

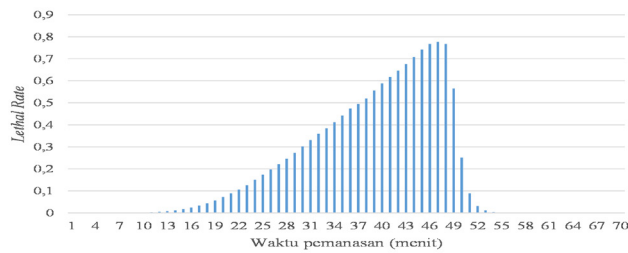
Suhu maksimum *retort* 124°C dan suhu produk 118°C. Proses ini memungkinkan produk mencapai suhu yang ditargetkan (Gambar 7).

Gambar 7 menunjukkan suhu maksimum sampel D 124°C. Gambar 8 ditemukan bahwa waktu yang diperlukan untuk sterilisasi (Fo) adalah 13,38 menit.

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan proses sterilisasi pada sampel A, B, C, dan D memerlukan rentang waktu yang berbeda. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan jenis bahan, komposisi dan pengaturan alat yang digunakan. Menurut pendekatan berbasis risiko suatu produk dianggap aman ketika hasil total setelah mengendalikan level awal (H0), mengurangi level (SR), dan mencegah kenaikan level (SI) kurang dari atau sama dengan sasaran keamanan pangan yang ditargetkan (FSO) (Anderson *et al.*, 2011).



Gambar 7 Sterilisasi sampel D 50% cakalang + 50% kentang; ■ suhu produk; ■ suhu retort; ■ LR



Gambar 8 *Thermal death time* (TDT) sampel D 50% cakalang + 50% kentang; $F_0=13,38$

Perbedaan yang muncul dalam suhu produk dan suhu *retort* selama proses sterilisasi harus diinduksi oleh seberapa cepat panas menembus produk. Saat memanaskan atau mendinginkan produk, kenaikan atau penurunan suhu produk terjadi lebih lambat daripada kenaikan atau penurunan suhu *retort*. Raptopoulou *et al.* (2011) menyatakan, fluktuasi suhu produk dan suhu *retort* dipengaruhi oleh sifat perambatan panas atau produk dalam kemasan. Dalam proses sterilisasi, panas di atas 100°C cukup untuk membunuh spora bakteri. Produk makanan steril komersial biasanya memiliki masa simpan yang panjang, cukup tahan lama untuk beberapa bulan hingga beberapa tahun. Untuk menentukan derajat inaktivasi mikroorganisme dalam makanan berdasarkan konsentrasinya, persamaan F_0 harus memberikan nilai sterilisasi yang benar (Heshmati, 2013).

Penelitian diverifikasi melalui F_0 yang mencoba sampel A, B, C, dan D telah berhasil menghancurkan bakteri *C. botulinum* yang ditargetkan menggunakan konsep 12D 2,52 menit (Praharasti *et al.*, 2014). Hasil analisis menunjukkan sampel A memiliki proses sterilisasi yang paling tepat, yaitu mencapai temperatur target 121,1°C dan waktu sterilisasi tidak memerlukan waktu yang lama sehingga penghancuran nilai nutrisi dapat diminimalisasi karena penggunaan temperatur tinggi. Proses sterilisasi melebihi

2,52 menit, menunjukkan pendekatan yang tepat untuk membunuh bakteri. Heshmati *et al.*, (2014) menegaskan bahwa nilai D untuk *C. botulinum* diperkirakan 0,21 menit pada 121,1°C dengan nilai Z 10°C, yang berarti bahwa aplikasi 12D setara dengan waktu pemanasan 12x 0,21 menit=2,52 menit pada suhu 121,1°C dan dikenal sebagai proses letalitas minimum (F_0). Kecukupan proses termal untuk membunuh mikroba target ke tingkat yang diinginkan dinyatakan oleh nilai F_0 (Rouweler, 2014). Apapun jenis sistem *retort* yang digunakan dalam fasilitas pengalengan, prosedur operasinya harus memastikan bahwa suhu pemrosesan yang seragam tercapai dan suhu penyimpanan dipertahankan selama proses (Ismail *et al.*, 2013).

Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan oleh 30 panelis sesuai dengan American Standards Testing Materials. Negara *et al.* (2016) menyatakan uji organoleptik membutuhkan minimal 20 panelis tidak terlatih atau delapan panelis terlatih. Untuk meminimalkan bias dalam pengujian, panelis yang jumlahnya melebihi standar digunakan. Hasil pengukuran terlihat pada Tabel 1.

Hasil pengujian sensori yang dilakukan menunjukkan bahwa sampel A memiliki skor penilaian tertinggi dan sampel D memiliki skor penilaian terendah. Oleh karena

Tabel 1 Uji organoleptik produk ikan cakalang dalam *retort pouch*

Pengamatan	Hasil sensori sampel				Nilai Standar SNI 2346: 2006
	A	B	C	D	
1	8,6	8,0	8,0	7,8	
2	8	8,0	7,9	7,7	
3	8	8,0	7,9	7,7	
4	8	8,0	7,0	8,0	7,0
5	8,5	8,0	8,0	7,7	
6	8	8,0	8,0	7,8	
Rata-rata	8,2	8,0	7,8	7,8	

itu, tersirat bahwa sampel A (ikan tanpa penambahan kentang) adalah yang paling populer. Pengaruh dari penampilan, bau, rasa, dan konsistensi baik untuk medium atau bumbu harus memainkan peran. Warna permukaan produk sebagian besar kemerahan karena bumbu tambahan. Kualitas makanan umumnya tergantung pada warna yang sesuai dengan kesan berbeda panelis (Negara *et al.*, 2016). Bumbu membuatnya terlihat sangat membangkitkan selera, oleh karena itu lulus menjadi uji visual.

Sistem pengepakan yang diusulkan dalam karya ini merupakan strategi baru dan menjanjikan untuk meningkatkan kualitas produk ikan kaleng komersial (Barbosa *et al.*, 2018). Sistem pengawetan harus melindungi properti produk, karena aromanya menentukan rasanya (Rouweler, 2014) yang memungkinkan produk lulus tes bau, rasa, dan konsistensi. Ketampakan pada produk yang ditambahkan kentang setelah proses sterilisasi, kentang mengalami perubahan dari bentuk aslinya. Hal tersebut bisa dipengaruhi dari potongan kentang yang terlalu tipis atau penggunaan suhu tinggi sterilisasi sehingga bentuk asli kentang menjadi berubah atau hancur. Pemanasan yang terlalu tinggi dapat memengaruhi kerusakan tekstur pada makanan (*overcook*) (Jiang *et al.*, 2018). Perubahan bentuk kentang menjadi lembek memengaruhi ketampakan maupun rasa pada produk yang dihasilkan sehingga semakin tinggi komposisi kentang yang diberikan maka penilaian kesukaan produk semakin rendah. Kerusakan bahan makanan pada ketampakan, bau, rasa, dan tekstur bisa

dipengaruhi oleh suhu dan lama pemanasan, pH, adanya oksidator, antioksidan, radikal dan senyawa aktif lainnya khususnya senyawa karbonil (Sundari *et al.*, 2015).

Uji *Total Plate Count* (TPC)

Ikan adalah produk yang sangat tidak tahan lama, kerusakan sifat-sifatnya tidak dapat dipungkiri dan karenanya memerlukan penanganan khusus (Mailoa *et al.*, 2017). Setiap masalah mengenai kualitas dan keamanan produk perikanan harus dipertimbangkan dan ditangani sesuai dengan pengujian mikrobiologis, agar mampu mendiagnosis dengan benar produk kalengan setelah sterilisasi (Teklemariam *et al.*, 2015). Pengujian TPC untuk memetakan jumlah mikroorganisme dapat berfungsi sebagai parameter, dan telah dilakukan dengan menyimpan produk tanpa kemasan yang dilakukan pada produk terpilih yaitu sampel A. Perbedaan dalam umur simpan dihitung, dan hasilnya terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Uji TPC dari produk ikan cakalang terbaik (sampel A)

Hasil uji	Lama penyimpanan (jam) (koloni g ⁻¹)		
	3	9	12
TPC	2×10 ²	2×10 ²	3×10 ³

Tingkat kenaikan yang terjadi dapat dipengaruhi dari kurangnya perhatian terhadap sanitasi dan kebersihan terhadap penyimpanan wadah sampel, yang memungkinkan terjadinya kontaminasi mikroba. Populasi mikroba menyebabkan

denaturisasi protein, yang menghancurkan aktivitas enzim dan metabolisme yang dikendalikan oleh enzim dalam mikroorganisme (Al-Baali & Farid, 2006). Kualitas produk dipengaruhi oleh kondisi sanitasi dan kebersihan selama pengadaan, pengolahan, dan pengemasan produk akhir (Angela *et al.*, 2015). Penelitian ini telah memenuhi persyaratan secara efektif sesuai batas maksimum 5×10^5 yang dinyatakan dalam SNI 2332: 2015. Metode teknis dapat digunakan untuk menjaga produk bebas dari mikroorganisme patogen, pembusukan dan racunnya, bebas dari senyawa kimia yang menyebabkan masalah, sementara kualitas nutrisi dipertahankan dan umur simpan ikan dan produk perikanan diperpanjang (Nwaigwe, 2017).

KESIMPULAN

Persyaratan lama waktu untuk sterilisasi produk cakalang dalam kemasan *retort pouch* yang berbeda, dipengaruhi karakteristik bahan pada produk. Hasil uji organoleptik sampel A (100% cakalang) memiliki nilai tertinggi, sedangkan D (50% cakalang, 50% kentang) memiliki nilai terendah. Hasil tes TPC tanpa kemasan dengan umur simpan yang berbeda (maksimum 12 jam) memenuhi persyaratan SNI.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Balai Penelitian Teknologi Produk Alami, LIPI Yogyakarta dan Laboratorium Kimia Akademi Usaha Perikanan Jakarta karena diberikan kesempatan untuk menggunakan fasilitas yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Baali, A. A. G., & Farid, M. M. (2006). Principles of thermal sterilization. Di dalam: *Sterilization of Food in Retort Pouches* (eds. A.A.G. Al-Baali, M.M. Farid), pp. 25–32. Food Engineering Series. Springer, Boston, MA. doi: https://doi.org/10.1007/0-387-31129-7_3

Angela G. C., Mentang, F. & Sanger, G. (2015). Kajian mutu ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*, L.) asap dari tempat pengasapan Desa Girian Atas yang dikemas vakum

dan non vakum selama penyimpanan dingin. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 3(2), 32–40. doi: <https://doi.org/10.35800/mthp.3.2.2015.9219>

- Barbosa, R. G., Trigo, M., Fett, R., & Aubourg, S. P. (2018). Impact of a packing medium with alga *Bifurcaria bifurcata* extract on canned Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*) quality: Canned mackerel quality and *Bifurcaria bifurcata*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(9), 3462–3467. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.8861>
- Catauro, P. M. & Perchonok, M. H. (2012). Assessment of the long-term stability of retort pouch foods to support extended duration spaceflight. *Journal of Food Science*, 77(1), S29–S39. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02445.x>
- Conte F., Passantino, A., Longo, S. & Voslářová, E. (2014). Consumers' attitude towards fish meat. *Italian journal of food safety*, 3(3), 1983. doi: <https://doi.org/10.4081/ijfs.2014.1983>
- Kementerian Agama Republik Indonesia. (2018). Basis data–waiting list. <https://haji.kemenag.go.id/v3/basisdata/waiting-list>.
- Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2019). Laporan Kinerja Deputi Bidang Koordinasi Pendidikan dan Agama Tahun 2018. <https://www.kemendikpmk.go.id/sites/default/files/field/ReformasiBirokrasi/deputi%204.pdf>
- Das, S. K., & Das, M. (2019). *Fundamentals and operations in food process engineering*. CRC Press.
- ElShehawy, S. M., & Farag, Z. S. (2019). Safety assessment of some imported canned fish using chemical, microbiological and sensory methods. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 45(4), 389–394. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2019.08.005>
- Hariyadi, P. 2015. Overpressure retort untuk produk dengan kemasan inovatif. *Food Review Indonesia* 10(4), 34–38.
- Heshmati, M. K., Shahedi, M., Hamdami, N., Hejazi, M. A., Motalebi, A. A., & Nasirpour, A. (2014). Mathematical modeling of heat

- transfer and sterilizing value evaluation during caviar pasteurization. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16(4), 827–839.
- Ismail, I. M., Fahmy, A., Azab, A., Abadir, M. & Fateen S.E. (2013). Optimizing the sterilization process of canned food using temperature distribution studies. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 6(4), 26–33. doi: <https://doi.org/10.9790/2380-0642633>
- Kusnandar, F., Hariyadi, P., & Wulandari, N. (2013). Parameter Kecukupan Proses Thermal.
- Mailoa, M. N., Tapotubun, A. M. & Matruty, T. E. (2017). Analysis Total Plate Counte (TPC) on fresh steak tuna applications edible coating *Caulerpa* sp. during stored at chilling temperature. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 89(1), 012014. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/89/1/012014>
- Negara, J. K., Sio, A. K., Arifin, M., Oktaviana, A. Y., Wihansah, R. R. S., & Yusuf, M. (2016). Aspek mikrobiologis, serta sensori (rasa, warna, tekstur, aroma) pada dua bentuk penyajian keju yang berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 4(2), 256–290. doi: <https://doi.org/10.29244/jipthp.4.2.286-290>
- Nwaigwe, U. (2017). Fish preservation and processing. Research Gate. https://www.researchgate.net/publication/316918904_fish_preservation_and_processing,
- Praharasti, A. S., Herawati, E. R. N., & Nurhikmat, A. (2014). Optimasi proses sterilisasi rendang daging dengan menggunakan kemasan retort pouch. UPT BPPTK LIPI, Yogyakarta. LIPI-14036. <http://lipi.go.id/publikasi/optimasi-proses-sterilisasi-rendang-daging-dengan-menggunakan-kemasan-retort-pouch/20434>
- Ravishankar C., Mohan, Yathavamoorthi R., Shashidhar, K. & Gopal, T. Retort pouch processing of fishery products.
- Rouweler, J. (2014). Heat process calculations according to PHAM for conduction-heated canned foods—sterilization time, heat, process value F, microbial spoilage rate and nutrient retention calculations by Q.T. Pham and C.R. Stumbo's Formula Methods.xls.
- Ramos, S. J., Millan, D., Ortiz, L., Alonso, D., & la Torre, G. (2018). Effect of high-pressure thermal sterilization on the inactivation of *Geobacillus stearothermophilus* spores in ready to eat meals. *The International Journal of Engineering and Science*, 7(8): 65–74.
- Raptopoulou, K., Pasiadis, I., Thomaidis, N. S., & Proestos, C. (2017). The Effects of food processing and canning technologies on the nutritional value of foods. *Environmental and Agricultural Research Summaries*, 10(78) Nova Science Publishers
- Teklemariam, A. D., Tessema, F. & Abayneh, T. (2015). Review on evaluation of safety of fish and fish products. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 3(2), 111–117.
- Vicente, A. A., & Machado, L. F. (2011) Thermal technologies in food processing. Dalam: Encyclopedia of Agrophysics (eds. J. Gliński, J. Horabik, J. Lipiec). *Encyclopedia of Earth Sciences Series*. Springer, Dordrecht. doi: https://doi.org/10.1007/978-90-481-3585-1_172

FIGURE AND TABLE TITLES




Figure 1 Sterilization of sample A (100% skipjack);  product temperature;  retort temperature;  LR

Figure 2 Thermal death time (TDT) of sample A (100% skipjack); $F_0=4,84$




Figure 3 Sterilization of sample B (90% skipjack + 10% potato);  product temperature;  retort temperature;  LR

Figure 4 Thermal death time (TDT) of sample B (90% skipjack + 10% potato); $F_0=5,31$




Figure 5 Sterilization of sample C (70% skipjack + 30% potato);  product temperature;  retort temperature;  LR




Figure 5 Sterilization of sample C (70% skipjack + 30% potato);  product temperature;  retort temperature;  LR

Figure 6 Thermal death time (TDT) of sample C (70% skipjack + 30% potato); $F_0=4,75$




Figure 7 Sterilization of sample D (50% skipjack + 50% potato);  product temperature;  retort temperature;  LR

Figure 8 Thermal death time (TDT) of sample D (50% skipjack + 50% potato); $F_0=13,38$

Table 1 Organoleptic test of skipjack tuna products in a retort pouch

Table 2 TPC test of best skipjack fish products (sample A)