Available online: https://ijfpt.ejournal.unri.ac.id/index.php/ijfpt

PERBANDINGAN KEMASAN VAKUM DAN NON VAKUM TERHADAP MUTU IKAN PINDANG KEMBUNG (*Rastrelliger* sp.) SELAMA PENYIMPANAN SUHU DINGIN

Nova Indriani Br Silalahi[1*], Tjipto Leksono[1], N. Ira Sari[1]
[1]Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293, Indonesia.

*Korespondensi: nova.indriani1725@student.unri.ac.id

Abstrak

Ikan pindang kembung merupakan produk olahan perikanan yang mudah mengalami penurunan mutu selama penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan mutu ikan pindang kembung (*Rastrelliger* sp.) yang dikemas dengan metode vakum dan non vakum selama penyimpanan suhu dingin. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan dua perlakuan kemasan pada suhu 5 ± 2°C selama 3, 6, dan 9 hari dengan tiga kali ulangan. Parameter yang diamati meliputi organoleptik, pH, aktivitas air (Aw), dan Angka Lempeng Total (ALT). Data dianalisis secara deskriptif dan menggunakan uji Independent Sample t-test pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan nilai kenampakan pada kemasan vakum berkisar 6,5-8,1 dan non vakum 6,0-7,7; bau 7,4-7,9 dan 5,3-7,1; lendir 6,6-7,9 dan 3,6-7,4; serta tekstur 7,6-7,9 dan 5,7-7,4. Nilai pH pada kemasan vakum lebih stabil (6,5-6,5) dibandingkan non vakum (6,6-6,9). Nilai Aw berkisar 0,68-0,85 pada vakum dan 0,71-0,92 pada non vakum, sedangkan ALT berkisar $5,7 \times 10^2$-$3,2 \times 10^3$ CFU/g dan $3,1 \times 10^3$-$1,92 \times 10^6$ CFU/g. Hasil uji statistik menunjukkan terdapat perbedaan nyata antara kemasan vakum dan non vakum pada beberapa parameter. Secara keseluruhan, kemasan vakum lebih efektif dalam mempertahankan mutu ikan pindang kembung selama penyimpanan suhu dingin dibandingkan kemasan non vakum.

Kata kunci: Ikan pindang kembung, kemasan vakum, kemasan non vakum, mutu, penyimpanan suhu dingin.

COMPARISON OF VACUUM AND NON-VACUUM PACKAGING METHODS ON THE QUALITY OF PINDANG MACKEREL (*Rastrelliger* sp.) DURING COLD STORAGE

Abstract

Pindang mackerel is a processed fish product that is susceptible to quality deterioration during storage. This study aimed to compare the quality of pindang mackerel (Rastrelliger sp.) packaged using vacuum and non-vacuum methods during cold storage. The study used an experimental method with two packaging treatments at a temperature of 5 ± 2°C for 3, 6, and 9 days with three replications. The observed parameters included organoleptic characteristics, pH, water activity (Aw), and Total Plate Count (TPC). Data were analyzed descriptively and using an Independent Sample t-test at a 5% significance level. The results showed that the appearance scores ranged from 6.5-8.1 for vacuum packaging and 6.0-7.7 for non-vacuum packaging; odor scores ranged from 7.4-7.9 and 5.3-7.1, respectively; slime scores ranged from 6.6-7.9 and 3.6-7.4; and texture scores ranged from 7.6-7.9 and 5.7-7.4. The pH value of vacuum-packaged fish was more stable (6.5-6.5) than that of non-vacuum packaging (6.6-6.9). The Aw values ranged from 0.68-0.85 for vacuum packaging and 0.71-0.92 for non-vacuum packaging, while TPC values ranged from 5.7×10^2-3.2×10^3 CFU/g and 3.1×10^3-1.92×10^6 CFU/g, respectively. Statistical analysis showed significant differences between vacuum and non-vacuum packaging for several parameters. Overall, vacuum packaging was more effective in maintaining the quality of pindang mackerel during cold storage compared with non-vacuum packaging.

Keywords: Pindang mackerel, vacuum packaging, non-vacuum packaging, quality, cold storage.

PENDAHULUAN

Ikan kembung (*Rastrelliger* sp.) merupakan salah satu komoditas perikanan yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan karena cita rasa dan kandungan gizinya, termasuk protein dan asam lemak omega-3. Namun, ikan merupakan bahan pangan yang mudah rusak sehingga membutuhkan penanganan dan pengolahan yang tepat. Salah satu bentuk pengolahan yang banyak diterapkan di Indonesia adalah pemindangan, yang dapat membantu memperpanjang daya simpan melalui kombinasi pemanasan dan penggaraman.

Ikan pindang tetap memiliki kadar air dan aktivitas air yang memungkinkan terjadinya penurunan mutu selama penyimpanan. Perubahan tersebut dapat terlihat melalui penurunan karakteristik sensori, perubahan pH, peningkatan aktivitas air, serta peningkatan jumlah mikroorganisme. Pengemasan merupakan salah satu upaya untuk melindungi produk dari oksigen, kelembapan, dan kontaminasi. Pada pengemasan vakum, udara dikeluarkan dari kemasan sehingga kandungan oksigen di sekitar produk menjadi lebih rendah dan pertumbuhan mikroorganisme aerob serta proses oksidasi dapat ditekan (Mulyawan *et al*., 2019; Maherawati *et al*., 2023).

Penyimpanan suhu dingin juga dapat memperlambat aktivitas mikroorganisme dan reaksi biokimia yang berperan dalam kemunduran mutu produk perikanan. Kombinasi pengemasan dan suhu penyimpanan menjadi penting untuk mempertahankan mutu ikan pindang. Meskipun penggunaan kemasan vakum pada produk perikanan telah banyak dikaji, kajian yang secara khusus membandingkan kemasan vakum dan non vakum pada ikan pindang kembung selama penyimpanan suhu dingin masih terbatas. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan mutu ikan pindang kembung yang dikemas menggunakan metode vakum dan non vakum selama penyimpanan suhu dingin. Parameter mutu yang diamati meliputi karakteristik organoleptik, pH, aktivitas air (Aw), dan Angka Lempeng Total (ALT).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Penelitian dilaksanakan pada Juni–Juli 2026 di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Hasil Perikanan serta Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau. Bahan utama adalah ikan pindang kembung (*Rastrelliger* sp.), garam, air, *Plate Count Agar* (PCA), *Buffered Peptone Water* (BPW), dan akuades. Alat yang digunakan meliputi *autoclave, stomacher, hot plate, magnetic* stirrer, timbangan analitik, inkubator, mikropipet, cawan petri, *colony counter*, vacuum sealer, pH meter, lembar scoresheet, serta perlengkapan pendukung lainnya.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan rancangan faktorial 2 × 3 dengan dua faktor, yaitu jenis kemasan (vakum dan non vakum) dan lama penyimpanan (3, 6, dan 9 hari). Setiap

kombinasi perlakuan dilakukan tiga kali ulangan sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Setiap unit percobaan menggunakan satu ekor ikan kembung dengan ukuran relatif seragam. Pengamatan pada hari ke-3, 6, dan 9 menggunakan unit sampel yang berbeda (destructive sampling), sehingga sampel yang telah digunakan untuk pengujian tidak digunakan kembali pada waktu pengamatan berikutnya. Sampel dialokasikan ke kombinasi perlakuan secara acak setelah proses pemindangan dan pengemasan. Parameter pengamatan meliputi kenampakan, bau, lendir, tekstur, pH, Aw, dan ALT. Analisis yang digunakan dalam naskah ini adalah Independent Sample t-test untuk membandingkan kemasan vakum dan non vakum pada masing-masing waktu penyimpanan pada $\alpha = 0{,}05$. Uji tersebut merupakan analisis perbandingan pada tiap waktu, sehingga tidak digunakan untuk menyimpulkan pengaruh utama lama penyimpanan atau interaksi jenis kemasan × lama penyimpanan. Untuk analisis faktorial dua arah, data mentah perlu dianalisis sebagai ANOVA dua arah apabila asumsi dan struktur data memenuhi persyaratan; hasil tersebut tidak dihitung ulang dalam naskah ini karena data yang tersedia pada naskah berupa ringkasan rerata dan simpangan.

Prosedur Pembuatan, Pengemasan, dan Penyimpanan

Ikan kembung segar disortasi, disiangi dengan membuang insang dan isi perut, kemudian dicuci menggunakan air bersih mengalir. Ikan disusun dalam wadah perebusan dan dipindangkan menggunakan 273 g garam yang dilarutkan dalam 2 L air. Setelah perebusan, ikan didinginkan hingga suhu ruang sebelum dikemas. Sampel kemudian dialokasikan secara acak ke dalam perlakuan vakum dan non vakum menggunakan plastik nilon/PE. Pada perlakuan vakum, udara dikeluarkan menggunakan vacuum sealer hingga kemasan tertutup rapat; pada perlakuan non vakum, ikan dimasukkan ke dalam kemasan tanpa pengeluaran udara dan kemudian ditutup rapat. Seluruh sampel disimpan pada suhu 5 ± 2°C dan diamati pada hari ke-3, 6, dan 9 menggunakan unit sampel yang berbeda. Tahap pemindangan mengacu pada SNI 2717.1:2009. Konsentrasi larutan garam perlu dituliskan berdasarkan dasar perhitungan yang benar-benar digunakan pada pelaksanaan penelitian; angka 273 g tidak boleh disebut 12% tanpa menjelaskan basis perhitungannya.

Pengamatan Mutu

Uji organoleptik dilakukan oleh 25 panelis agak terlatih dari mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan menggunakan scoresheet dengan parameter kenampakan, bau, lendir, dan tekstur. Sampel disajikan secara terpisah dan diberi kode sehingga identitas perlakuan tidak ditampilkan kepada panelis. Penilaian menggunakan skala organoleptik sesuai scoresheet yang mengacu pada SNI 2346:2015. Untuk menghindari penggandaan replikasi secara statistik, 25 panelis tidak diperlakukan sebagai 25 ulangan independen; skor panelis dikombinasikan menjadi nilai rerata untuk setiap unit percobaan, sedangkan tiga ulangan penelitian tetap menjadi unit percobaan/ulangan yang digunakan dalam analisis. Pengukuran pH dilakukan pada sekitar 10 g sampel yang ditambahkan 40 mL akuades, dihomogenkan, kemudian diukur menggunakan pH meter. Aktivitas air diukur

menggunakan Aw meter sampai pembacaan stabil. Analisis ALT mengacu pada SNI 2332.3:2015. Sampel sebanyak 20 g ditambahkan 100 mL BPW dan selanjutnya dibuat pengenceran bertingkat hingga 10^{-5}, kemudian ditanam pada PCA dan diinkubasi pada 35°C selama 24 jam. Jumlah koloni dilaporkan sebagai CFU/g. Karena komposisi 20 g sampel + 100 mL BPW tidak secara matematis menghasilkan pengenceran awal 10^{-1}, faktor pengenceran awal harus diperhitungkan secara eksplisit pada perhitungan ALT dan diverifikasi kembali menggunakan lembar kerja data asli sebelum naskah difinalkan.

Analisis Data

Data pH, Aw, ALT, dan organoleptik disajikan sebagai rerata dan simpangan. Perbandingan antara kemasan vakum dan non vakum pada masing-masing waktu penyimpanan dianalisis menggunakan Independent Sample t-test pada $\alpha = 0,05$. Nilai $p < 0,05$ menunjukkan perbedaan nyata, sedangkan $p \geq 0,05$ menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata. Untuk ALT, karena data mikrobiologi berada pada beberapa orde besaran, analisis parametrik seharusnya dilakukan terhadap data yang telah ditransformasi menjadi log10 CFU/g setelah asumsi normalitas dan homogenitas diperiksa. Status transformasi ALT pada analisis awal perlu dicocokkan kembali dengan output statistik asli sebelum pelaporan final. Jika analisis faktorial digunakan, ANOVA dua arah dapat digunakan untuk menguji efek jenis kemasan, lama penyimpanan, dan interaksi keduanya berdasarkan data mentah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu Organoleptik

Penilaian organoleptik menunjukkan bahwa seluruh parameter sensori cenderung menurun seiring bertambahnya lama penyimpanan (Tabel 1). Kemasan vakum secara umum mempertahankan nilai organoleptik lebih tinggi dibandingkan non vakum, terutama mulai hari ke-6. Nilai disajikan sebagai rerata ± simpangan; $p < 0,05$ menunjukkan perbedaan nyata. Pada hari ke-3, kenampakan, bau, lendir, dan tekstur belum menunjukkan perbedaan nyata antara kedua metode pengemasan. Kondisi awal yang relatif baik berkaitan dengan pengaruh proses pemindangan dan penyimpanan dingin yang masih mampu menekan perubahan mutu.

Pada hari ke-6, perbedaan nyata mulai terlihat pada seluruh parameter organoleptik menunjukkan kenampakan, bau, lendir, dan tekstur semuanya berbeda nyata ($p = 0,005$; 0,003; 0,009; dan 0,001). Pada hari ke-9, bau, lendir, dan tekstur tetap berbeda nyata, sedangkan kenampakan tidak berbeda nyata. Penurunan nilai yang lebih besar pada kemasan non vakum diduga berkaitan dengan masih adanya oksigen yang mendukung aktivitas mikroorganisme aerob dan proses oksidasi. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Mulyawan *et al.,* 2019; Pandit & Permatananda, 2022) yang melaporkan bahwa pengemasan vakum dapat membantu mempertahankan mutu produk pindang selama penyimpanan.

Nilai organoleptik pada hari ke-9 menunjukkan bahwa kemasan vakum juga memiliki keterbatasan. Nilai bau dan tekstur masih relatif lebih tinggi, tetapi kenampakan

(6,5 ± 0,3) dan lendir (6,6 ± 0,2) telah berada di bawah batas penerimaan 7 yang digunakan dalam penelitian. Dengan demikian, kemasan vakum tidak menghentikan seluruh proses kemunduran mutu, tetapi memperlambat penurunan karakteristik sensori dibandingkan kemasan non vakum. Kondisi tersebut juga menunjukkan bahwa penerimaan mutu produk tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan satu parameter, termasuk ALT.

Tabel 1. Nilai organoleptik ikan pindang kembung selama penyimpanan

Parameter	Hari	Vakum	Non vakum	p
Kenampakan	3	8,1 ± 0,4	7,7 ± 0,2	0,199
	6	7,7 ± 0,3	6,7 ± 0,2	0,005
	9	6,5 ± 0,3	6,0 ± 0,2	0,084
Bau	3	7,9 ± 0,4	7,1 ± 0,3	0,051
	6	7,8 ± 0,3	6,6 ± 0,2	0,003
	9	7,4 ± 0,3	5,3 ± 0,1	<0,001
Lendir	3	7,9 ± 0,4	7,4 ± 0,2	0,116
	6	7,5 ± 0,3	6,5 ± 0,2	0,009
	9	6,6 ± 0,2	3,6 ± 0,4	<0,001
Tekstur	3	7,9 ± 0,4	7,4 ± 0,2	0,114
	6	7,7 ± 0,2	6,4 ± 0,2	0,001
	9	7,6 ± 0,1	5,7 ± 0,2	<0,001

pH

Nilai pH produk dengan kemasan vakum cenderung stabil selama penyimpanan, sedangkan pada kemasan nonvakum terjadi peningkatan hingga hari ke-6 yang kemudian diikuti penurunan pada hari ke-9. Perbedaan pola perubahan pH tersebut diduga berkaitan dengan kondisi lingkungan di dalam kemasan yang memengaruhi aktivitas mikroorganisme selama penyimpanan. Peningkatan pH dapat disebabkan oleh penguraian protein dan senyawa nitrogen oleh mikroorganisme yang menghasilkan senyawa bersifat basa, seperti amonia dan amina volatil.

Tabel 2. Nilai pH ikan pindang kembung selama penyimpanan

Hari	Vakum	Non vakum	p
3	6,45 ± 0,01	6,61 ± 0,01	<0,001
6	6,49 ± 0,01	6,92 ± 0,01	<0,001
9	6,52 ± 0,03	6,71 ± 0,02	<0,001

Binsi *et al.* (2016) melaporkan bahwa peningkatan pH produk perikanan selama penyimpanan berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme, sedangkan kondisi pengemasan vakum dapat membantu memperlambat perubahan tersebut. Hasil serupa dilaporkan oleh Mulyawan *et al.* (2019), yang menunjukkan bahwa pengemasan vakum mampu mempertahankan kestabilan pH produk perikanan selama penyimpanan. Meskipun terdapat perbedaan nilai pH antara kedua jenis kemasan, perubahan tersebut perlu dikaitkan dengan parameter mutu lainnya, seperti karakteristik organoleptik, aktivitas air (Aw), dan angka lempeng total (ALT), untuk memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai perubahan mutu produk selama penyimpanan.

Aktivitas Air (Aw)

Nilai Aw meningkat pada kedua perlakuan selama penyimpanan, tetapi kemasan vakum selalu menunjukkan nilai lebih rendah. Perbedaan nyata ditemukan pada hari ke-3, 6, dan 9. Peningkatan Aw menunjukkan semakin banyak air bebas yang tersedia dalam produk. Nilai yang lebih tinggi pada non vakum dapat menyediakan kondisi yang lebih mendukung bagi pertumbuhan mikroorganisme. Hasil ini mendukung konsep bahwa jenis kemasan dan perpindahan uap air dapat memengaruhi kestabilan produk selama penyimpanan (Kontominas *et al.,* 2021).

Tabel 3. Nilai aktivitas air (Aw) ikan pindang kembung selama penyimpanan

Hari	Vakum	Non vakum	p
3	0,68 ± 0,01	0,71 ± 0,01	0,016
6	0,73 ± 0,01	0,76 ± 0,02	0,029
9	0,85 ± 0,01	0,92 ± 0,02	0,002

Angka Lempeng Total (ALT)

Nilai angka lempeng total (ALT) mengalami peningkatan selama penyimpanan pada kedua jenis kemasan, dengan peningkatan yang lebih tinggi pada kemasan nonvakum. Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan nyata antara kedua perlakuan pada seluruh waktu pengamatan. Pada hari ke-9, nilai ALT ikan pindang dalam kemasan vakum sebesar $3{,}2 \times 10^3$ CFU/g, sedangkan pada kemasan nonvakum mencapai $1{,}9 \times 10^6$ CFU/g. Mengacu pada SNI 2717:2017 tentang ikan pindang, nilai ALT pada kemasan nonvakum telah melampaui batas maksimum (M) sebesar $1{,}0 \times 10^5$ koloni/g. Rendahnya nilai ALT pada kemasan vakum diduga berkaitan dengan berkurangnya ketersediaan oksigen yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme aerob. Meskipun demikian, peningkatan ALT tetap terjadi karena penyimpanan dingin hanya memperlambat aktivitas dan pertumbuhan mikroorganisme, bukan menghentikannya sepenuhnya. Hasil ini sejalan dengan Sorongan *et al.* (2022) yang melaporkan bahwa pengemasan vakum mampu mempertahankan mutu mikrobiologis filet ikan selama penyimpanan dingin. Permadi *et al.* (2022) juga melaporkan adanya peningkatan ALT pada ikan pindang selama penyimpanan, meskipun disimpan pada suhu dingin. Dengan demikian, penggunaan kemasan vakum yang dikombinasikan dengan penyimpanan dingin dapat membantu menekan pertumbuhan mikroorganisme dan mempertahankan mutu mikrobiologis ikan pindang.

Tabel 4. Nilai Angka Lempeng Total (ALT) ikan pindang kembung selama penyimpanan.

Hari	Vakum (CFU/g)	Non vakum (CFU/g)	p
3	$5{,}7 \times 10^2$	$3{,}1 \times 10^3$	0,006
6	$2{,}3 \times 10^3$	$6{,}1 \times 10^3$	<0,001
9	$3{,}2 \times 10^3$	$1{,}9 \times 10^6$	0,011

KESIMPULAN

Penggunaan kemasan vakum mampu memperlambat penurunan mutu ikan pindang kembung selama penyimpanan pada suhu dingin (5 ± 2°C) dibandingkan

kemasan nonvakum. Hal ini ditunjukkan oleh nilai organoleptik yang cenderung lebih tinggi, pH yang lebih stabil, serta nilai aktivitas air (Aw) dan angka lempeng total (ALT) yang lebih rendah. Perbedaan nyata antara kedua jenis kemasan terlihat terutama mulai hari ke-6 pada sebagian besar parameter organoleptik, sedangkan parameter pH, Aw, dan ALT menunjukkan perbedaan nyata selama periode pengamatan. Meskipun demikian, pada hari ke-9 nilai organoleptik kenampakan dan lendir pada kemasan vakum telah berada di bawah batas penerimaan sensori (nilai 7). Dengan demikian, pengemasan vakum lebih efektif dalam memperlambat penurunan mutu ikan pindang kembung, meskipun belum mampu mempertahankan seluruh atribut mutu sensori hingga hari ke-9 penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

Amaral, R. A. (2022). Chemical-based methodologies to extend the shelf life of fresh fish—A review. Foods, 10(10), 2300. https://doi.org/10.3390/foods10102300

Badan Standardisasi Nasional. (2009). SNI 2717.1:2009 Ikan pindang. Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2015). SNI 2332.3:2015 Cara uji mikrobiologi—Bagian 3: Penentuan Angka Lempeng Total (ALT). Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2015). SNI 2346:2015 Pedoman pengujian sensori produk perikanan. Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2017). SNI 2717:2017 Ikan pindang. Badan Standardisasi Nasional.

Binsi, P. K., Nayak, N., Sarkar, P. C., Sahu, U., Ninan, G., & Ravishankar, C. N. (2016). Comparative evaluation of gum arabic coating and vacuum packaging on chilled storage characteristics of Indian mackerel (Rastrelliger kanagurta). Journal of Food Science and Technology, 53(4), 1889–1898. https://doi.org/10.1007/s13197-015-2122-7

Kontominas, M. G., Badeka, A. V., Kosma, I. S., & Nathanailides, C. I. (2021). Recent developments in seafood packaging technologies. Foods, 10(5), 940. https://doi.org/10.3390/foods10050940

Maherawati, M., Rahayuni, T., & Hartanti, L. (2023). Aplikasi teknik pengemasan vakum untuk meningkatkan masa simpan produk hasil perairan dan peternakan. Jurnal Masyarakat Mandiri, 7(3), 2089–2098. https://doi.org/10.31764/jmm.v7i3.14338

Mulyawan, I. B., Handayani, B. R., Dipokusumo, B., Werdiningsih, W., & Siska, A. I. (2019). Pengaruh teknik pengemasan dan jenis kemasan terhadap mutu dan daya simpan ikan pindang bumbu kuning. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 22(3), 464–475. https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i3.28926

Pandit, I. G. S., & Permatananda, P. A. N. K. (2022). Pengaruh pengemasan vakum terhadap mutu dan daya simpan pindang tongkol (Auxis thazard, Lac.). Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi, 21(1), 19–31. https://doi.org/10.33508/jtpg.v21i1.3177

Permadi, A., Afifah, R. A., Herliza, N., Asriani, A., & Nurbani, S. Z. (2022). Kajian mutu ikan pindang lemuru (Sardinella lemuru) dalam kemasan polypropylene non vakum selama penyimpanan suhu ruang dan dingin. Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam, 4(1).

Pratama, A., Yuliani, S., & Hadi, S. (2023). Evaluasi mutu sensori produk perikanan selama

penyimpanan dingin. Jurnal Teknologi Pangan, 14(1), 55–63.

Sivertsvik, M., Jeksrud, W. K., & Rosnes, J. T. (2002). A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products—Significance of microbial growth, activities and safety. International Journal of Food Science & Technology, 37(2), 107–127. https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2002.00548.x

Sorongan, C. D., Palenewen, J. V., Onibala, H., Dien, H. A., Pandey, E., & Mentang, F. (2022). Microbiological and organoleptic quality of yellow fin tuna (Thunnus albacares) fillet during cold storage. Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis, 11(2), 14–23. https://doi.org/10.35800/jpkt.12.1.2021.42573

Viji, P., Panda, S. K., Mohan, C. O., Bindu, J., Ravishankar, C. N., & Srinivasa Gopal, T. K. (2016). Combined effects of vacuum packaging and mint extract treatment on the biochemical, sensory and microbial changes of chill stored Indian mackerel. Journal of Food Science and Technology, 53(12), 4289–4297. https://doi.org/10.1007/s13197-016-2425-3

Widiastuti, I., & Putro, S. P. (2021). Perubahan pH dan kualitas kimia ikan olahan selama penyimpanan. Jurnal Teknologi Hasil Perikanan, 10(1), 45–53.

Yusra, A., Putro, S. P., & Widiastuti, I. (2020). Karakteristik pH dan stabilitas kimia produk ikan olahan. Jurnal Pangan dan Gizi, 11(1), 25–33.