



## PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN KITOSAN DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP KARAKTERISTIK MIKROB DAN FISIK IKAN PINDANG LAYANG

Muhammad Hauzan Arifin, Opi Nurparidah, Slamet Suharto\*, Sumardianto

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jalan Prof. H. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang Indonesia 50275

Diterima: 15 Oktober 2024/Disetujui: 17 Februari 2025

\*Korespondensi: [slametsuharto@lecturer.undip.ac.id](mailto:slametsuharto@lecturer.undip.ac.id)

**Cara sitasi (APA Style 7<sup>th</sup>):** Arifin, M. H., Nurparidah, O., Suharto, S., & Sumardianto. (2025). Pengaruh konsentrasi larutan kitosan dan lama penyimpanan terhadap karakteristik mikrob dan fisik ikan pindang layang. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 28(2), 210-230. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v28i2.59736>

### Abstrak

Ikan pindang layang merupakan salah satu produk yang diolah secara tradisional dan dipasarkan dalam keadaan tidak dikemas. Pengemasan vakum merupakan salah satu teknik pengemasan yang dapat menjaga kualitas produk perikanan dengan baik dan aman. Ikan pindang yang dikemas vakum biasanya tidak dapat bertahan <7 hari, maka diperlukan bahan pengawet salah satunya adalah pelapis kitosan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi terbaik pelapis dari larutan kitosan pada ikan pindang layang yang dikemas vakum selama penyimpanan suhu ruang. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktorial (RALF), yaitu 4 perlakuan konsentrasi larutan kitosan (0; 0,5; 0,75; 1%) dan 4 perlakuan lama waktu penyimpanan (Hari ke-1, 4, 8 dan 12). Ikan pindang layang yang sudah direndam larutan kitosan, lalu dikemas vakum dengan plastik polietilena dan disimpan pada suhu ruang. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi pelapis larutan kitosan dan lama waktu penyimpanan dapat memberikan pengaruh signifikan terhadap parameter angka lempeng total, kadar air, pH, warna, dan sensori. Perlakuan terbaik ikan pindang layang dengan pelapis larutan kitosan 1% selama penyimpanan 12 hari dengan rata-rata nilai angka lempeng total 5,04 log cfu/g, kadar air 58,42%, pH 5,83 dan susut bobot 12,98%. Aplikasi pelapis kitosan terbukti mampu mempertahankan karakteristik mikrob dan fisik ikan pindang layang yang dikemas vakum dan disimpan pada suhu ruang.

Kata kunci: *edible coating*, kualitas ikan, polietilen, suhu ruang, vakum

## The Effect of Concentrations of Chitosan Solution and Storage Periods on The Microbial and Physical Characteristics of Mackerel Scad Boiled Salt Fish

### Abstract

Salt-boiled mackerel scad is a traditionally processed fish product typically marketed without packaging. Vacuum packaging is a technique that can effectively maintain the quality and safety of fishery products. However, vacuum-packed salt-boiled mackerel scad generally has a shelf life of less than 7 days, necessitating the use of preservatives such as chitosan coating. This study aimed to determine the optimal concentration of chitosan coating and storage duration for vacuum-packed salt-boiled mackerel scad stored at room temperature based on total plate count, moisture content, pH, and weight loss. A factorial completely randomized design (CRD) was employed, consisting of four chitosan solution concentrations (0%, 0.5%, 0.75%, and 1%) and four storage durations (day 1, 4, 8, and 12). The salt-boiled mackerel scad samples were immersed in chitosan solution, vacuum-packed using polyethylene plastic, and stored at room temperature. Parameters analyzed included total plate count (TPC), moisture content, pH, weight loss, color, and sensory attributes. The results indicated that chitosan concentration and storage duration significantly influenced TPC, moisture content, pH, color, and sensory properties. An interaction between

chitosan concentration and storage duration was observed for TPC and the  $b^*$  value in color analysis. The best quality of salt-boiled mackerel scad during storage was achieved with a 1% chitosan concentration, exhibiting a TPC of 5.04 log cfu/g, moisture content of 58.42%, pH of 5.83, and weight loss of 12.98%. The application of chitosan coating proved effective to maintain the microbial and physical characteristics of vacuum-packed salt-boiled mackerel scad stored at room temperature.

Keywords: edible coating, fish quality, polyethylene, room temperature, vacuum

## PENDAHULUAN

Ikan layang merupakan ikan pelagis kecil yang termasuk ke dalam genus *Decapterus*. Ikan layang banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku berbagai olahan perikanan, sehingga jumlah penangkapannya tinggi. Produksi ikan layang di Indonesia pada tahun 2023 tercatat sebesar 172.671,66 ton, menjadikannya salah satu komoditas pelagis kecil dengan kontribusi terbesar dalam sektor perikanan tangkap nasional (Badan Pusat Statistik [BPS], 2024). Ikan pindang merupakan salah satu olahan hasil perikanan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Prinsip dari pemindangan adalah mengurangi jumlah bakteri melalui proses pemanasan. Pengurangan kadar air dalam proses pemindangan dilakukan untuk memperpanjang daya simpan ikan (Fitriani & Amilia, 2023). Ikan pindang masih memiliki kadar air yang dapat mencapai 60% atau lebih meskipun sudah ada pengurangan kadar air, sehingga menciptakan lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme. Hal ini menyebabkan proses pembusukan yang lebih cepat, yang ditandai dengan munculnya bau busuk, lendir, dan kapang pada ikan (Saini *et al.*, 2021). Oleh karena itu, diperlukan inovasi kemasan yang baik untuk menanggulangi permasalahan tersebut.

*Edible coating* berbasis kitosan pada produk hasil perikanan telah menjadi fokus penelitian untuk memperpanjang umur simpan dan menjaga kualitas produk ikan pindang. Kitosan yang diperoleh dari deasetilasi kitin, memiliki sifat antimikrob yang efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan negatif (Darmawati *et al.*, 2024). Sifat ini menjadikannya bahan yang ideal untuk digunakan sebagai *edible coating* pada produk hasil perikanan, yaitu ikan dan udang. Kitosan bekerja dengan cara membentuk lapisan pelindung di permukaan produk, yang menghambat masuknya oksigen dan kelembapan (Yahya *et al.*, 2015). Filet

ikan kakap merah yang dilapisi dengan *edible coating* kitosan 1,5% dapat bertahan hingga 6 hari pada suhu 60°C. Hasil penelitian ini membuktikan kemampuan *edible coating* kitosan dalam menghambat pertumbuhan mikrob melalui penurunan angka lempeng total (TPC) dibandingkan dengan filet tanpa *coating* (Prasasty & Anggreini, 2023). Penelitian Naiu *et al.* (2023) melaporkan tentang filet ikan cakalang yang dicelupkan ke dalam larutan *edible coating* kombinasi kitosan dan air kelapa secara signifikan mampu menurunkan jumlah mikrob dan mempertahankan kualitas organoleptik selama penyimpanan di suhu 5°C hingga 9 hari. Konsentrasi kitosan yang lebih tinggi memberikan hasil yang lebih baik dalam menghambat pertumbuhan mikrob. Selain aplikasi *edible coating* kitosan, teknik pengemasan yang aman digunakan untuk melindungi produk adalah kemasan vakum.

Pengemasan vakum merupakan jenis pengemasan hampa udara pada tekanan kurang dari 1 atm bebas oksigen pada saat proses penyimpanan produk. Kemasan vakum bebas udara dapat mencegah kerusakan produk akibat oksidasi (Hasibuan *et al.*, 2023). Pengemasan vakum menghambat pertumbuhan bakteri aerob yang memerlukan oksigen untuk berkembang biak. Hal ini membantu menjaga kesegaran produk dan mencegah kerusakan akibat mikrob (Maherawati *et al.*, 2023). Beberapa jenis plastik dapat digunakan sebagai kemasan vakum, yaitu plastik *polypropylene* (PP) yang memiliki ketahanan yang baik terhadap suhu tinggi dan rendah, serta daya tahan yang baik terhadap kelembapan dan memiliki sifat mekanik yang kuat; plastik *polyethylene* (PE) memiliki sifat fleksibel, ulet, dan tahan terhadap berbagai bahan kimia, menjadikannya pilihan yang baik untuk kemasan makanan. Sifat ini memungkinkan plastik PE untuk membentuk kemasan yang rapat dan aman bagi produk yang dikemas (Dewi *et al.*, 2021; Eris *et al.*, 2023).



Penggunaan kemasan vakum pada ikan pindang telah banyak dilakukan, namun ikan pindang bertahan <7 hari pada suhu ruang. Pandit & Permatananda (2022) menyatakan bahwa ikan tongkol pindang yang dikemas vakum dan disimpan pada suhu ruang hanya bertahan selama 7 hari. Hadi & Sulthoniyah (2020) juga menyatakan bahwa ikan pindang tongkol yang dikemas vakum dan disimpan pada suhu dingin 5°C hanya mampu memperpanjang umur simpan ikan menjadi 9 hari. Beberapa indikator mutu kualitas ikan pindang pada literatur tersebut adalah sifat kimia (kadar air, lemak), sifat mikrob (angka lempeng total) dan sifat fisik (analisis sensori). Kemasan vakum juga dapat mempertahankan mutu produk melalui pencegahan oksidasi, kehilangan air dan mempertahankan mutu sensori produk, namun bakteri anaerob masih dapat tumbuh dalam kondisi vakum yang anaerob (Astawan, 2015).

Penelitian yang membahas tentang kombinasi kemasan vakum dengan aplikasi *edible coating* kitosan belum pernah dilaporkan. Penambahan kitosan merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan agar kualitas produk ikan pindang dalam kemasan vakum terjaga dengan baik secara maksimal. Dengan demikian, penelitian dan pengembangan kombinasi *edible* kitosan dengan kemasan vakum untuk ikan pindang memiliki potensi besar dalam meningkatkan daya saing produk di pasar, mengurangi kerugian akibat kerusakan, serta memenuhi tuntutan konsumen akan produk pangan yang aman, berkualitas, dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi kitosan dan waktu penyimpanan terbaik ikan pindang layang yang dikemas vakum selama proses penyimpanan suhu ruang berdasarkan parameter angka lempeng total, kadar air, pH dan susut bobot.

## BAHAN DAN METODE

### Pembuatan Larutan Kitosan

Pembuatan larutan kitosan mengacu pada Mardyaningsih *et al.* (2014) yang dimodifikasi. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah kitosan yang diproduksi dari kulit udang windu dengan warna putih dan memiliki kadar air 8,5%, abu

0,5%, protein 0,5%, dan ukuran partikel 80 *mesh* yang diperoleh dari PT. Chimultiguna, Cirebon, Jawa Barat. Kitosan ditimbang sebanyak 2, 3, dan 4 g dan kemudian dihomogenkan ke dalam 400 mL larutan asam asetat 1% menggunakan *hot plate stirrer* selama 1 jam dengan suhu 100°C. Konsentrasi kitosan yang digunakan yaitu 0,5; 0,75 dan 1%. Larutan kitosan siap untuk digunakan.

### Pengolahan Ikan Pindang dan Aplikasi Larutan Kitosan

Proses pengolahan ikan pindang mengacu pada penelitian Fadhli *et al.* (2020). Ikan layang direbus dalam larutan garam 10% selama 30 menit, ditiriskan, dan direndam dengan larutan kitosan 0,5; 0,75 dan 1% selama 3 menit. Ikan pindang kemudian ditiriskan menggunakan *dehydrator* selama 1 jam dengan suhu 60°C, kemudian dikemas vakum menggunakan jenis plastik polietilen (PE). Ikan pindang disimpan pada suhu ruang dengan kondisi ruangan yang tidak terkena cahaya matahari langsung. Ikan pindang diamati pada hari ke-1, 4, 8 dan 12 selama penyimpanan. Penggunaan interval tersebut bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan kitosan dan kemasan vakum dalam mempertahankan kualitas dari ikan pindang.

### Analisis Kadar Air

Pengujian kadar air mengacu pada BSN (2015a). Proses pengujian dimulai dengan mengeringkan cawan kosong dalam oven (BINDER FD-115, Jerman) pada suhu 105°C selama 2 jam sampai berat sampel konstan tercapai. Cawan petri kemudian didiamkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang (A). Sampel (B) ditimbang dalam cawan dengan bobot 2 g dan dikeringkan dengan cawan dalam oven pada suhu 105°C sampai berat konstan tercapai selama 16-24 jam. Sampel didiamkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang (OHAUS Adventurer Pro, AS) untuk mencapai berat konstan (C). Perhitungan kadar air sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B-C}{B-A} \times 100$$

Keterangan:

A = berat cawan kosong (g)

B = berat cawan + sampel awal (g)

C = berat cawan + sampel kering (g)

### Analisis Angka Lempeng Total (ALT)

Pengujian ALT dilakukan berdasarkan BSN (2015b). Media *plate count agar* dituangkan ke dalam cawan petri steril dengan volume 6-7 mL, kemudian dilakukan proses penyebaran dengan cepat dan rata. Sampel sebanyak 1 mL dihomogenkan dengan *peptone water* kemudian diletakkan di bagian tengah cawan petri yang berisi media agar beku. *Thioglycolate agar* dituangkan ke dalam cawan petri dengan jumlah 15 mL, dan dicampurkan dengan baik dan putar dengan hati-hati. Inkubasi cawan-cawan tersebut dalam posisi tidak terbalik dalam anaerob jar dan dimasukkan kedalam inkubator (LUMOS DRP-9052, USA) pada suhu 45°C untuk bakteri termofilik selama 48 jam. Selanjutnya, dilakukan perhitungan jumlah koloni yang tumbuh dengan *colony counter*, di mana koloni yang dihitung adalah 25-250 *Colony Forming Unit* (cfu).

### Analisis Derajat Keasaman (pH)

Pengujian pH mengacu pada Apriyantono *et al.* (1989). Uji pH dilakukan menggunakan alat pH meter (YIERIYI pH-991, China). Sampel dihaluskan menggunakan mortar dan dilarutkan dalam larutan akuades yang sebelumnya telah disiapkan dengan perbandingan 3:4. Elektroda dari pH meter dicelupkan kedalam sampel yang telah dilarutkan tersebut. Nilai yang keluar pada alat pH meter merupakan hasil yang diperoleh.

### Analisis Susut Bobot

Analisis susut bobot mengacu pada Sudarmadji *et al.* (1984). Sampel ditimbang (OHAUS Adventurer Pro, USA) yang dilakukan pada awal sebelum proses penyimpanan dan dicatat sebagai bobot awal. Penimbangan kemudian dilakukan kembali pada penyimpanan hari ke-1 dengan cara membuka kemasan vakum dan menghilangkan sisa air dengan menempelkan tisu, dan seterusnya sampai penyimpanan

pada hari ke-12 Hasil penimbangan yang diperoleh kemudian dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Susut bobot} = \frac{\text{Bobot awal (g)} - \text{Bobot akhir (g)}}{\text{Bobot awal (g)}} \times 100$$

### Analisis Warna

Analisis warna mengacu pada Himmah *et al.* (2020). Sampel bagian daging putih cerah tanpa kulit di foto pada studio box (Canon EOS 400D, Japan), kemudian diolah menggunakan *software* MATLAB *version* 1.2, dan nantinya akan diproses melalui beberapa tahapan yaitu *image acquisition*, *image data*, *pre-processing*, segmentasi, ekstraksi ciri, *query database*, data identifikasi. *Software* MATLAB akan memunculkan nilai  $L^*a^*b^*$  pada layar monitor. Nilai warna terdiri dari nilai  $L^*a^*b^*$ . Nilai  $L^*$  menunjukkan tingkat kecerahan pada produk. Semakin tinggi nilai  $L^*$  pada produk, maka produk tersebut memiliki tingkat kecerahan yang baik. Nilai  $b^*$  pada parameter warna menunjukan warna kekuningan yang ditandai dengan  $b^{*+}$ , apabila hasilnya (-) negatif maka sampel dapat dikatakan memiliki warna hijau. Nilai  $a^*$  pada parameter warna menunjukkan warna kemerahan yang ditandai dengan hasilnya  $a^{*+}$ , apabila hasil nilai  $a^{*-}$  maka sampel dapat dikatakan memiliki warna kebiruan.

### Analisis Sensori

Analisis sensori dilakukan berdasarkan BSN (2006). Panelis yang diperlukan dalam pengujian sensori adalah 30 panelis tidak terlatih menggunakan *scoresheet* sebagai alat ukur. Panelis tidak terlatih adalah individu yang telah mendapatkan pelatihan dasar mengenai penilaian sensori dan memiliki pemahaman tentang sifat-sifat yang akan dinilai. Panelis kemudian melakukan uji sensori pada ruangan yang telah diberikan sekat. *Scoresheet* tersebut mencantumkan skala penilaian dengan rentan 3-9, di mana angka 3 menunjukkan kualitas ikan pindang terendah dan 9 mewakili kualitas ikan pindang tertinggi. Atribut yang diamati, yaitu ketampakan, rasa, aroma, tekstur, dan lender. Ikan pindang disajikan dengan terlebih dahulu membuka kemasan vakum dan disajikan dalam piring plastik berwarna putih. Pengujian sensori



bersifat subjektif sehingga setiap panelis memiliki penilaian yang bervariasi.

### Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yaitu konsentrasi kitosan dan lama penyimpanan. Faktor konsentrasi kitosan terdiri dari tiga taraf, yaitu 0,5; 0,75 dan 1%, sedangkan faktor lama penyimpanan terdiri dari empat taraf, yaitu 1, 4, 8, dan 12 hari. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) dua arah pada tingkat kepercayaan 95% untuk menguji pengaruh masing-masing faktor serta interaksi antara kedua faktor terhadap variabel respon yang diamati. Uji lanjut dengan metode Tukey HSD dilakukan untuk mengetahui perbedaan nyata antar perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar Air

Kadar air pada suatu bahan dapat memengaruhi kualitas pada bahan pangan tersebut. Hasil rata-rata kadar air pada ikan pindang layang dalam kemasan vakum dengan penambahan kitosan 0; 0,5; 0,75 dan 1% selama 12 hari dapat dilihat pada *Table 1*. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor konsentrasi kitosan dan lama penyimpanan berpengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar air ikan pindang layang namun diamati tidak ada interaksi antara kedua faktor tersebut ( $p > 0,05$ ).

Hasil uji kadar air menunjukkan bahwa setiap perlakuan cenderung mengalami peningkatan kadar air seiring bertambahnya durasi penyimpanan. Kadar air pada ikan pindang diatur oleh BSN (2017), yang menetapkan batas maksimum kadar air sebesar 60%. Berdasarkan standar tersebut, hanya perlakuan konsentrasi kitosan 1% yang memenuhi syarat dari penyimpanan hari ke-1 sampai ke-12. Penambahan kitosan dapat memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air ikan pindang. Kitosan mampu menahan kadar air makanan selama penyimpanan karena kemampuannya sebagai lapisan film pelindung. Secara ilmiah, kitosan merupakan polimer alami yang berasal dari deasetilasi kitin, yang memiliki gugus amino ( $-NH_2$ ) dan hidroksil ( $-OH$ ) yang dapat berinteraksi dengan molekul air. Lapisan kitosan yang terbentuk pada permukaan makanan berfungsi sebagai penghalang (*barrier*) terhadap difusi uap air, sehingga mengurangi laju penyerapan air dari lingkungan dan mencegah penguapan air dari dalam makanan. Selain itu, struktur matriks kitosan yang rapat dan stabil juga menghambat migrasi air, sehingga kadar air makanan tetap terjaga selama penyimpanan (Prasasty & Anggreini, 2023; Fahrizal & Patria, 2019).

Pengemasan vakum merupakan metode yang efektif dalam menurunkan kadar air pada produk pangan, yang berpengaruh signifikan terhadap umur simpan dan kualitas makanan (Mulyawan *et al.*, 2019). Pengemasan

Table 1 The moisture content average (%) of salt-boiled mackerel scad

Tabel 1 Rerata kadar air (%) ikan pindang layang

Duration of storage (days)	Moisture content of sample treatments (%)				
	0	0.5	0.75	1	Mean days
1	57.93±0.9	56.96±0.7	56.73±1.4	57.98±0.3	57.40±1.77 <sup>a</sup>
4	60.73±0.2	59.54±0.3	57.67±1.2	58.22±0.8	59.17±1.01 <sup>b</sup>
8	62.19±1.1	61.73±0.9	59.09±1.6	58.74±1.6	60.32±2.01 <sup>bc</sup>
12	65.28±0.4	62.55±0.2	60.97±1.1	58.97±1.0	61.89±1.54 <sup>c</sup>
Mean	61.53±1.34 <sup>c</sup>	60.21±1.73 <sup>bc</sup>	58.61±2.12 <sup>ab</sup>	58.42±2.22 <sup>a</sup>	*
concentration (%)					

Numbers followed by the same letter were not significantly different ( $p < 0.05$ )

(\*\*): There are interactions between storage durations and concentrations factor

(\*): There are no interactions between storage durations and concentrations factor

vakum mengurangi udara dan uap air di dalam kemasan, sehingga menekan peningkatan kadar air selama penyimpanan. Contohnya, pada penelitian ikan pindang tongkol, kadar air menurun dari 62,74% menjadi 59,13% setelah 7 hari penyimpanan dengan kemasan vakum, dibandingkan dengan non-vakum yang mengalami kenaikan hingga 69,13% (Pandit & Permatananda, 2022). Adanya peningkatan kadar air awal pada sampel yang dilapisi kitosan diduga kuat karena dehidrator belum mampu mengurangi kadar air sampel yang terlapisi oleh larutan kitosan. Dehidrator merupakan alat yang digunakan untuk mengurangi kadar air dari berbagai bahan, termasuk cairan kental. Namun, terdapat beberapa hambatan yang dapat memengaruhi efektivitas dehidrasi cairan kental. Cairan kental biasanya memiliki viskositas yang tinggi, yang dapat menghambat aliran udara di dalam dehidrator. Viskositas yang tinggi mengakibatkan penguapan air menjadi lebih lambat, sehingga proses pengeringan memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan cairan yang lebih encer (Rauf & Alamsyah, 2023).

### Angka Lempeng Total

Penentuan angka lempeng total digunakan untuk mengetahui jumlah cemaran atau mikroba yang mencemari bahan pangan tersebut. Hasil pengujian angka lempeng total pada ikan pindang layang dalam kemasan vakum dengan penambahan kitosan 0; 0,5; 0,75 dan 1% selama 12 hari dapat dilihat pada *Table*

2. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor konsentrasi kitosan dan lama penyimpanan berpengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) pada angka lempeng total ikan pindang layang serta diamati adanya interaksi antara kedua faktor tersebut ( $p < 0,05$ ).

Total koloni sampel hari pertama paling tinggi terdapat pada sampel kontrol, yaitu 4,82 log cfu/g dan jumlah koloni paling sedikit terdapat pada sampel dengan perlakuan kitosan 1% yaitu 3,63 log cfu/g. Jumlah koloni sampel ikan pindang layang yang dilapisi dengan kitosan hari pertama dan keempat masih sesuai dengan BSN (2017), yaitu maksimum 5 log cfu/g. Sampel kontrol diamati sudah melebihi angka yang ditentukan SNI pada hari ke 4 dengan nilai 5,77 log cfu/g. Makin tinggi konsentrasi kitosan, maka aktivitas antibakteri pada kitosan makin baik. Makin lama penyimpanan, maka nilai ALT makin meningkat. Hasil yang diperoleh sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Murtini & Kusmarwati (2006) konsentrasi kitosan sebesar 0,75% dapat menurunkan jumlah bakteri cumi-cumi segar. Penelitian lain juga menunjukkan *edible coating* kitosan yang diaplikasikan pada bakso tuna mendapatkan hasil angka lempeng total yang semakin baik seiring dengan bertambahnya konsentrasi kitosan yang digunakan (Wulandari *et al.*, 2015). Hasil juga diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Alparis (2015) bahwa konsentrasi kitosan dapat memberikan pengaruh terhadap jumlah bakteri ikan jelawat segar.

Table 2 Average TPC (log cfu/g) of salt-boiled mackerel scad  
Tabel 2 Rerata angka lempeng total (log cfu/g) ikan pindang layang

Duration of storage (days)	Total plate count of sample treatments (%)				
	0	0.5	0.75	1	Mean days
1	4.82±0.16 <sup>bc</sup>	4.47±0.23 <sup>bc</sup>	4.28±0.28 <sup>b</sup>	3.63±0.14 <sup>a</sup>	4.31±0.45 <sup>a</sup>
4	5.77±0.82 <sup>de</sup>	4.93±0.21 <sup>c</sup>	4.75±0.66 <sup>bc</sup>	4.29±0.37 <sup>b</sup>	4.93±0.45 <sup>b</sup>
8	6.66±0.34 <sup>fg</sup>	6.34±1.00 <sup>ef</sup>	5.87±0.52 <sup>de</sup>	5.53±0.59 <sup>d</sup>	6.19±0.45 <sup>c</sup>
12	8.77±0.22 <sup>i</sup>	7.86±0.64 <sup>h</sup>	7.07±0.78 <sup>g</sup>	6.68±0.85 <sup>fg</sup>	7.60±0.45 <sup>d</sup>
Mean	6.51±0.45 <sup>d</sup>	5.90±0.45 <sup>c</sup>	5.49±0.45 <sup>b</sup>	5.04±0.45 <sup>a</sup>	**

Numbers followed by the same letter were not significantly different ( $p < 0.05$ )

(\*\*): There are interactions between storage durations and concentrations factor

(\*): There are no interactions between storage durations and concentrations factor



Kitosan merupakan senyawa yang memiliki antibakteri, hal tersebut menyebabkan nilai angka lempeng total terbaik diperoleh pada sampel dengan kitosan dibandingkan kontrol. Kitosan adalah polimer bermuatan positif karena adanya gugus amino ( $-NH_2$ ) pada struktur molekulnya (Sari *et al.*, 2020). Sementara itu, dinding sel mikroorganisme, terutama bakteri gram-positif dan gram-negatif, memiliki muatan negatif karena adanya asam teikoat, lipopolisakarida, atau fosfolipid (Confederat *et al.*, 2021; Arifin *et al.*, 2022).

Mikrob merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas suatu bahan pangan. Tingginya nilai ALT disebabkan karena penyimpanan ikan pindang dilakukan pada suhu ruang sehingga terjadi sinergitas kemunduran mutu akibat faktor mikrob dan enzimatis. Pada suhu ruang ( $25-28^{\circ}C$ ), pertumbuhan bakteri mesofilik, yang tumbuh subur pada suhu sekitar  $37^{\circ}C$ , akan meningkat pesat. Penelitian menunjukkan bahwa jumlah mikrob dapat meningkat drastis dalam hitungan jam dalam kondisi ini (Durrani *et al.*, 2021). Ikan pindang yang diproses dengan benar (dipanaskan hingga matang sempurna), enzim lipase dan protease umumnya sudah tidak aktif, namun jika ikan pindang disimpan dalam kondisi yang tidak tepat (suhu ruang), enzim-enzim yang tersisa atau enzim dari mikroorganisme yang mungkin mencemari ikan dapat menjadi aktif kembali dan menyebabkan degradasi lebih lanjut. Suárez

-Medina *et al.* (2024) melaporkan aktivitas lipase dapat menyebabkan peningkatan asam lemak bebas (FFA), yang merupakan indikasi kerusakan dan pembusukan lipid saat penyimpanan suhu ruang. Kadar air ikan pindang yang masih tergolong tinggi dapat juga berkontribusi pada peningkatan nilai ALT. Kadar air yang tinggi dalam olahan ikan menciptakan lingkungan yang ideal bagi mikrob untuk berkembang biak. Mikrob memerlukan air untuk metabolisme dan pertumbuhan, sehingga olahan dengan kadar air tinggi lebih rentan terhadap kontaminasi (Rahmawati *et al.*, 2022).

### Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH dapat dijadikan sebagai indikator kualitas suatu bahan pangan karena memiliki hubungan dengan kualitas bahan tersebut. Hasil rata-rata nilai pH pada ikan pindang layang dalam kemasan vakum dengan penambahan kitosan 0; 0,5; 0,75 dan 1% selama 12 hari dapat dilihat pada Table 3. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor konsentrasi kitosan tidak berbeda nyata ( $p>0,05$ ) dan lama penyimpanan berpengaruh signifikan ( $p<0,05$ ) terhadap nilai pH ikan pindang layang namun diamati tidak ada interaksi antara kedua faktor tersebut ( $p>0,05$ ).

Nilai pH hari pertama paling rendah terdapat pada sampel dengan penambahan kitosan 1% yaitu 4,99 dan paling tinggi terdapat pada sampel kontrol yaitu 5,65. Nilai pH tertinggi juga diperoleh oleh sampel kontrol dan paling rendah pada sampel

Table 3 Acidity degree (pH) of salt-boiled mackerel scad

Tabel 3 Nilai pH ikan pindang layang

Duration of storage (days)	Acidity degree (pH) of sample treatments (%)				
	0	0.5	0.75	1	Mean days
1	5.65±0.33	5.58±0.20	5.16±0.15	4.99±0.14	5.34±0.41 <sup>a</sup>
4	6.38±1.15	6.52±1.01	6.11±1.18	5.95±1.19	6.24±0.62 <sup>b</sup>
8	6.96±0.53	6.49±0.61	6.52±1.08	6.24±0.60	6.48±0.59 <sup>b</sup>
12	7.15±0.87	6.83±1.06	6.65±0.93	6.33±0.54	6.71±0.34 <sup>b</sup>
Mean	6.49±0.51 <sup>a</sup>	6.35±0.73 <sup>a</sup>	6.10±0.65 <sup>a</sup>	5.83±0.35 <sup>a</sup>	*

Numbers followed by the same letter were not significantly different ( $p<0.05$ )

(\*\*): There are interactions between storage durations and concentrations factor

(\*): There are no interactions between storage durations and concentrations factor

dengan konsentrasi kitosan 1% masing-masing sebesar 7,15 dan 6,33. Selama proses penyimpanan, nilai pH pada semua sampel mengalami peningkatan seiring lamanya waktu penyimpanan. Peningkatan pH sering kali disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang menghasilkan senyawa bersifat basa seperti amoniak dan trimetilamin. Dalam penelitian mengenai ikan pindang tongkol, peningkatan nilai pH terjadi karena proses penguraian yang diakibatkan oleh aktivitas bakteri dan enzim proteolitik, yang berkontribusi terhadap pembentukan senyawa volatil yang bersifat basa (Arista *et al.*, 2021; Siswanti *et al.*, 2024). Nilai pH sampel dengan konsentrasi kitosan baik dari hari pertama sampai hari ke-12 dapat dikategorikan baik karena nilai pH di bawah 7, namun pada hari ke-12 nilai pH kontrol mencapai 7. Hasil sesuai dengan penelitian yang Metusalach *et al.* (2014), kualitas suatu ikan dapat dikatakan baik apabila nilai pH daging ikan tersebut antara 6-7. Nilai pH akan lebih baik jika nilainya <6. Menurut Asni *et al.* (2022), daging ikan yang memiliki pH >8 maka mutunya sudah tidak baik, cenderung busuk. Saat pH daging mencapai nilai ≥9, ikan sudah mengeluarkan bau busuk.

Makin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan, maka tingkat keasaman pada sampel dapat dipertahankan dengan baik. Hal tersebut disebabkan karena proses perendaman sampel dalam larutan kitosan menyebabkan terbentuknya *coating* melapisi sampel, sehingga sampel yang dilakukan perendaman dengan larutan kitosan nilai

pH rendah. Korelasi antara perubahan nilai pH ikan dan angka lempeng total (ALT) bakteri sangat erat karena pH merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme, termasuk bakteri. Menurut Alinti *et al.* (2017), selama proses penyimpanan, terjadi adanya penguraian protein sehingga mengakibatkan nilai pH pada sampel menjadi naik. Perubahan nilai pH pada sampel berpengaruh terhadap proses autolisis dan pertumbuhan bakteri. Bakteri seperti *Pseudomonas* dan *Shewanella* memiliki kemampuan untuk mereduksi trimetilamin oksida (TMAO) yang terdapat dalam ikan menjadi trimetilamin (TMA), yang bersifat basa. Proses ini menyebabkan peningkatan nilai pH pada ikan yang mengalami kemunduran mutu (Sulistijowati *et al.*, 2020).

### Susut Bobot

Susut bobot memiliki kaitan dengan kandungan air dalam bahan. Makin lama penyimpanan maka susut bobot suatu bahan akan makin meningkat, di mana bobot bahan akan makin mengkerut. Hasil rata-rata nilai susut bobot pada ikan pindang layang dalam kemasan vakum dengan penambahan kitosan 0; 0,5; 0,75 dan 1% selama 12 hari yang disajikan pada *Table 4*. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa faktor konsentrasi kitosan dan lama penyimpanan berpengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap susut bobot ikan pindang layang namun diamati tidak ada interaksi antara kedua faktor tersebut ( $p > 0,05$ ).

Table 4 Average weight loss (%) of salt-boiled mackerel scad

Tabel 4 Rerata susut bobot (%) ikan pindang layang

Duration of storage (days)	Weight loss of sample treatments (%)				
	0	0.5	0.75	1	Mean days
1	13.36±3.29	9.33±3.85	8.07±0.66	5.72±3.64	9.12±3.25 <sup>a</sup>
4	18.89±4.74	14.92±2.85	14.20±0.72	12.45±1.22	15.11±3.25 <sup>b</sup>
8	24.53±0.52	20.76±2.51	18.36±0.40	16.00±4.37	19.91±3.25 <sup>c</sup>
12	33.85±1.63	28.68±1.51	25.73±1.18	17.74±1.12	26.50±3.25 <sup>d</sup>
Mean	22.65±3.25 <sup>c</sup>	18.42±3.25 <sup>b</sup>	16.59±3.25 <sup>b</sup>	12.98±3.25 <sup>a</sup>	*

Numbers followed by the same letter were not significantly different ( $p < 0.05$ )

(\*\*): There are interactions between storage durations and concentrations factor

(\*): There are no interactions between storage durations and concentrations factor



Nilai susut bobot paling tinggi pada penyimpanan hari ke-12 diperoleh pada sampel kontrol yaitu 33,85% dan yang paling rendah adalah sampel dengan konsentrasi kitosan 1% yaitu 17,74%. Penurunan susut bobot pada sampel kontrol dan sampel dengan konsentrasi kitosan 0,5% dan 0,75% cukup signifikan dibandingkan dengan penurunan susut bobot pada sampel dengan konsentrasi kitosan 1%. Hasil tersebut menandakan makin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan, maka susut bobot makin kecil. Rendahnya nilai susut bobot pada sampel dengan perlakuan konsentrasi kitosan 1% karena kitosan dapat menghambat respirasi dan transpirasi pada sampel. *Edible coating* berfungsi sebagai *barrier* fisik yang mencegah terjadinya penyusutan filet ikan dengan cara menyerap kembali air dari otot ikan. Hal ini penting karena susut bobot merupakan indikator kualitas yang dapat memengaruhi nilai sensori dan ekonomis ikan, mengingat ikan dijual berdasarkan beratnya (Smith & Seftiono, 2022).

Makin lama penyimpanan yang dilakukan menyebabkan nilai susut bobot makin meningkat. Hal tersebut terjadi karena proses penyimpanan menyebabkan laju respirasi pada sampel semakin meningkat. Kemasan plastik PE yang digunakan memiliki sifat permeabilitas terhadap oksigen tinggi menyebabkan oksigen mudah masuk ke dalam kemasan, sehingga hal tersebut menyebabkan laju respirasi pada sampel menjadi tinggi dan persentase susut bobot pada bahan tinggi.

Menurut Novitarianti *et al.* (2023) susut bobot terjadi karena adanya proses respirasi pada bahan. Oksigen akan diserap untuk pembakaran senyawa-senyawa kompleks yang terdapat dalam sel bahan. Jenis kemasan juga berpengaruh terhadap susut bobot.

## Warna

### Kecerahan/Lightness ( $L^*$ )

Uji warna  $L^*$  merupakan bagian dari sistem warna CIE Lab, yang digunakan untuk mengevaluasi kecerahan atau tingkat terang-gelap suatu bahan. Nilai  $L^*$  berkisar dari 0 hingga 100, di mana;  $L^* = 0$  menunjukkan warna hitam total (sangat gelap).  $L^* = 100$  menunjukkan warna putih total (sangat terang) (Sinaga, 2019). Hasil uji warna  $L^*$  dapat dilihat pada Table 5. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor konsentrasi kitosan tidak berpengaruh signifikan ( $p>0,05$ ) sementara lama penyimpanan berpengaruh signifikan ( $p<0,05$ ) terhadap nilai  $L^*$  namun diamati tidak ada interaksi antara kedua faktor tersebut ( $p>0,05$ ).

Makin tinggi nilai warna  $L^*$  menunjukkan bahwa produk tersebut makin cerah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat penurunan nilai  $L^*$  seiring bertambahnya lama penyimpanan. Makin lama waktu penyimpanan, makin rendah nilai  $L^*$  ikan pindang layang. Kusnandar *et al.* (2017) melaporkan bahwa nilai  $L^*$  pada pangan beras analog jagung mengalami penurunan yang signifikan selama penyimpanan pada suhu tinggi dari nilai 60 hingga 40. Suhu

Table 5 Average  $L^*$  color of salt-boiled mackerel scad

Tabel 5 Rerata warna  $L^*$  ikan pindang layang

Duration of storage (days)	$L^*$ value of sample treatments (%)				
	0	0.5	0.75	1	Mean days
1	62.98±1.37	61.84±1.28	61.56±1.62	62.00±2.11	62.00±2.66 <sup>c</sup>
4	59.83±1.63	60.41±1.73	60.40±0.74	61.04±3.10	61.04±2.66 <sup>bc</sup>
8	59.28±2.52	59.36±4.45	59.18±1.15	59.23±1.47	59.23±2.66 <sup>ab</sup>
12	58.74±2.71	58.00±0.89	58.34±0.35	58.30±0.64	58.34±2.66 <sup>a</sup>
Mean	60.21±2.68 <sup>a</sup>	59.90±2.68 <sup>a</sup>	59.87±2.68 <sup>a</sup>	60.64±2.68 <sup>a</sup>	*

Numbers followed by the same letter were not significantly different ( $p<0.05$ )

(\*\*): There are interactions between storage durations and concentrations factor

(\*): There are no interactions between storage durations and concentrations factor

penyimpanan berperan penting dalam laju penurunan nilai  $L^*$ . Ikan yang disimpan pada suhu dingin menunjukkan penurunan kualitas yang lebih lambat dibandingkan dengan yang disimpan pada suhu ruang. Penelitian menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu dingin dapat membantu mempertahankan nilai  $L^*$  lebih baik (Nurilmala *et al.*, 2022). *Edible coating* kitosan berfungsi sebagai pelindung fisik dan mikrob yang dapat mengurangi oksidasi dan kerusakan pada daging ikan. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kitosan sebagai *coating* dapat mempertahankan warna filet ikan kakap putih lebih baik dibandingkan dengan tanpa *coating* (Widia *et al.*, 2023). Kitosan membantu menjaga kecerahan dan kesegaran warna daging ikan, sehingga mengurangi kemungkinan perubahan warna menjadi pucat atau kekuningan selama penyimpanan. Hastarini *et al.* (2014) melaporkan bahwa udang kupas yang ditambahkan kitosan memiliki nilai  $L^*$  lebih tinggi dibandingkan dengan udang kupas tanpa penambahan kitosan Smith & Seftiono (2022) menyatakan bahwa penggunaan kitosan sebagai *edible coating* tidak hanya memengaruhi warna beberapa filet ikan tetapi juga parameter lain di antaranya tekstur dan pH, sehingga memberikan gambaran menyeluruh tentang kualitas produk perikanan.

*Edible coating* yang melapisi daging ikan menyebabkan daging tampak mengkilap. Penggunaan konsentrasi kitosan yang semakin tinggi dapat menyebabkan larutan kitosan

semakin kental sehingga menyebabkan *coating* yang melapisi sampel tampak lebih kusam. Menurut Mulyadi *et al.* (2017), tingkat ketebalan *coating* dapat menyebabkan perubahan tingkat kecerahan pada bahan yang dilapisinya. *Edible coating* apabila semakin tipis akan menyebabkan meningkatnya nilai pembacaan pada *colour reader* pada suatu bahan cukup tinggi. Menurut Sitompul & Zubaidah (2017) semakin meningkatnya kekentalan larutan *coating*, menyebabkan intensitas kecerahan *coating* menurun. Peningkatan viskositas bisa memengaruhi ketebalan *edible coating*, sehingga membuat nilai kecerahannya menjadi lebih rendah.

### Redness/greenness ( $a^*$ )

Uji warna  $a^*$  adalah bagian dari sistem warna CIE Lab yang digunakan untuk mengevaluasi dimensi warna pada sumbu merah-hijau. Nilai  $a^*$  positif menunjukkan kecenderungan warna merah. Nilai  $a^*$  negatif menunjukkan kecenderungan warna hijau. Nilai  $a^*$  mendekati nol menunjukkan netralitas antara merah dan hijau (Goñi & Salvadori, 2017). Hasil uji warna  $a^*$  dapat dilihat pada Table 6. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa faktor konsentrasi kitosan tidak berbeda nyata ( $p>0,05$ ) sementara lama penyimpanan berpengaruh signifikan ( $p<0,05$ ) terhadap nilai  $a^*$  namun diamati tidak ada interaksi antara kedua faktor tersebut ( $p>0,05$ ).

Sampel kontrol mulai menunjukkan warna kemerahan pada hari ke-4, dengan nilai  $a^*$  pada sampel hasilnya adalah positif.

Table 6 Average  $a^*$  color of salt-boiled mackerel scad

Tabel 6 Rerata warna  $a^*$  ikan pindang layang

Duration of storage (days)	$a^*$ value of sample treatments (%)				
	0	0.5	0.75	1	Mean
1	-2.56±0.23	-1.89±0.21	-1.55±0.15	-0.92±0.10	-1.72±1.11 <sup>a</sup>
4	0.68±0.76	-0.80±0.12	-0.56±0.08	-0.45±0.07	-0.28±1.11 <sup>b</sup>
8	1.30±0.29	0.85±0.17	0.64±0.07	0.28±0.65	0.76±1.11 <sup>b</sup>
12	3.30±0.45	2.91±0.28	2.10±0.35	1.71±0.32	2.50±1.11 <sup>c</sup>
Mean	0.69±1.1 <sup>a</sup>	0.65±1.1 <sup>a</sup>	1.55±1.1 <sup>a</sup>	1.52±1.1 <sup>a</sup>	*

Numbers followed by the same letter were not significantly different ( $p<0.05$ )

(\*\*): There are interactions between storage durations and concentrations factor

(\*): There are no interactions between storage durations and concentrations factor



Nilai  $a^*$  pada sampel dengan perlakuan penambahan kitosan 0,5; 0,75 dan 1%, mulai mengalami perubahan warna menuju kemerahan pada hari ke-8. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan kitosan dapat memberikan pengaruh pada nilai  $a^*$  sampel. Penambahan kitosan dapat membantu mempertahankan warna pangan agar dapat bertahan lebih lama selama penyimpanan. Kitosan berfungsi melapisi permukaan sehingga dapat menghambat faktor eksternal yang memengaruhi warna (Rahmat & Tamarin, 2017). Kitosan dapat menahan berkembangnya aktivitas mikroba dan enzim dengan lebih baik dibandingkan tanpa lapisan, sehingga mencegah terbentuknya lendir hasil metabolisme mikroba yang juga memengaruhi nilai ketampakan (Naiu *et al.*, 2023; Barbosa *et al.*, 2021).

Faktor penyebab adanya perubahan visual nilai  $a^*$  adalah karena metmioglobin. Pembentukan metmioglobin adalah penyebab utama perubahan warna pada ikan, yang mengarah pada penurunan kualitas visual. Pembentukan metmioglobin memiliki hubungan yang erat dengan lama penyimpanan ikan, di mana peningkatan kadar metmioglobin sejalan dengan durasi penyimpanan dan menjadi indikator penurunan mutu. Selama penyimpanan, mioglobin (pigmen merah pada daging ikan) mengalami oksidasi menjadi metmioglobin, menyebabkan perubahan warna dari merah cerah menjadi cokelat (Izzah *et al.*, 2024; Indrayati *et al.*, 2013). Kadar metmioglobin

terus meningkat seiring dengan lamanya penyimpanan

### Yellowness/blueness ( $b^*$ )

Uji warna  $b^*$  adalah bagian dari sistem warna CIE Lab yang mengukur dimensi warna pada sumbu biru-kuning. Nilai  $b^*$  positif menunjukkan kecenderungan warna kuning. Nilai  $b^*$  negatif menunjukkan kecenderungan warna biru. Nilai  $b^*$  mendekati nol menunjukkan netralitas antara biru dan kuning. Hasil uji warna  $b^*$  dapat dilihat pada Table 7. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa faktor konsentrasi kitosan menghasilkan dan lama penyimpanan berpengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap nilai  $b^*$ , lalu diamati juga bahwa ada interaksi antara kedua faktor tersebut ( $p < 0,05$ ).

Sampel dengan penambahan konsentrasi kitosan 1% mengalami kenaikan nilai  $b^*$  paling rendah selama penyimpanan 12 hari. Penambahan konsentrasi kitosan dapat memberikan pengaruh terhadap nilai  $b^*$ , di mana warna  $b^*$  merupakan parameter warna yang menunjukkan warna kekuningan. Berdasarkan beberapa studi, penggunaan *edible coating* kitosan pada ikan menunjukkan bahwa nilai  $b^*$  tetap lebih stabil dibandingkan dengan sampel tanpa *coating* selama penyimpanan. Stabilitas ini bergantung pada konsentrasi kitosan dalam larutan *coating* dan metode aplikasinya (Smith & Seftiono, 2022). *Edible coating* kitosan berfungsi sebagai penghalang fisik yang melindungi permukaan ikan dari oksidasi dan hidrasi. Hal

Table 7 Average  $b^*$  color of salt-boiled mackerel scad

Tabel 7 Rerata nilai  $b^*$  ikan pindang layang

Duration of storage (days)	$b^*$ value of sample treatments (%)				
	0	0.5	0.75	1	Mean
1	-0.57±0.09 <sup>b</sup>	-4.90±0.67 <sup>a</sup>	-5.11±0.22 <sup>a</sup>	-5.50±0.59 <sup>a</sup>	-4.02±0.77 <sup>a</sup>
4	5.56±0.58 <sup>cd</sup>	4.80±0.23 <sup>c</sup>	-1.14±0.67 <sup>b</sup>	-0.58±0.10 <sup>b</sup>	2.15±0.77 <sup>b</sup>
8	9.28±1.03 <sup>gh</sup>	8.82±0.24 <sup>ef</sup>	7.13±0.35 <sup>de</sup>	6.46±0.31 <sup>cd</sup>	7.92±0.77 <sup>c</sup>
12	18.43±0.97 <sup>g</sup>	16.49±0.54 <sup>g</sup>	10.89±0.16 <sup>h</sup>	8.54±0.22 <sup>ef</sup>	13.59±0.77 <sup>d</sup>
Mean	8.17±0.77 <sup>c</sup>	6.30±0.77 <sup>b</sup>	2.94±0.77 <sup>a</sup>	2.22±0.77 <sup>a</sup>	**

Numbers followed by the same letter were not significantly different ( $p < 0.05$ )

(\*\*): There are interactions between storage durations and concentrations factor

(\*): There are no interactions between storage durations and concentrations factor

ini membantu mempertahankan warna alami ikan, termasuk nilai  $b^*$ , yang menunjukkan tingkat kekuningan pada permukaan ikan. Lapisan kitosan yang utuh mampu mengurangi hidrasi, sehingga mencegah perubahan tekstur dan warna menjadi kusam atau kecokelatan akibat oksidasi (Naiu *et al.*, 2023).

Penambahan konsentrasi kitosan pada sampel dapat memperlambat proses oksidasi, karena sampel terlindungi oleh lapisan *edible coating* hasil perendaman dengan larutan kitosan (Suharto *et al.*, 2024). Kitosan menghambat pertumbuhan bakteri dengan mengikat membran sel bakteri, sehingga mengurangi pembusukan yang dapat menyebabkan perubahan warna (Prasasty & Anggreini, 2023). Selama proses penyimpanan, sampel akan mengalami oksidasi. Reaksi oksidasi pada sampel dapat disebabkan karena kemasan vakum plastik PE yang digunakan selama proses penyimpanan memiliki permeabilitas yang rendah terhadap oksigen sehingga hal tersebut menyebabkan oksigen masih dapat masuk ke dalam kemasan yang telah divakum sekalipun (Maflahah & Rahman, 2016). Menurut Indrayati *et al.* (2013), makin lama penyimpanan daging ikan patin makin berubah menjadi warna kuning karena adanya reaksi oksidasi.

### Penilaian Sensori Ketampakan

Uji ketampakan sensori menggunakan indra penglihatan untuk menilai karakteristik

visual suatu produk (Jannah *et al.*, 2018). Pengujian ini merupakan salah satu parameter penting dalam uji sensori karena ketampakan menjadi indikator pertama yang menentukan penerimaan konsumen terhadap suatu produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor konsentrasi kitosan dan faktor lama penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai ketampakan ikan pindang pada hari ke-12 ( $p < 0,05$ ) serta diamati adanya interaksi antara kedua faktor ( $p < 0,05$ ). Hasil penilaian atribut ketampakan ikan pindang layang dapat dilihat pada Table 8.

Nilai ketampakan pada hari ke-12 paling tinggi diperoleh pada sampel dengan perlakuan konsentrasi kitosan 0,5%, yaitu 6,93 dengan bentuk utuh, bersih, warna kurang cemerlang (BSN 2017). Kontrol pada hari ke-12 mengalami perubahan yang sangat signifikan, di mana sampel memiliki ketampakan yang kusam disertai warna daging yang dominan kuning dan terdapat di beberapa titik daging yang terletak dekat dengan tulang warnanya berubah menjadi kecokelatan. Sampel dengan perlakuan penambahan kitosan baik dengan konsentrasi 0,5; 0,75 dan 1% pada hari ke-12 masih tergolong baik di mana ketampakan sampel bersih, namun kurang cemerlang karena terdapat sedikit noda kuning (kusam) meskipun pada daging yang terletak dekat tulang mulai mengalami menjadi kuning kecokelatan (BSN, 2017). Hasil yang diperoleh sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Naiu *et al.* (2023) bahwa penambahan konsentrasi kitosan dapat

Table 8 Appearance of salt-boiled mackerel scad

Tabel 8 Ketampakan ikan pindang layang

Duration of storage (days)	Sample treatments (%)				
	0	0.5	0.75	1	Mean
1	8.60±0.81 <sup>abc</sup>	9.00±0.00 <sup>a</sup>	8.53±0.86 <sup>bcd</sup>	8.80±0.61 <sup>ab</sup>	8.73±0.29 <sup>a</sup>
4	7.20±0.80 <sup>e</sup>	8.86±0.51 <sup>ab</sup>	8.33±0.95 <sup>cd</sup>	7.20±0.81 <sup>e</sup>	7.90±0.29 <sup>b</sup>
8	5.66±0.95 <sup>g</sup>	8.13±1.25 <sup>d</sup>	6.93±0.82 <sup>e</sup>	7.33±0.75 <sup>e</sup>	7.00±0.29 <sup>c</sup>
12	5.00±0.00 <sup>h</sup>	6.93±0.98 <sup>e</sup>	6.06±1.01 <sup>g</sup>	6.80±0.61 <sup>f</sup>	6.22±0.29 <sup>d</sup>
Mean	6.60±0.28 <sup>c</sup>	8.23±0.28 <sup>a</sup>	7.46±0.28 <sup>b</sup>	7.56±0.28 <sup>b</sup>	**

Numbers followed by the same letter were not significantly different ( $p < 0.05$ )

(\*\*): There are interactions between storage durations and concentrations factor

(\*): There are no interactions between storage durations and concentrations factor



memberikan pengaruh terhadap ketampakan filet ikan cakalang. Makin tinggi penggunaan konsentrasi kitosan maka nilai ketampakan filet ikan cakalang makin rendah. Nilai ketampakan filet ikan yang dikemas dengan *edible coating* kitosan masih dapat diterima pada perlakuan penyimpanan hari ke-6.

Penurunan nilai ketampakan pada sampel dapat disebabkan karena adanya reaksi oksidasi, di mana sampel akan bereaksi dengan oksigen yang masuk melewati pori-pori kemasan selama penyimpanan. Oksigen yang masuk tersebut akan bereaksi dengan mioglobin sehingga sampel mengalami perubahan warna cokelat kekuningan. Perubahan warna kecokelatan pada sampel juga dapat disebabkan karena adanya aktivitas mikrob, jamur dan kapang. Jannah *et al.* (2018) melaporkan bahwa adanya pertumbuhan mikrob menyebabkan menurunnya tingkat kecerahan pada bahan sehingga menjadi lebih kusam dan tidak cemerlang. Rachmawati *et al.* (2016) juga melaporkan adanya aktivitas mikroorganisme dalam memecah protein menyebabkan adanya perubahan mioglobin menjadi metmioglon sehingga daging berubah menjadi kusam dan tidak menarik.

## Aroma

Uji aroma sensori menggunakan indra penciuman untuk mengevaluasi karakteristik bau atau aroma suatu produk. Pengujian ini merupakan salah satu parameter penting dalam penilaian mutu produk, khususnya produk pangan. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa faktor konsentrasi kitosan dan faktor lama penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai aroma ikan pindang pada hari ke-12 ( $p<0,05$ ) serta diamati adanya interaksi antara kedua faktor ( $p<0,05$ ). Hasil penilaian atribut aroma ikan pindang layang dapat dilihat pada Table 9.

Selama penyimpanan 12 hari semua perlakuan sampel memiliki nilai aroma yang sangat rendah berkisar 5 dengan interpretasi mulai timbul bau asam (BSN, 2017). Sampel kontrol sudah tercium bau asam sejak penyimpanan hari ke-8 dan sampel dengan perlakuan kitosan mulai berbau asam pada hari ke-12. Makin tinggi penggunaan konsentrasi kitosan maka nilai aroma pada sampel makin rendah. Hasil yang diperoleh sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Harjanti (2014) penggunaan konsentrasi kitosan sebanyak 3% menghasilkan nilai aroma paling rendah dibandingkan dengan nilai aroma pada konsentrasi kitosan 1%. Menurut Hanafiah *et al.* (2018) penggunaan kitosan dapat memengaruhi perubahan aroma daging sapi selama waktu penyimpanan.

Bau asam yang cukup menyengat pada sampel dengan perlakuan konsentrasi kitosan dapat disebabkan oleh larutan kitosan yang melapisi sampel. Larutan kitosan memiliki sifat asam karena kitosan yang digunakan tersebut dilarutkan dalam asam asetat sebanyak 1% menyebabkan bau segar pada sampel tertutupi. Penggunaan konsentrasi kitosan juga dapat menjadi salah satu faktor pada parameter aroma ikan pindang

Table 9 Aroma of salt-boiled mackerel scad

Tabel 9 Aroma ikan pindang layang

Duration of storage (days)	Sample treatments (%)				
	0	0.5	0.75	1	Mean
1	8.20±0.99 <sup>b</sup>	8.67±0.76 <sup>a</sup>	8.13±0.95 <sup>b</sup>	8.00±1.02 <sup>b</sup>	8.23±0.30 <sup>a</sup>
4	7.00±0.74 <sup>c</sup>	8.66±0.75 <sup>a</sup>	8.06±1.01 <sup>b</sup>	7.66±0.95 <sup>bc</sup>	7.86±0.30 <sup>ab</sup>
8	5.53±0.89 <sup>d</sup>	6.73±1.14 <sup>c</sup>	6.53±1.01 <sup>c</sup>	6.46±1.04 <sup>c</sup>	6.31±0.30 <sup>c</sup>
12	5.00±0.00 <sup>e</sup>	5.60±0.93 <sup>cd</sup>	5.06±0.36 <sup>e</sup>	5.13±0.51 <sup>de</sup>	5.20±0.30 <sup>d</sup>
Mean	6.43±0.30 <sup>bc</sup>	7.42±0.30 <sup>a</sup>	6.95±0.30 <sup>b</sup>	6.81±0.30 <sup>b</sup>	**

Numbers followed by the same letter were not significantly different ( $p<0.05$ )

(\*\*): There are interactions between storage durations and concentrations factor

(\*): There are no interactions between storage durations and concentrations factor

layang yang dikemas vakum. Kitosan dapat memperlambat laju pH dan pertumbuhan bakteri, sehingga dapat menghambat aktivitas pertumbuhan bakteri pembusuk yang dapat menimbulkan bau tidak sedap. Menurut Maligan *et al.* (2021) kitosan mampu menahan gas oksigen, nitrogen, karbondioksida yang menyebabkan ikan beraroma busuk. Menurut Arini (2017) terdapat jenis bakteri yang dapat menyebabkan pembusukan pada daging, yaitu bakteri koliform. Bakteri tersebut dapat memfermentasi laktosa dengan memproduksi asam dan gas serta dapat memengaruhi nilai protein.

### Rasa

Uji rasa menggunakan indra pengecap untuk mengevaluasi karakteristik rasa suatu produk. Pengujian rasa perlu memperhatikan posisi pengecapan pada lidah, di mana rasa manis terdeteksi di ujung lidah, rasa asin pada ujung dan pinggir lidah, rasa asam pada pinggir lidah, dan rasa pahit pada bagian belakang lidah. Penilaian rasa harus dilakukan dalam kondisi yang terkontrol untuk memastikan hasil yang objektif dan akurat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor konsentrasi kitosan dan faktor lama penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai rasa ikan pindang pada hari ke-12 ( $p < 0,05$ ) serta diamati adanya interaksi antara kedua faktor ( $p < 0,05$ ). Hasil penilaian atribut rasa pada ikan pindang layang dapat dilihat pada *Table 10*.

Nilai rasa pada sampel kontrol dapat

dikatakan sudah tidak layak dikonsumsi mulai pada hari ke-8, di mana nilai sampel kontrol adalah 5 dengan interpretasi timbul rasa gatal pada lidah (BSN, 2017). Penambahan konsentrasi kitosan pada sampel dapat memberikan pengaruh nilai rasa, namun makin tinggi larutan kitosan yang digunakan maka nilai rasa makin rendah. Hasil yang diperoleh sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Gustini & Yanti (2014) bahwa ikan yang direndam dengan larutan kitosan dan disimpan secara terbuka pada suhu ruang mengalami penurunan nilai sensori. Hasil yang diperoleh juga sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Syahputra *et al.* (2023) bahwa responden lebih menyukai rasa ikan dengan perlakuan kitosan dibandingkan dengan rasa ikan pada perlakuan kontrol. Proses kemunduran mutu daging ikan setelah dimasak melibatkan beberapa tahapan yang dipengaruhi oleh faktor-faktor biokimia dan mikrobiologis. Setelah ikan dimasak, perubahan pertama yang terjadi adalah denaturasi protein akibat suhu tinggi, yang dapat mengubah tekstur dan rasa daging. Selanjutnya, proses oksidasi lemak mulai berlangsung, yang dapat menghasilkan senyawa-senyawa tidak diinginkan seperti keton dan aldehida, menyebabkan bau tengik yang tidak disukai konsumen. Aktivitas enzimatis juga berlanjut setelah pemasakan, di mana enzim-enzim dalam daging ikan mulai mengurai komponen-komponen nutrisi menjadi senyawa yang lebih sederhana, berkontribusi terhadap penurunan nilai

Tabel 10 Taste of salt-boiled mackerel scad

Tabel 10 Rasa ikan pindang layang

Duration of storage (days)	Sample treatments (%)				
	0	0.5	0.75	1	Mean
1	7.93±1.01 <sup>ab</sup>	8.40±0.93 <sup>a</sup>	8.06±1.01 <sup>ab</sup>	7.86±1.01 <sup>b</sup>	8.06±0.30 <sup>a</sup>
4	6.93±0.98 <sup>c</sup>	8.06±1.01 <sup>ab</sup>	8.00±1.02 <sup>ab</sup>	7.60±0.98 <sup>b</sup>	7.65±0.30 <sup>b</sup>
8	5.00±0.00 <sup>e</sup>	6.73±1.06 <sup>cd</sup>	6.40±0.94 <sup>d</sup>	6.20±1.12 <sup>d</sup>	6.08±0.30 <sup>c</sup>
12	5.00±0.00 <sup>e</sup>	6.40±1.01 <sup>d</sup>	5.00±0.00 <sup>e</sup>	5.00±0.00 <sup>e</sup>	5.35±0.30 <sup>d</sup>
Mean	6.21±0.30 <sup>c</sup>	7.40±0.30 <sup>a</sup>	6.87±0.30 <sup>b</sup>	6.67±0.30 <sup>bc</sup>	**

Numbers followed by the same letter were not significantly different ( $p < 0.05$ )

(\*\*): There are interactions between storage durations and concentrations factor

(\*): There are no interactions between storage durations and concentrations factor



gizi dan kualitas sensori ikan (Untari *et al.*, 2023). Konsentrasi kitosan yang ditambahkan pada sampel juga dapat memengaruhi nilai atribut rasa pada sampel. Kitosan dapat mencegah kenaikan nilai pH dan mencegah pertumbuhan bakteri pembusuk, namun apabila penggunaannya cukup tinggi juga dapat menyebabkan cita rasa asli sampel akan hilang. Larutan asam yang digunakan adalah asam asetat dengan konsentrasi sebanyak 1%, di mana asam asetat memiliki sifat rasa yang asam. Menurut Wibawa *et al.* (2023) penggunaan kitosan pada sate ikan bandeng dapat memperpanjang masa simpan sate bandeng, namun kurang efektif terhadap rasa yang ditimbulkan.

### Tekstur

Uji tekstur menggunakan indera peraba untuk mengevaluasi karakteristik fisik dari suatu produk pangan, khususnya dalam hal konsistensi dan kekerasan. Pengujian ini bertujuan untuk menilai bagaimana tekstur produk terasa saat dipegang, dikunyah, atau ditelan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor konsentrasi kitosan dan faktor lama penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai tekstur ikan pindang pada hari ke-12 ( $p < 0,05$ ) serta diamati adanya interaksi antara kedua faktor ( $p < 0,05$ ). Hasil penilaian atribut tekstur ikan pindang layang dapat dilihat pada *Tabel 11*.

Sampel kontrol pada hari ke-12 merupakan sampel dengan nilai tekstur paling rendah dibandingkan dengan sampel

yang lain. Sampel kontrol pada hari ke-12 kepadatannya sudah berkurang, dan cenderung bertekstur lembek. Interpretasi nilai 5 adalah tekstur ikan pindang kurang padat dan lembek sementara nilai 7 adalah padat dan kurang kompak (BSN, 2017). *Edible coating* yang terbuat dari kitosan telah terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap tekstur ikan, baik dalam hal penilaian organoleptik maupun sifat fisik lainnya. Hasil yang diperoleh tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hanafiah *et al.* (2018) tekstur daging sapi dengan konsentrasi kitosan 1% lebih tinggi dibandingkan tekstur daging sapi dengan konsentrasi kitosan 0,5%. Konsentrasi larutan *edible coating* kitosan juga memengaruhi kualitas tekstur filet ikan selama penyimpanan. Naiu *et al.* (2023) melaporkan bahwa makin tinggi konsentrasi kitosan, makin kecil pori-pori *coating* yang terbentuk, yang berkontribusi pada penghambatan degradasi tekstur selama penyimpanan.

Tekstur memiliki kaitan dengan kandungan air dalam bahan, di mana konsentrasi kitosan dapat memengaruhi kandungan kadar air dalam bahan. Kitosan mampu mencegah kenaikan kandungan air pada bahan selama penyimpanan, sehingga hal tersebut menyebabkan tekstur sampel masih dapat dijaga. Menurut Ridwan (2015) parameter tekstur berkaitan dengan kandungan air yang terdapat dalam daging ikan. Kitosan merupakan salah satu polisakarida yang mempunyai sifat *barrier* yang baik. Pelapisan polisakarida dapat membentuk matriks yang

Table 11 Texture of salt-boiled mackerel scad

Tabel 11 Tekstur ikan pindang layang

Duration of storage (days)	Sample treatments (%)				
	0	0.5	0.75	1	Mean
1	7.93±0.98 <sup>a</sup>	8.93±0.36 <sup>a</sup>	8.80±0.61 <sup>a</sup>	8.86±0.51 <sup>a</sup>	8.63±0.30 <sup>a</sup>
4	6.80±0.81 <sup>ef</sup>	8.80±0.61 <sup>a</sup>	8.13±1.01 <sup>b</sup>	8.60±0.81 <sup>a</sup>	8.08±0.30 <sup>b</sup>
8	5.20±0.61 <sup>h</sup>	6.60±1.13 <sup>cd</sup>	7.46±0.81 <sup>f</sup>	8.00±1.14 <sup>b</sup>	6.82±0.30 <sup>c</sup>
12	5.00±0.00 <sup>h</sup>	5.86±1.01 <sup>cb</sup>	6.73±1.13 <sup>g</sup>	7.13±1.16 <sup>de</sup>	6.18±0.30 <sup>d</sup>
Mean	6.23±0.30 <sup>c</sup>	7.55± 0.30 <sup>b</sup>	7.78± 0.30 <sup>ab</sup>	8.15± 0.30 <sup>a</sup>	**

Numbers followed by the same letter were not significantly different ( $p < 0.05$ )

(\*\*): There are interactions between storage durations and concentrations factor

(\*): There are no interactions between storage durations and concentrations factor

kuat dan kompak. Menurut Fauzi *et al.* (2016) kelenturan dan kepadatan sampel semakin lama akan semakin melunak. Hal tersebut terjadi karena adanya aktivitas bakteri yang dapat memecah sumber energi. Bakteri akan memecah jaringan berupa serabut kolagen sehingga hal tersebut menyebabkan serat otot tidak lagi kuat dan menyebabkan jaringan otot daging ikan berubah.

## Lendir

Lendir pada kulit ikan pindang mulai berubah karena aktivitas mikroba dan proses dekomposisi seiring dengan bertambahnya waktu simpan dan pengaruh suhu. Lendir yang awalnya berfungsi sebagai pelindung menjadi media yang kaya nutrisi bagi bakteri dan jamur. Hal ini dapat menyebabkan lendir menjadi lebih tebal, berlendir, atau berbau busuk seiring waktu. Perubahan ini merupakan tanda awal pembusukan pada ikan, yang dapat memengaruhi kualitas dan kesegarannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor konsentrasi kitosan tidak memberikan pengaruh nyata pada nilai lendir ikan pindang ( $p>0,05$ ) sementara faktor lama penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai lendir ikan pindang pada hari ke-12 ( $p<0,05$ ) serta diamati tidak adanya interaksi antara kedua faktor ( $p>0,05$ ). Nilai lendir ikan pindang layang dapat dilihat pada *Table 12*.

Penggunaan kitosan 1% sedikit lebih mampu menahan laju formasi lendir dibandingkan dengan konsentrasi lainnya.

Secara keseluruhan, interpretasi nilai lendir dikategorikan tidak berlendir karena nilainya tidak berada jauh dari nilai maksimum, yaitu 9 (BSN, 2017). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan Rokhima (2014) sifat fisik ikan segar pada aspek lendir masih dalam kondisi baik pada sampel dengan konsentrasi kitosan selama 24 jam. Ikan segar tanpa kitosan pada aspek lendir hanya dapat bertahan sampai jam ke-12. Hasil juga diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Alparis (2015) ikan jelawat yang direndam dengan konsentrasi kitosan memiliki nilai lendir yang lebih tinggi dibandingkan ikan jelawat yang tidak diberi kitosan. Menurut Dalle *et al.* (2021) naget ikan yang berlendir menunjukkan bahwa mutunya semakin menurun dan dapat dikatakan tidak baik.

Aplikasi *coating* dalam pengemasan ikan berperan penting dalam menghambat formasi lendir dan memperpanjang umur simpan produk. *Coating* yang terbuat dari bahan alami misalnya kitosan memiliki sifat antimikrob yang efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri penyebab pembusukan, sehingga mengurangi pembentukan lendir pada permukaan ikan (Lima *et al.*, 2020). Tingginya nilai lendir sampel kitosan 1% pada hari ke-12 dapat disebabkan karena kitosan mampu menghambat laju pertumbuhan bakteri, sehingga mencegah timbulnya lendir pada sampel. Menurut Nurdiani *et al.* (2020) lendir dapat disebabkan oleh adanya aktivitas bakteri pembusuk. Menurut Ahmad *et al.* (2024) mikroba dapat menyebabkan

Table 12 Mucus of salt-boiled mackerel scad

Tabel 12 Lendir ikan pindang layang

Duration of storage (days)	Sample treatments (%)				
	0	0.5	0.75	1	Mean
1	9.00±0.00	9.00±0.00	9.00±0.00	9.00±0.00	9.00±0.00 <sup>a</sup>
4	9.00±0.00	9.00±0.00	9.00±0.00	9.00±0.00	9.00±0.00 <sup>a</sup>
8	8.80±1.09	9.00±0.00	9.00±0.00	9.00±0.00	8.95±0.10 <sup>a</sup>
12	7.00±2.87	7.00±2.87	7.00±2.87	7.60±2.58	7.15±0.30 <sup>b</sup>
Mean	8.45±0.97 <sup>a</sup>	8.50±1.00 <sup>a</sup>	8.50±1.00 <sup>a</sup>	8.65±0.70 <sup>a</sup>	*

Numbers followed by the same letter were not significantly different ( $p<0.05$ )

(\*\*): There are interactions between storage durations and concentrations factor

(\*): There are no interactions between storage durations and concentrations factor



munculnya lendir pada suatu produk. Mikrob tersebut akan mengurai protein dan lemak, sehingga menyebabkan daya penahan air pada produk menurun.

## KESIMPULAN

Perlakuan terbaik ikan pindang layang dengan pelapis larutan kitosan 1% selama penyimpanan 12 hari dengan rata-rata nilai angka lempeng total, kadar air, pH dan susut bobot lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Perlu adanya penelitian yang lebih dalam terkait kombinasi pelapis kitosan dengan jenis kemasan untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Z. A., Lekahena, V. N., & Laitupa, I. W. (2024). Karakteristik sensori dan mikrobiologi ikan cakalang asap pada penyimpanan suhu ruang menggunakan kemasan vakum. *Jurnal Biosainstek*, 6(1), 61-75. <https://doi.org/10.52046/biosainstek.v6i1.1831>
- Alinti, Z., Timbowo, S. M., & Mentang, F. (2017). Kadar air, pH, dan kapang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis* L.) asap cair yang dikemas vakum dan non vakum pada penyimpanan dingin. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 6(1), 6-13. <https://doi.org/10.35800/mthp.6.1.2018.16851>
- Alparis, A. (2015). Kajian kemunduran mutu ikan jelawat (*Leptobarbus Hoevenii*) segar dengan perendaman dalam larutan kitosan. [Disertasi]. Universitas Riau
- Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasai, N. L., Sedamawati, S., & Budiyo. (1989). Analisis Pangan: Petunjuk Laboratorium. PAU pangan dan Gizi IPB.
- Arifin, M. H., Suyatma, N. E., & Indrasti, D. (2022). Karakterisasi kitooligosakarida yang didepolimerisasi dengan metode berbeda dan kajiannya sebagai *active film*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(1), 18-33. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v25i1.39632>
- Arini, L. D. D. (2017). Faktor-faktor penyebab dan karakteristik makanan kadaluarsa yang berdampak buruk pada kesehatan masyarakat. *JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan UNISRI)*, 2(1), 15-24. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v2i1.1531>
- Arista, Y. L. V., Witono, Y., & Fauzi, M. (2021). Kadar air dan nilai pH pindang tongkol terawetkan serbuk biji picung (*Pangium edule* reinw) dan garam selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Ilmu Pertanian (JIPANG)*, 3(1), 20-26. <https://doi.org/10.36526/jipang.v3i1.2665>
- Asni, A., Kasmawati, K., Ernaningsih, E., & Tajuddin, M. (2022). Analisis penanganan hasil tangkapan nelayan yang didaratkan di tempat pendaratan Ikan Beba Kabupaten Takalar. *Journal of Indonesian Tropical Fisheries (joint-fish): Jurnal Akuakultur, Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap dan Ilmu Kelautan*, 5(1), 40-50. <https://doi.org/10.33096/joint-fish.v5i1.96>
- Astawan, M. (2015). Kombinasi kemasan vakum dan penyimpanan dingin untuk memperpanjang umur simpan tempe bacem. *Jurnal Pangan*, 24(2), 125-134.
- [Badan Pusat Statistik] Badan Pusat Statistik Indonesia. (2024). Statistik Pendaratan Ikan Tradisional 2023. <https://www.bps.go.id/id/publication/2024/11/07/d7e58f7f448360d064ef110f/statistik-pendaratan-ikan-tradisional-2023.html>
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (2006). SNI 01-2346-2006. Petunjuk Pengujian Organoleptik atau Sensori.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (2015a). SNI 2354.2-2015. Cara Pengujian Kimia-Bagian 2: Pengujian Kadar Air pada Produk Perikanan.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (2015b). SNI 2332.3:2015. Cara Uji Mikrobiologi-Bagian 3: Penentuan Angka lempeng total (ALT) pada Produk Perikanan.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (2017). SNI 2717:2017. Ikan Pindang.
- Barbosa, J. R., da Silva, S. B., da Silva Martins, L. H., Bezerra, F. W. F., Freitas, L. C., Ferreira, M. C. R., & de Carvalho Junior, R. N. (2021). Microbial degradation of food products. *Recent Advances in Microbial Degradation*, 155-172.
- Confederat, L. G., Tuchilus, C. G., Dragan, M., Sha'at, M., & Dragostin, O. M. (2021).

- Preparation and antimicrobial activity of chitosan and its derivatives: A concise review. *Molecules*, 26(12), 1-17. <https://doi.org/10.3390/molecules26123694>
- Dalle, D., Natsir, H., & Dali, S. (2021). Analisis *Total Volatile Base* (TVB) dan uji organoleptik nugget ikan dengan penambahan kitosan 2,5%. *Indonesian Journal of Chemical Analysis (IJCA)*, 4(1), 1-10.
- Darmawati, E., & Putri, I. N. (2024). Coating application of corn starch and red galangal to extend the shelf life of chrysanthemum flowers (*Chrysanthemum morifolium*). *Journal of Agricultural Engineering/Jurnal Keteknik Pertanian*, 12(3), 376-392.
- Dewi, Y. A., Isamu, K. T., & Suwarjoyowirayatno. (2021). Pengaruh penggunaan kemasan vakum dan non vakum pada penyimpanan ikan tembang (*Sardinella fimbrita*) asap yang diproduksi di Desa Lalimbue, Kecamatan Kapoiala, Kabupaten Konawe. *Jurnal Fish Protech*, 4(2), 130-140. <http://dx.doi.org/10.33772/jfp.v4i2.21753>
- Durrani, R. H., Akhtar, F., Sheikh, A. A., Maqbool, M., Kokab, A., Imtiaz, K., & Riaz, M. I. (2021). Effects of storage temperature on the microbiological quality of fish meat from two different managemental systems. *Pakistan Journal of Zoology*, 53(4), 1579-1582. <https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20190503070517>
- Eris, F. R., Sumartin, N. L. D. D., Nurmayulis, N., & Kartina, K. (2023). Pengaruh jenis plastik dan metode pengemasan terhadap kualitas selada selama penyimpanan. *AGROLOGIA: Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*, 12(2), 193-205.
- Fadhli, M. L., Romadhon, R., & Sumardianto, S. (2020). Karakteristik sensori pandang ikan kembung (*Rastrelliger* sp.) dengan penambahan garam bledug kuwu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 2(1), 1-9. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2020.8082>
- Fahrizal, F., & Patria, A. (2019). Pengaruh Edible Coating dari Kitosan dengan Konsentrasi Berbeda Terhadap Keumamah selama Masa Penyimpanan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(1), 538-546. DOI:10.17969/JIMFP.V4I1.6566
- Fauzi, A., Surti, T., & Rianingsih, L. (2016). Efektivitas daun teh (*Camellia sinensis*) sebagai antioksidan pada fillet ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) selama penyimpanan dingin. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 5(4), 1-10.
- Fitriani, R., & Amilia, S. (2023). Produksi pemindangan ikan tongkol variasi konsumsi olahan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat Gampong Aceh Kabupaten Aceh Timur. *Nawadeepa: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(3), 96-103. <https://doi.org/10.58835/nawadeepa.v2i3.215>
- Goñi, S. M., & Salvadori, V. O. (2017). Color measurement: comparison of colorimeter vs. computer vision system. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11, 538-547. <https://doi.org/10.1007/s11694-016-9421-1>
- Gustini, S. K., & Yanti, A. H. (2014). Kualitas ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) setelah perendaman dalam kitosan ditinjau dari aspek mikrobiologi dan organoleptik. *Protobiont*, 3(2). <https://doi.org/10.26418/protobiont.v3i2.5516>
- Hadi, A. P., & Sulthoniyah, S. T. M. (2020). Kajian mutu ikan pindang tongkol (*Euthynnus affinis*) dengan teknik pengemasan vakum pada penyimpanan suhu dan lama waktu yang berbeda. *Jurnal Lemuru*, 2(2), 37-53. <https://doi.org/10.36526/lemuru.v2i2.1267>
- Hanafiah, M., Faisal, M., & Machdar, I. (2018). Potensi pemanfaatan kitosan termodifikasi asap cair sebagai bahan *edible coating* anti mikrob untuk pengawetan daging. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 7(2), 6-11. <https://doi.org/10.32734/jtk.v7i2.1639>
- Harjanti, R. S. (2014). Kitosan dari limbah udang sebagai bahan pengawet ayam goreng. *Jurnal Rekayasa Proses*, 8(1), 12-19.
- Hasibuan, M., Zulkarnain, Z., Cahyani, T. M., & Suradi, S. (2023). Pengaruh lama



- penyimpanan pada suhu 50°C terhadap kualitas fish ball patin pada kemasan vakum dan nonvakum. *Selodang Mayang: Jurnal Ilmiah Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Indragiri Hilir*, 9(1), 31-37. <https://doi.org/10.47521/selodangmayang.v9i1.284>
- Hastarini, E., Indah, R., & Yadi, H. (2014). Characterization of pelled vannamei shrimp with addition of chitosan-based edible coating and lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) extract during storage. *JPB Perikanan*, 9(2), 175-184.
- Himmah, E. F., Widyarningsih, M., & Maysaroh, M. (2020). Identifikasi kematangan buah kelapa sawit berdasarkan warna RGB dan HSV menggunakan metode K-Means Clustering. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 6(2), 193-202. <https://doi.org/10.34128/jsi.v6i2.242>
- Izzah, A. N., Nurtiana, W., Ningrum, M. A., Anggraeni, S., Nugroho, I., Hasanah, A. S., & Febriyani, R. (2024). Effect of beef treatment at different temperatures on myoglobin changes: a brief review. *Journal of Tropical Food and Agroindustrial Technology*, 5(01), 1-8.
- Indrayati, F., Utami, R., & Nurhartadi, E. (2013). Pengaruh penambahan minyak atsiri kunyit putih (*Kaempferia rotunda*) pada edible coating terhadap stabilitas warna dan pH fillet ikan patin yang disimpan pada suhu beku. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(4), 26-31.
- Jannah, M., Handayani, B. R., Dipokusumo, B., & Werdiningsih, W. (2018). Peningkatan mutu dan daya simpan ikan pindang kuning "pindang rumbuk" dengan perlakuan lama sterilisasi. *Pro Food*, 4(1), 311-323. <https://doi.org/10.29303/profood.v4i1.80>
- Lima, M. D. M., Carneiro, L. C., Machado, M. R. G., Dias, A. R. G., Zavareze, E. D. R., Prentice, C., & Moreira, A. D. S. (2020). Application of films based on chitosan and xanthan gum in refrigerated fish conservation. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 63, 1-10. <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2020190046>
- Kusnandar, F., Khonza, M., & Budijanto, S. (2017). Perubahan mutu beras analog jagung selama penyimpanan dan penentuan umur simpannya dengan metode arrhenius. *Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality*, 4(2), 51-58.
- Maflahah, Q.A., & Rahman, A. (2016). Pengaruh jenis pengemas dan lama penyimpanan terhadap mutu produk nugget gembus. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 10(2), 71-76. [doi:https://doi.org/10.21107/agrointek.v10i2.2468](https://doi.org/10.21107/agrointek.v10i2.2468)
- Maligan, J. M., Nuraini, N., Widyadhana, D. R., Bihanda, Y. G., & Sari, Y. A. (2021). Aplikasi smart nutrition box untuk analisis kehilangan zat gizi pada sisa makanan di kantin Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. In Seminar Nasional Teknologi Pangan.
- 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>
- Mardyaningsih, M., Leki, A., & Rerung, O. D. (2014). Pembuatan kitosan dari kulit dan kepala udang laut perairan kupang sebagai pengawet ikan teri segar. *Jurnal Rekayasa Proses*, 8(2), 69-75.
- Metusalach, M., Kasmianti, K., & Jaya, I. (2014). Pengaruh cara penangkapan, fasilitas penangan dan cara penanganan ikan terhadap kualitas ikan yang dihasilkan. *Jurnal IPTEKS Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*, 1(1), 40-52. <https://doi.org/10.20956/jipsp.v1i1.59>
- Mulyadi, A. F., Pulungan, M. H., & Qayyum, N. (2017). Pembuatan edible film maizena dan uji aktifitas antibakteri (kajian konsentrasi gliserol dan ekstrak daun beluntas (*Pluchea indica* L.)). *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 5(3), 149-158.
- 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>
- Murtini, J. T., & Kusmarwati, A. (2006). Pengaruh perendaman cumi cumi segar dalam larutan kitosan terhadap daya awetnya selama penyimpanan pada suhu kamar. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 1(2), 157-161. <http://dx.doi.org/10.15578/jpbkp.v1i2.399>
- Naiu, A. S., Mile, L., & Rondonuwu, T. (2023). Pengaruh konsentrasi larutan edible coating kitosan-air kelapa dan lama penyimpanan terhadap fillet ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*). *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 11(1), 1-10. <https://doi.org/10.35800/mthp.11.1.2023.43322>
- Novitarianti, N., Aminah, A., & Alimuddin, S. (2023). Pengaruh pelapisan agar dan jenis kemasan terhadap sifat fisik dan kimia buah cabai merah besar (*Capsicum annuum* L.). *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Pertanian*, 4(3), 289-298.
- Nurdiani, R., Jaziri, A. A., & Jatmiko, Y. D. (2020). Peningkatan keamanan pangan dan kualitas organoleptik ikan asap khas desa karangsari tuban melalui induksi pengemas vakum. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(1), 35-40.
- Nurilmala, M., Nurjanah, N., Fatriani, A., Indarwati, A. R., & Pertiwi, R. M. (2022). Kemunduran mutu ikan baronang (*Siganus javus*) pada penyimpanan suhu chilling. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 12(1), 93-101. <https://doi.org/10.24319/jtpk.12.93-101>
- Pandit, I. G. S., & Permatananda, P. A. N. K. (2022). Pengaruh pengemasan vakum terhadap mutu dan daya simpan pindang tongkol (*Auxis tharзад*, Lac.). *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi (Journal of Food Technology and Nutrition)*, 21(1), 19-31. <https://doi.org/10.33508/jtpg.v21i1.3177>
- Prasasty, E. A., & Anggreini, R. A. (2023). Aplikasi edible coating dari kitosan dan kunyit sebagai antimikrob terhadap komoditas ikan. In Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan.
- Rachmawati, S. (2016). Potensi ekstrak *Caulerpa racemosa* sebagai antibakteri pada fillet ikan bandeng (*Chanos chanos*) selama penyimpanan dingin. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 5(1), 71-78.
- Rahmat, S., & Tamarin, B. M. (2017). Pengaruh penambahan kitosan dan lama penyimpanan bakso ikan tongkol (*Euthynnus affinis* C.) terhadap nilai organoleptik, kadar air dan jumlah bakteri. *Jurnal Sains dan Teknol Pangan*, 2(2), 444-457. <http://dx.doi.org/10.33772/jstp.v2i2.2610>
- Rahmawati, Z. N., Mulyani, R. I., & Utami, K. D. (2022). Pengaruh suhu dan waktu penyimpanan dengan masa simpan sosis ikan gabus (*Channa striata*) dan bayam merah (*Amaranthus* sp). *Formosa Journal of Science and Technology*, 1(6), 663-672. <https://10.0.218.119/fjst.v1i6.1558>
- Rauf, R. F., & Alamsyah, R. A. (2023). Pengaruh suhu pengeringan pada food dehydrator terhadap karakteristik psikokimia dan mutu hedonik asam mangga kering. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 9(2), 273-289. <https://doi.org/10.26858/jtp.v9i2.667>
- Ridwan, I. M. (2015). The effect of edible coating of chitosan on the quality of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets stored at low temperatures. [Disertasi]. Universitas Riau.
- Rokhima, I. (2014). Efektivitas perendaman ikan segar dalam larutan chitosan dari limbah cangkang udang terhadap sifat fisik ikan segar. *Unnes Journal of Public Health*, 3(3), 1-8.
- Saini, R. V., Vaid, P., Saini, N. K., Siwal, S. S., Gupta, V. K., Thakur, V. K., & Saini, A. K. (2021). Recent advancements in the technologies detecting food spoiling agents. *Journal of Functional Biomaterials*, 12(4), 1-30. <https://doi.org/10.3390/jfb12040067>
- Sari, S. R., Baehaki, A., Lestari, S. D., & Arafah, E. (2020). Aktivitas antibakteri kitosan monosakarida kompleks sebagai penghambat bakteri patogen pada olahan



- produk perikanan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(3), 542-547. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i3.32717>
- Sinaga, A. S. (2019). Segmentasi ruang warna L\* a\* b. *Jurnal Mantik Penusa*, 3(1), 43-46.
- Siswanti, S., Aunillah, N. F., Widowati, E., Atmaka, W., & Widowati, D. (2024). Pengaruh penambahan minyak asiri kulit jeruk manis pada *edible coating* kitosan terhadap kualitas filet ayam. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(8), 740-753. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v27i8.55251>
- Sitompul, A. J. W. S., & Zubaidah, E. (2017). Pengaruh jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap sifat fisik *edible film* kolang kaling (*Arenga pinnata*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 5(1), 13-25.
- Smith, S., & Seftiono, H. (2022). Pengaruh *coating* kitosan dengan penambahan antioksidan alami terhadap kualitas fisik dan mikrobiologi fillet ikan: kajian pustaka. *Jurnal Teknologi*, 14(2), 183-196. <https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.14.2.183-196>
- Suárez-Medina, M. D., Sáez-Casado, M. I., Martínez-Moya, T., & Rincón-Cervera, M. Á. (2024). The effect of low temperature storage on the lipid quality of fish, either alone or combined with alternative preservation technologies. *Foods*, 13(7), 1-27. <https://doi.org/10.3390/foods13071097>
- Sudarmadji, S.B., Haryono, H., & Suhardi, S. (1984). Prosedur Analisa untuk Bahan Pangan dan Pertanian. Liberty.
- Suharto, S., Purnamayati, L., & Arifin, M. H. (2024). Aplikasi *edible coating* karagenan dengan penambahan kunyit dan kitosan pada bandeng cabut duri. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(6), 511-525. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v27i6.52898>
- Sulistijowati, R., Ladja, T. J., & Harmain, R. M. (2020). Perubahan nilai pH dan jumlah bakteri Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) hasil pengawetan larutan Daun Matoa (*Pometia pinnata*). *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 8(2), 76-81. <https://doi.org/10.35800/mthp.8.2.2020.28589>
- Syahputra, N., Febri, S. P., Komariyah, S., Haser, T. F., & Aprita, I. R. (2023). Efektivitas pemberian kitosan pada pakan terhadap organoleptik ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budidaya Perairan*, 21(2), 408-415. <https://doi.org/10.32663/ja.v21i2.3783>
- Untari, D. S., Wibowo, T. A., & Pamungkas, I. W. (2023). Identifikasi kualitas kesegaran dan nilai keasaman (pH) ikan laut di Kota Metro Provinsi Lampung. *Jurnal Ilmiah AgriSains*, 24(3), 159-169. <https://doi.org/10.22487/jiagrisains.v24i3.2023.159-169>
- Wibawa, F., Sari, N., Hadi, T. S. N. S., & Haryati, S. (2023). Pengaruh karboksimetil kitosan terhadap aktivitas antibakteri *Staphylococcus aureus* pada sate bandeng selama penyimpanan suhu rendah. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 14(2), 190-197.
- Widia, I., Budana, I., & Gunadnya, I. (2023). Pengaruh penambahan berbagai variasi *coating* terhadap karakteristik mutu fillet ikan kakap putih (*Lates calcarifer* sp) selama penyimpanan dingin. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 12(2), 273-282. <https://doi.org/10.24843/JBETA.2024.v12.i02.p09>
- Wulandari, K., Sulistijowati, R., & Mile, L. (2015). Kitosan kulit udang vaname sebagai *edible coating* pada bakso ikan tuna. *The NIke Journal*, 3(3), 118-121. <https://doi.org/10.37905/.v3i3.1321>
- Yahya, K., Naiu, A. S., & Yusuf, N. (2015). Karakteristik organoleptik dodol ketan yang dikemas dengan *edible coating* dari kitosan rajungan selama penyimpanan suhu ruang. *The NIke Journal*, 3(3), 111-117. <https://doi.org/10.37905/.v3i3.1320>