



PENGARUH PENAMBAHAN COATING KITOSAN TERHADAP KUALITAS IKAN SALEM PINDANG (*Scomber japonicus*) YANG DIKEMAS VAKUM SELAMA PENYIMPANAN SUHU RUANG

[The Effect of Adding Chitosan Coating on the Quality of Vacuum-Packed Boiled Pacific Mackerel (*Scomber japonicus*) During Room Temperature Storage]

Muhammad Hauzan Arifin^{1*}, Lukita Purnamayati¹

¹Departemen Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang

*Email: hauzanarifin@lecturer.undip.ac.id (Telp: +6285711049548)

Diterima tanggal 27 Agustus 2024
Disetujui tanggal 22 September 2024

ABSTRACT

One of the processed fishery products is 'pindang' fish, which is typically sold without packaging. Vacuum packaging is an effective method to maintain the quality and safety of fishery products. However, 'pindang' fish packaged using this method usually does not last more than seven days; therefore, preservatives such as chitosan are needed. The aim of this study was to determine the optimal concentration of chitosan on the moisture content, weight loss, pH, total plate count (TPC), organoleptic quality, and pH in 'pindang' fish stored in vacuum packaging at room temperature. A factorial completely randomized design (CRD) was used in this study, including factors such as chitosan concentration and storage time. Statistical tests ANOVA and BNJ were employed to analyze parametric data, while Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests were used for non-parametric data. The results show that all test parameters in 'pindang' salmon were significantly affected by chitosan and storage duration. With the addition of 1% chitosan, 'pindang' salmon achieved the best results over 12 days, with a moisture content of 46.25%, weight loss of 20%, pH of 6.38, TPC of 7.6 log CFU/g, and an overall organoleptic interval of 5.66–7.44. Chitosan coating can maintain the quality of vacuum-packaged 'pindang' Pacific mackerel but cannot suppress TPC values beyond the first day of storage at room temperature.

Keywords: Chitosan, Pacific mackerel, Storage, Vacuum packaging.

ABSTRAK

Salah satu produk olahan perikanan adalah pindang ikan, yang biasanya dijual tanpa kemasan. Pengemasan vakum adalah salah satu metode pengemasan yang efektif untuk menjaga kualitas dan keamanan produk perikanan. Pindang ikan yang dikemas dengan metode ini biasanya tidak bertahan lebih dari 7 hari, jadi diperlukan bahan pengawet seperti kitosan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan konsentrasi kitosan yang optimal terhadap nilai kadar air, susut bobot, pH, total plate count (TPC), kualitas organoleptik, dan pH dalam pindang ikan yang disimpan dalam kemasan vakum yang disimpan pada suhu ruang. Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial digunakan dalam penelitian ini, bersama dengan faktor konsentrasi kitosan dan waktu penyimpanan. Uji statistik ANOVA dan BNJ digunakan untuk menganalisis data parametrik. Kruskal-Wallis dan Mann-Whitney digunakan untuk menganalisis data non-parametrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua parameter uji pada ikan salem pindang secara nyata dipengaruhi oleh kitosan dan durasi penyimpanan. Dengan penambahan 1% kitosan, ikan salem pindang mencapai hasil terbaik selama 12 hari dengan kadar air 46,25%; susut bobot 20%; pH 6,38; TPC 7,6 log CFU/g; dan selang interval organoleptik umum 5,66–7,44. Selama 12 hari penyimpanan. Coating kitosan dapat mempertahankan kualitas dan ikan salem pindang yang dikemas vakum, tetapi tidak dapat menekan nilai TPC lebih dari hari pertama penyimpanan di suhu ruang.

Kata kunci: Coating, Kitosan, Ikan salem, Penyimpanan, Pengemasan vakum.



PENDAHULUAN

Ikan salem, yang dikenal dengan nama ilmiah *Scomber japonicus*, memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan di Indonesia. Ikan ini memiliki nilai gizi tinggi, seperti kandungan protein, asam lemak omega-3, serta berbagai vitamin dan mineral, yang menjadikannya sumber pangan yang sehat (Saputri 2020). Ikan salem pindang adalah salah satu olahan tradisional yang populer di Indonesia, di mana ikan salem diproses melalui metode pindang, yaitu pengawetan dengan cara merebus ikan bersama garam dan rempah-rempah. Proses ini memberikan rasa gurih dan nikmat pada ikan dan juga sebagai saran proses pengolahan tradisional sederhana yang dapat meningkatkan nilai tambah ikan (Telaumbanua dan Putri 2012).

Meskipun sudah diolah, proses pengemasan pindang yang hanya diletakkan di besek membuat umur simpan pindang cenderung singkat Tujuan dari proses pindangan bukan untuk mengawetkan karena pindang ikan hanya bertahan kurang dari 12 jam hari di suhu ruang (Hanidah *et al.* 2018). Salah satu faktor yang dapat menyebabkan ikan pindang menjadi mudah rusak adalah pindang ikan yang tidak dikemas dengan baik dan berada di lingkungan yang tidak bersih karena pada umumnya pemasaran ikan pindang biasanya tidak dikemas dan hanya diletakkan di wadah seperti reyeng atau besek. Kurangnya penerapan sanitasi dan higiene yang baik tentu dapat menyebabkan kontaminasi pada produk pangan (Widyartini *et al.* 2020). Salah satu jenis kemasan yang dapat meminimalisir potensi kontaminasi adalah kemasan vakum.

Kemasan makanan vakum adalah teknik pengemasan di mana udara di dalam kemasan dihilangkan sebelum penyegelan. Proses ini membantu memperpanjang umur simpan produk makanan dengan mengurangi oksidasi dan pertumbuhan mikroorganisme yang menyebabkan kerusakan (Kumar *et al.* 2014). Prinsip dasar dari kemasan vakum dalam mengawetkan pangan adalah dengan menghilangkan udara, terutama oksigen, dari dalam kemasan sebelum penyegelan. Oksigen adalah salah satu faktor utama yang menyebabkan oksidasi dan mendukung pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur, yang dapat menyebabkan kerusakan pada makanan. Dengan mengurangi atau menghilangkan oksigen, kemasan vakum memperlambat proses oksidasi, mencegah pertumbuhan mikroorganisme aerobik, dan menjaga kualitas serta kesegaran makanan lebih lama (Narasimha *et al.* 2002).

Penggunaan kemasan vakum pada pindang ikan telah banyak dilakukan, namun pindang ikan bertahan kurang dari 7 hari setelah dikemas pada suhu ruang. Penelitian yang dilakukan oleh Pandit (2022) mendapatkan hasil pindang tongkol yang dikemas vakum dapat bertahan sampai hampir 7 hari dan memiliki nilai penerimaan konsumen yang lebih baik dibandingkan dengan pindang tongkol yang dikemas non vakum. Untuk itu diperlukan adanya formulasi selain pengemasan dalam memperpanjang umur simpan pangan, salah satunya dengan aplikasi coating dari kitosan. Coating makanan dengan kitosan adalah teknik pengawetan yang menggunakan



kitosan, suatu polisakarida yang diekstrak dari cangkang krustasea seperti udang dan kepiting, sebagai lapisan pelindung pada permukaan makanan. Kitosan memiliki sifat antimikroba, antioksidan, dan dapat membentuk lapisan film yang fleksibel namun kuat, sehingga efektif dalam memperpanjang umur simpan dan menjaga kualitas makanan (Kumar *et al.* 2020). Penambahan coating kitosan pada ikan pindang yang dikemas vakum diduga dapat menambah umur simpannya jika disimpan pada suhu ruang. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formulasi coating kitosan terbaik dalam menjaga kualitas ikan salem pindang selama masa penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan ikan pindang adalah ikan salem, garam, kitosan dan air. Bahan lain yang digunakan untuk melarutkan kitosan adalah asam asetat (teknis) dan media Nutrien agar (Merck) dan aquades. Untuk keperluan pengemasan vakum, jenis plastik yang digunakan adalah plastik PP.

Tahapan Penelitian

Pengolahan Pindang Ikan dan Aplikasi Kitosan (Fadhli *et al.* 2020)

Proses pembuatan ikan pindang dilakukan dengan merebus ikan salem dalam larutan garam 10% selama 30 menit. Ikan pindang yang telah diproses setelah itu ditiriskan dan direndam dengan larutan kitosan dengan konsentrasi 0,5%, 0,75%, dan 1% selama 3 menit. Setelah proses perendaman, ikan pindang kemudian dikeringkan dengan menggunakan alat dehydrator selama 1 jam dengan suhu 60°C dan kemudian dikemas dalam plastik jenis PP yang kemudian divakum. Ikan pindang kemudian disimpan dan dilakukan pengujian selama 1, 4, 8, dan 12 hari.

Pembuatan Larutan Kitosan

Asam asetat murni 5 mL dicampurkan secara homogen dengan 995 mL aquades untuk menghasilkan larutan asam asetat encer. Kemudian, kitosan dalam bentuk bubuk sebanyak 2 gram, 3 gram, dan 4 gram diaduk ke dalam 400 mL larutan asam asetat 1% menggunakan pengaduk magnetik pada hot plate stirrer. Proses pengadukan ini berlangsung selama 1 jam pada suhu 100°C agar tercapai homogenitas yang optimal.

Analisis Kadar Air (BSN 2015)

Pengujian dimulai dengan mengeringkan cawan kosong dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam hingga beratnya stabil. Setelah itu, cawan petri didinginkan dalam desikator selama 30 menit sebelum ditimbang (A). Selanjutnya, sebanyak 2 gram sampel (B) dimasukkan ke dalam cawan, lalu sampel beserta cawan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C hingga beratnya stabil selama 16-24 jam. Setelah pengeringan,



sampel didinginkan kembali dalam desikator selama 30 menit sebelum ditimbang (C). Rumus perhitungan kadar air kemudian dapat dihitung:

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

Dengan :

A : berat cawan kosong (g)

B : berat cawan + sampel awal (g)

C : berat cawan + sampel kering (g).

Analisis Susut Bobot (Heldman 2018)

Prinsip dasar dalam pengujian susut bobot adalah dengan menimbang sampel. Penimbangan dilakukan pertama kali sebelum proses penyimpanan dimulai, dan hasilnya digunakan sebagai bobot awal. Penimbangan ulang dilakukan pada hari pertama penyimpanan, kemudian dilanjutkan secara berkala hingga hari ke-12. Data penimbangan yang terkumpul kemudian dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\text{"Susut Bobot"} = \frac{\text{"Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{"Bobot awal}} \times 100\%$$

Analisis Derajat Keamanan (pH) (Lightfood dan Maier 1998)

Pengujian pH dilakukan dengan menggunakan pH meter. Sampel terlebih dahulu dihaluskan menggunakan mortar, kemudian dicampur dengan larutan aquades yang telah disiapkan sebelumnya dengan perbandingan 3:4. Setelah itu, pH meter dimasukkan ke dalam sampel yang sudah dilarutkan. Nilai yang ditampilkan pada pH meter merupakan hasil akhir dari pengujian tersebut.

Analisis Total Plate Count Anaerob (BSN 2015)

Pengujian TPC dilakukan sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam (BSN, SNI 2332.3:2015). Sebanyak 6 ml hingga 7 ml media PCA dituangkan ke dalam cawan petri steril, lalu segera dilakukan penyebaran secara merata dan cepat. Setelah media agar mengeras, 1 ml sampel yang telah dihomogenkan dengan Peptone water dari setiap pengenceran ditempatkan di bagian tengah cawan petri. Kemudian, sebanyak 15 ml Thioglycolate Agar dituangkan ke dalam cawan petri, dicampur dengan baik, dan diputar dengan hati-hati. Cawan tersebut kemudian diinkubasi dalam posisi tegak di dalam anaerob jar dan ditempatkan di inkubator pada suhu 45°C selama 48 jam untuk bakteri termofilik. Setelah inkubasi, jumlah koloni yang tumbuh dihitung menggunakan alat colony counter, dengan batasan koloni yang dihitung antara 25-250.

Analisis Organoleptik (BSN 2006)

Uji organoleptik dilaksanakan sesuai dengan standar (BSN, SNI 01-2346-2006). Pengujian ini melibatkan 30 panelis yang menggunakan lembar penilaian (scoresheet) sebagai alat ukur. Lembar tersebut mencantumkan skala penilaian dari 3 hingga 9, di mana angka 3 mewakili kualitas ikan pindang terendah, sedangkan angka 9



menunjukkan kualitas tertinggi. Karena uji organoleptik bersifat subjektif, hasil penilaian akan bervariasi antar panelis, tergantung persepsi dan preferensi masing-masing.

Analisis Data

Data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan SPSS versi 16, di mana uji normalitas dan homogenitas digunakan sebagai langkah awal untuk menentukan apakah data memenuhi syarat analisis parametrik. Jika hasil menunjukkan $P > 5\%$, maka dilakukan uji ANOVA untuk menilai pengaruh perlakuan. Jika hasil ANOVA menunjukkan $P < 5\%$, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk mengidentifikasi perbedaan antar perlakuan. Untuk data yang tidak memenuhi asumsi parametrik, uji Kruskal-Wallis digunakan untuk mengevaluasi dampak perlakuan. Jika hasilnya $P < 5\%$, maka uji Mann-Whitney akan diterapkan guna menentukan perbedaan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Kandungan air adalah salah satu faktor penting dalam produk perikanan, seperti ikan pindang. Tingkat air dalam suatu bahan dapat mempengaruhi kualitas bahan tersebut. Ikan salem pindang yang telah dilapisi dan dikemas vakum dapat dilihat pada Gambar 1. Nilai rata-rata kadar air pada ikan salem pindang dalam kemasan vakum dengan penambahan kitosan sebesar 0%, 0,5%, 0,75%, dan 1% selama 12 hari, tercantum dalam Tabel 1.

Nilai kadar air terendah pada hari pertama adalah sampel K yaitu 49,56% dan nilai kadar air tertinggi adalah pada perlakuan A yaitu 55,31% sedangkan pada hari ke-12 sampel dengan nilai kadar air terendah adalah C yaitu 46,25% dan kadar air paling tinggi adalah K yaitu 56,94%. Tingginya nilai kadar air sampel yang diaplikasikan kitosan pada hari pertama diduga karena dampak dari proses pengaplikasian coating dengan metode pencelupan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan nyata pada faktor konsentrasi kitosan sebagai coating dan tidak ada perbedaan nyata pada lama waktu penyimpanan. Proses penyimpanan cenderung menginisiasi air bebas akibat proses kemunduran mutu baik secara mikrobiologis maupun enzimatik.

Penambahan kitosan sebagai bahan pelapis diketahui dapat membantu menjaga kadar air pada daging selama penyimpanan (Yaghoubi *et al.* 2021). Proses ini terjadi dengan cara gugus polar yaitu ion H^+ bebas dari kitosan membantu mengikat air yang bebas selama proses penyimpanan sehingga dapat mengurangi jumlah air bebas yang terbentuk akibat aktivitas enzimatik daging yang melepas air selama proses penyimpanan (Afgani *et al.* 2023). Beberapa penelitian juga menyebutkan bahwa *coating* kitosan mampu menekan jumlah air.



(A)



(B)



(C)



(D)

Gambar 1 Ikan Salem Pindang Yang Telah Dilapisi Dan Dikemas (A) 0% Kitosan (B) 0,5% Kitosan (C) 0,75% Kitosan (D) 1% Kitosan

Tabel 1. Kadar Air Ikan salem pindang Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (hari)	Kadar Air (%)			
	K	A	B	C
H1	49,56 ± 0,08 ^{Aa}	55,31 ± 0,35 ^{Ab}	54,04 ± 1,90 ^{Aab}	52,70 ± 0,69 ^{Aab}
H4	53,59 ± 0,41 ^{Aab}	52,56 ± 0,67 ^{Aa}	55,33 ± 1,42 ^{Ab}	52,46 ± 0,10 ^{Aa}
H8	54,64 ± 0,19 ^{Ab}	52,22 ± 0,67 ^{Aab}	52,63 ± 3,77 ^{Aab}	48,27 ± 0,10 ^{Aa}
H12	56,94 ± 0,58 ^{Ab}	47,96 ± 5,75 ^{Aa}	50,43 ± 1,90 ^{Aab}	46,25 ± 0,38 ^{Aa}

Keterangan:

K: 0% Kitosan; A: 0,5% Kitosan; B: 0,75% Kitosan; C: 1% Kitosan

Perbedaan huruf superscript kapital menandakan adanya perbedaan pengaruh lama penyimpanan (P<0.05)

Perbedaan huruf superscript kecil menandakan adanya perbedaan pengaruh konsentrasi kitosan (P<0.05)

Pengemasan vakum secara signifikan mempengaruhi kadar air dalam makanan dengan mengurangi tingkat kelembapan dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme penyebab kerusakan, terutama mikroorganisme aerob yang bertanggung jawab atas timbulnya bau tak sedap, lendir, dan perubahan tekstur. Pengemasan vakum mengurangi kadar air dalam makanan dengan menghilangkan udara di sekitar produk, yang mengurangi risiko penyerapan kelembapan dari lingkungan sekitar (Rocha *et al.* 2003). Dengan menurunkan kadar oksigen, pengemasan vakum mencegah pertumbuhan mikroorganisme, terutama yang berjenis aerob yang memerlukan oksigen untuk berkembang biak, sehingga mengurangi risiko kerusakan pada makanan (Chetti *et al.*



2014). Kemasan plastik polipropilena (PP) memiliki dampak signifikan terhadap kadar air dalam makanan, terutama dalam hal menjaga kualitas dan masa simpan produk. Plastik polipropilena memiliki sifat penghalang yang baik terhadap kelembapan, yang membantu mengurangi kehilangan atau penyerapan air dari makanan yang dikemas. Hal ini penting untuk menjaga stabilitas tekstur dan kualitas produk (Ibadullah *et al.* 2019).

Susut Bobot

Susut bobot adalah salah satu indikator yang bisa digunakan untuk menilai kesegaran ikan. Susut bobot berkaitan dengan kadar air yang terdapat dalam bahan. Semakin lama waktu penyimpanan, penurunan bobot suatu bahan akan semakin besar, menyebabkan adanya diferensiasi bobot bahan sebelum dan sesudah penyimpanan. Rata-rata hasil penurunan berat pada ikan salem pindang yang dikemas secara vakum dengan penambahan kitosan sebanyak 0%; 0,5%; 0,75%; dan 1% selama 12 hari dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Susut Bobot Ikan salem pindang Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (hari)	Susut Bobot (%)			
	K	A	B	C
H1	20,30 ± 4,10 ^{Ac}	9,93 ± 2,94 ^{Ab}	10,92 ± 2,70 ^{Ab}	4,18 ± 0,06 ^{Aa}
H4	28,10 ± 11,8 ^{Bb}	28,32 ± 0,60 ^{Bb}	15,70 ± 4,75 ^{Ba}	11,18 ± 1,59 ^{Ba}
H8	27,76 ± 8,83 ^{Bb}	29,01 ± 0,40 ^{Bb}	16,39 ± 4,06 ^{Ba}	14,65 ± 1,65 ^{Ba}
H12	32,25 ± 7,21 ^{Bb}	30,49 ± 8,12 ^{Bb}	20,07 ± 1,40 ^{Ba}	20,00 ± 0,57 ^{Ba}

Keterangan:

K: 0% Kitosan; A: 0,5% Kitosan; B: 0,75% Kitosan; C: 1% Kitosan

Perbedaan huruf superscript kapital menandakan adanya perbedaan pengaruh lama penyimpanan ($P < 0.05$)

Perbedaan huruf superscript kecil menandakan adanya perbedaan pengaruh konsentrasi kitosan ($P < 0.05$)

Nilai susut bobot paling tinggi pada penyimpanan hari ke-12 diperoleh juga oleh sampel kontrol yaitu 32,25% dan yang paling rendah adalah sampel dengan konsentrasi kitosan 1% yaitu 20,00%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyimpanan hari ke 1 memiliki perbedaan yang nyata dengan penyimpanan hari ke 4, 8 dan 12. Selain itu perlakuan konsentrasi kitosan 0 dan 0,5% memiliki hal yang berbeda nyata dengan konsentrasi kitosan 0,75% dan 1%. Semakin tinggi konsentrasi kitosan, semakin rendah susut bobot dari ikan salem pindang yang dikemas vakum. *Coating* dengan kitosan dapat membantu mengurangi susut bobot pada berbagai jenis daging, termasuk ikan, udang, dan daging sapi. *Coating* kitosan dengan konsentrasi 3% dapat mencegah penurunan bobot fillet ikan selama penyimpanan dengan bertindak sebagai penghalang fisik untuk mencegah penguapan air dari daging ikan (Smith dan Seftiono 2022). *Coating* kitosan berkontribusi pada pengurangan susut bobot dan juga mempengaruhi parameter kualitas lainnya, seperti tekstur, pH, dan kandungan padatan terlarut. Sebagai biopolimer, kitosan memiliki sifat hidrofobik yang membantu dalam mengurangi kehilangan air dari produk makanan. Sifat ini memungkinkan kitosan untuk menahan kelembapan di dalam makanan, sehingga mengurangi risiko keriput dan kehilangan tekstur (Amelia *et al.* 2023).



Semakin lama penyimpanan yang dilakukan menyebabkan nilai susut bobot semakin meningkat. Hal tersebut terjadi karena proses penyimpanan menyebabkan laju respirasi pada sampel semakin meningkat. Kemasan plastik PP 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 presentase susut bobot pada bahan tinggi (Johansyah dan Kusdiantini 2014). Ketika daging terekspos oksigen, terjadi reaksi antara oksigen dan mioglobin, yang menghasilkan oksimioglobin. Proses ini tidak hanya mempengaruhi warna daging tetapi juga dapat memengaruhi kualitas dan kestabilan daging selama penyimpanan. Oksidasi dapat menyebabkan kerusakan pada struktur protein dan lipid, yang berkontribusi pada kehilangan kelembaban dan peningkatan susut bobot (Rahayu 2009).

Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH merupakan salah satu indikator yang bisa digunakan untuk menilai kesegaran bahan pangan. Nilai pH dapat menjadi indikator kualitas bahan pangan karena berhubungan erat dengan kualitas bahan tersebut. Rata-rata nilai pH pada ikan salem pindang yang dikemas vakum dengan penambahan kitosan sebesar 0%; 0,5%; 0,75%; dan 1% selama 12 hari disajikan pada Tabel 3.

Table 3. Nilai pH Ikan salem pindang Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (hari)	pH			
	K	A	B	C
H1	5,56 ± 0,35 ^{Ac}	5,10 ± 0,19 ^{Abc}	5,42 ± 0,14 ^{Ab}	4,93 ± 0,22 ^{Aa}
H4	6,83 ± 0,33 ^{Bc}	6,69 ± 0,95 ^{Bbc}	6,32 ± 0,58 ^{Bb}	5,73 ± 0,27 ^{Ba}
H8	7,25 ± 0,22 ^{Bc}	6,87 ± 0,84 ^{Bb}	6,88 ± 0,99 ^{Bb}	6,04 ± 0,15 ^{Ba}
H12	7,77 ± 0,13 ^{Bc}	7,16 ± 1,95 ^{Bb}	7,05 ± 0,82 ^{Bb}	6,38 ± 0,23 ^{Ba}

Keterangan:

K: 0% Kitosan; A: 0,5% Kitosan; B: 0,75% Kitosan; C: 1% Kitosan

Perbedaan huruf superscript kapital menandakan adanya perbedaan pengaruh lama penyimpanan ($P < 0.05$)

Perbedaan huruf superscript kecil menandakan adanya perbedaan pengaruh konsentrasi kitosan ($P < 0.05$)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH dari sampel ikan salem pindang mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan. Nilai pH terendah pada hari pertama diperoleh pada kitosan dengan konsentrasi 1% sementara nilai pH tertinggi pada sampel control (0% kitosan) dengan nilai pH 5,56. Tren serupa diperoleh pada penyimpanan hari ke 12 dengan nilai pH 6,38 dan 7,77 pada perlakuan kitosan konsentrasi 1% dan kontrol 0%. Coating kitosan dapat menurunkan pH daging ikan selama penyimpanan. Penurunan pH ini sering kali disebabkan oleh sifat asam dari kitosan itu sendiri, yang membantu menciptakan lingkungan yang lebih asam di sekitar daging. Lingkungan asam ini dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan memperlambat proses pembusukan, sehingga memperpanjang umur simpan daging ikan (Ardhiansyah *et al.* 2024). Perhitungan data mengindikasikan perbedaan nyata pada faktor konsentrasi kitosan dan juga lama penyimpanan ikan salem pindang. Peningkatan nilai pH pada ikan dapat disebabkan oleh



beberapa faktor, termasuk aktivitas mikroba, enzim proteolitik, dan proses respirasi. Trimetilamin oksida (TMAO) yang terkandung dalam daging ikan dapat didegradasi oleh beberapa bakteri menjadi trimetilamin (TMA), yang merupakan senyawa yang bersifat basa. Perombakan ini juga dapat meningkatkan nilai pH (Sulistijowati *et al.* 2020). Aktivitas enzim katepsin dapat menghasilkan turunan asam amino yang bersifat basa. Pada fase post rigor, enzim katepsin akan menguraikan senyawa-senyawa yang bersifat volatil, yang dapat meningkatkan nilai pH ikan (Suhandan dan Nurhayati 2018).

Semakin 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. Konsentrasi yang optimal untuk aplikasi kitosan perlu dipertimbangkan untuk menghindari peningkatan pH yang tidak diinginkan. Penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi kitosan yang terlalu tinggi dapat meningkatkan nilai pH, tetapi konsentrasi yang lebih rendah mungkin tidak cukup efektif dalam menjaga stabilitas pH (Megsari dan Mutia 2019). Faktor lain yang dapat mempengaruhi stabilitas pH adalah metode aplikasi coating pada bahan. Metode celup umumnya lebih efektif dalam mempertahankan pH daging dibandingkan metode semprot, meskipun lebih boros dan memakan waktu. Karena lapisan yang lebih tebal dan lebih merata, metode celup lebih efektif dalam mempertahankan pH makanan. Lapisan kitosan yang tebal dapat memberikan perlindungan yang lebih kuat terhadap perubahan pH yang disebabkan oleh aktivitas mikroba (Sidik dan Marsigit 2022).

Total Plate Count (TPC) Anaerob

Penentuan *Total Plate Count* (TPC) pada pangan adalah salah satu uji mikrobiologi yang bertujuan untuk mengukur jumlah mikroorganisme yang mencemari bahan pangan. Uji ini penting karena mikroorganisme menjadi salah satu parameter kunci dalam menilai kualitas suatu bahan pangan. Hasil perhitungan TPC anaerob pada kitosan dengan konsentrasi 0%, 0,5%, 0,75%, dan 1% yang disimpan selama 12 hari pada suhu ruang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan TPC Ikan Salem Pindang

Lama Penyimpanan (hari)	Total Plate Count (log CFU/g)			
	K	A	B	C
H1	8,04 ± 1,10 ^{Ab}	3,75 ± 0,15 ^{Aa}	4,24 ± 0,94 ^{Aa}	4,90 ± 0,45 ^{Aa}
H4	8,86 ± 0,25 ^{Bb}	7,96 ± 0,36 ^{Ba}	7,56 ± 0,78 ^{Ba}	7,86 ± 0,30 ^{Ba}
H8	8,74 ± 0,40 ^{Bb}	7,98 ± 0,55 ^{Ba}	8,40 ± 0,15 ^{Ba}	6,93 ± 0,45 ^{Ba}
H12	8,60 ± 0,40 ^{Bb}	8,50 ± 0,30 ^{Ba}	8,25 ± 0,21 ^{Ba}	7,60 ± 0,33 ^{Ba}

Keterangan:

K: 0% Kitosan; A: 0,5% Kitosan; B: 0,75% Kitosan; C: 1% Kitosan

Perbedaan huruf superscript kapital menandakan adanya perbedaan pengaruh lama penyimpanan ($P < 0.05$)

Perbedaan huruf superscript kecil menandakan adanya perbedaan pengaruh konsentrasi kitosan ($P < 0.05$)



Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai TPC mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan ikan salem pindang. Nilai koloni terbesar pada hari pertama diperoleh pada sampel kontrol (0% kitosan) dengan nilai 8,04 log CFU/g dan nilai koloni terendah diperoleh pada sampel dengan konsentrasi kitosan 0,5% dengan nilai 3,75 log CFU/g. Selama penyimpanan, jumlah koloni meningkat secara signifikan berbeda mulai dari hari ke 4 sampai 12. Nilai koloni terbanyak pada penyimpanan hari ke 12 diperoleh sampel kontrol dengan nilai 8,60 log CFU/g dan nilai terendah pada sampel konsentrasi kitosan 1% dengan nilai 7,60 log CFU/g. Faktor penyimpanan secara nyata mempengaruhi jumlah koloni bakteri dari hari ke 4-12 dan konsentrasi kitosan juga mempengaruhi secara nyata jumlah koloni bakteri dari penerapan nilai konsentrasi 0,5-1%. Jumlah koloni sampel hari pertama yang diaplikasikan coating kitosan masih memenuhi standar maksimal nilai TPC pada ikan segar yaitu 5,7 log CFU/g (BSN 2015). Penyimpanan pada hari ke 4 sampai 12 menghasilkan nilai TPC yang sudah diluar batas standar SNI. Hasil yang diperoleh memiliki persamaan dengan penelitian yang dilakukan oleh Vatria *et al.* (2021) yang mendapatkan hasil fillet ikan kakap skinless yang dilapisi *coating* kitosan mengalami kenaikan koloni yang signifikan pada penyimpanan hari ke 4 dengan nilai yang sudah diluar batas SNI. Beberapa studi menunjukkan bahwa konsentrasi kitosan 1,5% hingga 2% memberikan hasil terbaik dalam hal penghambatan pertumbuhan bakteri. Misalnya, pada ikan patin, penggunaan kitosan 2% menunjukkan nilai TPC (Total Plate Count) yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol tanpa *coating* (Prasasty dan Anggreini 2023). Faktor lain yang mempengaruhi nilai TPC antara lain lama penyimpanan, suhu penyimpanan serta jenis kemasan yang digunakan.

Tingginya nilai TPC disebabkan karena sampel disimpan pada suhu ruang selama 12 hari. Selama penyimpanan, daging ikan mengalami perubahan fisik, kimia, dan mikrobiologi. Proses ini dapat mempercepat kemunduran mutu, yang ditandai dengan penurunan nilai organoleptik. Penurunan pH juga sering terjadi, yang menunjukkan bahwa ikan mulai mengalami pembusukan (Mardiah *et al.* 2022). Penelitian menunjukkan bahwa ikan dapat disimpan dengan baik pada suhu rendah. Ikan dapat bertahan selama 2 hari pada suhu 15-20°C, hingga 5-6 hari pada suhu 5°C, dan mencapai 9-14 hari pada suhu 0°C. Penyimpanan di bawah suhu tersebut dapat menghambat pertumbuhan mikroba dan proses biokimia yang merusak (Sitakar *et al.* 2016). Suhu ruang menunjang pertumbuhan mikroba yang tidak mati selama proses pemasakan pindang. Suhu ruang, yang berkisar antara 25°C hingga 28°C, merupakan suhu optimal untuk aktivitas pertumbuhan mikroba. Pada suhu ini, bakteri mesofil (yang tumbuh paling baik pada suhu 20-40°C) berkembang dengan cepat, yang dapat menyebabkan peningkatan jumlah total bakteri dalam makanan (Sipayung *et al.* 2022). Penggunaan kemasan plastik PP memang memiliki kelebihan dalam menahan air masuk dan keluar lingkungan, namun diketahui plastik PP memiliki permeabilitas oksigen yang cukup tinggi. Plastik PP memiliki permeabilitas oksigen yang lebih tinggi



dibandingkan dengan beberapa jenis plastik lainnya, seperti polyethylene (PE) dan polystyrene (PS). Dalam penelitian, nilai permeabilitas oksigen plastik PP tercatat sekitar 0,2472 cc/m²/jam, yang menunjukkan kemampuannya dalam membiarkan oksigen masuk ke dalam kemasan (Zulfah 2023). Permeabilitas oksigen pada plastik PP meningkat seiring dengan meningkatnya suhu. Hal ini berarti bahwa pada suhu yang lebih tinggi, kemampuan plastik PP untuk menahan oksigen berkurang, yang dapat berpengaruh pada umur simpan makanan yang dikemas (Hasbullah *et al.* 2018). Oksigen dapat mempercepat proses pembusukan pada bahan pangan. Hal ini karena mikroba aerobik seperti bakteri dan jamur dapat tumbuh lebih cepat dengan adanya oksigen, yang kemudian menyebabkan dekomposisi bahan pangan (Sulastri *et al.* 2022).

Organoleptik

Organoleptik merupakan salah satu parameter yang penting pada bidang pangan. Nilai organoleptik dapat dijadikan sebagai acuan tingkat penerimaan suatu produk oleh konsumen. Nilai selang kepercayaan organoleptik akan dikatakan baik apabila nilainya lebih dari 7. Hasil nilai organoleptik yang dideskripsikan sebagai rata-rata nilai overall dari parameter kenampakan, aroma, tekstur, lendir dan rasa dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Overall Nilai Organoleptik Ikan Salem Pindang

Lama Penyimpanan (hari)	Overall Nilai Organoleptik			
	K	A	B	C
H1	8,20 < μ < 8,70	8,14 < μ < 8,89	8,25 < μ < 8,77	8,46 < μ < 8,52
H4	7,16 < μ < 7,70	8,51 < μ < 8,79	7,86 < μ < 8,56	8,00 < μ < 8,90
H8	5,46 < μ < 6,32	6,78 < μ < 7,70	6,70 < μ < 7,46	6,97 < μ < 7,89
H12	4,86 < μ < 6,02	5,19 < μ < 7,05	5,26 < μ < 7,04	5,66 < μ < 7,44

Berdasarkan nilai selang kepercayaan, sampel kontrol pada hari ke-8 sudah mulai tidak layak untuk dikonsumsi karena nilai selang kepercayaannya sebesar 5,46 < μ < 6,32 yang nilainya kurang dari 7. Namun sampel dengan penambahan kitosan dari 0,5-1% mampu mempertahankan nilai organoleptik sampai lebih dari angka 7 bahkan sampai hari ke 12. Penggunaan kitosan sebagai edible coating dapat meningkatkan nilai organoleptik makanan dengan cara mempertahankan tekstur, mempertahankan mutu warna dan bau, serta meningkatkan daya tahan makanan (Ridwan *et al.* 2015).

KESIMPULAN

Konsentrasi kitosan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kadar air, susut bobot, pH dan juga TPC anaerob sementara lama waktu penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap susut bobot, pH dan juga TPC anaerob. Penambahan konsentrasi kitosan dan lama waktu penyimpanan yang berbeda berpengaruh terhadap kualitas ikan salem pindang (*Scomber japonicus*) yang dikemas vakum. Hasil terbaik aplikasi coating pada ikan salem pindang yang dikemas vakum yaitu penggunaan konsentrasi 1%. Hal ini terbukti dengan



kemampuan konsentrasi kitosan tersebut dalam mempertahankan kualitas ikan salem pindang yang dikemas vakum dengan nilai selama penyimpanan 12 hari pada parameter kadar air 46,25%; susut bobot 20%; pH 6,38; TPC 7,6 log CFU/g; dan selang interval overall organoleptik $5,66 < \mu < 7,44$. Variasi taraf nilai konsentrasi kitosan yang lebih tinggi sebagai coating serta penggunaan beberapa jenis kemasan yang lain dapat dipertimbangkan untuk mengeksplorasi potensi aplikasi coating pada ikan pindang guna mendapatkan formulasi yang dapat menekan angka TPC.

DAFTAR PUSTAKA

- Afgani, C.A., Hadi, S., Komarudin, N.A., Nuraisyah, A. and Isworo, R., 2023. Chitosan and Drying Temperature Optimization on the Quality of Bage Lemuru Fish using RSM Methods. *Asia Pacific Journal of Sustainable Agriculture, Food and Energy*, 11(1): 16-22. <https://doi.org/10.36782/apjsafe.v11i1.167>
- Amelia, A., Kusumiyati, K. and Farida, F., 2023. Analisis Kadar Air, Susut Bobot, dan Warna (L^* , a^* , dan b^*) pada Paprika Hijau (*Capsicum annum* var *Grossum*) dengan Jenis Edible Coating Berbeda. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 11(2): 294-301. <https://doi.org/10.35138/paspalum.v11i2.591>
- Ardhiansyah, H., Putri, R.D.A., Widyastuti, C.R., Astuti, W., Negoro, G.M., Situmorang, M.L. and Hamid, D.P.F., 2024. Aplikasi Edible Coating dari Limbah Kulit Udang dengan Aditif Asap Cair untuk Kemasan Sosis Sapi Antibakteri Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 13(1): 9-16. <https://doi.org/10.32734/jtk.v13i1.15484>
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI 01-2346-2006. Petunjuk Pengujian Organoleptika atau Sensori. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. SNI 2332.3:2015. Cara Uji Mikrobiologi-Bagian 3: Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) pada Produk Perikanan. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. SNI 2354.2-2015. Cara Pengujian Kimia-Bagian 2: Pengujian Kadar Air pada Produk Perikanan. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2017. SNI 2717:2017. Ikan Pindang. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Chetti, M.B., Deepa, G.T., Antony, R.T., Khetagoudar, M.C., Uppar, D.S. and Navalgatti, C.M., 2014. Influence of vacuum packaging and long-term storage on quality of whole chilli (*Capsicum annum* L.). *Journal of Food Science And Technology*, 51: 2827-2832. doi:10.1007/s13197-011-0241-3
- Fadhli, M. L., R. Romadhon dan S. Sumardianto. 2020. Karakteristik Sensori Pindang Ikan Kembung (*Restrelliger* sp.) dengan Penambahan Garam Bledug Kuwu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 2(1):1-9. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2020.8082>
- Hanidah, I.I., Santoso, M.B., Mardawati, E. and Setiasih, I.S., 2018. Pemberdayaan pengrajin "pindang cue" desa Jayalaksana melalui teknik pengemasan. *Dharmakarya: Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat I*, 7(1): 14-18.
- Heldman, D.R., Lund, D.B. and Sabliov, C. eds., 2018. *Handbook of food engineering*. CRC press. <https://doi.org/10.1201/9780429449734>
- Ibadullah, W.Z.W., Idris, A.A., Shukri, R., Mustapha, N.A., Saari, N. and Abedin, N.H.Z., 2019. Stability of fried fish crackers as influenced by packaging material and storage temperatures. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 7(2): 369-381. <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.7.2.07>



- Johansyah, A. and Kusdiantini, E., 2014. Pengaruh plastik pengemas low density polyethylene (LDPE), high density polyethylene (HDPE) dan polipropilen (PP) terhadap penundaan kematangan buah tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill). *Anatomi Fisiologi*, 22(1): 46-57. http://eprints.undip.ac.id/44489/1/5._AFRAZAK.pdf
- Kumar, P. and Ganguly, S., 2014. Role of vacuum packaging in increasing shelf-life in fish processing technology. *Asian Journal of Bio Science*, 9(1): 109-112. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20143227197>
- Kumar, S., Mukherjee, A. and Dutta, J., 2020. Chitosan based nanocomposite films and coatings: Emerging antimicrobial food packaging alternatives. *Trends in Food Science & Technology*, 97: 196-209. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.002>
- Lightfoot, N.F. and Maier, E.A. eds., 1998. *Microbiological analysis of food and water: Guidelines for quality assurance*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-82911-5.X5016-4>
- Mardiah, A., Karina, I. and Fitria, E.A., 2022. Uji Organoleptik Kesegaran Ikan Layang (*Decapterus*, sp) Selama Penanganan Suhu Dingin. *SEMAH Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Perairan*, 6(2): 97-111. <https://ojs.umbungo.ac.id/index.php/SEMAHJPSP/article/download/946/857>
- Megasari, R. and Mutia, A.K., 2019. Pengaruh lapisan edible coating kitosan pada cabai keriting (*Capsicum annum* L) dengan penyimpanan suhu rendah. *Journal of Agritech Science (JASc)*, 3(2): 118-127. DOI: <https://doi.org/10.30869/jasc.v3i2.389>
- Narasimha Rao, D. and Sachindra, N.M., 2002. Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products. *Food Reviews International*, 18(4), pp.263-293. <https://doi.org/10.1081/FRI-120016206>
- Pandit, I.G.S., 2022. The Effect of Vacuum Packaging on the Quality and Shelf Life of Pindang Cob Patches (*Auxis tharzad*, Lac). *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 21(1): 19-31. DOI: 10.33508/jtpg.v21i1.3177
- Prasasty, E.A. and Anggreini, R.A., 2023. Aplikasi Edible Coating dari Kitosan dan Kunyit sebagai Antimikroba terhadap Komoditas Ikan. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan*, 1(1): 49-58). <https://sntp.upnjatim.ac.id/fstproceeding/index.php/sntp/article/view/6/7>
- Rahayu, S., 2009. Sifat fisik daging sapi, kerbau dan domba pada lama postmortem yang berbeda (physical characteristics of beef, buffalo and lamb meat on different postmortem periods). *Buletin Peternakan*, 33(3): 183-189. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v33i3.115>
- Ridwan, I.M., Mus, S. and Karnila, R., 2015. The Effect of Edible coating of Chitosan on the Quality of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fillets Stored at Low Temperatures. Disertasi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau. https://jom.unri.ac.id/index.php/JOM_FAPERIKA/article/download/7165/6848
- Rocha, A.M., Coulon, E.C. and Morais, A.M., 2003. Effects of vacuum packaging on the physical quality of minimally processed potatoes. *Food Service Technology*, 3(2): 81-88. <https://doi.org/10.1046/j.1471-5740.2003.00068.x>
- Saputri, S.A., 2020. Pemanfaatan Tepung Ikan Salem Pada Spicy Salem Fish Pie Untuk Mendukung Gerakan Memasyarakatkan Makan Ikan (Gemarikan). *Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana*, 15(1). <http://journal.uny.ac.id/index.php/ptbb/article/download/35977/14692>
- Sidik, G. and Marsigit, W., 2022. Pengaruh kitosan sebagai edible coating terhadap mutu fisik dan kimia jeruk Rimau Gerga Lebong selama penyimpanan. *Jurnal Agroindustri*, 12(2): 72-85. DOI: 10.31186/j.agroind.12.2.72-85



- Sitakar, N.M., Jamin, F.A., Mahdi, M. and Zakiah, H.N.S., 2016. Pengaruh suhu pemeliharaan dan masa simpan daging ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada penyimpanan suhu-20°C terhadap jumlah total bakteri. Jurnal Medika Veterinaria, 10(2): 162-165. [10.21157/j.med.vet.v10i2.4387](https://doi.org/10.21157/j.med.vet.v10i2.4387)
- Smith, S. and 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://doi.org/10.24853/jurtek.14.2.183-196>
- Suhandana, M. and Nurhayati, T., 2018. Total Volatile Base, Glycogen, Cathepsin, and Water Holding Capacity of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) on Deterioration Phase. Marinade, 1(01): 27-35. DOI: [10.31629/marinade.v1i01.829](https://doi.org/10.31629/marinade.v1i01.829)
- Sulastris, E., Andriani, C., Zainudin, M., Wardhani, S., Astriani, M. and Ariyanto, E., 2022. Review: Peran Mikrobiologi Pada Industri Makanan. Indobiosains, 4 (1): 1-8. <https://doi.org/10.31851/indobiosains.v4i1.6444>
- Sulistijowati, R., Ladja, T.J. and 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>
- Telaumbanua, S. and Putri, H., 2012. Studi identifikasi kandungan formalin pada ikan pindang di pasar tradisional dan modern Kota Semarang. Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro, 1(2) :18775. <http://ejournals1.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Vatria, B., Primadini, V. and Novalina, K., 2021. Pemanfaatan limbah kulit udang sebagai edible coating chitosan dalam menghambat kemunduran mutu fillet ikan kakap skinless. Manfish Journal, 2(1): 174-182. <https://doi.org/10.31573/manfish.v1i03.307>
- Widyartini, N.P., Puryana, I.G.P.S. and Nanak Antarini, A.A., 2020. Tinjauan keamanan pangan dan hygiene sanitasi makanan tradisional di Kabupaten Tabanan. Meditory: The Journal of Medical Laboratory, 8(2): 76-84. <https://doi.org/10.33992/m.v8i2.1136>
- Yaghoubi, M., Ayaseh, A., Alirezalu, K., Nemati, Z., Pateiro, M. and Lorenzo, J.M., 2021. Effect of chitosan coating incorporated with *Artemisia fragrans* essential oil on fresh chicken meat during refrigerated storage. Polymers, 13(5):.716. <https://doi.org/10.3390/polym13050716>
- Zulfah, N.A. 2023. Pengaruh jenis kemasan plastik terhadap perubahan fisik, kimia dan organoleptik pada fillet gurame (*Osphronemus gouramy*) asap cair berbumbu selama penyimpanan. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Semarang. Semarang