

Pengaruh Coating Kitosan dan Minyak Atsiri Kemangi terhadap Angka Kapang dan Penerimaan Produk *Katsuobushi*

The Effect of Chitosan-Basil Essential Oil Coating on the Mold Number and Product Acceptability of Katsuobushi

Fadiya Furuujihim Rohsarifuddin^{1*}, Wahyu Tjahjaningsih², Eka Saputra², Sri Subekti², Sapto Andriyono², dan Dwitha Nirmala²

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Kampus C UNAIR Mulyorejo, Surabaya, 60115, Indonesia

²Departemen Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Kampus C UNAIR Mulyorejo, Surabaya, 60115, Indonesia

*Korespondensi penulis : fadiya.furuujihim.rohsarifuddin-2019@fpk.unair.ac.id

Diterima: 05 Juli 2023; Direvisi: 22 November 2023; Disetujui: 19 Desember 2023

ABSTRAK

Penelitian ini melakukan *coating* kitosan dengan penambahan minyak atsiri kemangi pada konsentrasi berbeda pada *katsuobushi* yang kemudian disimpan selama 14 hari penyimpanan suhu ruang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan minyak atsiri kemangi pada *coating* kitosan dalam menjaga mutu fisik, kimia, dan mikrobiologi *katsuobushi* selama penyimpanan suhu ruang. Perlakuan yang dilakukan meliputi: kontrol (tanpa *coating*), 1% kitosan (P1), 1% kitosan dan 1% minyak atsiri (P2), 1% kitosan dan 1,5% minyak atsiri (P3), dan 1% kitosan dengan 2% minyak atsiri (P4). Hasil analisis ANOVA angka kapang, Angka Lempeng Total (ALT), parameter kimiawi produk seperti kadar air, protein, dan lemak, hingga penerimaan sensori pada *katsuobushi* dengan *coating* kitosan dan minyak atsiri kemangi secara signifikan ($p < 0,05$) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan perlakuan *coating* kitosan saja setelah 14 hari penyimpanan suhu ruang. Perlakuan *coating* 1% kitosan dan 1% minyak atsiri kemangi menunjukkan karakteristik mutu *katsuobushi* terbaik, dengan angka kapang sebesar 29 kol/g, ALT 3,87 log kol/g, kadar air 13,1%, kadar protein 55,13%, kadar lemak 1,81%, serta rerata penerimaan kenampakan, aroma, tekstur, dan rasa masing-masing sebesar 3,43; 3,43; 3,57; dan 3,4. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan minyak atsiri kemangi pada *coating* kitosan mampu meningkatkan efektivitas kitosan dalam menghambat pertumbuhan mikroba dan menjaga mutu *katsuobushi* selama penyimpanan suhu ruang.

Kata Kunci : *katsuobushi*, minyak atsiri, kitosan, *edible coating*, aktivitas mikroba

ABSTRACT

This study evaluates the effect of chitosan coatings by adding basil essential oil at different concentrations on the quality of katsuobushi during 14 days of storage at room temperature. This study aimed to determine the effect of adding basil essential oil to chitosan coatings in maintaining katsuobushi's physical, chemical, and microbiological quality during room temperature storage. The treatments included control (without coating), 1% chitosan (P1), 1% chitosan and 1% essential oil (P2), 1% chitosan and 1.5% essential oil (P3), and 1% chitosan with 2% essential oil (P4). The results of ANOVA analysis of mold number, total plate count (TPC), protein content, fat content, and sensory acceptance of katsuobushi with chitosan coating and basil essential oil were significantly lower ($p < 0.05$) than the control treatment and chitosan coating treatment only after 14 days of room temperature storage. The 1% chitosan and 1% basil essential oil coating treatment showed the best quality characteristics of katsuobushi, with a mold number of 29 CFU/g, TPC of 3.87 log CFU/g, moisture content of 13.1%, 55.13% crude protein, 1.81% crude fat, and mean acceptance of appearance, aroma, texture, and taste were respectively 3.43; 3.43; 3.57; and 3.4. This study's findings indicate that adding basil essential oil to chitosan coatings can increase the effectiveness of chitosan in inhibiting microbial growth and maintaining the quality of katsuobushi during room temperature storage.

Keywords: *katsuobushi*, essential oil, chitosan, edible coating, antimicrobial activity

PENDAHULUAN

Ikan cakalang merupakan salah satu komoditas ekspor dengan nilai ekspor yang mencapai Rp 400 miliar hingga tahun 2016 dan diprediksi terus mengalami peningkatan setiap tahunnya (Rudi Hartanto et al., 2021). Salah satu produk turunan ikan cakalang yang mulai banyak dikembangkan di Indonesia adalah *katsuobushi*. *Katsuobushi* dijualbelikan dalam bentuk serutan tipis dari *arabushi* yang merupakan daging ikan cakalang yang sudah melalui proses pengeringan dengan asap sehingga bentukannya menjadi keras dan kaku. Angka produksi *katsuobushi* di Indonesia pada Maret 2017 tercatat sebanyak 11,2 ton dengan nilai ekspor mencapai 9,18 juta yen (Doe et al., 2020).

Katsuobushi merupakan produk kering disebabkan karena kadar air dalam produk yang rendah karena melalui proses pemanasan suhu tinggi dan berulang. Teguh et al. (2015) menyatakan bahwa kadar air dalam *katsuobushi* dapat mencapai 14,4-20%. Kadar air yang rendah dalam *katsuobushi* dapat mendukung ketahanan simpan produk menjadi lebih panjang karena air sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri patogen pada produk (Qiu et al., 2019). Adapun ketahanan simpan produk berkaitan dengan suhu penyimpanan (Lee & Robertson, 2021). Suhu penyimpanan yang tinggi dapat meningkatkan laju pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan kualitas produk. Salah satu mikroorganisme pencemar produk yang mudah tumbuh pada produk berkadar air rendah dan pada kondisi suhu tinggi adalah kapang. Hal tersebut didukung dengan temuan bahwa kapang patogen seperti *Fusarium oxysporum*, *Penicillium* sp., dan *Trichoderma* sp. juga didapati mengkontaminasi ikan asap selama penyimpanan suhu ruang (Ayeloja et al., 2018).

Indriati et al. (2017) mendapati total 1,00-1,70 log CFU/g *Aspergillus flavus* pada sampel ikan teri asin dengan rentang kadar air 11,59-44,72% selama penyimpanan suhu ruang. Penanganan yang dapat dilakukan untuk mencegah tumbuhnya kapang patogen pada produk ikan kering seperti *katsuobushi* dapat dilakukan dengan pemberian *edible coating*. *Edible coating* terbuat dari bahan atau polimer yang memiliki kemampuan untuk membentuk *barrier* yang dapat mencegah terjadinya kontak antara produk dengan kemasan atau dengan lingkungan luar. Bahan baku pembuatan *edible coating* dapat bersifat antimikroba yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme bawaan atau kontaminan pada produk. Kitosan

merupakan salah satu bahan *edible coating* yang dikenal dengan sifat antimikrobanya (Confederat et al., 2021)

Beberapa keunggulan kitosan sebagai *edible coating* diantaranya seperti memiliki ketahanan mekanik yang tinggi, mampu membentuk *barrier* terhadap migrasi gas dan air pada produk, serta aktivitas antimikroba. Adapun dari keunggulan tersebut, kitosan memiliki kelemahan seperti sensitif terhadap humiditas atau uap air karena bersifat hidrofilik serta aktivitas antimikroba kitosan yang sangat dipengaruhi oleh konsentrasi dalam larutan *coating*. Reesha et al. (2015) membuat kemasan antimikroba dengan pencampuran kitosan pada konsentrasi 1, 3, dan 5% (w/w) pada matriks *low density polyethylene* (LDPE) untuk filet ikan nila. Hasil menunjukkan pada konsentrasi 1% kitosan dalam matriks masih belum optimal dalam menghasilkan karakteristik fisik dan aktivitas antimikrobanya lebih rendah dibandingkan pada matriks dengan 3% kitosan. Hal tersebut ditandai dengan angka *aerobic plate count* pada filet ikan yang dilapisi matrik LDPE dengan 1% kitosan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan matriks LDPE dengan 3% dan 5% kitosan (Reesha et al., 2015).

Adapun upaya yang dapat dilakukan dalam meningkatkan aktivitas antimikroba *edible coating* kitosan adalah menambahkan bahan alami yang memiliki aktivitas antimikroba lebih baik. Minyak atsiri merupakan salah satu bahan alami dengan aktivitas antimikroba tinggi yang dapat dimanfaatkan dalam pengawetan produk makanan. Kemangi (*Ocimum basilicum*) adalah salah satu tumbuhan herba yang banyak tumbuh di Indonesia yang memiliki kandungan minyak atsiri. Minyak atsiri kemangi terdiri atas berbagai senyawa terpenoid dengan bioaktivitas tinggi (Mohammed et al., 2020). Senyawa golongan terpenoid memiliki sifat antimikroba terhadap bakteri jenis *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, hingga berbagai jenis kapang seperti *Aspergillus flavus*, *A. niger*, dan *Fusarium solani* (Anwar et al., 2021).

Pengaplikasian minyak atsiri dalam *edible coating* untuk produk perikanan sudah mulai dikembangkan. Penambahan minyak atsiri lengkuas sebesar 0,5; 1; dan 1,5% dalam larutan *coating* karaginan dilakukan untuk menjaga mutu baso ikan nilai selama 15 hari penyimpanan. Penambahan 1% minyak atsiri lengkuas dalam *coating* karaginan menunjukkan kemampuan terbaik dalam menjaga kualitas baso ikan nila setelah 15 hari penyimpanan

(Senoaji et al., 2017). Adapun dalam penelitian lain mendapati konsentrasi 1% minyak atsiri kemangi dikategorikan tidak menghambat mikroba dengan diameter hambat sebesar 7,25 mm sedangkan pada konsentrasi 1,5% minyak atsiri kemangi memiliki aktivitas antimikroba sedang dengan diameter hambat sebesar 18,35 mm (Agustin et al., 2020).

Berdasarkan tinjauan tersebut, penelitian ini melakukan penambahan minyak atsiri kemangi dengan konsentrasi 0; 1; 1,5; dan 2% dalam *coating* 1% kitosan pada *katsuobushi*. Penelitian ini bertujuan menjaga atau mengendalikan mutu *katsuobushi* selama penyimpanan suhu ruang melalui penghambatan pertumbuhan kapang pada produk dengan penambahan minyak atsiri kemangi pada larutan *coating* kitosan dan mengetahui pengaruh *coating* kitosan dan minyak atsiri kemangi terhadap penerimaan produk *katsuobushi*.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan utama dari *katsuobushi* adalah *arabushi* yang diperoleh dari UMKM Lucky Takoyaki di Kota Bandung, Jawa Barat. Kitosan udang dengan derajat deasetilasi >95% diperoleh dari *C. ChiMultiguna*, Indramayu dan minyak atsiri diperoleh dari Unit Layanan Pengujian Fakultas Farmasi Universitas Airlangga Surabaya dengan metode destilasi air. Bahan kimia lain yang digunakan adalah *Potato Dextrose Agar* (PDA), alkohol 70%, akuades, larutan asam asetat, dan *Plate Count Agar* (PCA).

Metode

Pembuatan *edible coating* kitosan dan minyak atsiri kemangi

Pembuatan *coating* mengacu pada metode oleh Vieira et al. (2019). Sebanyak 5 g kitosan dilarutkan dalam 500 ml larutan 1% asam asetat di dalam glass beaker. Pelarutan 1% (w/v) kitosan dilakukan selama 2 jam pada suhu 45°C di atas hotplate stirrer. Selanjutnya dilakukan penambahan minyak atsiri kemangi dengan konsentrasi 0%, 1%, 1,5%, dan 2% dalam larutan kitosan. Larutan diaduk hingga homogen selama 30 menit sampai minyak atsiri tidak berada di permukaan larutan.

Aplikasi *edible coating* pada *katsuobushi*

Sampel *katsuobushi* yang digunakan adalah *katsuobushi* yang telah diserut dengan berat 100

gram. Prosedur *coating* dilakukan berdasarkan Agustin et al. (2020) yang dimodifikasi. *Katsuobushi* yang telah ditimbang dicelupkan dalam larutan *coating* masing-masing perlakuan, yakni: kontrol (tanpa *coating*), 1% kitosan, 1% kitosan dan 1% minyak atsiri, 1% kitosan dan 1,5% minyak atsiri, serta 1% kitosan dan 2% minyak atsiri. Pencelupan dalam larutan *coating* dilakukan selama 3 menit (Triwibowo & Sumarni, 2017). Sampel selanjutnya dikeringkan pada suhu ruang selama 3 jam menggunakan rak pengering untuk memastikan keseluruhan permukaan sampel terlapisi dengan baik. Setiap sampel *katsuobushi* dari masing-masing perlakuan dikemas dalam plastik *polypropylene* yang selanjutnya direkatkan dengan mesin sealer. *Katsuobushi* disimpan pada suhu ruang dengan suhu 25°C selama 14 hari.

Pengujian *katsuobushi*

Parameter uji yang diamati dalam penelitian ini diantaranya adalah angka kapang dan khamir, *Total Plate Count* (TPC), kadar protein, lemak, dan air, penerimaan produk oleh panelis (kenampakan, rasa, tekstur, dan aroma), serta komposisi kimia dalam minyak atsiri kemangi menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Uji angka kapang dan khamir dilakukan berdasarkan Dewi dan Soetarto (2017) sedangkan uji *Total Plate Count* dilakukan berdasarkan SNI 2332.3-2015 (BSN, 2015a). Uji kimiawi seperti kadar air, lemak, dan protein juga dilakukan berdasarkan SNI 2354.2-2015 untuk kadar air (BSN, 2015b), SNI 01-2354.4-2006 untuk kadar protein (BSN, 2006b), dan SNI 2354.3-2017 untuk kadar lemak (BSN, 2006a). Analisis hedonik dilakukan dengan melibatkan 30 orang panelis tidak terlatih. Setiap panelis diberi lembar penilaian hedonik yang berisikan skor tingkat kesukaan terhadap parameter kenampakan, rasa, aroma, dan tekstur produk. Skor kesukaan produk dinyatakan dalam skala 1-5 dengan skala 1 menyatakan sangat tidak suka dan skala 5 menyatakan sangat suka.

Analisis data

Hasil uji seperti angka kapang dan khamir, *Total Plate Count*, kadar air, protein, dan lemak, serta hasil uji hedonik dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan program SPSS 25. Uji *Duncan Multiple Range Test* dengan tingkat kepercayaan 95% dilakukan jika terdapat pengaruh signifikan sehingga perbedaan pada tiap perlakuan dapat diketahui.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Minyak Atsiri Kemangi

Sebanyak 25 senyawa kimia terdeteksi dalam minyak atsiri kemangi (Tabel 1). Senyawa dominan dalam minyak atsiri kemangi adalah estragol dan L-linalool dengan masing-masing senyawa sebesar 68,23% dan 23,42%. Secara keseluruhan senyawa dalam minyak atsiri kemangi ini adalah dari golongan

terpen seperti monoterpen dan seskuiterpen serta beberapa senyawa merupakan golongan dari senyawa terpenoid (terpen dengan gugus oksigen) seperti linalool.

Kandungan senyawa dalam minyak atsiri kemangi diketahui dipengaruhi oleh kemotipe dari kemangi yang berbeda dari asal habitatnya (Araújo Couto et al., 2019). Senyawa-senyawa dari golongan terpen yang teridentifikasi dari analisis

Tabel 1. Kandungan senyawa minyak atsiri kemangi

Table 1. Basil essential oil chemical composition

No./ Peak no.	Waktu Retensi/ Retention time (minute)	Berat Molekul/ Molecular weight (g/mol)	Nama Senyawa/ Compound name	Area/ Area (%)
1	3.01	136	<i>α</i> -Pinene	0.10
2	3.71	136	<i>β</i> -Pinene	0.08
3	4.62	136	Limonene	0.22
4	4.75	154	Eucalyptol	0.20
5	5.16	136	<i>β</i> -ocimene	0.11
6	6.28	126	Methyl Heptenone	0.20
7	7.65	170	Linalool oxide	0.19
8	8.03	170	Linalool oxide	0.25
9	8.08	154	L-Menthone	0.30
10	8.45	154	IsoMenthone	0.12
11	8.92	154	L-Linalool	23.42
12	9.26	198	1-Menthyl acetate	0.08
13	9.55	204	<i>α</i> -Bergamotene	0.69
14	9.64	156	D-Neoisomenthol	0.12
15	9.81	204	trans- <i>β</i> -Caryophyllene	0.35
16	10.20	156	L-(-)-Menthol	1.29
17	10.50	204	<i>β</i> -Farnesene	0.21
18	10.70	148	Estragol	68.23
19	10.83	152	Z-Citral	0.79
20	10.93	154	Linalyl propionate	0.16
21	11.18	172	Cyclopropane	0.17
22	11.30	204	<i>β</i> -Bisabolene	0.12
23	11.43	152	E-Citral	0.89
24	11.51	204	D-Germacrene	0.08
25	11.85	204	<i>α</i> -Humulene	1.60
Total senyawa/Total compounds (%)				99.97

GC-MS pada minyak atsiri kemangi diketahui memiliki aktifitas antimikroba yang baik. Estragol sebagai senyawa paling dominan pada minyak atsiri kemangi diketahui mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen pada makanan seperti *Aspergillus flavus*, *Fusarium* sp., dan *Penicillium* sp. (Zabka et al., 2021).

Mutu Mikrobiologi Katsuobushi

Hasil pengujian *katsuobushi* pada parameter mikrobiologi tersaji pada Tabel 2. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan adanya pengaruh sangat nyata ($p < 0,05$) pemberian *coating* kitosan dan minyak atsiri kemangi terhadap angka kapang dan TPC pada *katsuobushi*. Hal tersebut ditunjukkan dari hasil angka kapang dan TPC pada perlakuan P2, P3, dan P4 lebih rendah dari perlakuan kontrol dan P1. Hasil uji beda DMRT menunjukkan untuk angka kapang pada perlakuan kontrol, P1, P2, dan P3 terdapat perbedaan nyata ($p < 0,05$) tetapi tidak terdapat perbedaan nyata ($p < 0,05$) antara

perlakuan P3 dan P4. Hal tersebut ditunjukkan dari hasil angka kapang pada P3 dan P4 setelah 14 hari penyimpanan bahwa tidak didapati adanya pertumbuhan koloni kapang pada media PDA sedangkan pada perlakuan kontrol angka kapang pada *katsuobushi* telah melebihi batas aman konsumsi *katsuobushi* dalam SNI 2691:2017(BSN, 2017).

Hasil pengamatan TPC menunjukkan bahwa selama penyimpanan terjadi peningkatan angka TPC pada setiap perlakuan setelah penyimpanan 14 hari. Peningkatan angka TPC selama masa penyimpanan ini berhubungan dengan suhu penyimpanan. Mikroorganisme pembusuk optimal tumbuh pada suhu ruang sehingga peningkatan jumlah mikroorganisme terjadi (Ma et al., 2017). Dong et al. (2020) juga mendapati terjadinya peningkatan jumlah mikroorganisme pada sosis Harbin yang diberi *coating* kitosan seiring penambahan waktu penyimpanan pada suhu ruang. Adapun analisis parameter TPC pada *katsuobushi*

Tabel 2. Hasil analisis mutu mikrobiologi katsuobushi

Table 2. Result of microbiological quality analysis in katsuobushi

Perlakuan/ Treatments	Parameter/Parameters		
	Total Angka Kapang/ Yeast and Mold (CFU/g)	Total Plate Count (log CFU/g)	
Kontrol	Hari ke-0/0 day of storage	47 ^a ±11.8	2.94 ^a ±0.02
	Hari ke-14/14 day of storage	121 ^a ±29.6*	4.08 ^a ±0.01
P1	Hari ke-0/0 day of storage	22 ^b ±5	2.41 ^b ±0.01
	Hari ke-14/14 day of storage	47 ^b ±10.2	3.88 ^b ±0.01
P2	Hari ke-0/0 day of storage	0 ^c ±0.00	2.33 ^c ±0.02
	Hari ke-14/14 day of storage	29 ^c ±11.3	3.87 ^c ±0.00
P3	Hari ke-0/0 day of storage	0 ^d ±0.00	2.28 ^d ±0.00
	Hari ke-14/14 day of storage	0 ^d ±0.00	3.84 ^d ±0.00
P4	Hari ke-0/0 day of storage	0 ^d ±0.00	2.21 ^e ±0.00
	Hari ke-14/14 day of storage	0 ^d ±0.00	3.81 ^e ±0.00
SNI 2691 : 2017		Maks. 10 ² /Max. 10 ²	Maks. 5/Max.5

Keterangan/Note:

P1 (coating kitosan 1%), P2 (coating kitosan 1% + minyak atsiri kemangi 1%), P3 (coating kitosan 1% + minyak atsiri kemangi 1,5%), P4 (coating kitosan 1% + minyak atsiri kemangi 2%). Huruf superscript berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$). Tanda (*) menyatakan bahwa hasil melebihi batas SNI 2691:2017/P1 (1% chitosan coating), P2 (1% chitosan coating + 1% basil essential oil), P3 (1% chitosan coating + 1.5% basil essential oil), P4 (1% chitosan coating + 2% basil essential oil). Different superscript letters show a significance difference ($p < 0.05$) between treatment. The sign (*) states that the result exceeds the limit of SNI 2691:2017.

juga menunjukkan bahwa angka log CFU/g pada perlakuan P2, P3, dan P4 menunjukkan angka yang lebih rendah dari perlakuan kontrol dan P1 setelah 14 hari penyimpanan (Tabel 2). Hasil uji beda DMRT menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata ($p < 0,05$) diantara masing-masing perlakuan dengan P4 menunjukkan angka log CFU/g yang paling rendah yakni $3,81 \pm 0,00$. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian *coating* kitosan mampu menekan pertumbuhan mikroorganisme pada *katsuobushi* selama penyimpanan tetapi dengan penambahan minyak atsiri kemangi pada *coating* efektivitas dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme meningkat.

Minyak atsiri kemangi mengandung berbagai senyawa terpen dan terpenoid yang memiliki aktivitas antimikroba tinggi. Senyawa seperti linalool dan estragol bersifat lipofilik sehingga mudah masuk ke protoplasma dari sel bakteri dan membran sel jamur dan berinteraksi dengan lapisan fosfolipid hingga polisakarida pada sel mikroba yang menyebabkan permeabilitas membran terganggu, kehilangan ion-ion, serta beberapa kandungan dalam sel yang dapat berujung pada kematian sel (Stan Tudora et al., 2022; Waller et al., 2017). Kombinasi kitosan dan minyak atsiri juga didapati mampu menyebabkan kerusakan dinding sel kitin jamur yang ditunjukkan

dengan kenampakan hifa jamur yang tidak berwarna setelah dilakukan pewarnaan kitin pada dinding sel dengan larutan *lactophenol cotton blue* (Sheikh et al., 2021).

Mutu Kimiawi *Katsuobushi*

Mutu kimiawi *katsuobushi* digambarkan melalui kadar air, protein, dan lemak. Hasil analisis mutu kimiawi *katsuobushi* tersaji pada Tabel 3. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan adanya pengaruh nyata ($p < 0,05$) dari pemberian *coating* kitosan dan minyak atsiri kemangi terhadap kadar air, protein, dan lemak pada *katsuobushi*. Kadar air dalam *katsuobushi* sangat penting dalam menentukan karakteristik fisik *katsuobushi*. Berdasarkan BSN (2017), batas maksimum kadar air dalam ikan kayu atau *katsuobushi* adalah 20%. Hasil pengamatan kadar air *katsuobushi* dalam penelitian berkisar pada rentang 10,9-16,63% dimana angka tersebut masih memenuhi standar mutu SNI. Hasil analisis uji beda DMRT didapati adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$) antar perlakuan yang diberikan. Hasil pada Tabel 3 menunjukkan adanya penurunan angka kadar air pada setiap perlakuan.

Kadar air pada sampel perlakuan P4 menunjukkan angka penurunan kadar air paling

Tabel 3. Hasil uji mutu kimiawi *katsuobushi*

Table 3. Result of chemical quality in *katsuobushi*

Perlakuan/ Treatments	Parameter/Parameters			
	Kadar Air/ Moisture (%)	Kadar Protein/ Protein (%)	Kadar Lemak/ Lipid (%)	
Kontrol	Hari ke-0/0 day of storage	16.29 ^a ± 0.3	67.29 ^a ± 0.63	2.36 ^a ± 0.06
	Hari ke-14/14 day of storage	10.9 ^a ± 0.19	51.10 ^a ± 0.46	1.29 ^a ± 0.03
P1	Hari ke-0/0 day of storage	16.41 ^b ± 0.04	61.78 ^d ± 0.47	2.31 ^b ± 0.09
	Hari ke-14/14 day of storage	12.59 ^b ± 0.13	53.77 ^d ± 0.17	1.52 ^b ± 0.03
P2	Hari ke-0/0 day of storage	16.4 ^c ± 0.01	61.42 ^{cd} ± 0.33	2.7 ^c ± 0.05
	Hari ke-14/14 day of storage	13.1 ^c ± 0.11	54.79 ^{cd} ± 0.8	1.81 ^c ± 0.03
P3	Hari ke-0/0 day of storage	16.49 ^d ± 0.04	61.33 ^{bc} ± 0.33	2.98 ^d ± 0.12
	Hari ke-14/14 day of storage	13.3 ^d ± 0.05	55.13 ^{bc} ± 0.93	2.08 ^d ± 0.05
P4	Hari ke-0/0 day of storage	16.63 ^e ± 0.07	61.42 ^c ± 0.78	3.50 ^e ± 0.09
	Hari ke-14/14 day of storage	13.53 ^e ± 0.06	55.74 ^c ± 0.19	2.46 ^e ± 0.05

Keterangan/Note:

P1 (coating kitosan 1%), P2 (coating kitosan 1% + minyak atsiri kemangi 1%), P3 (coating kitosan 1% + minyak atsiri kemangi 1,5%), P4 (coating kitosan 1% + minyak atsiri kemangi 2%). Huruf superscript berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)/P1 (1% chitosan coating), P2 (1% chitosan coating + 1% basil essential oil), P3 (1% chitosan coating + 1.5% basil essential oil), P4 (1% chitosan coating + 2% basil essential oil). Different superscript letters show a significance difference ($p < 0.05$) between treatment.

kecil, yakni 18,64% dimana kadar air pada hari ke-0 sebesar 16,63% sedangkan pada hari ke-14 kadar air sampel menjadi 13,53%. Adapun tingkat penurunan pada perlakuan kontrol, P1, P2, dan P3 secara berurutan sebesar 33,08%, 23,27%, 20,12%, dan 19,34%. Penurunan kadar air berkaitan dengan terjadinya evaporasi air dalam *katsuobushi* selama penyimpanan suhu ruang (Rahmawati & Aqil, 2020). *Coating* kitosan mampu membentuk *barrier* antara lingkungan luar dengan permukaan produk yang mencegah terjadinya migrasi gas dan uap air dari produk ke lingkungan. Adapun penambahan minyak atsiri kemangi dalam *coating* mampu meningkatkan hidrofobisitas dari *coating* kitosan sehingga migrasi uap air pada sampel dengan *coating* kitosan dan minyak atsiri kemangi jauh lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan *coating* kitosan saja (Vieira et al., 2019).

Protein merupakan salah satu makronutrien yang terkandung dalam *katsuobushi*. Kandungan protein dalam *katsuobushi* berperan penting dalam menghasilkan aroma dan cita rasa khas *katsuobushi*. Badan Standar Nasional belum menetapkan standar minimum atau maksimum terhadap kadar protein dalam ikan kayu atau *katsuobushi*. Berdasarkan temuan penelitian sebelumnya mendapati bahwa kadar protein dalam *katsuobushi* dapat beragam yang dipengaruhi oleh kadar protein awal pada bahan mentahnya. Rentang kadar protein dalam *katsuobushi* adalah 50-67% (Doe et al., 2020). Hasil penelitian ini mendapati bahwa kadar protein pada *katsuobushi* memiliki rentang antara 51,10-67,29% dimana angka tersebut masih berada pada rentang kadar protein yang umum dalam *katsuobushi*. Hal yang sama juga didapat pada kadar lemak dalam *katsuobushi*. Standar kadar lemak dalam *katsuobushi* belum ditetapkan batas minimum atau maksimumnya sedangkan berdasarkan temuan sebelumnya kadar lemak dalam *katsuobushi* umumnya sebesar 2-5% (Doe et al., 2020). Kadar lemak *katsuobushi* dalam penelitian ini berkisar antara 1,29-3,5% dimana angka tersebut masih dalam rentang kadar lemak yang umum ditemui dalam *katsuobushi*.

Hasil analisis ANOVA menunjukkan adanya pengaruh nyata ($p < 0,05$) pemberian *coating* kitosan dan minyak atsiri kemangi terhadap kadar protein dan kadar lemak dalam protein. Uji beda DMRT menunjukkan terdapat perbedaan nyata ($p < 0,05$) kadar lemak *katsuobushi* antara setiap perlakuan yang diberikan. Adapun hasil uji beda DMRT untuk kadar protein menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$) antara perlakuan kontrol dengan P1,

P2, P3, dan P4 sedangkan antara P1 dan P2 serta P3 dan P4 tidak ada perbedaan nyata ($p > 0,05$). Hasil pada Tabel 3 menunjukkan adanya penurunan kadar protein dan kadar lemak pada *katsuobushi* setelah 14 hari penyimpanan.

Penurunan kadar protein dan kadar lemak paling besar didapat pada perlakuan kontrol dimana pada pengamatan hari ke-0 kadar protein dan kadar lemak sebesar 67,29% dan 2,36% sedangkan pada pengamatan hari ke-14 angka tersebut turun menjadi 51,10% dan 1,29%. Adapun pada perlakuan P4 menunjukkan angka penurunan kadar protein dan kadar lemak sebesar 9,24% dan 29,7% dengan besaran awal adalah 61,42% dan 3,50% menjadi 55,74% dan 2,46%. Tingkat penurunan tersebut paling rendah dibandingkan dengan tingkat penurunan pada perlakuan P1, P2, dan P3 dimana untuk penurunan kadar protein sebesar 12,9%, 10,7%, dan 10,1% sedangkan untuk penurunan kadar lemak sebesar 34,1%, 32,9%, dan 30,2%.

Protein dan lemak dalam suatu produk merupakan nutrisi yang penting untuk dikonsumsi tetapi juga merupakan nutrisi atau sumber karbon yang baik bagi mikroorganisme pembusuk untuk tumbuh dan berkembang. Mikroorganisme pembusuk yang tumbuh atau mencemari produk akan mendegradasi protein dan lemak yang menyebabkan terjadinya penurunan kadar protein dan lemak dalam produk (Liu et al., 2018). Hal tersebut ditunjukkan dari hasil pengukuran TPC dalam penelitian ini dimana setelah 14 hari penyimpanan angka TPC pada sampel mengalami peningkatan. Adapun untuk sampel dengan *coating* kitosan dan minyak atsiri kemangi yang diketahui angka TPC dan total kapang lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan kontrol menunjukkan angka kadar protein dan kadar lemak yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal tersebut karena adanya kemampuan antimikroba dari kitosan dan minyak atsiri kemangi sehingga jumlah degradasi protein dan lemak dalam *katsuobushi* oleh mikroorganisme pembusuk lebih kecil (Demirok Soncu et al., 2020).

Analisis Penerimaan Produk *Katsuobushi*

Penerimaan produk oleh konsumen tidak hanya dipengaruhi oleh komposisi nutrisi dalam produk tetapi juga dipengaruhi oleh mutu sensori produk seperti kenampakan, aroma, tekstur, dan rasa. Hasil uji hedonik menunjukkan adanya pengaruh nyata ($p < 0,05$) dari pemberian *coating* kitosan dan minyak atsiri kemangi terhadap kesukaan panelis pada parameter kenampakan, rasa, aroma, dan tekstur *katsuobushi*. Hasil uji hedonik *katsuobushi* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil penilaian penerimaan sensori katsuobushi

Table 4. Result of sensory acceptability score of katsuobushi

Perlakuan/ Treatments	Parameter/Parameters				Rata-rata/ Overall rating	
	Kenam- pakan/ Color	Aroma/ Aroma	Tekstur/ Texture	Rasa/ Taste		
Kontrol	Hari ke-0/ 0 day of storage	4.57 ^a ±0.57	4.43 ^c ±0.63	3.93 ^a ±0.58	4.53 ^a ±0.51	4,37
	Hari ke-14/ 14 day of storage	1.77 ^a ±0.43	2.13 ^c ±0.68	1.53 ^a ±0.51	-	1,81
P1	Hari ke-0/ 0 day of storage	3.6 ^a ±0.49	3.53 ^c ±0.51	4.4 ^b ±0.56	3.8 ^b ±0.66	3,83
	Hari ke-14/ 14 day of storage	2.7 ^a ±0.46	2.8 ^c ±0.48	3.4 ^b ±0.49	2.93 ^b ±0.64	2,96
P2	Hari ke-0 /0 day of storage	3.73 ^b ±0.58	3.9 ^d ±0.66	4.33 ^b ±0.48	3.3 ^b ±0.6	3,82
	Hari ke-14/ 14 day of storage	3.43 ^b ±0.57	3.43 ^d ±0.50	3.57 ^b ±0.5	3.4 ^b ±0.5	3,46
P3	Hari ke-0/ 0 day of storage	4.13 ^c ±0.51	2.73 ^b ±0.58	4.37 ^b ±0.49	2.5 ^c ±0.51	3,43
	Hari ke-14/ 14 day of storage	3.6 ^c ±0.56	2.53 ^b ±0.51	3.67 ^b ±0.66	2.17 ^c ±0.59	2,99
P4	Hari ke-0/ 0 day of storage	4.17 ^c ±0.53	1.7 ^a ±0.53	4.47 ^c ±0.51	1.93 ^d ±0.52	3,07
	Hari ke-14/ 14 day of storage	3.67 ^c ±0.71	1.67 ^a ±0.55	4.23 ^c ±0.5	1.83 ^d ±0.53	2,85

Keterangan/Note:

P1 (coating kitosan 1%), P2 (coating kitosan 1% + minyak atsiri kemangi 1%), P3 (coating kitosan 1% + minyak atsiri kemangi 1,5%), P4 (coating kitosan 1% + minyak atsiri kemangi 2%). Huruf superscript berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$). Tanda (-) menunjukkan bahwa uji tidak dilakukan/ P0 (control), P1 (1% chitosan coating), P2 (1% chitosan coating + 1% basil essential oil), P3 (1% chitosan coating + 1.5% basil essential oil), P4 (1% chitosan coating + 2% basil essential oil). Different superscript letters show a significance difference ($p < 0.05$) between treatment. The sign (-) states that the hedonic test was not performed.

Berdasarkan Tabel 4, hasil penilaian kesukaan yang diberikan panelis dalam parameter kenampakan menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$) antara perlakuan kontrol dan P1 dengan perlakuan P2, P3, dan P4. Hasil penilaian kenampakan menunjukkan bahwa setelah 14 hari penyimpanan, panelis lebih menyukai kenampakan pada sampel dengan *coating* kitosan dan minyak atsiri dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal tersebut ditunjukkan dengan skor kesukaan akan kenampakan pada sampel perlakuan kontrol sebesar 1,77 yang merupakan angka paling kecil dibandingkan dengan skor kesukaan pada sampel P1, P2, P3, dan P4 yang sebesar 2,7; 3,43; 3,6;

dan 3,67. Penurunan kesukaan kenampakan perlakuan kontrol disebabkan karena terjadinya perubahan warna pada *katsuobushi* menjadi warna coklat pucat. Perubahan warna dipicu oleh interaksi oksigen dengan sampel selama penyimpanan menyebabkan lemak dalam sampel teroksidasi dan warna produk menjadi lebih pucat (Venkatachalam & Lekjing, 2020). Adapun pada sampel dengan *coating* kitosan dan minyak atsiri kemangi, perubahan warna dapat tercegah karena *coating* membentuk *barrier* yang membatasi interaksi oksigen dengan produk sehingga skor penilaian panelis menjadi lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol (Vieira et al., 2019).

Analisis uji DMRT untuk parameter tekstur menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$) antara perlakuan kontrol dengan P1, P2, P3, dan P4. Adapun antara perlakuan P1, P2, dan P3 tidak didapati adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$). Hasil rata-rata skor terhadap parameter tekstur menunjukkan terjadinya penurunan kesukaan oleh panelis setelah 14 hari dengan skor terendah didapati pada sampel perlakuan kontrol sedangkan skor paling tinggi didapati pada sampel P4. Penurunan skor tekstur erat kaitannya dengan kadar air yang terdeteksi pada sampel. Hasil pengukuran kadar air pada sampel *katsuobushi* menunjukkan bahwa pada perlakuan kontrol memiliki kadar air paling rendah dibandingkan kadar air pada perlakuan P4. Kadar air dalam produk dapat menentukan tekstur produk dimana pada produk dengan kadar air rendah cenderung sulit dikunyah sehingga penerimaan oleh panelis dapat berkurang (Wanjiru Maina, 2018).

Aroma dan rasa merupakan komponen sensori yang mempengaruhi penerimaan produk oleh konsumen. Hasil analisis penerimaan produk terhadap parameter aroma menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$) antara perlakuan kontrol dan P1 dengan perlakuan P2, P3, dan P4 sedangkan antara perlakuan kontrol dan P1 tidak didapati adanya perbedaan nyata ($p > 0,05$). Hasil pada Tabel 4 menunjukkan bahwa pada awal penyimpanan tingkat kesukaan aroma pada kelompok perlakuan *coating* kitosan dan minyak atsiri kemangi lebih rendah dibandingkan perlakuan kontrol. Adapun setelah 14 hari penyimpanan tingkat penerimaan aroma pada kelompok perlakuan P2, P3, dan P4 lebih stabil dibandingkan pada perlakuan kontrol yang mengalami penurunan angka kesukaan secara signifikan. Shokri et al. (2020) menyatakan bahwa pada sampel filet rainbow trout dengan *coating* kitosan dan minyak atsiri *Ferulago* memiliki karakteristik aroma yang stabil setelah 12 hari penyimpanan dibandingkan perlakuan kontrol. Penurunan aroma pada perlakuan kontrol berkaitan dengan terjadinya dekomposisi protein dan lemak yang menyebabkan terbentuknya senyawa amina biogenik, peroksida, dan asam lemak bebas yang menghasilkan aroma tidak sedap (Abdel-Naeem et al., 2021). Minyak atsiri kemangi diketahui memiliki aktivitas antimikroba sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang mendekomposisi protein dan lemak sehingga aroma tidak sedap tidak terbentuk (Amor et al., 2021).

Adapun kandungan senyawa volatil aromatis dalam minyak atsiri kemangi menyebabkan tingginya penerimaan aroma *katsuobushi* dibandingkan perlakuan kontrol. Senyawa aromatis seperti L-linalool membentuk aroma bunga,

eucalyptol membentuk aroma mint, limonene menghasilkan senyawa citrus hingga senyawa α -humulene yang memiliki note aroma pedas dan woody pada sampel *katsuobushi* (Santagostini et al., 2020). Akumulasi senyawa tersebut akan meningkat seiring bertambahnya konsentrasi minyak atsiri kemangi dalam *coating* kitosan. Kandungan senyawa aromatis yang berlebih dapat menyebabkan aroma menyengat pada produk yang kemudian dapat menurunkan penerimaan aroma oleh konsumen menyebabkan angka penerimaan aroma pada P4 lebih rendah dibandingkan dengan P2 dan P3 (Vieira et al., 2019).

Hal yang serupa juga terjadi pada kesukaan rasa *katsuobushi* dalam penelitian ini. Analisis kesukaan rasa menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$) antara perlakuan kontrol dengan P1, P2, P3, P4 sedangkan pada perlakuan P1 dan P2 tidak didapati adanya perbedaan nyata ($p > 0,05$). Hasil pada Tabel 4 menunjukkan bahwa penilaian kesukaan rasa pada sampel perlakuan kontrol tidak dilakukan karena karakteristik mutu mikrobiologi yang melebihi batas aman konsumsi oleh SNI. Adapun penerimaan rasa dengan skor tertinggi diperoleh dari sampel P2 sedangkan pada sampel P4 memiliki skor penerimaan rasa paling rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi minyak atsiri kemangi dalam *coating* kitosan berpengaruh negatif terhadap karakteristik rasa produk. Hal tersebut disebabkan karena akumulasi senyawa volatil seperti estragol, eucalyptol, humulene, limonene yang semakin tinggi pada konsentrasi minyak atsiri 2%. Akumulasi senyawa volatil tersebut menyebabkan cita rasa mint, pedas, hingga asam yang berlebih pada *katsuobushi* sehingga penerimaan rasa oleh panelis menurun (Atkinson, 2018).

KESIMPULAN

Pemberian *coating* kitosan dengan penambahan minyak atsiri kemangi mampu meningkatkan mutu mikrobiologis dan mempertahankan mutu kimiawi produk *katsuobushi* karena semakin tingginya aktivitas antimikroba yang dihasilkan dari kombinasi kitosan dan minyak atsiri kemangi. Adapun berdasarkan analisis penerimaan produk didapati bahwa semakin besar konsentrasi minyak atsiri kemangi yang ditambahkan penerimaan produk *katsuobushi* semakin menurun. Oleh karena itu dengan mempertimbangkan mutu mikrobiologis, kimiawi, dan penerimaan produk, perlakuan terbaik adalah perlakuan P2, yakni penambahan 1% minyak atsiri kemangi pada larutan *coating* kitosan 1%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berterima kasih kepada Fakultas Perikanan dan Kelautan, Laboratorium Kimia dan Analisis, Laboratorium Mikrobiologi, serta Laboratorium Bioteknologi Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga yang telah membantu menyediakan fasilitas sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Naeem, H. H. S., Sallam, K. I., & Malak, N. M. L. (2021). Improvement of the microbial quality, antioxidant activity, phenolic and flavonoid contents, and shelf life of smoked herring (*Clupea harengus*) during frozen storage by using chitosan *edible coating*. *Food Control*, 130, 108317. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108317>
- Agustin, S. F., Sari, A. M., & Khasanah, L. U. (2020). *Edible coating* minyak atsiri kemangi (*Ocimum basilicum*) pada fillet ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama penyimpanan dingin. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 21(3), 175–190. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2020.021.03.4>
- Amor, G., Sabbah, M., Caputo, L., Idbella, M., De Feo, V., Porta, R., Fechtali, T., & Mauriello, G. (2021). Basil Essential Oil: Composition, Antimicrobial Properties, and Microencapsulation to Produce Active Chitosan Films for Food Packaging. *Foods*, 10(1), 121. <https://doi.org/10.3390/foods10010121>
- Anwar, F., Alkharfy, K. M., Mehmood, T., Bakht, M. A., & Najeeb-ur-Rehman. (2021). Variation in Chemical Composition and Effective Antibacterial Potential of *Ocimum basilicum* L. Essential Oil Harvested from Different Regions of Saudi Arabia. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 55(2), 187–193. <https://doi.org/10.1007/s11094-021-02384-2>
- Araújo Couto, H. G. S. de, Blank, A. F., Oliveira e Silva, A. M. de, Nogueira, P. C. de L., Arrigoni-Blank, M. de F., Nizio, D. A. de C., & Pinto, J. A. de O. (2019). Essential oils of basil chemotypes: Major compounds, binary mixtures, and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 293, 446–454. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.078>
- Atkinson, R. G. (2018). Phenylpropanes: Occurrence, Distribution, and Biosynthesis in Fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(10), 2259–2272. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b04696>
- Ayeloja, A. A., George, F. O. A., Jimoh, W. A., Shittu, M. O., & Abdulsalami, S. A. (2018). Microbial load on smoked fish commonly traded in Ibadan, Oyo State, Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 22(4), 493. <https://doi.org/10.4314/jasem.v22i4.9>
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2006a). *SNI 2354.3:2006 Cara uji kimia - bagian 4: pengujian kadar lemak pada produk perikanan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2006b). *SNI 2354.4:2006 Cara uji kimia - bagian 4: pengujian kadar protein pada produk perikanan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2015a). *SNI 2332.3:2015 Cara uji mikrobiologi - bagian 3: Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) pada Produk Perikanan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2015b). *SNI 2354.2:2015 Cara uji kimia - bagian 2: pengujian kadar air pada produk perikanan*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2017). *SNI 2691:2017. Ikan kayu*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- 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), 3694. <https://doi.org/10.3390/molecules26123694>
- Demirok Soncu, E., Özdemir, N., Arslan, B., Küçükkaya, S., & Soyer, A. (2020). Contribution of surface application of chitosan–thyme and chitosan–rosemary essential oils to the volatile composition, microbial profile, and physicochemical and sensory quality of dry-fermented sausages during storage. *Meat Science*, 166, 108127. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108127>
- Dewi, R., & Soetarto, S. (2017). The utilization of chitosan from shrimp shells as *edible coating* for wooden fish (keumamah). *American Journal of Food Science and Nutrition Research*, 4(6), 178–183. <http://www.openscienceonline.com/journal/afsnr>
- Doe, K., Dali, F. A., & Harmain, R. M. (2020). Evaluating the protein and fat content of skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in the smoking process of *arabushi*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 404(1), 012052. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/404/1/012052>
- Dong, C., Wang, B., Li, F., Zhong, Q., Xia, X., & Kong, B. (2020). Effects of *edible chitosan coating* on Harbin red sausage storage stability at room temperature. *Meat Science*, 159, 107919. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107919>
- Indriati, N., Hermana, I., Hidayah, I., & Rahayu, E. S. (2017). Prevalence of Aflatoxin B1 in commercial dried fish from some regions of Java. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 12(3), 107. <https://doi.org/10.15578/squalen.v12i3.290>
- Lee, D. S., & Robertson, G. L. (2021). Interactive influence of decision criteria, packaging film, storage temperature and humidity on shelf life of packaged dried vegetables. *Food Packaging and Shelf Life*, 28, 100674. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100674>
- Liu, X., Huang, Z., Jia, S., Zhang, J., Li, K., & Luo, Y. (2018). The roles of bacteria in the biochemical changes of chill-stored bighead carp (*Aristichthys nobilis*): Proteins degradation, biogenic amines accumulation, volatiles production, and nucleotides catabolism. *Food Chemistry*, 255, 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.038>

- doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.069
- Ma, Z., Garrido-Maestu, A., & Jeong, K. C. (2017). Application, mode of action, and in vivo activity of chitosan and its micro- and nanoparticles as antimicrobial agents: A review. *Carbohydrate Polymers*, 176, 257–265. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.08.082>
- Mohammed, A. B. A., Yagi, S., Tzanova, T., Schohn, H., Abdelgadir, H., Stefanucci, A., Mollica, A., Mahomoodally, M. F., Adlan, T. A., & Zengin, G. (2020). Chemical profile, antiproliferative, antioxidant and enzyme inhibition activities of *Ocimum basilicum* L. and *Pulicaria undulata* (L.) C.A. Mey. grown in Sudan. *South African Journal of Botany*, 132, 403–409. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.06.006>
- Qiu, L., Zhang, M., Tang, J., Adhikari, B., & Cao, P. (2019). Innovative technologies for producing and preserving intermediate moisture foods: A review. *Food Research International*, 116, 90–102. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.055>
- Rahmawati, & Aqil, M. (2020). The effect of temperature and humidity of storage on maize seed quality. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 484, 012116. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/484/1/012116>
- Reesha, K. V., Panda, S. K., Bindu, J., & Varghese, T. O. (2015). Development and characterization of an LDPE/chitosan composite antimicrobial film for chilled fish storage. *International Journal of Biological Macromolecules*, 79, 934–942. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.06.016>
- Rudi Hartanto, T., Suharno, S., & Burhanuddin, B. (2021). Daya Saing Ekspor Ikan Tuna-Cakalang-Tongkol Indonesia di Pasar Amerika Serikat. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(2), 227–235. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v24i2.36075>
- Santagostini, L., Caporali, E., Giuliani, C., Bottoni, M., Ascrizzi, R., Araneo, S. R., Papini, A., Flamini, G., & Fico, G. (2020). *Humulus lupulus* L. cv. Cascade grown in Northern Italy: morphological and phytochemical characterization. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 154(3), 316–325. <https://doi.org/10.1080/11263504.2019.1610111>
- Senoaji, F. B., Agustini, T. W., & Purnamayati, L. (2017). Application of essential oils from galanga rhizome in edible coating carrageenan as antibacterial on tilapia fishball. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2), 380. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i2.18106>
- Sheikh, M., Mehnaz, S., & Sadiq, M. B. (2021). Prevalence of fungi in fresh tomatoes and their control by chitosan and sweet orange (*Citrus sinensis*) peel essential oil coating. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(15), 6248–6257. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11291>
- Shokri, S., Parastouei, K., Taghdir, M., & Abbaszadeh, S. (2020). Application an edible active coating based on chitosan- Ferulago angulata essential oil nanoemulsion to shelf life extension of Rainbow trout fillets stored at 4°C. *International Journal of Biological Macromolecules*, 153, 846–854. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.03.080>
- Stan (Tudora), C., Nenciu, F., Muscalu, A., Vlăduț, V. N., Burnichi, F., Popescu, C., Gatea, F., Boiu-Sicuia, O. A., & Israel-Roming, F. (2022). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial effects of essential oils extracted from two new *Ocimum basilicum* L. Varieties. *Diversity*, 14(12), 1048. <https://doi.org/10.3390/d14121048>
- Teguh, P. E., Watanabe, M., Hagura, Y., & Suzuki, T. (2015). Investigation on Powder Content Ratio in Shaving Process of *Katsuoobushi* with Various Moisture Content by Considering Glass Transition Phenomena. *Japan Journal of Food Engineering*, 16(3), 241–246. <https://doi.org/10.11301/jsfe.16.241>
- Triwibowo, A., & Sumarni. (2017). Pengaruh daya hambat kitosan sebagai edible coating daging ikan lele selama penyimpanan pada suhu dingin (variabel waktu pencelupan dan konsentrasi kitosan). *Jurnal Inovasi Proses*, 2(1).
- Venkatachalam, K., & Lekjing, S. (2020). A chitosan-based edible film with clove essential oil and nisin for improving the quality and shelf life of pork patties in cold storage. *RSC Advances*, 10(30), 17777–17786. <https://doi.org/10.1039/D0RA02986F>
- Vieira, B. B., Mafra, J. F., Bispo, A. S. da R., Ferreira, M. A., Silva, F. de L., Rodrigues, A. V. N., & Evangelista-Barreto, N. S. (2019). Combination of chitosan coating and clove essential oil reduces lipid oxidation and microbial growth in frozen stored tambaqui (*Colossoma macropomum*) fillets. *LWT*, 116, 108546. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108546>
- Waller, S. B., Cleff, M. B., Serra, E. F., Silva, A. L., Gomes, A. dos R., de Mello, J. R. B., de Faria, R. O., & Meireles, M. C. A. (2017). Plants from Lamiaceae family as source of antifungal molecules in humane and veterinary medicine. *Microbial Pathogenesis*, 104, 232–237. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.01.050>
- Wanjiru Maina, J. (2018). Analysis of the factors that determine food acceptability. *The Pharma Innovation Journal*, 7(5), 253–257. www.thepharmajournal.com
- Žabka, M., Pavela, R., Kovaříková, K., Tříška, J., Vrchatová, N., & Bednář, J. (2021). Antifungal and Insecticidal Potential of the Essential Oil from *Ocimum sanctum* L. against Dangerous Fungal and Insect Species and Its Safety for Non-Target Useful Soil Species *Eisenia fetida* (Savigny, 1826). *Plants*, 10(10), 2180. <https://doi.org/10.3390/plants10102180>