p-ISSN: 1907-8056
e-ISSN: 2527-5410
AGROINTEK
Jurnal Teknologi Industri Pertanian
journal homepage: journal.trunojoyo.ac.id/agrointek

Efektivitas reduksi mikroba pada tempura PT. XYZ melalui perlakuan suhu penyimpanan dan konsentrasi kitosan sebagai *edible coating*

Yunita Siti Mardhiyyah*, Ghaniy Samudra, Irvan Adhin Cholilie

Teknologi Industri Pertanian, Universitas Internasional Semen Indonesia, Gresik, Indonesia

Article history
Diterima:
26 Oktober 2022
Diperbaiki:
25 April 2024
Disetujui:
12 Mei 2024

Keyword
Chitosan;
Edible coating;
Shelf life;
Tempura;

ABSTRACT

Food goods may become contaminated by microorganisms or improperly stored, among other reasons. The product that PT. XYZ processes are tempura, which is easily destroyed. High microbiological activity during the product's shelf life is the cause of the damage factor. Handling during improper storage has an impact on the product's overall microbe count rise. As an alternative to treating product degradation from bacteria, chitosan can be utilized as an edible covering. In addition to serving as a product coating to shield the item from physical harm, the edible coating also contains chitosan. This antibacterial inhibits the growth of microorganisms in the product. The efficiency of the reduction of microbial growth is influenced by the varied chitosan concentrations. The chitosan concentrations utilized in this investigation varied from 0% (control sample) to 0.6%, 0.8%, 1.0%, 1.2%, and 1.4% (concentration changes). Observations were made regarding the harm to the organoleptic qualities of tempura goods, the actual difference, the best overall reduction, and the efficacy of microbial reduction. Statistical tests were used for significance differences. According to research findings, a 1.2% coating concentration combined with a lowering temperature treatment demonstrated the highest degree of efficacy in terms of microbial suppression, reaching $1.32x10^{-5}$ CFU / with a 2-week shelf life based on tempura organoleptic qualities. The 1.2% sample that underwent storage treatment at room temperature had the best concentration and the most effective microbial decrease, with a two-day shelf life of $3.03x10^{5}$ CFU/mL.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi
Email : yunita.mardhiyyah@uisi.ac.id
DOI 10.21107/agrointek.v20i1.17220

PENDAHULUAN

Tempura merupakan salah satu jenis produk olahan ikan berbasis surimi yang memiliki karakteristik khas produk olahan ikan. Produk tempura yang dibahas pada publikasi ini berbeda dengan tempura udang merupakan kelompok udang yang dibalut dengan adonan dan tepung panir lalu digoreng (Oke et al. 2018). Tempura yang dimaksud disini adalah produk turunan surimi yaitu hasil pengolahan ikan yang dilumatkan menjadi pasta, dikukus dan kemudian digoreng, produk tempura ini juga disebut Satsuma age atau *fried kamaboko* (Jia et al. 2018).

Seperti halnya di negeri asalnya Jepang (Bozova and Cetinkaya 2019, Yingchutrakul et al. 2022), produk tempura ini digemari oleh masyarakat Indonesia sebagai pendamping lauk makanan dan utamanya sebagai jajanan anak sekolah. Produk tempura pada umumnya memiliki umur simpan yang relatif singkat. Produk olahan daging dan ikan juga memiliki masa simpan yang berbeda-beda tergantung pada perlakuan terhadap produk (Putri 2009). Pada produk tempura dengan kemasan setelah dibuka dengan penyimpanan dingin memiliki daya simpan kurang dari 7 hari. Pada penyimpanan suhu ruang produk tempura memiliki daya simpan kurang lebih 1 hari. Kerusakan pada produk selama masa simpan tersebut disebabkan oleh adanya tingkat aktivitas mikroba yang tinggi setelah kemasan dibuka maupun oleh suhu penyimpanan yang digunakan.

Saat ini, peredaran produk tempura di pasaran tidak selalu dilengkapi dengan *cold storage*. Produk umumnya dikemas dalam kemasan plastik dan harus disimpan beku. Namun, adakalanya dalam proses distribusi kondisi penyimpanan beku tidak didapatkan. Penjualan produk melalui pedagang pasar, pedagang sayur keliling dilakukan tanpa pengontrolan suhu seperti menggunakan es batu atau termos dingin, dan bahkan dibiarkan dalam suhu lingkungan terbuka (27-33 °C). Ditambah, beberapa penjual bahkan tidak melakukan klasifikasi produk, sehingga terkadang produk tempura dalam kemasan ini bercampur dengan produk perikanan dan sirip ikan ataupun capit kepiting dapat melukai kemasan produk tempura. Kondisi di atas akan sangat meningkatkan peluang kerusakan produk, penurunan mutu dan bahkan menjadi faktor kritis dalam keamanan produk sehingga perlu upaya penambahan masa simpan.

Aktivitas mikroba menjadi penyebab kerusakan yang menyebabkan ketengikan, reaksi non-enzimatis, dan menyebabkan terjadinya perubahan pada kenampakan fisik suatu produk (Rahayu and Arpah 2003, Winiati and Nurwitri 2012). Kerusakan terhadap aktivitas mikroba dapat dihambat dengan berbagai metode salah satunya adalah dengan cara penerapan *coating* pada produk. *Coating* dapat digunakan sebagai pelapis produk sebagai pelindung dari kerusakan secara mekanis (Andarini 2016).

Nilai kepraktisan dan keamanan produk merupakan salah satu faktor berkembangnya *edible coating* (Alishahi and Aïder 2012, Andarini 2016, Nottagh et al. 2020). Penggunaan *edible coating* ini juga memungkinkan peningkatan masa simpan dengan poses enkapsulasi bahan antimikroba, antioksidan dan juga nutrisi pada komponen pelapis/*coating*. *Edible coating* yang dapat dimakan terbuat dari polisakarida (misalnya kitosan dan pati) dan protein (misalnya gelatin dan gluten) karena sifat hidrofiliknya, merupakan penghalang yang baik terhadap CO_2 dan O_2, dan secara efektif dapat menurunkan laju respirasi buah klimaterik dan oksidasi produk makanan berminyak (Ghaz-Jahanian et al. 2015, Nottagh et al. 2020).

Kitosan merupakan bahan yang dapat digunakan dalam proses *coating* pada produk olahan ikan tempura. Kitosan digunakan sebagai bahan dalam pembuatan *edible coating* berdasarkan fungsinya sebagai antimikroba (Andarini 2016). Kitosan, sebagai polimer alami, ditemukan di cangkang krustasea termasuk kepiting, udang, kandang cumi dan serangga sebagai komponen utama kerangka luarnya (Ghaz-Jahanian et al. 2015). Kitin adalah komponen utama kitosan dan dengan deasetilasi basa, kitosan terbentuk (Alishahi and Aïder 2012). Kitosan adalah biopolimer polikationik, yang memiliki sifat fisika-kimia (misalnya stabilitas termal dan sensitif terhadap pH) yang unik, sifat biologis (misalnya aktivitas antimikroba) dan mekanik (misalnya pembentukan film) (Vaghari et al. 2013). Komponen antibakteri pada kitosan berikatan dengan protein pada membran sel (Sitorus et al. 2014). Selain itu, kitosan juga berikatan dengan membran fosfolipid, terutama fosfatidil kolina (PC) yang dapat meningkatkan permeabilitas pada *inner* membran. Kenaikan permeabilitas pada *inner* membran menyebabkan keluarnya cairan sel pada bakteri sehingga menyebabkan kematian pada sel.

Penggunaan kitosan sebagai *edible coating* produk olahan daging/ikan juga telah banyak dikembangkan, misalnya pada bakso ikan kurisi (Zahiruddin et al. 2008), bako ikan tuna dan lain-lain (Meilinda et al. 2023). Penggunaan kitosan ini terbukti efektif dan tidak mempengaruhi penerimaan produk secara organoleptik. Oleh karena itu, pada penelitian ini *edible coating* kitosan digunakan untuk mengetahui efektivitas reduksi terhadap aktivitas mikroba pada sampel produk tempura selama masa simpan dengan perlakuan dua suhu penyimpanan.

METODE

Bahan dan alat

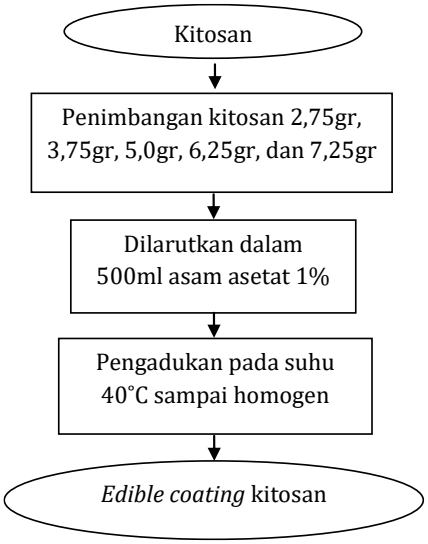
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu produk tempura dari PT. XYZ yang dibeli di supermarket Minaku, Gresik, kitosan DD70%, dan bahan uji analisis TPC seperti *Place Count Agar* (PCA), larutan buffer, dan akuades.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi lemari pendingin, plastik PE, panci, kompor, pengaduk, saringan, alat gelas di laboratorium seperti gelas beaker, pengaduk, hot plate, autoklaf, tabung rekasi, dan juga cawan petri.

Tahapan dan Metode Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan dengan tahapan pembuatan *edible coating* (Gambar 1), aplikasi dan pengamatan selama penyimpanan. Variasi perlakuan penggunaan kitosan DD70% pada masing-masing konsentrasi kitosan dilarutkan pada asam asetat 1%. Kitosan DD70% merujuk pada standar keamanan penggunaan kitosan pada industri pangan (Yulina 2011). Proses *coating* dilakukan dengan pencelupan sampel tempura pada larutan *coating* selama 5 menit dan dikeringkan.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri dari 2 faktor dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah penggunaan konsentrasi kitosan yang terbagi menjadi 6 taraf perlakuan. Faktor kedua adalah perlakuan penyimpanan yang terbagi menjadi 2 taraf perlakuan. Berikut merupakan rancangan penelitian berdasarkan faktor-faktor yang ditentukan dengan taraf perlakuan.



Gambar 1 Diagram alir pembuatan *edible coating* kitosan

Faktor ke 1 adalah sampel *coating* tempura dengan konsentrasi kitosan pada 500 mL larutan asam asetat 1 % terdiri dari:

K0 : sampel konsentrasi kitosan 0% (kontrol)
K1 : sampel konsentrasi kitosan 0,6%
K2 : sampel konsentrasi kitosan 0,8%
K3 : sampel konsentrasi kitosan 1,0%
K4 : sampel konsentrasi kitosan 1,2%
K5 : sampel konsentrasi kitosan 1,4%

Faktor ke 2 adalah suhu penyimpanan sampel *coating* yang terdiri dari:

T1 : penyimpanan pada suhu *freezing*
T2 : penyimpanan pada suhu ruang

Dengan demikian dari faktor rancangan pada penelitian ini menghasilkan 6 kombinasi percobaan pada masing-masing perlakuan penyimpanan dengan total 12 kombinasi percobaan.

Parameter Pengamatan

Berdasarkan perlakuan suhu penyimpanan dilakukan pengamatan pada penyimpanan suhu ruang selama 8 hari dan suhu pendingin selama 4 minggu (28 hari). Pengamatan terhadap sampel meliputi uji total mikroba atau TPC (Total *Plate Count*) secara *pour plate* (Hawa et al. 2020), dan perubahan sifat organoleptik deskriptif kualitatif (aroma, tekstur, warna dan kenampakan) dengan uji hedonik deskriptif selama penyimpanan. Pada penyimpanan suhu ruang dilakukan pengamatan setiap selang 2 hari (H2, H4, H6, dan H8), sedangkan pada penyimpanan selang 7 hari (H7, H14, H21 dan H28).

Nilai reduksi mikroba pada setiap perlakuan konsentrasi kitosan per waktu pengamatan didapatkan dengan menggunakan Persamaan 1.

$$\text{Nilai reduksi Mikroba}_{x-Ha} = \text{Nilai TPC}_{x-Ha} - \text{Nilai TPC}_{kontrol-Ha} \quad (1)$$

Keterangan:
X: perlakuan konsentrasi kitosan (0,6 %; 0,8 %; 1,0 %; 1,2 %; dan 1,4 %)
Kontrol: 0 % kitosan
Ha : hari pengamatan ke-

Analisis Statistik

Data yang diperoleh, dianalisis dengan metode *One-Way* ANOVA menggunakan SPSS 16.0 *Statistic Software*. Level signifikan yang ditetapkan sebesar α = 0,05. Jika didapatkan hasil yang signifikan dilanjutkan dengan uji Tukey.

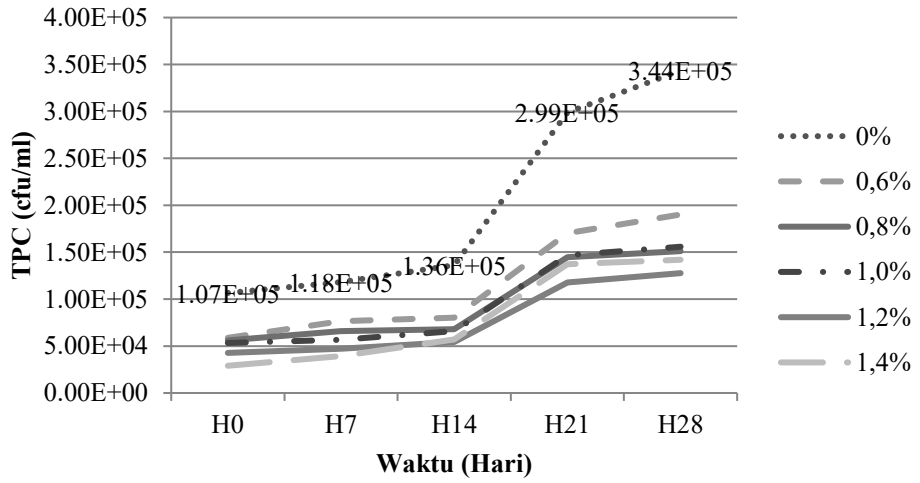
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan *Edible Coating* Kitosan Terhadap Pertumbuhan Mikroorganisme

Hasil pengamatan jumlah mikroba (Gambar 2) menunjukkan bahwa terjadi pertumbuhan mikroba setiap hari atau minggunya. Berdasarkan data pengamatan dilakukan uji selisih jumlah mikroba pada sampel perlakuan dengan sampel kontrol. Nilai selisih atau reduksi ini digunakan dalam mengetahui tingkat reduksi pada masing-masing sampel perlakuan pada rentang waktu pengamatan.

Tingkat pertumbuhan dan aktivitas mikroba yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya kerusakan dan perubahan sifat pada sampel selama masa simpan. Aktivitas mikroba merupakan salah satu faktor penyebab kerusakan yang menyebabkan ketengikan, reaksi non-enzimatis, dan menyebabkan terjadinya perubahan pada kenampakan fisik suatu produk (Sjarif dan Rosmaeni 2019). Semakin tinggi nilai reduksi maka semakin sedikit mikroba pada sampel sehingga nilai faktor cemaran mikroba semakin kecil (Susilawati et al., 2013).

Kitosan berfungsi sebagai antibakteri yang digunakan sebagai penghambat pertumbuhan bakteri dalam proses pengawetan. Data pengamatan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan terhadap jumlah total mikroba pada sampel kontrol dan sampel dengan perlakuan *coating* (Tabel 1 dan Tabel 2). Hal ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya bahwa kitosan memang cukup efektif sebagai bahan *edible coating* Pada bakso ikan tuna tanpa *coating* kitosan hanya bertahan 1 hari dan memiliki total bakteri log 5,267 CFU/g, sedangkan bakso ikan tuna *coating* kitosan mampu bertahan sampai 2 hari memiliki total bakteri log 5,0837 CFU/g (Wulandari et al. 2015). Gambar 1 menunjukkan bahwa perlakuan kitosan sangat efektif untuk menurunkan pertumbuhan mikroorganisme ditunjukkan dengan nilai TPC yang lebih rendah, khususnya pda pengamatan H14 ke atas. Perbedaan lebih spesifik pada antar konsentrasi kitosan dan nilai reduksi mikrobanya dapat dilihat di Tabel 1.



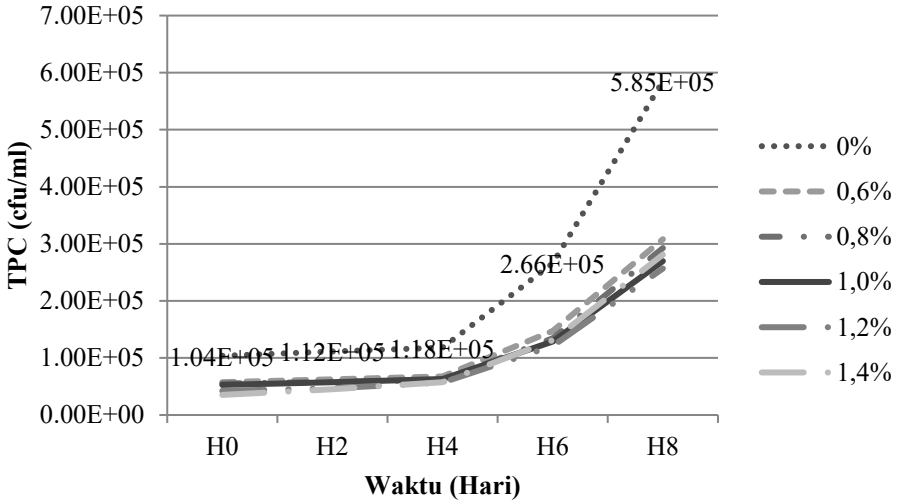
Gambar 2 Perbandingan total mikroba pada kontrol (0 %) dan kelima sampel perlakuan *coating* dengan kitosan dengan perlakuan penyimpanan suhu dingin

Tabel 1 Nilai reduksi mikroba sampel perlakuan terhadap sampel kontrol penyimpanan suhu dingin

Lama simpan	Konsentrasi Kitosan					
	0,6 %	0,8 %	1,0 %	1,2 %	1,4 %	Rata-rata Per Hari*
H0	4,78E+04	5,05E+04	5,33E+04	6,39E+04	7,76E+04	5,86E+04^{p}
H7	4,17E+04	5,19E+04	6,13E+04	7,07E+04	7,86E+04	6,08E+04^{p}
H14	5,56E+04	6,81E+04	7,03E+04	8,16E+04	7,91E+04	7,09E+04^{q}
H21	1,28E+05	1,54E+05	1,52E+05	1,81E+05	1,65E+05	1,56E+05^{r}
H28	1,53E+05	1,92E+05	1,88E+05	2,16E+05	2,02E+05	1,90E+05^{s}
Rata-Rata Per Perlakuan **	8,52E+04^{c}	1,03E+05^{b}	1,05E+05^{b}	1,23E+05^{a}	1,20E+05^{a}	

*Data yang disajikan dalam bentuk rata-rata. Huruf yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p<0,05$) menggunakan analisis Tukey

**Data yang disajikan dalam bentuk rata-rata. Huruf yang berbeda dalam baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p<0,05$) menggunakan analisis Tukey



Gambar 3 Perbandingan total mikroba pada sampel dengan perlakuan penyimpanan suhu ruang

Berdasarkan data pengamatan dilakukan uji selisih perbandingan sampel perlakuan dengan sampel kontrol (Tabel 1). Perbandingan digunakan dalam mengetahui tingkat reduksi pada masing-masing sampel perlakuan pada rentang waktu pengamatan. Sampel perlakuan *coating* memiliki efektivitas reduksi total mikroba tertinggi pada sampel konsentrasi kitosan 1,2 % dengan rata-rata mencapai $1,23x10^{5}$ CFU/mL. Semakin tinggi nilai reduksi pada sampel menunjukkan tingkat aktivitas mikroba yang rendah. Data pengamatan terhadap selisih perbandingan reduksi mikroba dilakukan uji ANOVA untuk mengetahui signifikan perlakuan dan beda nyata masing-masing perlakuan dengan sampel kontrol yang digunakan. Pada hasil uji ANOVA menunjukkan masing-masing sampel menunjukkan beda nyata. Semakin tinggi efektivitas reduksi pada aktivitas mikroba maka semakin baik kualitas suatu produk. Pengaruh perlakuan masing-masing sampel dalam mereduksi pertumbuhan mikroba terhadap lama waktu simpan menunjukkan beda nyata yang signifikan. Perlakuan konsentrasi kitosan pada sampel memiliki pengaruh beda nyata dalam mereduksi mikroba selama masa simpan pada perlakuan penyimpanan dingin. Namun pada konsentrasi di atas 1,2 % tidak terdapat perbedaan nyata yang signifikan.

Analisis terhadap perlakuan umur simpan (waktu) menunjukkan bahwa semakin lama pada pengamatan maka semakin tinggi tingkat reduksi mikroba. Data H+28 menunjukkan bahwa tingkat reduksi mikroba mencapai $1,90x10^{-5}$ CFU/mL. Hal tersebut menunjukkan bahwa sampel

perlakuan menunjukkan efektivitas dalam mereduksi aktivitas mikroba selama masa simpan dengan perlakuan penyimpanan dingin.

Peningkatan aktivitas mikroba pada masing-masing sampel menunjukkan fase pertumbuhan mikroba. Berdasarkan pengamatan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pada penyimpanan suhu pendinginan sampai H+28 mengalami fase logaritmik dan stasioner terhadap pertumbuhan mikroba. Pada pengamatan penyimpanan suhu ruang (Gambar 3) sampai hari ke-8 pertumbuhan mikroba mengalami fase logaritmik dan stasioner. Hasil pengamatan terhadap sampel perlakuan penyimpanan suhu ruang memiliki pengaruh terhadap angka jumlah total mikroba. Perlakuan *coating* memiliki pengaruh dalam mereduksi pertumbuhan mikroba. Pada sampel 0% sebagai kontrol memiliki tingkat pertumbuhan total mikroba yang lebih tinggi dari sampel dengan perlakuan *coating*. Penggunaan konsentrasi kitosan yang tepat dapat digunakan sebagai media pengawetan dalam menghambat bahkan mematikan sebagian mikroba (Andarini 2016). Antibakteri hal tersebut ditunjukkan adanya struktur pada kitosan yang berikatan dengan protein pada membran sel bakteri sehingga terjadi proses lisis pada sel bakteri (Sitorus et al. 2014).

Hasil perlakuan memiliki nilai $\alpha < 0,05$ yang berarti pada perlakuan sampel menunjukkan hasil beda signifikan. Konsentrasi kitosan 1,2 % memiliki tingkat reduksi terhadap mikroba dengan rata-rata tertinggi yaitu $1,32x10^5$ CFU/mL. Uji analisis statistik menggunakan uji lanjut ANOVA terhadap semua perlakuan dilakukan untuk menguji perbedaan pengaruh terhadap daya reduksi pada masing-masing sampel perlakuan terhadap suhu penyimpanan dan lama simpan (waktu).

Tingkat reduksi aktivitas mikroba berbanding lurus dengan lama waktu simpan. Tingkat reduksi mikroba mengalami peningkatan selama masa simpan pada sampel. Efektivitas reduksi hari-8 menunjukkan tingkat reduksi terhadap aktivitas mikroba mencapai $1,32x10^5$ CFU/mL. Menyatakan bahwa perlakuan terhadap konsentrasi *coating* kitosan dan perlakuan penyimpanan mempengaruhi masa simpan terhadap kerusakan pada sampel (Andarini 2016).

Pengaruh Perlakuan *Edible Coating* Kitosan Terhadap Masa Simpan

Masa simpan produk adalah kurun waktu produk pangan tetap aman dan mempertahankan sifat sensori, kimia, fisik dan mikrobiologi tertentu yang masih diterima oleh konsumen (Mardhiyyah and Ningsih 2021). Pada penelitian ini masa simpan produk diamati melalui parameter organoleptik, khususnya pada parameter aroma, warna dan penampakan serta tekstur produk tempura (Tabel 3, 4 dan 5).

Tabel 1 Reduksi mikroba sampel perlakuan terhadap sampel kontrol penyimpanan suhu ruang

	Konsentrasi Kitosan					
Lama Simpan	0,6 %	0,8 %	1,0 %	1,2 %	1,4 %	Rata-rata Per Hari*
H0	4,63E+04	4,86E+04	5,10E+04	6,14E+04	6,85E+04	5,52E+04^{p}
H2	4,90E+04	5,32E+04	5,40E+04	6,46E+04	6,64E+04	5,74E+04^{p}
H4	5,06E+04	5,64E+04	5,46E+04	6,08E+04	6,02E+04	5,65E+04^{p}
H6	1,19E+05	1,31E+05	1,37E+05	1,45E+05	1,35E+05	1,33E+05^{q}
H8	2,77E+05	2,92E+05	3,15E+05	3,28E+05	3,04E+05	3,03E+05^{r}
Rata-rata Per Perlakuan**	1,08E+05^{a}	1,16E+05^{b}	1,22E+05^{bc}	1,32E+05^{e}	1,27E+05^{cd}	

*Data yang disajikan dalam bentuk rata-rata. Huruf yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p<0,05$) menggunakan analisis Tukey

**Data yang disajikan dalam bentuk rata-rata. Huruf yang berbeda dalam baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p<0,05$) menggunakan analisis Tukey

Tabel 3 Pengamatan organoleptik aroma pada produk tempura

Suhu Penyimpanan Dingin					
Waktu	0,6%	0,8%	1,0%	1,2%	1,4%
H0	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan
H7	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan
H14	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan
H21	Sedikit aroma tempura ikan	Aedikit aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan
H28	Sedikit aroma tempura ikan	Sedikit aroma tempura ikan	Sedikit aroma tempura ikan	Sedikit aroma tempura ikan	Aedikit aroma tempura ikan
Suhu Penyimpanan Ruang					
Waktu	0,6%	0,8%	1,0%	1,2%	1,4%
H0	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan
H2	Sedikit aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan	Aroma tempura ikan
H4	**beraroma tidak sedap**	Sedikit aroma tempura ikan	Sedikit aroma tempura ikan	Sedikit aroma tempura ikan	Sedikit aroma tempura ikan
H6	Busuk menyengat	**Aroma kurang sedap**	**Aroma kurang sedap**	**Aroma kurang sedap**	**Aroma kurang sedap**
H8	Busuk menyengat	Busuk menyengat	Busuk menyengat	Busuk menyengat	Busuk menyengat

Tingkat reduksi terhadap jumlah mikroba memiliki pengaruh terhadap daya simpan pada suatu produk. Semakin tinggi daya reduksi maka semakin rendah jumlah aktivitas mikroba yang dapat mempengaruhi daya simpan suatu produk. Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan produk meliputi 3 sifat organoleptik (aroma, tekstur, dan kenampakan) pada sampel selama proses penyimpanan. Dari data pengamatan (Tabel 3, 4 dan 5) menunjukkan bahwa pada masing-masing sampel dengan perlakuan penyimpanan pendinginan dan penyimpanan ruang menunjukkan adanya penurunan terhadap sifat organoleptik. Penurunan pada sifat organoleptik berbanding lurus dengan peningkatan terhadap jumlah total mikroba selama proses penyimpanan, hal ini dapat dijelaskan dengan adanya pertumbuhan mikroorganisme yang semakin tinggi dihasilkan zat-zat asam, ataupun lendir dan lainnya sehingga menurunkan kualitas produk (Ndahawali 2016).

Pada sampel perlakuan penyimpanan suhu pendingin terbaik pada masa simpan sampel produk terlama adalah konsentrasi kitosan 1,4 % selama 14 hari. Pada sampel tersebut memiliki perubahan sifat organoleptik pada pengamatan H+14 yaitu beraroma tempura ikan, bertekstur padat, dan berwarna Cokelat pucat. Perubahan terhadap tekstur dengan munculnya lendir pada sampel menunjukkan kerusakan tingkat awal pada sampel. Munculnya lendir merupakan salah satu tahapan terjadinya kerusakan pada sifat organoleptik yang disebabkan oleh aktivitas mikroba (Ndahawali 2016). Sesuai pernyataan tersebut pada sampel 1,0%; 1,2% dan 1,4% menunjukkan adanya peningkatan jumlah total mikroba. Pada sampel 1,0% menunjukkan peningkatan yaitu $1{,}47 \times 10^{-5}$ CFU/mL dari $5{,}33 \times 10^{-4}$ CFU/mL. Sampel 1,2% menunjukkan peningkatan yaitu $1{,}18 \times 10^{-5}$ CFU/mL dari $4{,}27 \times 10^{-4}$ CFU/mL. Perlakuan pada sampel 1,4% menunjukkan peningkatan yaitu mencapai $1{,}37 \times 10^{-5}$ CFU/mL dari $2{,}90 \times 10^{-4}$ CFU/mL.

Pada sampel dengan perlakuan penyimpanan suhu ruang menunjukkan perubahan sifat organoleptik. Perlakuan pada sampel terbaik

selama perubahan sifat organoleptik terhadap kerusakan produk ditunjukkan pada perlakuan sampel konsentrasi kitosan 1,0%; 1,2% dan 1,4%. Perlakuan konsentrasi kitosan 1,0%; 1,2% dan 1,4% mengalami perubahan pada pengamatan hari-4 dengan perubahan pada sifat organoleptik aroma kurang sedap dengan tekstur padat sedikit berlendir dan memiliki kenampakan warna cokelat pucat sedikit berjamur, sehingga didapatkan masa simpan produk maksimal 2 hari pada suhu ruang. Masa simpan 2 hari ini lebih lama dibandingkan jika tanpa kitosan yang hanya 1 hari.

Kitosan memiliki fungsi sebagai anti mikroba yang berperan dalam menekan pertumbuhan mikroba pada proses pengawetan (Andarini 2016). Pada sampel 1,0% menunjukkan peningkatan yaitu $1,29x10^{-5}$ CFU/mL dari $5,28x10^{-4}$ CFU/mL. Sampel 1,2% menunjukkan peningkatan yaitu $1,21x10^{-5}$ CFU/mL dari $4,24x10^{-4}$ CFU/mL. Perlakuan pada sampel 1,4% menunjukkan peningkatan yaitu $1,31x10^{-5}$ CFU/mL dari $3,53x10^{-4}$ CFU/mL. Perubahan pada masing-masing sampel perlakuan dipengaruhi oleh adanya aktivitas mikroba pada sampel kontrol dan mekanisme reduksi terhadap pertumbuhan mikroba pada sampel perlakuan.

Kitosan dalam penelitian ini terbukti menunjukkan aktivitas penghambatan pertumbuhan mikroba pembusuk. Mekanisme aktivitas antibakteri kitosan adalah interaksi ionik antara sisi kationik kitosan dengan sisi anionik protein dalam fosfolipid sel mikroba yang menyebabkan perubahan sifat permeabilitas membran sel (Dwita et al. 2019). Walaupun pada penelitian ini, jumlah mikroorganisme yang tumbuh telah melebihi standar yaitu $1,25x10^{4}$ (BSN 2013), namun pola pertumbuhan yang lebih kecil dapat diamati. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian lain yang menunjukkan efektivitas kitosan sebagai bahan *edibel coating* (Ali et al. 2017, Nawaz et al. 2020, Sitorus et al. 2014, Yulina 2011). Faktor mikroba awal dan ketebalan lapisan *coating* selanjutnya yang perlu diperhatikan sehingga efektivitas antimikroba dan peningkatan masa simpan produk menjadi lebih baik.

Tabel 4 Pengamatan organoleptik tekstur pada produk tempura

Suhu Penyimpanan Dingin					
Waktu	0,6 %	0,8 %	1,0 %	1,2 %	1,4 %
H0	Padat	Padat	Padat	Padat	Padat
H7	Padat	Padat	Padat	Padat	Padat
H14	**Padat sedikit lendir**	**Padat sedikit lendir**	**Padat sedikit lendir**	Padat	Padat
H21	Lembek	Padat sedikit lendir	padat sedikit lendir	**Padat sedikit lendir**	**Padat Sedikit lendir**
H28	Lembek	Padat sedikit lendir	Padat sedikit lendir	Padat sedikit lendir	Padat sedikit lendir
Suhu Penyimpanan Ruang					
Waktu	0,6 %	0,8 %	1,0 %	1,2 %	1,4 %
H0	Padat	Padat	Padat	Padat	Padat
H2	**Lembek**	Padat	Padat	Padat	Padat
H4	Lembek berlendir	**Padat sedikit lendir**	**Padat sedikit lendir**	padat	Padat
H6	Lembek dan berlendir	Lembek	Lembek	**Padat sedikit lender**	**Padat sedikit lendir**
H8	Lembek berlendir	Lembek berlendir	Lembek berlendir	Lembek berlendir	Lembek berlendir

Tabel 5 Pengamatan organoleptik warna dan penampakan pada produk tempura

Suhu Penyimpanan Dingin					
Waktu	0,6 %	0,8 %	1,0 %	1,2 %	1,4 %
H0	Cokelat	Cokelat pucat	Cokelat pucat	Cokelat pucat	Cokelat pucat
H7	Cokelat	Cokelat pucat	Cokelat pucat	Cokelat pucat	Cokelat pucat
H14	**Cokelat pucat, sedikit jamur**	Cokelat pucat	Cokelat pucat	Cokelat pucat	Cokelat pucat
H21	Cokelat pucat, jamur	**Cokelat pucat, sedikit jamur**	**Cokelat pucat, sedikit jamur**	Cokelat pucat	Cokelat pucat
H28	Cokelat pucat, jamur	Cokelat pucat, jamur	Cokelat pucat, jamur	**Cokelat pucat, jamur**	**Cokelat pucat, jamur**
Suhu Penyimpanan Ruang					
Waktu	0,6 %	0,8 %	1,0 %	1,2 %	1,4 %
H0	Cokelat	Cokelat pucat	Cokelat pucat	Cokelat pucat	Cokelat pucat
H2	**Cokelat pucat sedikit jamur**	Cokelat pucat	Cokelat pucat	Cokelat pucat	Cokelat pucat
H4	Cokelat pucat tumbuh jamur	**Cokelat pucat, sedikit jamur**	**Cokelat pucat sedikit jamur**	Cokelat pucat	Cokelat pucat
H6	Cokelat pucat jamur	Cokelat pucat jamur	Cokelat pucat jamur	**Cokelat pucat sedikit jamur**	**Cokelat pucat sedikit jamur**
H8	Cokelat pucat, tumbuh jamur	Cokelat pucat, tumbuh jamur	Cokelat pucat jamur	Cokelat pucat berjamur	Cokelat pucat berjamur

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan konsentrasi pada *coating* kitosan berpengaruh terhadap efektivitas proses reduksi pertumbuhan mikroba dan sifat organoleptik sampel selama perlakuan masa simpan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada sampel perlakuan penyimpanan suhu dingin terbaik ditunjukkan pada sampel konsentrasi kitosan 1,2% dengan efektivitas reduksi mikroba mencapai $1{,}23 \times 10^5$ CFU/mL. Perlakuan konsentrasi kitosan 1,2% memiliki masa simpan H+14 pada pengamatan kerusakan terhadap sifat organoleptik. Perlakuan penyimpanan pada suhu ruang terbaik pada sampel 1,2% dengan efektivitas reduksi mikroba mencapai $1{,}32 \times 10^5$ CFU/mL dengan peningkatan daya simpan mencapai 2 hari pada suhu ruang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih pada LPPM Universitas Internasional Semen Indonesia atas hibah penelitian mandiri dengan nomor 09/KI.07/03-01.03.04/06.25.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, H., Baehaki, A., Lestari, S. D. 2017. Karakteristik Edible Film Gelatin-Kitosan dengan Tambahan Ekstrak Genjer (Limnocharis flava) dan Aplikasi pada Pempek. *Jurnal FishtecH*, *6*(1), 26–38. https://doi.org/10.36706/fishtech.v6i1.4449

Alishahi, A., Aïder, M. 2012. Applications of Chitosan in the Seafood Industry and Aquaculture: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, *5*(3), 817–830. https://doi.org/10.1007/s11947-011-0664-x

Andarini, D. 2016. *Kajian Penggunaan Kitosan Sebagai Edible Coating Untuk Memperpanjang Masa Simpan Somay Ikan Pada Suhu Ruang*. Universitas Bandar Lampung.

Bozova B., Cetinkaya S. 2019. Surimi and Surimi-Based Products. *2nd International Symposium on Limnology and Freshwater Fisheries*. https://www.researchgate.net/publication/338160156

Badan Standardisasi Nasional. 2013. SNI 7661. 1 tentang Pempek Ikan Rebus Beku-Bagian 1: Spesifikasi. In *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*.

Dwita L. S., Baehaki, A., Meliza, R. 2019. Aktivitas Antibakteri Kompleks Kitosan-Monosakarida Terhadap Patogen Dalam Surimi Ikan Gabus Sebagai Model Matriks Pangan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, *22*(1), 80–88.

Ghaz-Jahanian, M. A., Abbaspour-Aghdam, F., Anarjan, N., Berenjian, A., Jafarizadeh-Malmiri, H. 2015. Application of Chitosan-Based Nanocarriers in Tumor-Targeted Drug Delivery. *Molecular Biotechnology*, *57*(3), 201–218. https://doi.org/10.1007/s12033-014-9816-3

Hawa, L. C., Ginting, U. Y. B., Susilo, B., Wigati, L. P. 2020. Kajian Fisikokimia Edible Casing Sosis Berbasis Gelatin Ceker Ayam. *Agrointek*, *14*(2), 213–227. https://doi.org/10.21107/agrointek.v14i2.6627

Jia, R., Eguchi, M., Ding, W., Nakazawa, N., Osako, K., Okazaki, E. 2018. Quality Changes of Commercial Surimi-based Products after Frozen Storage. *J-STAGE Advance*, *35*(3), 205–210. https://doi.org/10.11322/tjsrae.18-15FB_OA

Mardhiyyah, Y. S., Ningsih, I. 2021. Masa Simpan Aneka Sambal dari Bahan Nabati Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life testing: Kajian Literatur. *Agrointek*, *15*(2), 459–468. https://doi.org/10.21107/agrointek.v15i2.9290

Meilinda, R., Ningsih, P. A., Anggraini, D., Pardi, H. 2023. Pemanfaatan Limbah Kulit Udang Sebagai Bahan Pembuatan Kitosan Dan Aplikasinya Sebagai Pengawet alami Pangan: Tinjauan. *Penelitian Kimia Dan Pendidikan Kimia*, *6*(2), 50–57.

Nawaz, N., Arshad, M., Mehmood, N., Hassan, W., Shah, S. Z. H., Siddique, F. 2020. Effect of chitosan coating on the quality characteristics of rohu (Labeo rohita) fillets during chilled storage. *Indian Journal of Fisheries*, *67*(2), 80–86. https://doi.org/10.21077/ijf.2019.67.2.84748-11

Ndahawali, D. H. 2016. Mikroorganisme Penyebab Kerusakan pada Ikan dan Hasil Perikanan Lainnya. *Jurnal Buletin Matric*, *13*(2), 17–21.

Nottagh, S., Hesari, J., Peighambardoust, S. H., Rezaei-Mokarram, R., Jafarizadeh-Malmiri, H. 2020. Effectiveness of edible coating based on chitosan and Natamycin on biological, physico-chemical and organoleptic attributes of Iranian ultra-filtrated cheese. *Biologia*, *75*(4), 605–611. https://doi.org/10.2478/s11756-019-00378-w

Oke, E. K., Idowu, M. A., Sobukola, O. P., Adeyeye, S. A. O., & Akinsola, A. O. 2018. Frying of Food: A Critical Review. *Journal of Culinary Science and Technology*, *16*(2), 107–127. https://doi.org/10.1080/15428052.2017.1333936

Putri K. D. R. 2009. *Karakteristik Fisik, Kimia Dan Organoleptik Sosis Sapi Dengan Perendaman Dalam Substrat Antimikroba Lactobacillus Sp. (1a5) Pada Penyimpanan Suhu Dingin*. Institut Pertanian Bogor.

Rahayu, W. P., Arpah, M. 2003. *Penuntun teknis penetapan kadaluwarsa produk industri kecil pangan*. 116.

Sitorus, R. F., Karo-Karo, T., Lubis, Z. 2014. Pengaruh Konsentrasi Kitosan Sebagai Edible Coating Dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Buah Jambu Biji Merah. *Ilmu Dan Teknologi Pangan J.Rekayasa Pangan Dan Pert*, *2*(1).

Sjarif, S. R., Rosmaeni, A. 2019. Pengaruh penambahan bahan pengawet alami terhadap pertumbuhan mikroba pada pasta tomat. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, *11*(2), 25–36.

Susilawati, T., Abduh, S., Mulyani, S. 2013. Reduksi Bakteri dan Biru Metilen, serta Perubahan Intensitas PenCokelatan dan pH Susu Akibat Pemansan pada Suhu 80 °C

dalam Periode yang Bervariasi. *Animal Agriculture Journal* , *2*(3), 1–8. http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/aaj

Vaghari, H., Jafarizadeh-Malmiri, H., Berenjian, A., Anarjan, N. 2013. Recent advances in application of chitosan in fuel cells. *Sustainable Chemical Processes*, *1*(1). https://doi.org/10.1186/2043-7129-1-16

Winiati, P. R., Nurwitri, C. C. 2012. *Mikrobiologi pangan*. IPB Press.

Wulandari, K., Sulistijowati, R., Mile, L. 2015. Kitosan Kulit Udang Vaname sebagai Edible Coating pada Bakso Ikan Tuna. *Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, *3*(3), 118–121. https://core.ac.uk/download/pdf/233374314.pdf

Yingchutrakul, M., Wasinnitiwong, N., Benjakul, S., Singh, A., Zheng, Y., Mubango, E., Luo, Y., Tan, Y., Hong, H. 2022. Asian Carp, an Alternative Material for Surimi Production: Progress and Future. *Foods*, *11*(9). https://doi.org/10.3390/foods11091318

Yulina, I. K. 2011. *Aktivitas antibakteri kitosan berdasarkan perbedaan derajat deasetilasi dan bobot molekul*. Institut Pertanian Bogor.

Zahiruddin, W., Erungan, A. C., Wiraswanti, I. 2008. Utilization of Karagenan And Chitosan in Kurisi (Nemipterus nematophorus) Fish Meat Ball Manufacturing by Cold Storage and Frozen Temperature. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, *XI*(Numberi 2006), 40–52.