

Pengaruh Pelapisan Nanokitosan Terhadap Perubahan Karakteristik Mutu Filet Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer sp*) Selama Penyimpanan

*Effect of Nanokitosan Coating on Changes in Quality Characteristics of White Snapper Fish Filets (*Lates calcarifer sp*) During Storage)*

I Wayan Widia*, Anak Agung Ngurah Satya Purwananda, Ni Luh Yulianti

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, Badung, Bali,
Indonesia

*email: wayanwidia@unud.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelapisan nanokitosan terhadap perubahan karakteristik mutu filet ikan kakap putih (*Lates calcarifer sp.*) selama penyimpanan pada suhu 4°C. Penelitian ini menerapkan metode Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan pelapisan nanokitosan pada konsentrasi 0% (kontrol), 0,1%, 0,3%, dan 0,5%. Filet ikan yang telah dilapisi kemudian disimpan selama 12 hari dengan pengamatan parameter mutu mencakup kadar air, tekstur, pH, total plate count (TPC), dan total volatile base (TVB). Hasil penelitian memperlihatkan bahwasanya pelapisan nanokitosan berpengaruh signifikan dalam mempertahankan mutu filet ikan kakap putih selama penyimpanan. Filet yang dilapisi nanokitosan memiliki kadar air yang lebih stabil, tekstur yang lebih baik, dan nilai pH yang lebih rendah dibandingkan kontrol. Selain itu, pertumbuhan mikroorganisme pembusuk juga terhambat, dibuktikan dengan nilai TPC dan TVB yang lebih rendah pada filet berlapis nanokitosan. Konsentrasi nanokitosan 0,5% memberikan hasil terbaik dalam menjaga kualitas filet selama penyimpanan. *Edible coating* berbasis nanokitosan efektif dalam memperpanjang umur simpan dan menjaga mutu filet ikan kakap putih.

Kata kunci: Nanokitosan, Edible Coating, Kakap Putih. Karakteristik Mutu

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the effect of nanokitosan coating on changes in the quality characteristics of white snapper (*Lates calcarifer sp.*) fillets during storage at 4°C. The research method used a Completely Randomized Design with nano-chitosan coating treatments at concentrations of 0% (control), 0.1%, 0.3%, and 0.5%. The coated fish fillets were then stored for 12 days with observations of quality parameters including moisture content, texture, pH, total plate count (TPC), and total volatile base (TVB). The findings indicated that nano-chitosan coating had a significant effect in maintaining the quality of barramundi fillets during storage. Fillets coated with nano-chitosan had more stable moisture content, better texture, and lower pH values compared to the control. In addition, the growth of spoilage microorganisms was also inhibited, as evidenced by lower TPC and TVB values in the nano-chitosan coated filets. A nano-chitosan concentration of 0.5% provided the best results in maintaining fillet quality during storage. Edible coating based on nano-chitosan is effective in extending the shelf life and maintaining the quality of barramundi fillets.

Keyword: Nanocytosan, Edible Coating, White Snapper, Quality Characteristics

PENDAHULUAN

Ikan kakap putih (*Lutjanus spp.*) salah satu komoditas perikanan diunggulkan di Indonesia dan di berbagai belahan dunia. Ikan ini tidak hanya dikenal karena kandungan gizinya yang tinggi, tetapi juga karena permintaan pasar yang stabil. Sebagai sumber protein hewani, ikan kakap putih kaya akan asam lemak, vitamin, juga mineral yang penting bagi kesehatan manusia. Ikan kakap putih ini biasanya dimanfaatkan dalam bentuk filet ikan segar. Namun, tantangan utama yang dihadapi dalam penanganan produk perikanan adalah menjaga kesegaran dan kualitasnya selama proses penyimpanan dan distribusi.

Filet daging ikan kakap putih sangatlah cepat mengalami penurunan mutu jika tidak dilakukan penanganan. Proses pembusukan dan kerusakan pada ikan sangat dipengaruhi oleh faktor mikrobiologis dan enzimatik. Hal ini disebabkan adanya degradasi protein, oksidasi, dan aktivitas mikroorganisme selama penyimpanan berlangsung (Vieira et al., 2019). Mikroorganisme seperti bakteri dan jamur dapat dengan cepat berkembang biak pada filet ikan yang tidak diawetkan, yang menyebabkan penurunan kualitas, rasa, dan keamanan pangan. Penyimpanan ikan segar biasanya dilakukan pada suhu rendah (4°C), tetapi cara ini belum mampu sepenuhnya mencegah penurunan mutu ikan. Oleh karena itu, metode yang efektif sangat diperlukan untuk memperpanjang umur simpan ikan.

(Ridwan et al., 2015) mengungkapkan, selain melalui metode pendinginan atau suhu rendah, untuk mencegah penurunan kualitas ikan, dapat dilakukan penanganan lain dengan mengemasnya menggunakan lapisan yang aman untuk dikonsumsi. *Edible coating* merupakan lapisan tipis yang dapat ditambahkan di permukaan bahan pangan. Penggunaan *edible coating* digunakan untuk memperpanjang masa penyimpanan, terutama untuk makanan yang mudah rusak, dengan menunda atau menghambat kerusakan mikrobiologis dan/atau kerusakan oksidatif. Bahan coating yang dipakai dalam produksinya haruslah memenuhi sejumlah persyaratan untuk *edible coating*, termasuk tidak berasa, tidak berwarna, beserta tidak mengubah kualitas makanan. Bahan tersebut juga haruslah aman untuk dikonsumsi. Salah satu upaya untuk memperpanjang umur ikan yaitu menggunakan bahan yang memiliki sifat antimikroba.

Kitosan dikenal memiliki sifat antimikroba, yaitu kemampuan memperlambat dalam pertumbuhan berbagai jenis mikroorganisme. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kitosan mampu

meningkatkan umur simpan berbagai produk pangan, termasuk daging dan ikan. Smith dan Seftiono (2022) menyatakan kitosan sebagai penyusun *edible coating* dapat memperlambat degradasi protein dan pertumbuhan mikroorganisme pada filet ikan. Ridwan et al. (2015) menyatakan pemanfaatan larutan kitosan 2% dalam *edible coating* dapat memperlambat penurunan nilai organoleptik dan mempertahankan filet ikan nila sampai dengan 5 hari dimana total mikroba yang masih memenuhi batas. Namun, efektivitas kitosan sebagai pengawet juga sangat bergantung pada konsentrasi yang digunakan.

Pada penelitian ini, *edible coating* dikembangkan dengan menggunakan teknologi nanopartikel. Penggunaan teknologi nanopartikel dengan ukuran partikel yang lebih kecil akan menghasilkan gerakan dan interaksi permukaan lebih besar, alhasil menunjang aktivitas antimikroba (Safitri et al., 2022). Menurut penelitian (Alboghbeish dan Khodanazary, 2019) efek perlindungan nanopartikel kitosan terhadap oksidasi lipid lebih besar daripada kitosan, karena migrasi zat aktif kitosan lebih mudah dalam larutan. Pengurangan ukuran partikel kitosan menjadi nano meningkatkan luas permukaan dan kemampuan penetrasi kitosan ke dalam jaringan makanan, sehingga dapat memberikan efek pengawetan yang lebih baik.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen, Gedung Agrokomplek, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Laboratorium Fakultas Pertanian, Universitas Warmadewa. Pelaksanaan penelitian ini berlangsung di bulan Februari-Maret 2025.

Bahan dan Alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan berbagai bahan dan alat untuk mendukung proses percobaan. Bahan-bahan yang digunakan meliputi Filet ikan kakap putih, kitosan, Tween 80, Natrium Tripolifosfat (Na-TPP), asam asetat (acetat acid), Natrium Hidroksida (NaOH), aquades, plastik HDPE, es balok, dan sterofoam box. Sementara itu, sejumlah alat yang dipakai mencakup timbangan digital, *texture analyzer* TA.XT.plus, magnetic stirrer, gelas beaker, gelas ukur, pH meter, pipet tetes, dan oven. Kombinasi bahan dan alat ini digunakan untuk memastikan proses penelitian berjalan secara optimal dan hasil yang diperoleh dapat diukur secara akurat.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini mengaplikasikan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) sebagai desain percobaannya. Perlakuan berupa pelapisan nanopartikel kitosan yang terdiri dari perlakuan 0% (A0), 0,1% (A1), 0,3% (A2), 0,5% (A3) dengan penyimpanan dingin pada suhu 4°C dengan 2 kali pengulangan. Penelitian ini dilakukan selama 8 hari dengan pengamatan dimulai pada hari ke- 2, 4, 6, 8. Setiap unit percobaan terdiri dari 100 gr filet ikan kakap putih. Tahap penelitian dimulai dengan pembuatan larutan *edible coating* nanopartikel kitosan menggunakan kombinasi prosedur pembuatan nanopartikel kitosan dari Gad et al., (2016) dengan metode gelasi ionik dari Suptijah et al, (2011) dan perbandingan kitosan : STTP : Tween 80 yakni 5 : 1: 0,05 dari Husniati & Oktarina (2014). Pembuatan nanopartikel kitosan diawali dengan melarutkan masing-masing kitosan (1 g, 3 g, 5 g) dalam 250 ml asam asetat 1% hingga membentuk larutan dengan melakukan homogenasi (pencampuran) melalui magnetic stirrer selama 1 jam dengan kecepatan 1500 rpm. Selanjutnya, campurkan larutan dengan Tween 80 0,1% sebanyak 2 ml menggunakan magnetic stirrer selama 30 menit dengan kecepatan 1500 rpm. Larutkan sodium trypolypHospHate (STTP) 0,07 g ke dalam aquades 42 ml dan lakukan pencampuran ke dalam larutan nanopartikel dengan cara melakukan dropwise menggunakan selang infus secara perlahan sampai larutan habis. Lakukan homogenasi kembali selama 30 menit melalui magnetic stirrer dengan kecepatan 1500 rpm. Setelah itu homogenasi kembali menggunakan homogenizer ultrasonik selama 15 menit.

Parameter yang diamati

pH

Sesudah sampel dipotong kecil sejumlah 10 g, sampel ditimbang dan dikomogenkan dengan 20 ml aquades melalui mortar. Selanjutnya, 10 ml campuran tersebut dituangkan ke dalam gelas beker berukuran 100 ml dan pH-nya diukur menggunakan pH meter. Larutan buffer pH 7 dimanfaatkan guna mengkalibrasi pH meter sebelum dipakai untuk memastikan keakuratan pengukuran. Nilai pH dibaca setelah jarum penunjuk pada pH meter mencapai posisi yang stabil (Badan Standardisasi Nasional, 2019).

Penyerapan Air (Swelling)

Uji ini diterapkan melalui metodologi oven yang bertujuan menguapkan air dari bahan menggunakan energi panas pada suhu 100–105°C selama waktu tertentu berdasarkan SNI 2006. Proses dimulai dengan mensterilkan

cawan porselein selama 30 menit di suhu 100–105°C pada oven, berikutnya didinginkan selama 15 menit pada desikator dan ditimbang. Selanjutnya, sampel sejumlah 3 gram ditimbang dan ditempatkan dalam cawan porselein yang beratnya sudah diketahui. Setelah 4 jam pengeringan pada suhu 100–105°C dalam oven, sampel didinginkan lagi beserta ditimbang. Penimbangan diulang hingga diperoleh berat yang konstan, dan kadar air dihitung sebagai selisih berat bahan sebelum beserta sesudah pemanasan.

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{G - A}{G - B} \times 100\% \dots [1]$$

Keterangan :

B = Berat cawan (g)

G = Berat cawan dan sampel (g)

A = Berat cawan dan sampel kering (g)

Tekstur

Tekstur filet ikan kakap putih dianalisis melalui metodologi Texture Profile Analysis (TPA) memakai alat *Texture Analyzer* (TA.Xtplus, England) yang dihubungkan dengan komputer. Sampel disiapkan dan di ukur ketebalannya menggunakan penggaris. Kemudian sampel ditempatkan di meja objek texture analyzer. Probe pada alat diturunkan sampai menyentuh sampel 2 kali. Kecepatan probe diatur 10mm/s dan sampel ditekan 30% dari tinggi awalnya dengan settingan kecepatan 5 detik. Angka pada alat dinolkan terlebih dahulu. Kurva profil tekstur akan ditampilkan di layar.

Total Plate Count (TPC)

TPC ialah total mikroba aerob mesofilik per gram atau mililiter sampel yang dihitung menggunakan metodologi standar untuk menentukan jumlah mikroba suatu produk melalui penghitungan koloni bakteri. Pada uji ini kondisi memiliki jumlah nilai TPC yang rendah maka semakin layak untuk dikonsumsi. Pengujian TPC ini sesuai dengan SNI 7388:2009.

$$\text{TPC} = \sum \text{koloni per cawan} \times \frac{1}{fp} \dots [2]$$

Dengan fp adalah faktor pengenceran

Total Volatil Base (TVB)

TVB ialah indikator utama untuk menilai tingkat kesegaran produk perikanan. Nilai TVB yang tinggi menandakan bahwa ikan telah mengalami proses pembusukan dan kehilangan kesegarannya, yang disebabkan oleh peningkatan aktivitas enzimatis dan pertumbuhan bakteri. Hal ini sesuai dengan ketentuan dalam SNI 2354.8:2009. Berikut perhitungan nilai TVB :

$$TVB = \frac{(Va - Vf) \times N \times 14,007 \times 2 \times 100}{W} \dots [3]$$

Dengan :

- V_a = volume larutan HCl pada titrasi sampel
- V_f = volume larutan HCl pada titrasi blanko
- N = normalitas larutan HCl
- W = berat sampel
- 14,007 = atom nitrogen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Kandungan air menjadi salah satu faktor utama dalam menilai mutu ikan segar. Hasil analisis keragaman bahwa perlakuan pelapisan larutan nanokitosan berpengaruh nyata ($P \leq 0,05$) terhadap kadar air pada hari ke-4 dan ke-8 serta ke-12 selama masa penyimpanan. Hasil analisis statistik kadar air dan rata-rata kadar air filet ikan kakap putih terlihat di Tabel 1 beserta Gambar 1.

Analisis kadar air pada filet ikan kakap putih selama penyimpanan menunjukkan pola perubahan yang signifikan antara perlakuan nanokitosan dan kontrol. Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwasanya kadar air filet meningkat progresif dari hari ke-4 sampai hari ke-12 pada semua perlakuan. Filet kontrol menunjukkan peningkatan kadar air paling tinggi, dari 77,85% di hari ke-4 menjadi 83,81% di hari ke-12. Sementara itu, filet dengan pelapisan nanokitosan

2 = faktor pengenceran

Analisis Data

Perolehan data dianalisis melalui sidik ragam ataupun uji one way ANOVA (Analysis of Variance). Ketika pengaruh perlakuan berpengaruh nyata, alhasil berlanjut dengan uji BNT. Analisis data menggunakan software Microsoft Excel 2016.

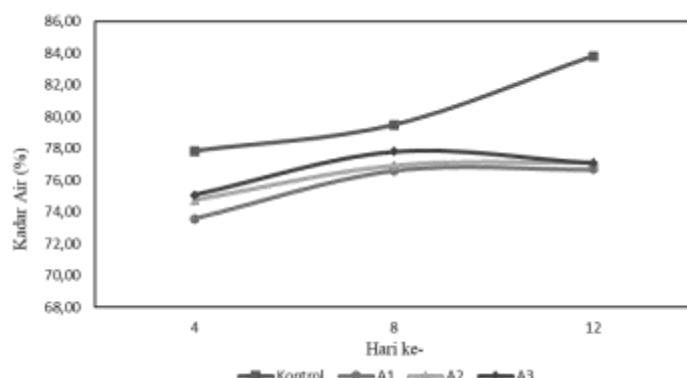
1% (A1) memiliki kadar air terendah di setiap interval pengamatan, yaitu 73,58%, 76,60% , dan 76,68%.

Dari Gambar 1 dapat diamati bahwa kadar air filet ikan bervariasi antara kelompok perlakuan dan kontrol. Filet ikan kakap putih yang diberi perlakuan cenderung memiliki kadar air yang lebih kecil pada hari ke-4. Secara khusus, terjadi lonjakan kadar air yang signifikan pada kontrol antara hari ke-8 (79,49%) dan hari ke-12 (83,81%), sementara pada perlakuan nanokitosan peningkatannya lebih gradual. Air diproduksi sepanjang proses metabolisme oleh aktivitas mikroba, yang termasuk alasan kenaikan kadar air ini. Hal ini disebabkan oleh aktivitas bakteri (Fandhu *et al.* 2023). Hal ini mengindikasikan bahwa setelah periode tertentu, efektivitas nanokitosan dalam mengontrol kadar air mulai menurun, kemungkinan karena degradasi lapisan edible coating atau akumulasi kerusakan seluler pada filet ikan.

Tabel 1. Rata-rata kadar air (%) filet ikan kakap putih

Konsentrasi nanokitosan	Lama Penyimpanan (Hari)		
	4	8	12
A1	73,58 ^c	76,60 ^c	76,68 ^b
A2	74,75 ^b	76,94 ^b	77,15 ^b
A3	75,06 ^b	77,80 ^b	77,08 ^b
Kontrol	77,85 ^a	79,49 ^a	83,81 ^a

Keterangan : Perbedaan huruf dalam kolom yang sama menandakan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik ($P \leq 0,05$).



Gambar 1. Grafik rata-rata kadar air filet ikan kakap putih

Tekstur

Hasil analisis keragaman menunjukkan perlakuan pelapisan larutan nanokitosan berpengaruh nyata ($P \leq 0,05$) terhadap tekstur pada hari ke-4 dan ke-8 serta ke-12 selama masa penyimpanan. Hasil analisis statistik tekstur dan rata-rata tekstur filet ikan kakap putih terdapat pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Berdasarkan Tabel 2, nilai kekerasan atau tekstur filet ikan kakap putih menurun seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan pada suhu dingin. Namun, perlakuan edible coating berbasis nanokitosan berpengaruh nyata dalam memperlambat penurunan tekstur filet ikan kakap putih dibandingkan dengan kontrol. Penurunan ini umumnya disebabkan oleh aktivitas enzim proteolitik dan mikroorganisme yang menguraikan struktur protein otot ikan yang menyebabkan kadar air meningkat dan mempengaruhi tekstur menjadi lebih lunak (Fandhu *et al.* 2023).

Filet ikan tanpa perlakuan atau kontrol mengalami penurunan tekstur yang paling drastis, dari 2,894 N

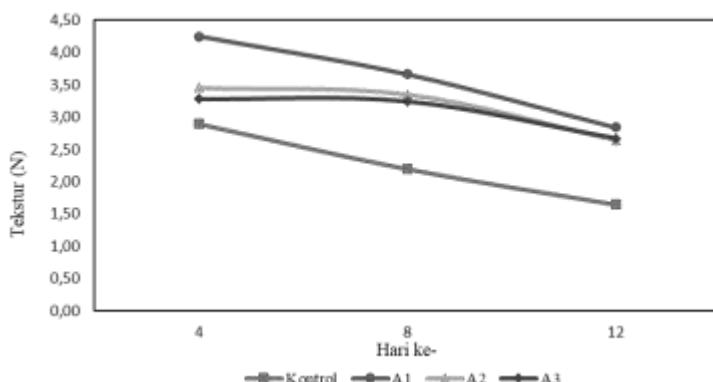
pada hari ke-4 menjadi 1,649 N pada hari ke-12. Sampel yang diberikan lapisan nanokitosan (A1, A2, A3) menunjukkan nilai kekerasan yang lebih tinggi dibanding kontrol pada setiap periode penyimpanan, yang mengindikasikan bahwa edible coating nanokitosan dapat memperlambat proses pelunakan tekstur.

Filet kontrol mengalami penurunan tekstur paling drastis, dari 2,894 N di hari ke-4 menjadi 1,649 N di hari ke-12. Sementara itu, filet dengan pelapisan nanokitosan 1% (A1) mempertahankan nilai tekstur tertinggi di setiap interval pengamatan tetapi menurun drastis pada hari ke-12 (4,245 N di hari ke-4; 3,658 N di hari ke-8; 2,839 N di hari ke-12). Fenomena ini mungkin terkait dengan karakteristik lapisan nanokitosan - konsentrasi terlalu tinggi dapat membentuk lapisan terlalu tebal yang justru mempengaruhi tekstur permukaan. Pola ini terlihat jelas pada Gambar 2, dimana grafik tekstur kontrol memiliki kemiringan lebih curam dibandingkan perlakuan nanokitosan.

Tabel 2. Nilai rata-rata tekstur filet ikan kakap putih

Konsentrasi nanokitosan	Lama Penyimpanan (Hari)		
	4	8	12
A1	4,245 ^a	3,658 ^a	2,839 ^a
A2	3,452 ^b	3,350 ^a	2,641 ^a
A3	3,277 ^b	3,240 ^a	2,667 ^a
Kontrol	2,894 ^c	2,199 ^b	1,649 ^b

Keterangan : Perbedaan huruf dalam kolom yang sama menandakan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik ($P \leq 0,05$).



Gambar 2. Grafik nilai tekstur filet ikan kakap putih

Derajat Keasaman (pH)

Hasil analisis keragaman memperlihatkan bahwasanya perlakuan pelapisan larutan nanokitosan berpengaruh nyata ($P \leq 0,05$) terhadap pH pada hari ke-4 dan ke-8 serta ke-12 selama masa penyimpanan, sedangkan interaksi antar perbedaan konsentrasi tidak berpengaruh nyata terhadap pH filet ikan kakap putih. Hasil analisis statistik tekstur dan rata-rata pH

filet ikan kakap putih terlihat pada Tabel 3 dan Gambar 3.

Derajat keasaman (pH) merupakan parameter kimia penting yang mencerminkan kesegaran dan stabilitas mikrobiologis filet ikan. Hasil pengukuran pH filet ikan kakap putih (Tabel 5) menunjukkan pola perubahan yang berbeda secara signifikan ($P < 0,05$)

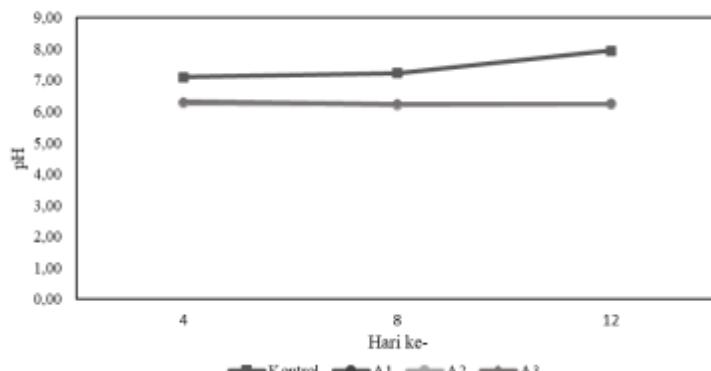
antara perlakuan nanokitosan dan kontrol selama penyimpanan 12 hari. Filet kontrol menunjukkan peningkatan pH progresif dari 7,10 (hari ke-4) menjadi 7,94 (hari ke-12), melebihi ambang batas kesegaran ikan ($\text{pH} > 7,0$). Sebaliknya, filet dengan pelapisan nanokitosan mempertahankan pH relatif stabil di kisaran 6,21-6,31, tanpa perbedaan signifikan antar konsentrasi nanokitosan (A1, A2, A3).

Temuan yang dilakukan (Asni et al., 2022), yang menunjukkan bahwa ikan dengan pH rata-rata antara 6,5 hingga 7,0 masih tergolong memiliki kesegaran yang baik. Stabilitas pH ini terlihat jelas pada Gambar 3, dimana grafik pH perlakuan nanokitosan membentuk garis hampir datar, berbeda dengan kurva naik tajam pada kontrol. Kualitas ikan hidup mempunyai pH antara 7,0-7,3, tetapi sesudah ikan mati, nilai ini turun tajam (Leiwakabessy et al., 2024).

Tabel 3. Nilai pH filet ikan kakap putih

Konsentrasi nanokitosan	Lama Penyimpanan (Hari)		
	4	8	12
A1	6,27 ^b	6,23 ^b	6,24 ^b
A2	6,29 ^b	6,21 ^b	6,23 ^b
A3	6,31 ^b	6,24 ^b	6,24 ^b
Kontrol	7,10 ^a	7,22 ^a	7,94 ^a

Keterangan : Perbedaan huruf dalam kolom yang sama menandakan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik ($P \leq 0,05$).



Gambar 3. Grafik nilai pH filet ikan kakap putih

Total Plate Count (TPC)

Hasil analisis keragaman memperlihatkan bahwasanya perlakuan pelapisan larutan nanokitosan berpengaruh nyata ($P \leq 0,05$) terhadap tekstur pada hari ke-4 dan ke-8 serta ke-12 selama masa penyimpanan. Hasil analisis statistik tekstur dan rata-rata tekstur filet ikan kakap putih terlihat di Tabel 4 beserta Gambar 4.

TPC ialah parameter guna mengukur penurunan mutu ikan, dikarenakan bakteri pembusuk aktif dan tumbuh dengan cepat, sehingga mengakibatkan mutu ikan menurun lebih cepat. Bagian tubuh ikan yang umumnya menjadi tempat berkembangnya bakteri secara alami meliputi permukaan tubuh, saluran pencernaan, dan insang (Fretes et al., 2018). Tetapi, setelah ikan mati, suhu tubuhnya meningkat, memungkinkan bakteri untuk segera menyerang jaringan, yang pada akhirnya menyebabkan perubahan komposisi daging hingga terjadi pembusukan. Rata-rata nilai TPC yang disimpan dari hari ke-4 hingga 12 mengalami peningkatan jumlah

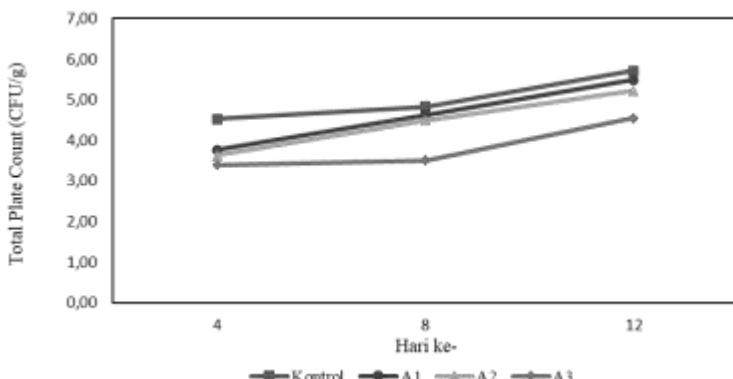
mikroba awal, pada konsentrasi 1% (A1) sebesar $5,7 \times 10^3$ - $3,4 \times 10^5$, konsentrasi 3% (A2) sebesar $4,3 \times 10^3$ - $1,6 \times 10^5$, konsentrasi 5% (A3) sebesar $2,5 \times 10^3$ - $3,5 \times 10^4$, dan kontrol yang relatif tinggi peningkatan jumlah bakterinya sebesar $3,4 \times 10^4$ - $5,2 \times 10^5$.

Filet ikan tanpa perlakuan (kontrol) mengalami peningkatan jumlah bakteri yang lebih cepat dibanding filet yang diberi edible coating nanokitosan. Di hari ke-8, jumlah bakteri pada kontrol mencapai $6,7 \times 10^4$ CFU/g, sedangkan pada hari ke-12 meningkat tajam hingga $5,2 \times 10^5$ CFU/g, melewati ambang mutu ikan segar sesuai dengan SNI 2332.3:2015 yakni maksimal (5×10^5 CFU/g), yang menunjukkan bahwa filet ikan pada kelompok ini sudah tidak layak konsumsi. Sementara itu, filet yang diberikan edible coating nanokitosan memiliki pertumbuhan mikroba yang lebih lambat.

Tabel 4. Nilai TPC filet ikan kakap putih

Konsentrasi nanokitosan	Lama Penyimpanan (Hari)		
	4	8	12
A1	$5,7 \times 10^{3b}$	$4,2 \times 10^{4b}$	$3,4 \times 10^{5b}$
A2	$4,3 \times 10^{3c}$	$3,1 \times 10^{4b}$	$1,6 \times 10^{5b}$
A3	$2,5 \times 10^{3c}$	$3,2 \times 10^{3c}$	$3,5 \times 10^{4c}$
Kontrol	$3,4 \times 10^{4a}$	$6,7 \times 10^{4a}$	$5,2 \times 10^{5a}$

Keterangan Perbedaan huruf dalam kolom yang sama menandakan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik ($P \leq 0,05$).



Gambar 4. Grafik nilai TPC filet ikan kakap putih

Total Volatil Base (TVB)

Hasil analisis keragaman memperlihatkan bahwasanya perlakuan pelapisan larutan nanokitosan berpengaruh nyata ($P \leq 0,05$) terhadap tekstur pada hari ke-4 dan ke-8 serta ke-12 selama masa penyimpanan. Hasil analisis statistik tekstur dan rata-rata tekstur filet ikan kakap putih terlihat di Tabel 5 beserta Gambar 5.

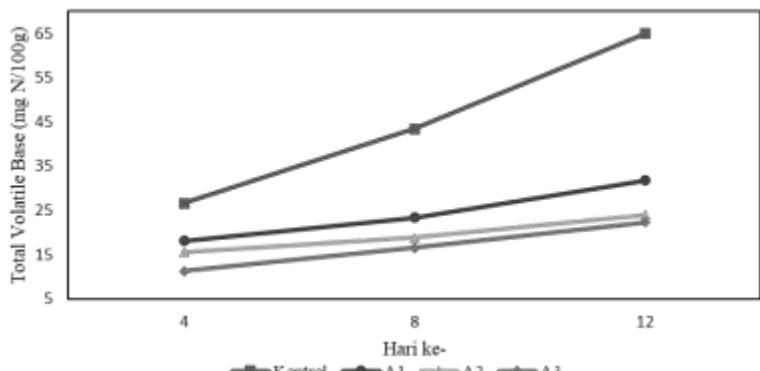
Pada kelompok kontrol, nilai TVB mengalami kenaikan paling signifikan, dimulai dari 26,58 mg N/100 g di hari ke-4, meningkat tajam menjadi 43,45 mg/100 g di hari ke-8, dan mencapai puncaknya sebesar 65,02 mg/100 g di hari ke-12. Kenaikan ini mengindikasikan bahwa tanpa perlakuan pengawetan, filet ikan kakap putih mengalami degradasi protein yang cepat dan pembentukan senyawa volatil yang tinggi akibat aktivitas mikroorganisme dan enzim selama penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa ikan dalam kelompok kontrol mengalami pembusukan lebih cepat dibanding kelompok yang diberi nanokitosan.

Sebaliknya, pada kelompok yang diberi perlakuan nanokitosan, nilai TVB meningkat dengan laju yang lebih lambat dan nilai akhirnya jauh lebih rendah dibandingkan kontrol. Pada konsentrasi terendah, A1 (0,1%), nilai TVB meningkat dari 18,12 mg/100 g di hari ke-4 menjadi 31,82 mg/100 g di hari ke-12. Kelompok A2 (0,3%) menunjukkan tren yang lebih baik dengan nilai TVB 15,57 mg/100 g pada hari ke-4 dan hanya meningkat menjadi 23,98 mg/100 g pada hari ke-12. Sedangkan kelompok A3 (0,5%) memiliki nilai TVB terendah di antara semua perlakuan, dimulai dari 11,26 mg/100 g pada hari ke-4 dan hanya naik menjadi 22,34 mg/100 g pada hari ke-12. Dalam konteks standar keamanan pangan, nilai TVB memiliki batas maksimum yang diizinkan untuk memastikan produk ikan layak konsumsi. Nilai TVB maksimal untuk ikan segar biasanya berkisar antara 30-50 mg N/100 g (Hardianto & Yunianta, 2015).

Tabel 5. Nilai rata-rata TVB filet ikan kakap putih

Konsentrasi nanokitosan	Lama Penyimpanan (Hari)		
	4	8	12
A1	18,12 ^b	23,34 ^b	31,82 ^b
A2	15,57 ^b	18,87 ^c	23,98 ^c
A3	11,26 ^c	16,57 ^c	22,34 ^c
Kontrol	26,58 ^a	43,45 ^a	65,02 ^a

Keterangan : Perbedaan huruf dalam kolom yang sama menandakan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik ($P \leq 0,05$).



Gambar 5. Grafik nilai TVB filet ikan kakap putih

KESIMPULAN

Kesimpulan

Pelapisan nanokitosan terbukti mampu meningkatkan mutu filet ikan kakap putih selama penyimpanan pada suhu 4°C. *Edible coating* berbasis nanokitosan efektif dalam memperpanjang umur simpan dan menjaga mutu filet ikan kakap putih. Filet yang dilapisi nanokitosan memiliki kadar air lebih stabil, tekstur lebih baik, serta nilai pH yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol, dan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk juga lebih terhambat pada filet yang diberi lapisan nanokitosan. Perlakuan konsentrasi nanokitosan yang paling efektif terhadap penjagaan mutu filet ikan kakap putih selama penyimpanan ialah 0,5% dengan nilai pH 6,24, total plate count $3,5 \times 10^4$ CFU/g, total volatile base 22,34 mg/100 g.

Saran

Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengetahui metode aplikasi *edible coating* nanokitosan yang paling efektif untuk mendapatkan karakteristik mutu terbaik. Selain itu, dapat diterapkan kombinasi nanokitosan dengan bahan alami lain yang punya sifat antimikroba dan antioksidan agar hasilnya lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Alboghbeish, H., & Khodanazary, A. (2019). The comparison of quality characteristics of refrigerated carangoides coeruleopinnatus fillets with chitosan and nanochitosan coating. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 19(11), 957–967. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v19_11_07

Asni, A., Kasmawati, K., Ernaningsih, E., & Tajuddin, M. (2022). Analisis Penanganan Hasil Tangkapan Nelayan Yang Didaratkan Di Tempat Pendaratan Ikan Beba Kabupaten Takalar. *JOURNAL OF INDONESIAN TROPICAL FISHERIES (JOINT-FISH)* : Jurnal Akuakultur, Teknologi Dan Manajemen Perikanan Tangkap, Ilmu Kelautan, 5(1), 40–50. <https://doi.org/10.33096/joint-fish.v5i1.96>

Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 6989 11 2019: Cara Uji Derajat Keasaman (pH). *Badan Standardisasi Nasional* 06-6989.11-2019, 1–7.

Fretes, M. De, Gunaedi, T., & Surbakti, S. B. (2018). Bakteri Proteolitik Pada Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Hasil Proses Pengasapan Tradisional dan Modern. *Jurnal Biologi Papua*, 7(1), 1–8. <https://doi.org/10.31957/jbp.425>

Gad, M. M., Zagzag, O. A., & M, H. O. (2016). Development of Nano-Chitosan Edible Coating for Peach Fruits Cv.Desert Red. *International Journal of Environment*, 5(4), 43–55.

Hardianto, L., & Yunianta. (2015). Pengaruh Asap Cair Terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(4), 1356–1366.

Husniati, & Oktarina, E. (2014). Synthesized of Chitosan Nanoparticles and Effect To Bacterial-Decay Inhibition of Pineapple Juice. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 25(2), 89–95.

I Wayan, Fandhu Winangun , Pande Ketut, Diah Kencana, I Gusti Ketut, A. A. (2023). Pengaruh Konsentrasi Asap Cair Batang Bambu Tabah (*Gigantochloa nigrociliata* Buze-Kurz) dan Lama Penyimpanan terhadap Kualitas Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Segar. 11.

Leiwakabessy, J., Batmomolin, W., Silaban, B. B., & Mailoa, M. N. (2024). Penurunan Mutu Ikan Segar Hasil Budidaya Keramba Jaring Apung Di Teluk Ambon Pada Suhu Kamar. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 13(1), 102–109. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2024.13.1.102>

- Ridwan, I. M., Mus, S., & Karnila, R. (2015). Pengaruh Edible Coating dari Kitosan Terhadap Mutu Fillet Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Disimpan pada Suhu Rendah. *Jom*, 1(10), 1–15.
- Safitri, N. L., Puspita, D. W., Junita, Sary, L. N. I., Al Adawiyah, R. R., Prihastanti, E., & Suedy, S. W. A. (2022). Effect of Nanochitosan Coating on the Quality of Chili Pepper (*Capsicum frutescens* L.) at Low Temperature Storage. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 7(1).
- Smith, S., & Seftiono, H. (2022). Pengaruh Coating Kitosan dengan Penambahan Antioksidan Alami Terhadap Kualitas Fisik dan Mikrobiologi Fillet Ikan. *Jurnal Teknologi*, 14(2), 183–196.
- SNI-01-2354.2-. (2006). Penentuan Kadar Air Pada Produk Perikanan. *Badan Nasional Standardisasi*.
- SNI. (2015). Cara uji mikrobiologi - Bagian 3: Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) pada produk perikanan. *Badan Standardisasi Nasional: Jakarta*, 1–11.
- Suptijah, P., Jacob M., A., & Rachmania, D. (2011). Karakterisasi Nano Kitosan Cangkang Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) dengan Metode Gelasi Ionik. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, XIV(2), 78–84.
- 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(August), 108546. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108546>