



Pengaruh Rasio Konsentrasi Kitosan dan Na-TPP terhadap Perubahan Karakteristik Mutu Fillet Ikan Kakap Putih selama Penyimpanan

The Effect of the Concentration Ratio of Chitosan and Na-TPP on Changes in the Quality Characteristics of White Snapper Fillets During Storage

Yohanes Marvin Sina Du'a, I Wayan Widia*, Mentari Kinasih

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

ABSTRAK

Penurunan mutu fillet ikan kakap putih selama penyimpanan, yang terutama disebabkan oleh aktivitas mikroba, memerlukan penerapan metode pengawetan yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas Edible Coating nanokitosan dalam mempertahankan mutu dan memperpanjang umur simpan fillet selama 12 hari pada suhu dingin. Percobaan dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga variasi konsentrasi nanokitosan, yaitu B1 (2,5 ml), B2 (5 ml), dan B3 (7,5 ml) dengan pengulangan sebanyak dua kali dan sampel disimpan pada suhu dingin 4°C. Hasil penelitian terhadap parameter kualitas seperti kadar air, tekstur, pH, total plate count (TPC), dan total volatile base (TVB) menunjukkan bahwa aplikasi nanokitosan berpengaruh signifikan dalam menghambat kerusakan. Secara keseluruhan, perlakuan B3 (7,5) menunjukkan hasil terbaik. Hasil ini ditandai dengan kestabilan kadar air, nilai pH yang lebih rendah, tekstur yang lebih baik, serta penekanan pertumbuhan mikroba yang tercermin dari nilai TPC dan TVB yang lebih rendah secara signifikan dibandingkan dengan fillet tanpa pelapisan (kontrol). Hal ini terlihat dari parameter akhir pada perlakuan B3, yaitu pH sebesar 6,07, TPC $3,5 \times 10^4$ CFU/g, dan TVB-N 22,34 mg/100 g.

Kata Kunci: edible coating, ikan kakap putih, nanokitosan, umur simpan.

ABSTRACT

The decline in the quality of white snapper fillets during storage, which is mainly caused by microbial activity, requires the application of effective preservation methods. This study aims to analyze the effectiveness of Edible Coating nanokitosan in maintaining quality and extending the shelf life of fillets for 12 days at cold temperatures. The experiment was designed using a Completely Randomized Design (CRD) with three variations in nanokitosan concentration, namely B1 (2.5 ml), B2 (5 ml), and B3 (7.5 ml) with two replicates, and the samples were stored at a cold temperature of 4°C. The results of the study on quality parameters such as moisture content, texture, pH, total plate count (TPC), and total volatile base (TVB) showed that the application of nanokitosan had a significant effect in inhibiting spoilage. Overall, treatment B3 (7.5) showed the best results. These results were characterized by stable moisture content, lower pH values, better texture, and suppressed microbial growth, as reflected in significantly lower TPC and TVB values compared to uncoated fillets (control). This is evident from the final parameters in treatment B3, namely pH of 6.07, TPC of 3.5×10^4 CFU/g, and TVB-N of 22.34 mg/100 g.

Keywords: edible coating, white snapper, nanokitosan, shelf life..

PENDAHULUAN

Ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) merupakan komoditas perikanan bernilai ekonomis tinggi yang banyak diminati di pasar domestik dan internasional, serta memiliki potensi besar untuk dibudidayakan (Jalil, 2021) Produksi budidayanya di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 6.314 ton (BPS, 2022). Dari segi gizi, ikan ini kaya akan protein dengan kandungan 22,74 g per 100 g daging (Syadiah et al., 2022), dan dikategorikan sebagai ikan tipe A dengan kadar protein 15-20%, lemak 5%, air 80,3%, serta bebas karbohidrat (Purba et al., 2018). Protein dalam ikan berperan sebagai zat pembangun utama sel-sel tubuh dan dapat berfungsi sebagai sumber energi cadangan (Azhar, 2016). Untuk meningkatkan nilai tambah, kemudahan distribusi, dan konsumsi, ikan kakap putih sering diolah menjadi produk fillet yang lebih praktis.

*Corresponding author:

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

Email: wayanwidia@unud.ac.id

Masuk: 17 Nopember 2025;

Direvisi: 14 Januari 2026;

Diterima: 02 April 2026;

Terbit: 30 April 2026

Pasar Fillet ikan merupakan produk olahan hasil perikanan yang memberikan nilai tambah melalui proses penyiangan, penyayatan, perapihan, dan pencucian, dengan atau tanpa pembuangan kulit dan pembekuan (Ibrahim et al., 2023). Produk ini cocok untuk hidangan premium seperti steak ikan asap atau hidangan panggang, dan sangat diminati karena kepraktisannya yang menghemat waktu memasak (Anjaritha, 2013). Pasar internasional menunjukkan kecenderungan yang kuat untuk lebih memilih produk dalam bentuk fillet dibandingkan ikan utuh. Oleh karena itu, peluang ekspor produk fillet ikan kakap putih sangat besar, didorong oleh tingginya permintaan global terhadap seafood berkualitas tinggi.

Di balik potensinya, ikan termasuk bahan pangan yang sangat mudah mengalami kebusukan sehingga memiliki umur simpan yang sangat terbatas. Penurunan kualitas terjadi karena ikan merupakan produk yang sangat mudah rusak, utamanya akibat aktivitas mikroorganisme yang tersebar luas di lingkungan, yang dapat menyebabkan perubahan fisik dan kimia yang tidak diinginkan (Rorong & Wilar, 2020). Berdasarkan penelitian, umur simpan ikan hanya bertahan 5-6 hari pada suhu 4-5°C sebelum menunjukkan tanda-tanda pembusukan signifikan (Sitakar et al., 2016) dalam (Ihsan Fadhli et al., 2022). Masa simpan yang singkat ini, karena sifat bahan mentah segar yang sangat mudah rusak, menjadikan proses pengawetan sebagai langkah mutlak untuk menjaga kualitas dan memperpanjang masa simpan ikan kakap putih.

Berbagai teknik pengawetan konvensional seperti pembekuan, pengeringan, pengasinan, pengasapan, dan pengalengan diterapkan, namun masing-masing memiliki kekurangan signifikan. Pembekuan hanya memperlambat pertumbuhan mikroba tanpa membunuhnya sehingga risiko kontaminasi tetap ada (Ghaly et al., 2010). Pengeringan dan pengalengan dapat mengubah rasa serta tekstur ikan dan berpotensi mengurangi nilai gizinya (Mahmud et al., 2018). Pengasinan menghasilkan produk dengan rasa yang tidak konsisten karena bergantung pada variasi konsentrasi garam dan waktu pengasinan (Kresnasari, 2021). Sementara itu, pengasapan berisiko menyebabkan akumulasi senyawa hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH) yang berpotensi karsinogenik akibat pembakaran kayu yang tidak sempurna (Mahmud et al., 2018). Oleh karena itu, diperlukan pencarian teknik pengawetan alternatif yang lebih efektif dan aman, seperti penggunaan kitosan.

Kitosan berpotensi menjadi pengawet alami pada ikan karena sifatnya yang biokompatibel, biodegradable, tidak beracun, dan memiliki aktivitas antibakteri. Penelitian menunjukkan efektivitas kitosan dalam menghambat pertumbuhan mikroba, seperti pada larutan kitosan 1,5% yang menghasilkan hambatan terbaik terhadap Total Plate Count (TPC) hingga hari ke-12 (Nirmala et al., 2015). Studi lain pada ikan tuna asap membuktikan bahwa coating kitosan 1% dan 2% dapat memperlambat pertumbuhan mikroba, dengan nilai TPC pada hari ke-4 yang masih di bawah ambang batas standar SNI (Souhoka et al., 2022). Temuan-temuan ini menguatkan posisi kitosan sebagai bahan pengawet alami yang menjanjikan.

Mutu fillet ikan kakap putih cepat menurun selama penyimpanan akibat aktivitas mikroorganisme dan oksidasi, sehingga pendekatan pengawetan yang tepat sangat diperlukan. Kitosan menawarkan solusi untuk memperpanjang umur simpan sekaligus menjaga kualitas fillet melalui mekanisme antimikroba dan kemampuannya mempertahankan tekstur. Namun, informasi mengenai konsentrasi optimal nanokitosan khusus untuk pengawetan fillet ikan kakap putih masih sangat terbatas. Atas dasar itu, penelitian ini penting dilakukan untuk menganalisis pengaruh konsentrasi nanokitosan terhadap perubahan karakteristik mutu fillet ikan kakap putih selama penyimpanan, dengan tujuan akhir meningkatkan nilai ekonomi dan menjamin kualitas produk bagi konsumen.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen, Mikrobiologi Pangan dan Laboratorium Analisis Pangan, Gedung Agrokomplek, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Penelitian dilakukan antara bulan Juli 2025 – Agustus 2025.

Bahan dan Alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan berbagai bahan dan alat untuk mendukung proses percobaan. Bahan

yang digunakan meliputi Fillet ikan kakap putih (diperoleh dari perusahaan PT IAMBEU Mina Utama), kitosan, Tween 80, Natrium Tripolifosfat (Na-TPP), asam asetat (asetat acid), natrium hidroksida (NaOH), aquades, plastik HDPE, es balok, dan sterofom box. Sementara itu, alat-alat yang digunakan terdiri dari timbangan digital, aplikasi colorimeter, texture analyzer, magnetic stirrer, gelas beaker, gelas ukur, kertas saring, 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.

Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 4×3 , dengan faktor pertama adalah konsentrasi nanopartikel kitosan 0,25% (B1) ; 0,5% (B2) ; 0,75% (B3); kontrol) dan faktor kedua adalah lama penyimpanan (4, 8, 12 hari). Masing-masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak 2 kali, sehingga total terdapat 24 unit percobaan. Ikan yang digunakan pada setiap waktu pengamatan berbeda (destructive sampling)

Pelaksanaan Penelitian

Penyiapan Fillet Ikan Kakap Putih sebagai Bahan Penelitian

Bahan atau sampel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Fillet ikan kakap putih. Fillet ikan kakap putih yang digunakan berat rata-rata 100 gram sebanyak 24 buah, yang nantinya akan diberikan bahan pelapis nanokitosan.

Tahapan Pembuatan Bahan Pelapis Nanokitosan

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 dengan tiga perbedaan konsentrasi nanokitosan, yaitu (B1) 0,25%; (B2) 0,5%; dan (B3) 0,75%. Pembuatan nanopartikel kitosan diawali dengan melarutkan 3 gram kitosan ke dalam 100 ml asam asetat 1%. Larutan ini kemudian dihomogenisasi menggunakan magnetic stirrer selama satu jam. Secara terpisah, sebanyak 0,07 gram Natrium Tripolifosfat (Na-TPP) dilarutkan ke dalam aquades 42 ml dan juga dihomogenisasi dengan magnetic stirrer dengan kecepatan 1500 rpm selama satu jam. Setelah kedua larutan siap, dilakukan pembentukan nanopartikel dengan mengambil variasi volume larutan nanokitosan, yaitu 2,5 ml, 5 ml, dan 7,5 ml. Ke dalam setiap volume larutan nanokitosan tersebut, ditambahkan 1 ml larutan Na-TPP kemudian dihomogenisasi selama 30 menit. Campuran ini kemudian ditambahkan 50 ml emulsifier Tween 80 konsentrasi 0,1%. Larutan ini kemudian dihomogenisasi selama 30 menit. Selanjutnya adalah tahap drop-wise, yaitu meneteskan larutan secara perlahan menggunakan selang infus sampai larutan habis. Setelah itu, homogenkan kembali menggunakan homogenizer ultrasonik selama 15 menit. Hasil dari prosedur ini adalah larutan nanopartikel kitosan yang siap untuk perlakuan lebih lanjut.

Pelapisan Nanopartikel Kitosan

Larutan edible coating nanopartikel kitosan ditempatkan pada sebuah wadah kemudian dilakukan pemberian edible coating dengan cara mengoleskannya ke fillet ikan kakap putih. kemudian fillet ikan kakap putih dimasukkan ke dalam kemasan plastik yang nantinya akan di vakum dan di simpan pada suhu dingin sekitar 4°C.

Penyimpanan dan Pengamatan

Fillet ikan kakap putih yang sudah diberikan edible coating nanokitosan di vakum menggunakan plastik high density polyethylene (HDPE). Kemudian di simpan dalam suhu dingin 4°C. Penelitian ini dilakukan selama 12 hari dengan pengamatan dilakukan pada hari ke- 4, 8, 12.

Parameter yang Diamati

pH

Berdasarkan Suwetja (2007) yang dikutip oleh (Bawinto & Mongi, 2015), penentuan nilai pH dapat dilakukan dengan pH meter melalui prosedur sebagai berikut. Pertama, sampel yang telah dirajang kecil-k-kecil ditimbang sebanyak 10 g, kemudian dihomogenkan menggunakan mortar bersama 20

ml aquades selama 1 menit. Hasil homogenat tersebut dituangkan ke dalam beaker glass sebanyak 10 ml untuk diukur pH-nya. Sebelum digunakan, pH meter harus dikalibrasi terlebih dahulu dengan larutan buffer pH 7. Nilai pH ditunjukkan oleh pembacaan jarum penunjuk setelah posisinya stabil dan konstan.

Kadar Air

Kadar air didefinisikan sebagai perbedaan antara berat bahan sebelum dan sesudah dilakukan pemanasan. Analisis ini dilakukan dengan metode oven, yaitu suatu metode untuk mengeluarkan air dari suatu bahan dengan cara menguapkannya menggunakan energi panas. Prinsipnya adalah air yang terkandung dalam bahan akan menguap apabila bahan tersebut dipanaskan pada suhu 100-105°C selama waktu tertentu, sehingga selisih berat sebelum dan sesudah pemanasan merupakan kadar air. Menurut AOAC (1995), analisis kadar air dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: cawan porselen disterilkan dalam oven pada suhu 100-105°C selama 30 menit, lalu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang (dinyatakan sebagai A gram). Sampel ditimbang sebanyak 3 gram dan diletakkan dalam cawan porselen yang telah diketahui beratnya (sehingga berat total cawan dan sampel adalah B gram). Sampel dalam cawan tersebut kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105°C secara konstan selama 4 jam, didinginkan kembali dalam desikator selama 15 menit, dan akhirnya ditimbang (dinyatakan sebagai C gram). Penimbangan ini diulang sampai diperoleh berat yang konstan. Selisih antara berat basah dan berat kering merupakan kandungan air dalam bahan atau dapat dihitung dengan menggunakan rumus berdasarkan (SNI-01-2354.2-, 2006) :

$$\% \text{ kadar air} = \frac{B - C}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan :

A adalah berat cawan kosong dinyatakan dalam g;

B adalah berat cawan + contoh awal, dinyatakan dalam g;

C adalah berat cawan + contoh kering, dinyatakan dalam g.

Tekstur

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

Total Plate Count (TPC)

Total Plate Count (TPC) adalah jumlah mikroba aerob mesofilik per gram atau per mililiter sampel yang ditentukan melalui metode standar. Prinsip TPC ditujukan untuk menunjukkan jumlah mikroba yang terdapat dalam suatu produk dengan cara menghitung koloni bakteri. Semakin rendah nilai TPC pada bahan pangan, maka bahan pangan tersebut dapat dinyatakan semakin aman untuk dikonsumsi.

Perhitungan cemaran mikrobiologi menurut (BSN, 2015) dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: pertama, timbang sampel sebanyak 5 gram dan masukkan ke dalam plastik steril. Tambahkan 45 ml larutan NaCl steril ke dalam plastik tersebut, lalu homogenkan menggunakan stomacher selama 1 menit untuk mendapatkan pengenceran 10^{-1} . Selanjutnya, pindahkan 1 ml suspensi dari pengenceran 10^{-1} dengan pipet steril ke dalam 9 ml NaCl steril untuk membuat pengenceran 10^{-2} . Buatlah seri pengenceran berikutnya, seperti 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , dan seterusnya dengan cara yang sama sesuai kebutuhan; dalam penelitian ini, pengenceran 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , dan 10^{-7} digunakan sebagai sampel yang akan disebar pada media. Kemudian, masukkan 1 ml suspensi dari setiap pengenceran tersebut ke dalam cawan petri secara duplo. Tambahkan 15 ml hingga 20 ml PCA (Plate Count Agar) yang telah didinginkan ke dalam masing-masing cawan yang telah berisi suspensi. Inkubasikan cawan pada suhu 37°C selama 24-48 jam. Terakhir, hitung jumlah koloni bakteri pada setiap pengenceran menggunakan colony counter.

Total plate count (TPC) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berdasarkan (BSN, 2015) sebagai berikut ;

$$N = \frac{\Sigma C}{[(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2)] \times (d)}$$

Keterangan :

- N = jumlah koloni produk, dinyatakan dalam koloni per mL atau koloni per g;
 ΣC = jumlah koloni pada semua cawan yang dihitung;
 n1 = jumlah cawan pada pengenceran pertama yang dihitung;
 n2 = jumlah cawan pada pengenceran kedua yang dihitung;
 d = pengenceran pertama yang dihitung.

Uji Total Volatile Base Nitrogen (TVB-N)

Kadar TVB-N (Total Volatile Basic Nitrogen) merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menilai mutu suatu sampel, khususnya produk perikanan seperti rajungan. Penentuan kadar TVB-N dilakukan dengan menguapkan senyawa basa volatil, seperti amonia, mono-, di-, dan trimetilamina, yang terdapat dalam ekstrak daging rajungan. Proses penguapan ini dilakukan pada suhu 35°C selama 2 jam atau dibiarkan pada suhu ruang semalaman. Senyawa-senyawa tersebut kemudian ditangkap oleh asam borat dan dianalisis melalui titrasi menggunakan larutan HCl 0,02 N.

Prosedur analisisnya diawali dengan memasukkan 1 ml larutan asam borat ke bagian dalam (inner chamber) cawan Conway. Kemudian, menggunakan pipet 1 ml yang lain, filtrat sampel dimasukkan ke bagian luar (outer chamber) di sisi kiri. Cawan Conway ditutup pada posisi hampir menutup, lalu ditambahkan 1 ml larutan K₂CO₃ jenuh ke bagian luar di sisi kanan, dan segera ditutup rapat. Bagian pinggir cawan dan tutupnya harus diolesi dengan vaselin untuk memastikan penutupan yang hermetis. Blanko dikerjakan dengan mengganti filtrat sampel menggunakan larutan TCA 5% dan dikerjakan dengan prosedur yang sama. Setiap sampel dan blanko dikerjakan secara duplo. Cawan Conway kemudian disusun pada rak inkubator dengan hati-hati, digoyang perlahan selama 1 menit, dan diinkubasi pada suhu 35°C selama 2 jam atau disimpan pada suhu kamar semalaman. Setelah inkubasi selesai, larutan asam borat pada bagian dalam cawan Conway blanko dititrasi dengan larutan HCl 0,02 N hingga berubah warna menjadi merah muda (pink). Selanjutnya, larutan asam borat pada cawan Conway sampel dititrasi secara berturut-turut hingga diperoleh warna merah muda yang sama dengan blanko.

Uji Total Volatile Base Nitrogen (TVB-N) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berdasarkan (BSN, 2015) sebagai berikut ;

$$TVB = N \left(\frac{mg}{100g} \right) = \frac{(V_c - V_b) \times N \times 14,007 \times 2 \times 100}{W}$$

Keterangan :

- Vc = volume larutan HCl pada titrasi contoh;
 Vb = volume larutan HCl pada titrasi blanko;
 N = normalitas larutan HCl;
 W = berat contoh (g);
 14,007 = berat atom nitrogen;
 2 = faktor pengenceran.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam atau uji one way ANOVA (Analysis of Variance). Jika pengaruh perlakuan berpengaruh sangat nyata ataupun berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perlakuan berpengaruh nyata antar perlakuan. Analisis data menggunakan software Microsoft Exel 2021.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pelapisan larutan nanokitosan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap pH pada hari ke-4 dan ke-8 serta ke-12 selama masa penyimpanan.

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 1, grafik nilai Derajat Keasaman (pH) filet ikan kakap putih, dapat dilihat perbedaan tren yang sangat jelas antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan coating nanokitosan (B1, B2, B3) selama 12 hari penyimpanan. Kelompok kontrol (tanpa coating) menunjukkan penurunan pH yang sangat tajam dari 7,09 menjadi 5,17 konsisten dari H-4 hingga H-12 sehingga melampaui batas minimal pH ikan segar yang berkisar antara 5,8 hingga 6,2 (Sahabangun et al., 2022). Penurunan pH ini disebabkan oleh aktivitas mikroba dan enzim endogen yang tidak terhambat. Bakteri pembusuk menguraikan senyawa nitrogen (seperti protein) menjadi senyawa-senyawa basa volatil seperti amonia dan trimetilamin, yang pada awal penyimpanan dapat menyebabkan pH sedikit naik. Namun, dominasi proses glikolisis anaerob yang menghasilkan asam laktat, serta produksi asam organik lainnya dari aktivitas bakteri, menyebabkan lingkungan menjadi semakin asam sehingga nilai pH turun secara signifikan seiring waktu (Hidayah, 2018).

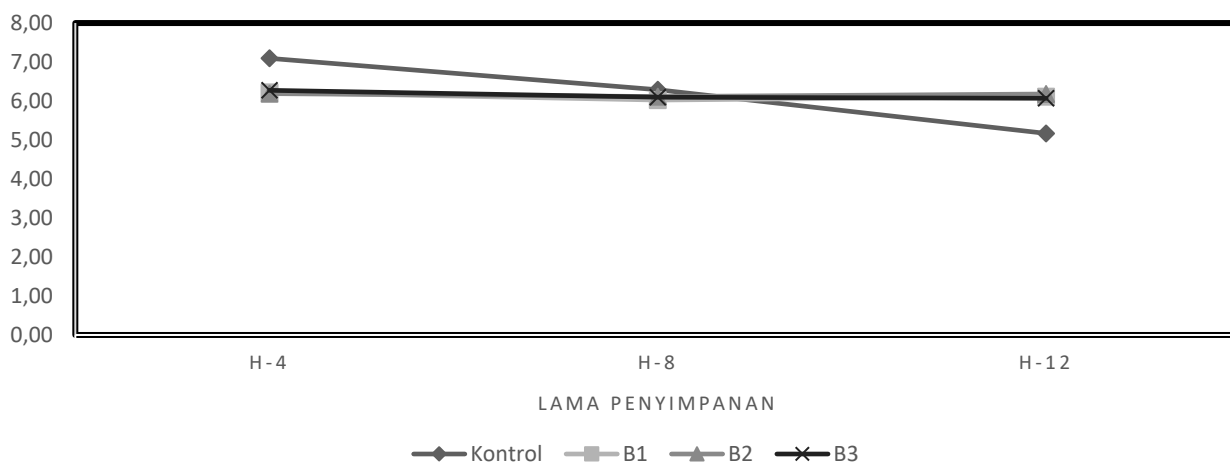
Sebaliknya, ketiga kelompok yang diberi perlakuan Edible Coating nanokitosan (B1, B2, dan B3) menunjukkan kestabilan pH yang jauh lebih baik. Grafik ketiga kelompok ini hampir datar atau hanya mengalami fluktuasi naik-turun yang sangat kecil di sekitar rentang pH 6,0 hingga 6,3. Kestabilan ini membuktikan efektivitas nanokitosan sebagai penghambat pertumbuhan mikroba. Dengan terhambatnya aktivitas bakteri, produksi senyawa asam (terutama asam laktat) dapat ditekan secara signifikan (Sumeisey et al., 2019), sehingga tidak terjadi akumulasi asam yang menurunkan pH. Fluktuasi minor yang terjadi, seperti sedikit kenaikan pada H-12 di kelompok B1, dapat disebabkan oleh variasi alami sampel atau tahap awal degradasi oleh mikroba tertentu yang mulai beradaptasi.

Dari grafik tersebut, juga teramati bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam efektivitas menstabilkan pH di antara ketiga variasi rasio Nanokitosan (B1, B2, B3). Garis tren ketiga perlakuan tersebut hampir berimpitan, yang menunjukkan bahwa dalam rentang konsentrasi yang diuji, kemampuan anti mikroba nanokitosan sudah optimal dalam menjaga kestabilan pH filet ikan kakap putih.

Tabel 1. Nilai rata-rata derajat keasaman (pH) filet ikan kakap putih

Konsentrasi Nanokitosan	Lama Penyimpanan (hari)		
	H-4	H-8	H-12
Kontrol	7,09 ^a	6,29 ^a	5,17 ^a
B1	6,22 ^b	6,02 ^c	6,11 ^b
B2	6,19 ^b	6,11 ^b	6,18 ^b
B3	6,27 ^b	6,09 ^{bc}	6,07 ^b

Keterangan: Huruf yang berbeda dibelakang angka pada kolom (hari) yang sama menunjukkan nilai yang berpengaruh nyata ($P > 0,05$).



Gambar 1. Grafik nilai pH filet ikan kakap putih

Kadar Air

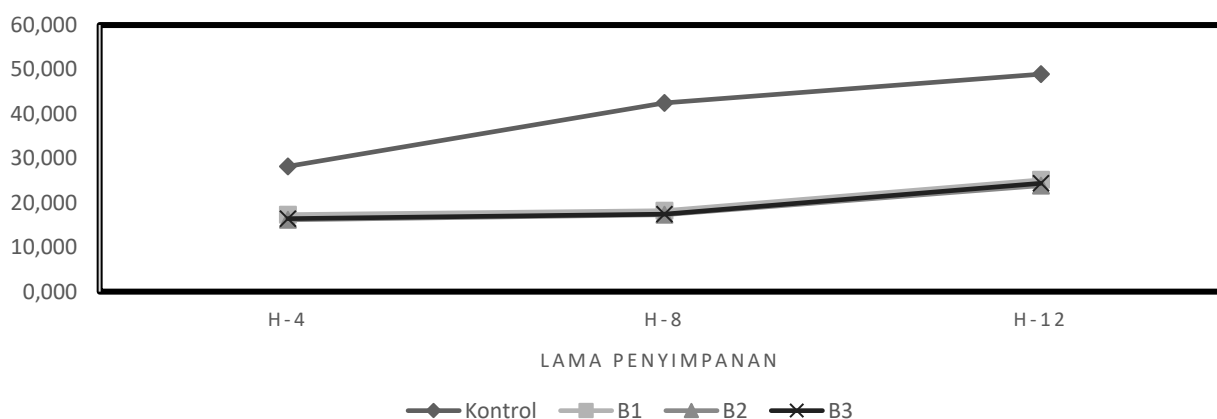
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pelapisan larutan nanokitosan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai kadar air (%) pada hari ke-4, ke-8 dan ke-12 selama masa penyimpanan. Nilai rata-rata kadar air filet ikan kakap putih yang diberi perlakuan pelapisan nanokitosan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2. Berdasarkan tabel 2 dan grafik 2, teramati pola dinamika kadar air yang kompleks, dipengaruhi secara simultan oleh interaksi antara nanokitosan dan lama penyimpanan. Pada kelompok kontrol, kadar air meningkat secara konsisten dari 73,06% (Hari ke-4) menjadi 74,26% (Hari ke-12). Tren kenaikan ini diduga kuat disebabkan oleh proses autolisis dan denaturasi protein. Kerusakan struktur protein tersebut menurunkan daya ikat air daging, sehingga mengubah air terikat (bound water) menjadi air bebas (free water) yang terakumulasi dalam jaringan ikan (Afrianto et al., 2014).

Sebaliknya, kelompok dengan edible coating (B1, B2, B3) menunjukkan pola fluktuasi yang berbeda, di mana kadar air umumnya mencapai puncak pada Hari ke-8 sebelum menurun pada Hari ke-12. Perlakuan B2 (5,0) mencatat nilai puncak tertinggi, yaitu 76,28%. Awalnya, lapisan nanokitosan berfungsi efektif dengan menghambat penguapan dan mempertahankan kelembaban internal, bahkan memungkinkan migrasi air dari coating ke dalam fillet, yang didorong oleh sifat hidrofilik kitosan. Namun, penurunan kadar air yang signifikan pada Hari ke-12 pada kelompok B1 dan B2 diduga disebabkan oleh dua faktor yaitu rusaknya integritas lapisan coating dan membran sel ikan, yang menyebabkan drip loss, dan sifat higroskopis kitosan yang pada akhirnya menarik air dari daging ikan ke dalam lapisan edible coating itu sendiri (Prasasty et al., 2023).

Keuntungan utama edible coating nanokitosan adalah kemampuannya untuk memodifikasi dan mengendalikan migrasi air dalam jaringan ikan selama penyimpanan, berbeda dengan kontrol di mana air bebas terus terakumulasi tanpa hambatan. Hal ini tidak hanya memperlambat kerusakan fisik (seperti pengeluaran cairan/ drip loss) tetapi juga berpotensi memperpanjang masa simpan dengan menjaga stabilitas jaringan.

Tabel 2 Nilai rata-rata kadar air (%)

Konsentrasi Nanokitosan	Lama Penyimpanan (hari)		
	H-4	H-8	H-12
Kontrol	73,06 ^c	73,59 ^b	74,26 ^b
B1	73,21 ^c	75,32 ^a	73,24 ^c
B2	74,62 ^b	76,28 ^a	74,09 ^b
B3	76,42 ^a	75,83 ^a	74,77 ^a



Gambar 2. Nilai rata-rata kadar air (%)

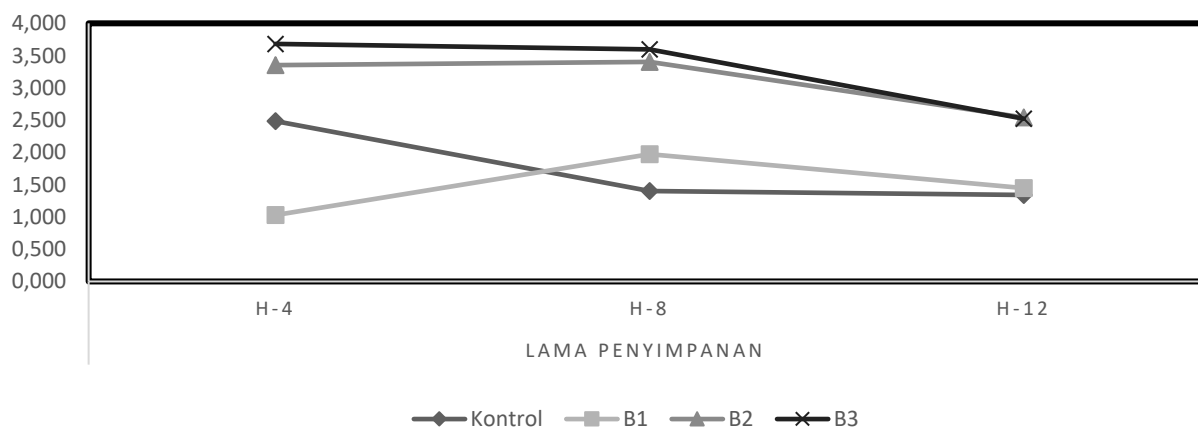
Tekstur

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pelapisan larutan nanokitosan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air pada hari ke-4, ke-8 dan ke-12 selama masa penyimpanan, sedangkan interaksi antar perbedaan konsentrasi bervariasi selama masa penyimpanan. Hasil analisis statistik tekstur dan rata-rata tekstur fillet ikan kakap putih dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3, grafik nilai rata-rata tekstur fillet ikan kakap putih, dapat diamati perbedaan tren yang sangat jelas antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan coating nanokitosan. Kelompok kontrol (tanpa coating) menunjukkan penurunan tekstur yang sangat tajam dan konsisten dari awal hingga akhir masa penyimpanan. Penurunan kekerasan ini disebabkan oleh proses pembusukan alami yang tidak terhambat. Aktivitas enzim proteolitik dari dalam daging ikan dan enzim dari mikroba perusak secara aktif memecah protein jaringan otot dan kolagen (Wardani, 2015). Proses degradasi protein inilah yang menyebabkan struktur daging menjadi lunak, lembek, dan kehilangan integritasnya, sehingga nilai kekerasannya terus menurun drastis.

Sebaliknya, kelompok perlakuan B2 dan B3 menunjukkan kestabilan tekstur yang sangat baik, terutama pada periode penyimpanan hari ke-4 hingga hari ke-8, dimana garis grafik mereka hampir datar di nilai sekitar 3,4 - 3,6 N. Kestabilan ini membuktikan efektivitas Edible Coating nanokitosan dalam menghambat penyebab utama pelunakan. Lapisan nanokitosan berfungsi sebagai penghalang (barrier) yang membatasi kontak dengan oksigen dan menghambat pertumbuhan mikroba. Selain itu, nanokitosan juga diketahui memiliki kemampuan untuk menginaktivasi beberapa enzim perusak. Dengan terhambatnya aktivitas mikroba dan enzim, proses pemecahan protein dapat diperlambat secara signifikan, sehingga kekerasan dan struktur daging ikan dapat dipertahankan untuk waktu yang lebih lama. Pernyataan ini didukung dalam penelitian (Smith & Seftiono, 2022) dengan menggunakan kitosan sebagai pelapis dapat menjaga kualitas mekanik dan struktur fillet ikan dengan menekan autolisis enzim proteolitik dan mencegah perkembangan mikrobiologi.

Tabel 3. Nilai rata-rata tekstur (newton)

Konsentrasi Nanokitosan	Lama Penyimpanan (hari)		
	H-4	H-8	H-12
Kontrol	2,484 ^b	1,402 ^b	1,341 ^b
B1	1,029 ^c	1,972 ^b	1,448 ^b
B2	3,350 ^a	3,402 ^a	2,541 ^a
B3	3,681 ^a	3,596 ^a	2,522 ^a



Gambar 3. Nilai rata-rata kadar air (%)

Total Plate Count (TPC)

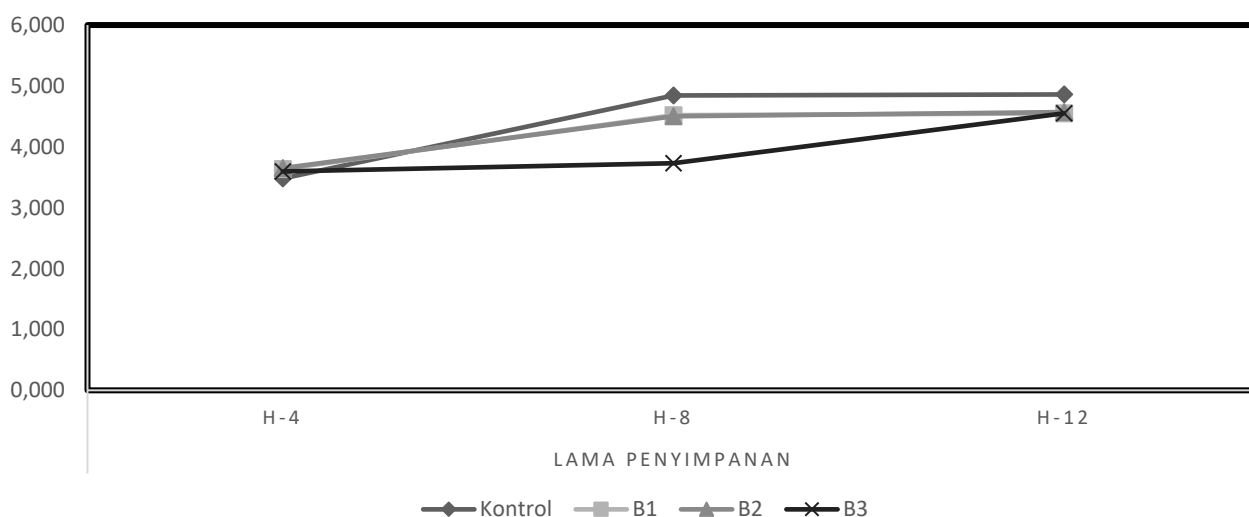
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (lampiran.. hal.), menunjukkan bahwa perlakuan pelapisan larutan nanokitosan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap Total Plate count (TPC) pada hari ke-8 dan ke-12 sedangkan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) pada hari ke-4 selama masa penyimpanan. Sedangkan interaksi antar perbedaan konsentrasi bervariasi selama hari ke-4 dan hari ke-8 masa penyimpanan dan tidak berpengaruh nyata pada hari ke 12. Hasil analisis statistik TPC dan rata-rata TPC fillet ikan kakap putih dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 4.

Berdasarkan hasil Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada data Total Plate Count (TPC), efektivitas lapisan nanokitosan dalam menghambat pertumbuhan mikroba pada fillet ikan kakap putih menunjukkan dinamika yang dipengaruhi oleh konsentrasi dan lama penyimpanan. Pada hari ke-4, nilai TPC semua perlakuan masih relatif rendah tanpa pola perbedaan yang konsisten. Namun, pola yang lebih jelas mulai terlihat pada hari ke-8, di mana perlakuan B3 dengan konsentrasi 7,5 ml terbukti paling efektif dengan nilai TPC terendah (3,730 log CFU/g) yang secara signifikan lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Penemuan ini sejalan dengan penelitian (Smith & Seftiono, 2022) yang menemukan bahwa perlakuan coating kitosan memiliki nilai TPC yang lebih rendah dibandingkan perlakuan kontrol dengan pengurangan 1 hingga 2 siklus log.

Pada akhir masa penyimpanan (hari ke-12), teramati bahwa semua fillet yang dilapisi nanokitosan (B1, B2, dan B3) menunjukkan nilai TPC yang tidak berbeda nyata, namun ketiganya secara signifikan lebih rendah dibandingkan kontrol. Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun efektivitas nanokitosan sedikit menurun seiring waktu, lapisan ini tetap mampu menekan pertumbuhan mikroba secara signifikan hingga akhir periode penyimpanan. Mekanisme penghambatan ini dapat dijelaskan melalui sifat antimikroba kitosan yang dikemukakan oleh (Prasasty et al., 2023), dimana enzim lisozim dan gugus amino polisakarida pada kitosan berperan aktif dalam menghambat aktivitas mikroba. Perlakuan kitosan dengan berbagai konsentrasi mampu menghambat laju kenaikan TPC, terutama pada B3 (7,5), yang disebabkan oleh sifat antimikroba kitosan (Tambunan & Chamidah, 2021) yang dapat merusak membran sel bakteri dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme.

Tabel 4. Nilai rata-rata Total Plate Count (log CFU/g)

Konsentrasi Nanokitosan	Lama Penyimpanan		
	H-4	H-8	H-12
Kontrol	3,480 ^b	4,845 ^a	4,860 ^a
B1	3,635 ^a	4,520 ^b	4,550 ^b
B2	3,650 ^a	4,500 ^b	4,570 ^b
B3	3,595 ^{ab}	3,730 ^c	4,550 ^b



Gambar 4. Nilai rata-rata Total Plate Count (log CFU/g)

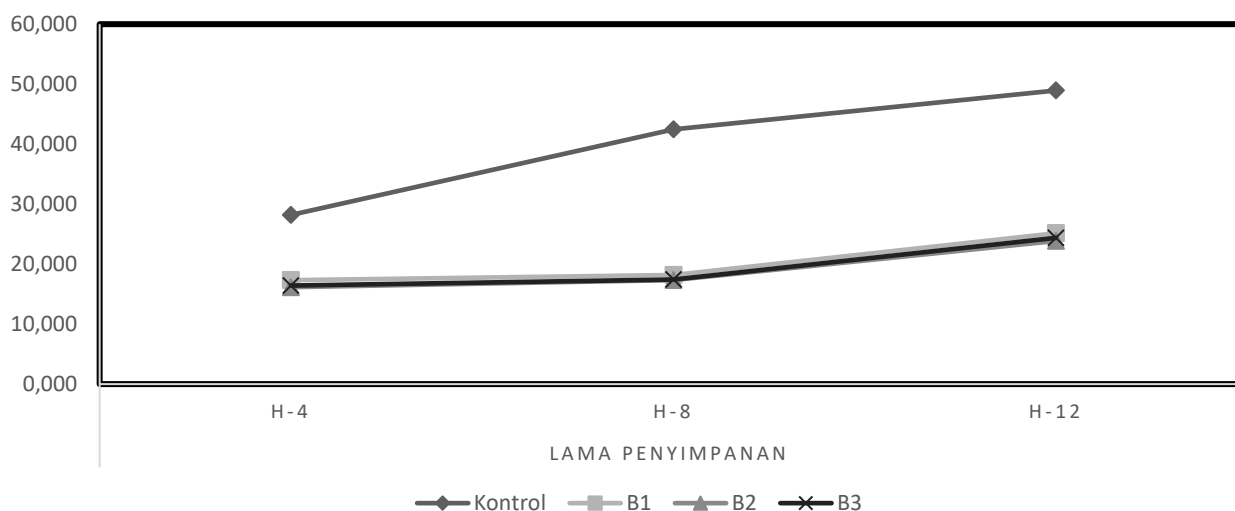
Total Volatile Base

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pelapisan larutan nanokitosan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap Total Volatile Base Nitrogen (TVB-N) pada hari ke-4, hari ke-8 dan hari ke-12 selama masa penyimpanan. Sedangkan interaksi antar perbedaan konsentrasi tidak berpengaruh nyata selama masa penyimpanan. Hasil analisis statistik TVB-N dan rata-rata TVB-N filet ikan kakap putih dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 5. Grafik menunjukkan tren peningkatan nilai TVB-N filet ikan kakap putih yang signifikan seiring waktu penyimpanan. Kelompok kontrol (tanpa kitosan) mengalami peningkatan paling drastis, dari sekitar 28,2 mg/100g pada hari ke-4 menjadi hampir 49 mg/100g pada hari ke-12. Nilai akhir ini jauh melampaui batas maksimal kesegaran ikan, yaitu 30 mg N/100 g menurut Cobb dan Vanderzant (1975) dan Chang et. al. (1983) dalam (Suwetja & Mentang, 2018), yang mengindikasikan bahwa ikan pada kelompok kontrol sudah tidak layak untuk dikonsumsi. Lonjakan nilai TVB-N ini disebabkan oleh aktivitas enzim dan bakteri pembusuk yang tidak terhambat, sehingga dengan cepat menguraikan protein menjadi senyawa basa volatil seperti amonia, TMA, dimethylamine (DMA) (Pandit & Permatananda, 2022). Di sisi lain, perlakuan dengan kitosan pada berbagai konsentrasi (B1, B2, B3) terbukti efektif menekan laju peningkatan TVB-N. Kenaikan nilai pada kelompok perlakuan ini jauh lebih lambat dan stabil, menghasilkan nilai akhir yang secara signifikan lebih rendah dibandingkan kontrol, sehingga kitosan berhasil memperpanjang masa kesegaran ikan kakap putih.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, terlihat bahwa perlakuan B3 (7,5 ml) berhasil menekan laju peningkatan nilai TVB-N secara signifikan, yang ditunjukkan dengan kenaikan nilai yang jauh lebih lambat dan nilai akhir sebesar 24,385 mg N/100 g yang jauh lebih rendah pada semua kelompok perlakuan dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hal ini mengonfirmasi efektivitas lapisan nanokitosan dalam menghambat pembusukan, khususnya melalui mekanisme pengurangan pembentukan senyawa-senyawa volatil. Temuan ini memperoleh dukungan kuat dari hasil penelitian (Tambunan & Chamidah, 2021), yang juga melaporkan bahwa larutan kitosan secara signifikan memperlambat kenaikan nilai TVB-N pada fillet ikan kakap merah selama penyimpanan 12 hari, yang ditengarai berasal dari kemampuan kitosan dalam menghambat aktivitas mikroba dan reaksi enzimatik pemicu pembusukan.

Tabel 5. Nilai rata-rata Total Volatile Base (mg/100g)

Konsentrasi Nanokitosan	Lama Penyimpanan		
	H-4	H-8	H-12
B1	17,325 ^b	18,205 ^b	25,15 ^b
B2	16,16 ^b	17,33 ^b	23,865 ^b
B3	16,425 ^b	17,415 ^b	24,385 ^b
Kontrol	28,195 ^a	42,485 ^a	48,945 ^a



Gambar 5. Nilai rata-rata Total Volatile Base (mg/100g)

KESIMPULAN

Aplikasi edible coating nanokitosan secara signifikan memperpanjang masa simpan dan menjaga kualitas fillet ikan kakap putih hingga 12 hari penyimpanan. Nanokitosan terbukti efektif menstabilkan nilai pH, mempertahankan kadar air, menjaga kekerasan tekstur, serta menekan pertumbuhan mikroba (TPC) dan pembentukan senyawa volatil (TVB-N) dibandingkan kontrol tanpa perlakuan. Berdasarkan hasil pengujian seluruh konsentrasi, formula nanokitosan dengan konsentrasi 7,5 ml (B3) menunjukkan performa terbaik dan paling konsisten. Formula ini mempertahankan pH relatif stabil (6,27 pada hari ke-4 menjadi 6,07 pada hari ke-12) dan kadar air yang terjaga (73,06% menjadi 74,26%). Dari segi tekstur, nilai turun dari 3,681 menjadi 2,522, sementara TPC meningkat dari 3,595 menjadi 4,550 dan TVB dari 16,425 menjadi 24,385 hingga hari ke-12. Formula konsentrasi 7,5 ml (B3) unggul dalam mempertahankan kadar air, menekan pertumbuhan mikroba, serta menjaga tekstur dan pH setara dengan perlakuan terbaik lainnya, sehingga layak direkomendasikan sebagai formula optimum.

DAFTAR PUSTAKA

Afrianto, E., Liviawaty, E., Suhara, O., & Hamdani, H. (2014). Pengaruh suhu dan lama blansing terhadap penurunan kesegaran fillet tagih selama penyimpanan pada suhu rendah. *Jurnal Akuatika*, 5(1), 45–54.

- Anjaritha. (2013). Fish Fillet and Other Fish Meats. *Market Brief ITPC Osaka HS 0304, HS 0304*.
- Azhar, M. (2016). Biomolekul sel karbohidrat, protein dan enzim. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Bawinto, A. S., & Mongi, E. (2015). 113124-ID-analisa-kadar-air-ph-organoleptik-dan-ka. 3(2), 55–65. [https://doi.org/Bawinto, A. S., & Mongi, E. \(2015\). 113124-ID-analisa-kadar-air-ph-organoleptik-dan-ka. 3\(2\), 55–65.](https://doi.org/Bawinto, A. S., & Mongi, E. (2015). 113124-ID-analisa-kadar-air-ph-organoleptik-dan-ka. 3(2), 55–65.)
- BPS. (2022). *Produksi dan Nilai Produksi Perikanan Budidaya Menurut Provinsi dan Komoditas Utama, 2022*. Badan Pusat Statistik(BPS - Statistics Indonesia). <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/TkdGeFN5OUJVmxVTjBScIzrbFROalUzVW5KQmR6MDkjMw==/produksi-dan-nilai-produksi-perikanan-budidaya-menurut-provinsi-dan-komoditas-utama--2022.html?year=2022>
- BSN. (2015). Cara uji mikrobiologi - Bagian 3: Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) pada produk perikanan. *Badan Standardisasi Nasional: Jakarta*, 1–11.
- Ghaly, A. E., Dave, D., Budge, S., & Brooks, M. S. (2010). *Fish Spoilage Mechanisms and Preservation Techniques : Review Department of Process Engineering and Applied Science , Dalhousie University Halifax , Nova Scotia , Canada*. 7(7), 859–877.
- Hidayah, I. (2018). Peningkatan Kadar Asam Laktat Dalam Darah Sesudah Bekerja. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 7(2), 131. <https://doi.org/10.20473/ijosh.v7i2.2018.131-141>
- Ibrahim, P., Tambani, G. O., Longdong, F. V., Jusuf, N., Sondakh, S. J., & Durand, S. S. (2023). Analisis Finansial Usaha Fillet Ikan Di Cv. Camar Laut Kota Gorontalo Provinsi Gorontalo. *Akulturas*, 11(1), 203–212. <https://doi.org/10.35800/akulturas.v11i1.46264>
- Ihsan Fadhli, Eko Nurcahya Dewi, & Achmad Suhaeli Fahmi. (2022). APLIKASI METHYL RED SEBAGAI LABEL INDIKATOR KESEKARAN IKAN BANDENG (*Chanos chanos*) PADA SUHU PENYIMPANAN DINGIN YANG BERBEDA. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan Volume 4 No 1 (2022)*. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jitpi/article/download/12694/7398>
- Jalil, W. (2021). Tingkat kelangsungan hidup Juvenil Ikan Kakap (*Lates calcarifer*) pada tingkat salinitas yang berbeda. *Aquamarine Jurnal FPIK Undayan*, 8(1), 14–19.
- Kresnasari, D. (2021). *PENGARUH PENGAWETAN DENGAN METODE PENGKARAMAN DAN PEMBEKUAN TERHADAP KUALITAS IKAN BANDENG (Chanos chanos) THE EFFECT OF PRESERVATION WITH SALTING AND FREEZING METHODS ON THE QUALITY OF MILKFISH (Chanos chanos)*. July 2019.
- Mahmud, A., Abraha, B., Mohammedidris, H., & Mahmud, E. (2018). *Fish preservation : a multi-dimensional approach*. 6(3), 303–310. <https://doi.org/10.15406/mojfpt.2018.06.00180>
- Nirmala, D., Masithah, E. D., & Purwanto, D. A. (2015). Kitosan Sebagai Alternatif Bahan Pengawet Kamaboko Ikan Kurisi (*Nemipterus nematophorus*) pada Penyimpanan Suhu Dingin. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 8(2), 109–125.
- Prasasty, E. A., Anggreini, R. A., & Pangan, T. (2023). *Aplikasi Edible Coating dari Kitosan dan Kunyit sebagai Antimikroba terhadap Komoditas Ikan Application of Edible Coating Chitosan and Turmeric as Antimicrobial for Fish Abstrak*. 49–58.
- Purba, E. P., Ilza, M., & Leksono, T. (2018). Study penerimaan konsumen terhadap steak (fillet) ikan kakap putih flavor asap. *Jurnal Online Mahasiswa*, 3(2), 1-11., 2, 58–64. <https://doi.org/10.7868/s0205961418020069>
- Rorong, J. A., & Wilar, W. F. (2020). Keracunan makanan oleh mikroba. *Techno Science Journal*, 2(2), 47–60.
- Sahambangun, D. E., Dien, H. A., Taher, N., Palenewen, J. C. V, Wonggo, D., & Makapedua, D. (2022). Mutu Mikrobiologis Dan Organoleptik Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis* L) Segar di Palka Kapal Ikan Di Pelabuhan Perikanan Tumumpa. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 10(Sinta 4), 171–

176. <https://core.ac.uk/download/pdf/548768727.pdf>

- SNI-01-2354.2-. (2006). Penentuan Kadar Air Pada Produk Perikanan. *Badan Nasional Standardisasi*.
- Souhoka, V., Mailoa, M. N., & Kaya, A. O. W. (2022). Mutu Mikrobiologi Ikan Tuna Asap Yang Dicoating Kitosan Selama Penyimpanan Suhu Ruang. *INASUA: Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 2(1), 128–133. <https://doi.org/10.30598/jinasua.2022.2.1.128>
- Sumeisey, G., Umboh, S. D., & Tallei, T. E. (2019). Penyalutan Bakteri Asam Laktat Menggunakan Nanopartikel Kitosan. *Pharmacon*, 8(4), 843. <https://doi.org/10.35799/pha.8.2019.29361>
- Syadiah, E. A., Riska, R., & Adelina, F. (2022). Pengaruh Penambahan Tepung Wortel terhadap Daya Terima dan Kandungan Gizi Nugget Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*). *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 10(1), 49. <https://doi.org/10.35800/mthp.10.1.2022.37465>