

Characterization of Chitosan Isolated from Shrimp Shell Waste and Its Ability to Preserve White Tofu

Syamsul Bahri¹, Nur Fadilah^{2*}, Muhammad Hanafi²

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

²Magister Pendidikan IPA, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

Article History

Received : April 28th, 2024

Revised : May 01th, 2024

Accepted : June 04th, 2024

*Corresponding Author:

Nur Fadilah,

Program Studi Magister IPA,
Universitas Mataram, Mataram,
Indonesia;

Email:

nurfadillahsalmah@gmail.com

Abstract: The research has been conducted to characterize chitosan isolated from shrimp shell and also to determine the ability of chitosan in preserving organoleptic parameters of white tofu. Isolation of chitin was performed through two stages, namely deproteination and demineralization. Chitosan is obtained by adding NaOH on chitin in deacetylation process. The obtained chitosan was characterized using several methods. Molecular weight of obtained chitosan is 15 kDa with the degree of deacetylation is 80.3%, whereas analysis of water level, ash, and protein content are 0.3%, 32.1%, 3.79% in consecutively. The optimum concentration to preserve organoleptic parameters of white tofu is 15 minutes in 1% of chitosan.

Keywords: characterization, chitosan, organoleptic, shrimp shell

Pendahuluan

Makanan merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia. (Sulistyaningsih, *et al.*, 2022). Kesegarannya menjadi salah satu faktor penting yang menentukan keinginan konsumen untuk membelinya, karena kesegaran bahan makanan terkait dengan nilai gizi yang terkandung didalamnya. Oleh karena itu produsen makanan berupaya menjaga kesegaran produknya dengan menambahkan bahan-bahan pengawet. Pengawetan makanan adalah salah satu teknik yang digunakan untuk meningkatkan daya simpan suatu makanan untuk mencegah terjadinya kerusakan sehingga dapat memperpanjang daya simpan suatu makanan serta mempertahankan mutunya, dan mempermudah proses penanganan, penyimpanan dan pengangkutan (Muntikah & Razak, 2017). Meskipun demikian, beberapa bahan pengawet makanan yang biasa digunakan terbukti berbahaya bagi kesehatan (Muthi'ah, *et al.*, 2020). Pengawet makanan yang membahayakan kesehatan tersebut diantaranya adalah boraks (Rahim *et al.*, 2022), formalin (Babarinde *et al.*, 2023), dan kalium bromat (Safdarai *et al.*, 2017).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi bahan pengawet kimia berbahaya yaitu dengan menggunakan bahan pengawet alami dari udang, dengan cara

memanfaatkan limbah udang yang banyak dibuang oleh masyarakat seperti kepala, kulit dan ekor udang. Bagian tubuh udang yang biasanya dimanfaatkan untuk keperluan usaha lokal atau restoran maupun dalam konsumsi skala rumah tangga adalah bagian badannya saja, sedangkan bagian kepala, kulit atau ekor yang beratnya mencapai 35 – 50% dibuang dan menjadi limbah. (Swastawati *et al.*, 2008). Limbah tersebut sangat gampang membusuk sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan disekitar tempat pembuangan khususnya bau dan estetika lingkungan yang buruk. Dalam jaringan kulit udang terkandung protein 38,6%, kalsium karbonat 33,3%, dan kitin 18,1%. Nilai tersebut bisa berbeda pada jenis udang yang berbeda. Limbah tersebut bisa diolah menjadi kitin dan kitosan yang bernilai ekonomis tinggi. Reaktivitas kitosan relatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan kitin. Disamping itu kitosan lebih gampang dibuat. Produk kitosan bisa berupa serbuk atau serat. Bentuk lain dari produk kitosan adalah berupa pasta atau film (Hu *et al.*, 2020).

Kitosan (2-amino-2-deoksi-D-glukopiranos) adalah senyawa turunan dari kitin (N-asetil-2-amino-2-deoksi-D-glukopiranos) yang terdeasetilasi pada gugus nitrogennya (Anonim, 1998). Kitosan merupakan polisakarida linear tersusun atas N-asetilglukosamin dan D-glukosamin. (Puspitasari & Ekawandani, 2019). Kitosan

adalah polimer yang bersifat polikationik. Senyawa ini mempunyai gugus hidroksil dan amino yang mampu mengikat kation logam ataupun kation dari zat-zat organik seperti protein dan lemak. Jumlah kitosan di alam sangat berlimpah dan polimer kitosan bersifat alami. (Islam *et al.*, 2017). Sebagai bahan bioaktif, kitosan mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Aktivitas antibakteri kitosan dari ekstrak kulit udang dapat menghambat bakteri pembusuk pada makanan yang mengandung bakteri patogen. Kitosan berperan sebagai bahan pengawet hasil perikanan, sebagai bahan aditif produk agrokimia, dan juga sebagai antibakteri, dan anti jamur. Kitosan digunakan sebagai pelapis (film) pada berbagai bahan pangan yang berfungsi menghambat masuknya oksigen. Kitosan tidak berbahaya bagi kesehatan. Sebagai bahan pengawet, kitosan juga tidak menimbulkan perubahan warna dan aroma pada bahan pangan yang diawetkannya. Kitosan tidak beracun, mudah terurai secara alami dan juga mudah berinteraksi dengan jaringan dan sel-sel hidup. Oleh karena itu kitosan terbukti efektif mereduksi jumlah mikroba berbahaya sehingga memperpanjang masa simpan produk yang diawetkannya (Chao *et al.*, 2019).

Pembuatan kitosan dilakukan melalui 3 cara yaitu dengan cara demineralisasi, deproteinase, dan deasetilisasi. Tahap demineralisasi bertujuan menghilangkan mineral atau garam-garam anorganik. Kandungan mineral utamanya adalah CaCO_3 (kalsium karbonat) dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (kalsium fosfat) dalam jumlah kecil untuk mendapatkan kitin. Tahap deproteinasi bertujuan memisahkan ikatan-ikatan protein dari kitin dengan cara menambahkan NaOH (natrium hidroksida). Tahap deasetilisasi merupakan tahap perubahan kitin menjadi kitosan atau proses penghilangan gugus asetil (CH_3CO) dari kitin agar berubah menjadi gugus amina (NH_2) (Warda, *et al.*, 2022). Kitosan dapat digunakan sebagai pengawet karena dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen. Selain itu, kitosan juga melapisi produk yang diawetkan, sehingga terjadi interaksi yang minimal antara produk dengan lingkungan (Hadwiger dan Adams, 1978, dalam Holipah *et al.*, 2010).

Derajat deasetilisasi kitosan berpengaruh terhadap kemampuannya sebagai antibakteri, karena kitosan memiliki derajat deasetilisasi tinggi, maka gugus amina lebih banyak sehingga

lebih reaktif. Kitosan banyak digunakan sebagai bahan pelapis/coating untuk buah-buahan, sebagai *edible film*, bahkan dapat digunakan sebagai coating pada batu-batuan (Sivakarmi & Thandapani, 2013 dalam Astuti, *et al.*, 2022). Kadar protein dan kadar air yang tinggi yang terkandung dalam tahu putih terkandung protein menyebabkan produk ini mudah ditumbuhi organisme pengurai sehingga tahu putih gampang rusak (Cahyadi, 2008). Kerusakan tahu putih ditandai dengan bau asam dan berlendir. Praktek pengawetan yang sering dilakukan oleh pedagang adalah merendam tahu putih dalam larutan formalin sehingga tidak mudah hancur, tahan terhadap mikroorganisme, dan dapat bertahan hingga 7 hari (Saptarini *et al.*, 2011). Oleh karena itu penggunaan tahu putih pada penelitian ini bertujuan untuk memudahkan pengamatan efek kitosan pada bahan pangan yang diawetkannya.

Bahan dan Metode

Alat

Corong kaca, labu takar, pengaduk kaca, pipet ukur, karet penghisap, kertas pH, gelas piala, oven, motor pengaduk, ayakan, cawan petri, thermometer, kain saring, statif, klem, magnetic stirrer, blender.

Bahan

Kulit udang, aquades, larutan NaOH 1 N, larutan HCl 1 N, tahu. Penelitian ini dilakukan di laboratorium kimia universitas mataram pada Oktober-Desember 2023.

Cara kerja

Tahap persiapan

Kulit udang dicuci hingga bersih, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Kulit udang yang telah kering selanjutnya dimasukkan ke dalam oven pada suhu 100°C sampai kering, selanjutnya ditumbuk dan diayak dengan ayakan ukuran 50 mesh.

Tahap deproteinasi

Sebanyak 25 gr serbuk kulit udang dimasukkan ke dalam gelas piala 600 ml dan ditambahkan larutan NaOH 1 N perbandingan 1:4 (gram serbuk/ml: NaOH). Campuran ini dipanaskan 30 menit pada suhu 65°C sambil diaduk dengan kecepatan 750 rpm. Larutan disaring, endapan dicuci dengan air sampai pH netral. Selanjutnya endapan dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 24 jam.

Tahap demineralisasi

Endapan kering hasil proses deproteinasi dimasukkan kedalam gelas piala 600 ml. Sebanyak 100 ml HCl 1 N dimasukkan ke dalam gelas piala tersebut sebelum dimasak selama 30 menit dengan suhu 75°C. Selama proses pemasakan campuran tersebut diaduk dengan kecepatan 750 rpm. Larutan kemudian disaring, endapan dicuci dengan air sampai pH netral kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 24 jam sehingga diperoleh kitin dalam keadaan kering.

Tahap deasetilisasi

Kitin kering yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya, dicampur NaOH 80% dalam volume 100 ml, kemudian dipanaskan dan diaduk pada suhu 100°C selama 60 menit dengan kecepatan 750 rpm. Larutan kemudian didinginkan dan disaring, serta dicuci dengan air sampai pH netral, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 24 jam.

Karakterisasi kitosan

Analisis kadar air

Sebanyak 0,5 gram kitosan dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang. Perlakuan tersebut diulangi sampai memperoleh kitosan berat konstan.

Analisis kadar abu

Cawan porselin kosong dibersihkan dan dipanaskan di dalam oven selama 30 menit suhu 100°C, kemudian dikeringkan dalam desikator dan kemudian ditimbang. Sampel kitosan sebanyak 5 gram ditimbang dan dimasukkan kedalam oven. Cawan tersebut dimasukkan dalam *muffle furnace* dengan suhu 650°C selama 5 jam. Selanjutnya didinginkan kemudian ditimbang.

Analisis kadar protein

Analisis jumlah nitrogen (N) total dengan cara Gunning melalui prosedur Kjeldahl dilakukan dengan 3 langkah yaitu dekstruksi, distilasi, dan titrasi.

Analisis berat molekul

Larutan kitosan berbagai konsentrasi (0%, 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5%, 0,6%) dilarutkan dalam larutan asam asetat 1%. Viskositas larutan tersebut diukur dengan viscometer Ostwald yang telah ditera sebelumnya, dengan menghitung waktu alir larutan kitosan dengan

menggunakan stop watch sebanyak 3 kali. Berat jenis diukur dengan menggunakan viscometer yang telah ditera sebelumnya. Proses ini diulang 3 kali.

Analisis derajat deasetilisasi

Analisis derajat deasetilisasi dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Mataram. Derajat deasetilisasi ditentukan dengan metode *base line* yang dirumuskan oleh Baxter (Khan, 2002). Derajat deasetilisasi dihitung dari perbandingan antara nilai absorbansi pada 1655 cm⁻¹ dengan absorbansi 3450 cm⁻¹ dengan rumus:

$$\%DD = 100 - \left[\left(\frac{A_{1655}}{A_{3450}} \right) \times 115 \right] \%$$

Dengan menghitung

$$(A_{1655})_{amide} = \log_{10} \left(\frac{DF}{DE} \right)$$

$$(A_{1655})_{hydroxyl} = \log_{10} \left(\frac{AC}{AB} \right)$$

Keterangan:

(A1655) amida = absorbansi pada 1655cm⁻¹ pada pita amida (sebagai kandungan grup N-asetil)

(A3450) hidroksil = absorbansi pada 3450cm⁻¹ pada pita hidroksil (sebagai standar internal untuk mengkoreksi ketebalan film atau perbedaan konsentrasi kitosan dalam bentuk bubuk).

DF, DE, AC, AB = tinggi absolut pita absorbansi dari gugus fungsi masing-masing panjang gelombangnya.

Proses pengawetan tahu putih

Kitosan yang sudah kering dilarutkan dalam asam asetat 1%. Tahu putih kemudian direndam dalam kitosan konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, atau 6% selama 15 menit. Pengamatan terhadap aroma dan warna tahu dilakukan selama 4 hari.

Uji organoleptik

Tahu putih kontrol dan tahu perlakuan kemudian digoreng untuk mengetahui rasanya. Uji organoleptik yang dilakukan oleh panelis meliputi rasa dengan mencicipi, bau dengan mencium, dan tekstur dengan meraba dan melihat. Hasil uji organoleptik ini dituangkan dalam lembar kuesioner yang tersedia.

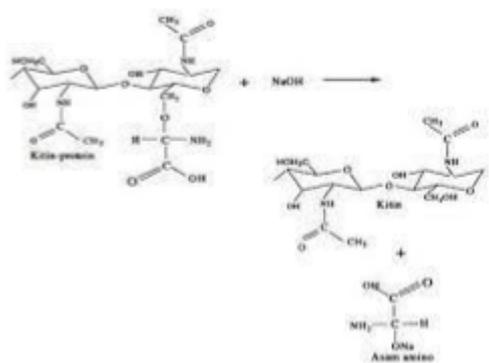
Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini digunakan limbah udang yang diperoleh dari penjual udang di Kabupaten Dompu dengan karakteristik kulit seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakterisasi Kulit Udang

Spesifikasi	Deskripsi
Warna	Kecoklatan
Bau	Amis
Bentuk	Serbuk
Kadar air	0,3 %
Kadar protein	18,36%

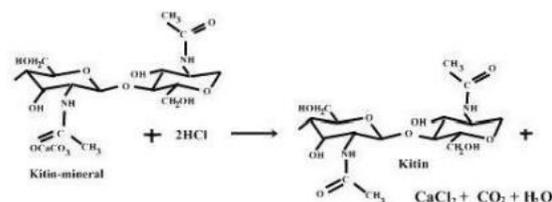
Terdapat 3 tahap proses isolasi kitosan yaitu deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi. Pada kulit udang, keberadaan kitin disertai adanya protein dan fraksi anorganik yang banyak mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) dan kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). Untuk memperoleh kitin tahap pertama yang dilakukan adalah deproteinasi, proses ini dilakukan untuk menghilangkan protein yang terkandung dalam kulit udang. Pada tahap ini larutan menjadi agak kental, hal ini mengindikasikan lepasnya protein dari kitin. Protein yang terlepas kemudian berikatan dengan Na^+ natrium proteinat. Ujung negatif rantai protein kemudian berikatan dengan NaOH membentuk garam amino. Menurut Yuliusman & Adelia (2010) proses kimiawi deproteinasi terjadi seperti yang tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses kimiawi deproteinasi

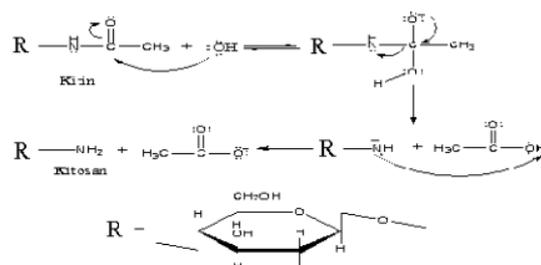
Tahap demineralisasi bertujuan untuk memisahkan mineral organik yang terikat pada materi dasar, yakni kalsium karbonat (CaCO_3) sebagai mineral yang paling dominan dan kalsium fosfat atau $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$ dalam jumlah minor. Pada proses pencampuran kulit udang

dengan HCl 1 N, terbentuk banyak buih dan gelembung-gelembung udara dengan volume yang cukup besar, dan hal ini berlangsung selama 5 menit. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya gas-gas CO_2 dan H_2O pada bagian atas larutan. Gambar 2 berikut ini menyajikan reaksi kimia yang terjadi pada tahap demineralisasi.



Gambar 2. Proses kimiawi demineralisasi kitin (Cahyaningrum, 2011).

Kitosan terbentuk melalui proses deasetilasi. Proses deasetilasi dilakukan dengan NaOH 80 %. Pemberian basa kuat ini dimaksudkan untuk melepaskan gugus asetil yang terikat pada nitrogen kitin untuk memperbesar presentasi gugus amina pada kitosan. Reaksi yang terjadi pada tahap deasetilasi disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Reaksi pembentukan kitosan dari kitin (Nurhikmawati et al., 2014).

Tabel 2 di bawah ini menyajikan karakteristik kitosan yang diperoleh pada penelitian ini.

Tabel 2. Karakterisasi Kitosan

Spesifikasi	Deskripsi
Warna	Putih kecoklatan
Bau	Tidak berbau
Bentuk	Serbuk
Kadar air	0,3%
kadar abu	32,1%
Kadar protein	3,79%
Derajat deasetilasi	80,30%
Berat molekul	15 kD
rendemen	20,9%

Pada Tabel di atas terlihat bahwa berat molekul kitosan yang diperoleh adalah 15 kD. Menurut Goy, *et al.* (2019) kitosan dapat dikelompokkan berdasarkan berat molekulnya. Kitosan yang berat molekulnya <50kD dikelompokkan kitosan BM rendah sedangkan kitosan yang berat molekulnya 50 – 150 kD tergolong dalam kelompok BM sedang. Adapun yang berat molekulnya lebih dari 150kD tergolong dalam kitosan BM tinggi. Dengan demikian kitosan yang diperoleh pada penelitian ini adalah kitosan BM rendah. Kadar air kitosan yang diperoleh pada penelitian ini yaitu 0,3%, dan kadar air kitosan yang disyaratkan adalah <10%. Hal ini berarti bahwa kadar air kitosan yang diperoleh telah memenuhi standar. Meskipun demikian kadar abu masih sangat besar yakni 32,1%. Hal ini menunjukkan bahwa kemurnian kitosan yang diperoleh masih rendah. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh kurang sempurnanya proses yang terjadi pada tahap demineralisasi.

Kadar protein kitosan yang diperoleh pada penelitian ini yakni 3,79%. Menurut Robert & Robert (1992) kitosan yang standar kandungan proteinnya kurang dari 5%. Hal tersebut berarti bahwa kadar protein kitosan ini sudah sesuai dengan standar yang disyaratkan. Rendahnya kadar protein kitosan yang diperoleh menunjukkan bahwa deproteinasi berlangsung hampir sempurna karena kadar protein kulit udang sebesar 18,36%. Setelah dilakukan deproteinasi kadar protein turun menjadi 3,79%. Derajat deasetilasi menunjukkan persen asetil

yang dapat dihilangkan dari kitin menjadi kitosan. Penetapan derajat deasetilasi dengan menggunakan metode *base line* dari spectrum FTIR, yaitu hasil perbandingan nilai absorbansi antara bilangan gelombang 1655 cm⁻¹ (serapan bilangan amida) dan 3450 cm⁻¹ (serapan gugus hidroksil). Derajat deasetilasi pada percobaan ini 80,30%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kitosan yang diperoleh sesuai standar produk yang disyaratkan (Jamaluddin, 1994).



Gambar 4. Kitosan basah (kiri) dan kitosan kering (kanan)

Kitosan yang diperoleh kemudian digunakan untuk mengawetkan tahu putih. Tahu putih dipilih karena mengandung protein dan kadar air yang tinggi sehingga memudahkan tumbuhnya mikroba. Oleh karena itu pengaruh kitosan sebagai bahan pengawet bisa teramati dengan mudah. Pada proses pengawetan digunakan 6 potong tahu, yang masing-masing diberi perlakuan dengan kitosan yang berbeda yakni 1%, 3%, 5%, 2%, 4%, 6%. Pengamatan terhadap aroma dan warna tahu yang diawetkan dilakukan selama 4 hari berturut-turut. Hasil pengamatan disajikan pada table 3.

Tabel 3. Pengaruh persentase kitosan terhadap aroma dan warna tahu putih

Hari ke	% kitosan	Aroma	Warna
1	0%	aromanya mulai basi	mulai kecoklatan
	1%	aroma kitosan masih sangat kuat	putih
	2%	aroma kitosan masih sangat kuat	putih
	3%	aroma kitosan masih sangat kuat	putih
	4%	aroma kitosan berkurang	putih
	5%	aroma kitosan berkurang	putih
	6%	aroma kitosan berkurang	putih
2	0%	busuk	kecoklatan
	1%	aroma kitosan berkurang	putih
	2%	aroma kitosan masih sangat kuat	putih
	3%	aroma kitosan berkurang	mulai kecoklatan
	4%	aroma kitosan berkurang	putih
	5%	aroma kitosan berkurang	mulai kecoklatan
	6%	aroma kitosan berkurang	putih
3	0%	busuk	kecoklatan
	1%	aroma kitosanya masih ada	mulai kecoklatan
	2%	aroma kitosanya masih ada	warna agak kecoklatan
	3%	aroma kitosanya masih ada	warna agak kecoklatan

	4%	aroma kitosan makin berkurang	warna agak kecoklatan
	5%	aroma kitosanya masih ada	warna agak kecoklatan
	6%	aroma kitosan makin berkurang	warna agak kecoklatan
	0%	sangat busuk	coklat tua
	1%	aroma kitosan makin berkurang	warna agak kecoklatan
	2%	aroma kitosan makin berkurang	warna agak kecoklatan
	3%	aroma kitosan makin berkurang	warna agak kecoklatan
4	4%	tidak ada aroma kitosan	warna agak kecoklatan
	5%	tidak ada aroma kitosan	warna agak kecoklatan
	6%	tidak ada aroma kitosan	warna agak kecoklatan
	0%	Sangat busuk	coklat tua
	1%	masih ada aroma kitosan	warna agak kecoklatan
	2%	masih ada aroma kitosan	warna agak kecoklatan
	3%	tidak ada aroma kitosan	warna agak kecoklatan
9	4%	tidak ada aroma kitosan	warna agak kecoklatan
	5%	tidak ada aroma kitosan	warna agak kecoklatan
	6%	tidak ada aroma kitosan	warna agak kecoklatan

Salah satu hal yang menjadi indikator kualitas bahan pangan adalah warna. Oleh karena itu warna bahan pangan menjadi atribut organoleptik yang penting (Winarno, 2008)

Pada tabel 4.3 terlihat bahwa konsentrasi kitosan yang digunakan mempengaruhi kecepatan perubahan warna dan aroma tahu yang diawetkan. Pada tahu yang tidak diberi kitosan (kontrol) warna tahu berubah menjadi coklat sejak pengamatan hari ke-1. Perubahan warna ini tidak terjadi pada seluruh sampel yang diawetkan dengan konsentrasi kitosan yang berbeda hingga pengamatan hari ke-2. Hal tersebut diduga disebabkan oleh efek anti mikroba kitosan. Menurut Terry (1999) dan Khan *et al.* (2015) kitosan efektif melawan bakteri, baik bakteri gram positif maupun bakteri gram negatif. Membran luar bakteri gram negatif seperti *Eschericia coli* mengandung lipopolisakarida. Kation divalen seperti Ca^{2+} Mg^{2+} pada membran luar bakteri berperan penting dalam stabilisasi muatan anionik lipopolisakarida. Kitosan diduga menggantikan kation divalen dari tempat pengikatannya dan mereduksi interaksi antar molekul lipopolisakarida sehingga menyebabkan rusak dan lisisnya membran oleh terjadinya penetrasi kitosan yang bermuatan positif menembus membran sel bakteri gram negatif. Pada bakteri gram negatif, seperti *Staphylococcus aureus* yang tidak memiliki membran luar, rantai kitosan yang polikationik dapat melekat lebih kuat. Oleh karena itu efek antimikroba kitosan lebih efektif terhadap

bakteri gram positif dibanding bakteri gram negatif. Bakteri gram positif juga mengandung asam teikoat dan lipoteikoat yang merupakan polimer polianionik berinteraksi dengan substansi intraseluler sehingga aktivitas bakteri terganggu (Aranda-Martinez *et al.*, 2016).

Meskipun demikian warna putih tahu yang diawetkan mulai berubah menjadi kecoklatan pada pengamatan hari ke-3. Perubahan tersebut seiring dengan berkurangnya aroma kitosan pada sampel penelitian. Perubahan warna yang paling sedikit terlihat pada sampel yang direndam dengan kitosan 1%. Peningkatan konsentrasi kitosan tidak menekan perubahan warna tapi justru memekatkan warna tahu. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi kitosan 1% paling efektif menghambat perubahan warna tahu putih. Perubahan warna tersebut diduga disebabkan oleh terurainya bahan pangan yang terkandung dalam tahu putih sehingga warna tahu yang semula putih berubah menjadi coklat. Pada pengamatan hari ke 4 dan ke 5 warna coklat yang terbentuk semakin pekat. Perubahan warna tersebut diduga disebabkan oleh bertambahnya jumlah mikroba pada sampel. Fouad & Hegeman (1993) menemukan terjadinya peningkatan jumlah mikroba pada tahu seiring bertambahnya umur simpan. Spesies mikroba yang dominan adalah, bakteri asam laktat, bakteri enterik, dan *Pseudomonas* sp. Bostan & Mahan (2011) menemukan bahwa pemberian kitosan signifikan menekan jumlah mikroba.

Parameter organoleptik yang juga diamati adalah rasa dan tekstur. Konsentrasi kitosan yang digunakan mempengaruhi rasa tahu. Meskipun seluruh sampel tahu terasa asam pada pengamatan hari ke-4 tetapi rasa asam tersebut semakin berkurang dengan meningkatnya konsentrasi kitosan yang digunakan. Hal tersebut diduga disebabkan oleh kemampuan kitosan menekan pertumbuhan spesies-spesies bakteri asam laktat. Fouad & Hegeman (1993) and Rossi *et al.* (2016) menemukan bahwa bakteri asam laktat adalah salah satu spesies mikroba yang dominan pada sampel tahu yang ditelitinya. Meskipun kitosan mempengaruhi rasa asam, tetapi tekstur tahu yang direndam kitosan tidak mengalami perubahan. Uji organoleptik menunjukkan bahwa tekstur tahu yang direndam dengan kitosan bahkan semakin empuk. Oleh karena itu kitosan mampu menjaga parameter organoleptik rasa dan bau hingga 4 hari.

Menurut penelitian Bostan dan Mahan (2011), pemberian kitosan secara signifikan memengaruhi penurunan jumlah mikrobial terhadap kontrol. Perendaman kitosan dapat memperpanjang umur simpan sosis di suhu ruang hingga 2 hari.

Semakin besar konsentrasi kitosan yang digunakan untuk pengawetan tahu maka warnanya agak kecoklatan dan aroma tahu terasa hambar karena sudah tidak ada aroma kitosan.

Kesimpulan

Kitosan yang diisolasi dari limbah kulit udang berwarna putih kecoklatan, tidak berbau dengan kadar air 0,3%, kadar abu 32,1%, kadar protein, 3,79%, derajat asetilasi 80,3%, dan berat molekul 15 kDa. Kitosan ini mampu mempertahankan parameter organoleptik tahu putih hingga 4 hari sedangkan konsentrasi kitosan yang paling optimum mengawetkan tahu putih adalah 1% dengan perendaman selama 15 menit.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ketua Laboratorium Pendidikan Kimia beserta staf yang telah mengizinkan dan memfasilitasi sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Referensi

- Aranda-Martinez A, Lopez-Moya F, Lopez-Llorca L V. (2016). Cell wall composition plays a key role on sensitivity of filamentous fungi to chitosan. *Journal of Basic Microbiology*, 56(10): 1059–1070. DOI: 10.1002/jobm.201500775.
- Astuti, K. W., Rizqiyah, V. F., & Adiarto, T. (2022). Pengaruh Derajat Deasetilisasi Kitosan pada Coating Nata de coco sebagai Bahan Perban Antibakteri Penutup Luka. *WARTA AKAB*, 46(2). <https://doi.org/10.55075/wa.v46i2.151>
- Barbarinde, G., Adeoye, A. O., Adegbola, G. M., Oyedokun, J., Alawode, O.W., Adisa, J.O., Olalere D.F. (2023). Formaldehyde, a food additive as preservatives; its applications and health implication. A review. *World Journal of Engineering and Technology*, 9(5): 126-150
- Bostan, K., & Mahan, F. I. (2011). Microbiological Quality and Shelf-life of Sausage Treated with Chitosan. *Istanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 37(2), 117-126. <https://dergipark.org.tr/en/pub/iuvfd/issue/18528/195575>
- Cahyadi, W. (2009). *Analisis & Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Edisi Kedua. Bumi Aksara. Jakarta.
- Cahyaningrum, S. E., Narsito, N., Santoso, S. J., & Agustini, R. (2011). Adsorpsi Ion Logam Zn (II) Dan Cu (ii) Pada Kitosan Nano Bead Dari Cangkang Udang Windu (penaus Monodon) (Adsorptionzn (ii) and Cu (ii) Ions on Chitosan Nanobeads From Shrimp Waste (Penaus Monodon). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 18(3), 200-205. <https://doi.org/10.22146/jml.18442>
- Chao, D., Xin, M., Jingru, M., Khan, M. I. H., Lei, D., Khan, A., Xingye A., Junhua, Z., Tanzina, H., Yonghao, N. I (2019). Chitosan as A Preservative for Fruits and Vegetables: A Review on Chemistry and Antimicrobial Properties. *Journal of Bioresources and Bioproducts* 4(1): 11-21 DOI: 10.21967/jbb.v4i1.189
- Fouad K. E & Hegeman G. D (1993). Microbial Spoilage of Tofu (Soybean Curd) *Journal of Food Protection*, 56(2):157-164
- Holipah, S. N., Wijayanti, E., & Saputra, V. (2010). Aplikasi Kitosan Sebagai Pengawet Alami dalam Meningkatkan Mutu Simpan Produk Pasca Panen.

- <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/27828>
- Hu, X., Tian, Z., Li, X., Wang, S., Pei, H., Sun, H., Zhan, Z. (2020). Green, Simple, and Effective Process for the Comprehensive Utilization of Shrimp Shell Waste. *ACS Omega*, 5(30): 19227-19235. Doi: [10.1021/acsomega.0c02705](https://doi.org/10.1021/acsomega.0c02705)
- Islam S, Bhuiyan M A R, Islam M N, 2017. Chitin and chitosan: structure, properties and applications in biomedical engineering. *Journal of Polymers and the Environment*, 25(3): 854–866. DOI: [10.1007/s10924-016-0865-5](https://doi.org/10.1007/s10924-016-0865-5).
- Jamaludin, M. A. (1994). Isolasi dan Pencirian Kitosan Limbah Udang Windu (*Penaeus monodon*. Fabricus) dan Afinitasnya terhadap Ion Logam Pb²⁺, Cr⁶⁺, dan Ni²⁺. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Jurado-Flores, M., Warda, F., & Mooradian, A. (2022). Patofisiologi dan gambaran klinis manifestasi neuropsikiatri penyakit tiroid. *Jurnal Masyarakat Endokrin*, <https://doi.org/10.1210/jendso/bvab194>
- Khan, A., Khan, S., Khan, MA, Qamar, Z., & Waqas, M. (2015). Penyerapan dan bioakumulasi logam berat oleh tanaman pangan, pengaruhnya terhadap nutrisi tanaman, dan risiko kesehatan terkait: tinjauan. *Ilmu lingkungan dan penelitian pencemaran* (22) 13772-13799. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-015-4881-0>
- Khan, DF, Masyarakat, MB, Chalk, PM, & Herridge, DF (2002). Mengukur nitrogen di bawah tanah pada tanaman polong-polongan. 2. Perbandingan metode 15 N dan non isotop. *Tanaman dan Tanah*, <https://doi.org/10.1023/A:1015066323050>
- Mitchell, A. B., Ryan, T. E., Gillion, A. R., Wells, L. D., & Muthiah, M. P. (2020). Vitamin C and thiamine for sepsis and septic shock. *The American Journal of Medicine*, 133(5), 635-638. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2019.07.054>
- Muntikah and Razak, M. (2017) *Ilmu Teknologi Pangan, Kementerian Kesehatan RI*. http://repository.stikeshb.ac.id/26/1/ILMU-TEKNOLOGI-PANGAN-FINAL-SC_.pdf
- Nurhikmawati F., Manurung M, Laksmiwati M. (2014). PENGGUNAAN KITOSAN DARI LIMBAH KULIT UDANG SEBAGAI INHIBITOR KEASAMAN TUAK. *Jurnal Kimia* 8(2): 191-197. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran
- Pratiwi, R., & Prinajati, PD (2018). Adsorpsi untuk menghilangkan timbal oleh kitosan dari cangkang udang. *Jurnal Teknologi Perkotaan dan Lingkungan Indonesia*, 2(1), 35-46: <http://dx.doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v2i1.3554>
- Puspitasari, D., & Ekawandani, N. (2019). Pemanfaatan Limbah Kulit Udang Sebagai Pengawet Alami Makanan. *Jurnal TEDC*, 13(3), 256-261. <https://ejournal.poltektedc.ac.id/index.php/tedc/article/view/310/255>
- Rahim, S., Dukalang, FI., Abas, AS. (2022). Examination of Hazardous Food Additives (Borax) in Meatballs in the City of Gorontalo. *Journal of Health, Technology and Science*: 3(4)
- Roberts, G. A., & Roberts, G. A. (1992). *Chitin chemistry* (pp. 167-172). London: macmillan. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-349-11545-7>
- Rossi F., Felis G. E., Martinelli, A., Calcavecchia, B., Torriani S. (2016). *LWT* 70: 280-285. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.057>
- Safdarai F., Rabbani, M., Hosseini-Sharifabad, A. (2017). Effect of acute and long term potassium bromide administration on spatial working memory in rat. *Res Pharm Sci*. 12(2): 154-159. Doi:10.4103/1735-5362.202454
- Saptarini, N. M., Wardati, Y., & Supriatna, U. (2011). Deteksi formalin dalam tahu di Pasar Tradisional Purwakarta. <http://hdl.handle.net/11617/3435>
- Sulistyaningsih, D. (2022). Development of learning design for mathematics manipulatives learning based on E-learning and character building. <https://doi.org/10.29333/iejme/3996>
- Swastawati, F., Wijayanti, I., & Susanto, E. (2008). Pemanfaatan limbah kulit udang menjadi edible coating untuk mengurangi pencemaran lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*, 4(4),101-106. <https://core.ac.uk/download/pdf/291813534.pdf>

- Winarno, F. G. (2002). *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Yuliusman & P. W. Adelia. (2010). Pemanfaatan kitosan dari cangkang rajungan pada proses adsorpsi logam nikel dari larutan NiSO₄. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.