

PENGARUH KONSENTRASI PEKTIN KULIT NANGKA DAN KITOSAN KULIT UDANG TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI PERMEN JELI

Victoria Diana Indah Lestari¹, Johan Sukweenadhi^{1*}, Yayon Pamula Mukti¹

¹Program Studi Bioteknologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Surabaya, Jl. Raya Kalirungkut, Surabaya, 60293, Indonesia

E-mail korespondensi: sukwee@staff.ubaya.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh konsentrasi pektin kulit nangka dan kitosan kulit udang terhadap karakteristik fisikokimia dan aktivitas antibakteri permen jeli. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan dua faktor, yaitu konsentrasi pektin (1,5% dan 2,5%) serta konsentrasi kitosan (1,5% dan 2,5%). Parameter yang dianalisis meliputi kadar air, kadar abu, warna (ΔE dan *hue*), tekstur (*elasticity* dan *chewability*), aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, dan *Staphylococcus aureus*, serta uji organoleptik hedonik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pektin dan kitosan menurunkan kadar air, dengan nilai terendah pada kombinasi D sebesar 20,127%. Nilai *chewability* tertinggi diperoleh pada kombinasi C. Aktivitas antibakteri menunjukkan adanya zona hambat pada seluruh perlakuan, dengan peningkatan diameter seiring kenaikan konsentrasi kitosan, meskipun tergolong dalam kategori lemah (<5 mm). Uji hedonik menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak menurunkan tingkat penerimaan panelis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa limbah kulit nangka dan kulit udang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku inovatif dalam pengembangan produk permen jeli fungsional.

Kata kunci: Kitosan, Kulit Nangka, Kulit Udang, Pektin, Permen Jeli

Abstract

*This study aims to analyze the effect of jackfruit peel pectin and shrimp shell chitosan concentrations on the physicochemical characteristics and antibacterial activity of jelly candy. The study employed a factorial randomized block design with two factors, namely pectin concentration (1.5% and 2.5%) and chitosan concentration (1.5% and 2.5%). The parameters analyzed included moisture content, ash content, color (ΔE and *hue*), texture (*elasticity* and *chewability*), antibacterial activity against *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, and *Staphylococcus aureus*, as well as hedonic organoleptic tests. The results showed that increasing the concentrations of pectin and chitosan reduced the moisture content, with the lowest value found in treatment D at 20.127%. The highest *chewability* value was obtained in treatment C. Antibacterial activity showed inhibition zones in all treatments, with increasing diameters corresponding to higher chitosan concentrations, although still categorized as weak (<5 mm). The hedonic test indicated that increasing extract concentration decreased panelist acceptance. The results suggest that jackfruit peel and shrimp shell waste have the potential to be utilized as innovative raw materials in the development of functional jelly candy products.*

Keywords: Chitosan, Jackfruit Peel, Shrimp Shell, Pectin, Jelly Candy

1. Pendahuluan

Permen jeli merupakan produk *confectionery* semi-padat berbasis gula yang banyak dikonsumsi oleh berbagai kelompok usia, terutama anak-anak. Menurut Krauter (2021), konsumsi permen dapat meningkatkan energi, konsentrasi, serta suasana hati. Meskipun memiliki daya terima yang tinggi, konsumsi produk tinggi gula dapat menimbulkan dampak kurang baik, seperti gangguan kesehatan gigi dan mulut. Oleh karena itu, pengembangan produk *confectionery* dengan nilai

tambah menjadi salah satu pendekatan inovatif dalam bidang teknologi pangan. Inovasi tersebut tidak hanya berfokus pada tekstur dan cita rasa, tetapi juga pada pemanfaatan bahan baku alternatif yang memiliki potensi bioaktif.

Pektin merupakan hidrokoloid alami yang berperan sebagai agen pembentuk gel dalam berbagai produk pangan, sehingga menghasilkan tekstur kenyal, seperti pada selai, jeli, dan *confectionery*. Karakteristik gel pektin dipengaruhi oleh derajat esterifikasi, kadar

metoksil, dan kandungan asam galakturonat (Grassino et al., 2022). Pektin komersial umumnya berasal dari kulit jeruk dan apel, namun buah tropis seperti kulit nangka juga memiliki potensi yang belum banyak dimanfaatkan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kulit nangka mengandung protein sebesar 1,30%, karbohidrat 15,87%, dan pektin sebesar 17,28% yang diekstraksi menggunakan metode berbasis asam (Syam'un et al., 2018; Windiarsih et al., 2015). Oleh karena itu, limbah kulit nangka berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber pektin alternatif dalam industri pangan.

Di sisi lain, limbah kulit udang merupakan hasil samping industri perikanan yang jumlahnya melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah ini berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan. Kulit udang mengandung kitin yang melalui proses deasetilasi dapat diubah menjadi kitosan. Kitosan telah banyak dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri, terutama karena adanya gugus amina bermuatan positif yang dapat berinteraksi dengan membran sel bakteri bermuatan negatif dan mengganggu integritas sel (Hosseinnejad & Jafari, 2016; M. Kumar et al., 2020). Dalam bidang pangan, kitosan umumnya diaplikasikan sebagai *edible coating* atau bahan pembentuk film aktif untuk memperpanjang umur simpan produk. Namun, pemanfaatannya dalam sistem *confectionery* semi-padat seperti permen jeli masih belum banyak dieksplorasi.

Beberapa penelitian sebelumnya umumnya mengevaluasi pektin atau kitosan secara terpisah dalam sistem pangan. Studi mengenai kombinasi kedua biopolimer dalam satu sistem produk *confectionery*, khususnya dengan pendekatan formulasi berbasis limbah agroindustri, masih jarang dilaporkan. Selain itu, interaksi antara pektin dan kitosan dalam matriks gel dapat membentuk kompleks polielektrolit yang berpotensi memengaruhi karakteristik tekstur dan pelepasan senyawa aktif (Liu et al., 2018). Oleh karena itu, diperlukan kajian yang mengintegrasikan evaluasi karakteristik fisikokimia, tekstur, aktivitas antibakteri, serta penerimaan sensoris.

Penelitian ini menawarkan pendekatan berbeda dengan memanfaatkan secara bersamaan limbah kulit nangka sebagai sumber pektin dan limbah kulit udang sebagai sumber kitosan dalam satu sistem formulasi permen jeli. Kombinasi kedua bahan ini tidak hanya bertujuan membentuk tekstur gel yang sesuai, tetapi juga mengevaluasi bagaimana variasi konsentrasi keduanya memengaruhi karakteristik fisikokimia serta potensi aktivitas antibakteri dalam matriks semi-padat. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menitikberatkan pada aspek fungsi teknologi pangan, tetapi juga pada keseimbangan antara performa produk dan nilai tambah fungsional.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, yaitu

konsentrasi ekstrak pektin kulit nangka (PN) dan konsentrasi kitosan kulit udang (KU). Masing-masing faktor terdiri atas dua taraf, yaitu 1,5% dan 2,5%, sehingga diperoleh empat kombinasi perlakuan: kombinasi A (PN 1,5% : KU 1,5%); kombinasi B (PN 1,5% : KU 2,5%); kombinasi C (PN 2,5% : KU 1,5%); dan kombinasi D (PN 2,5% : KU 2,5%).

Ekstrak pektin diperoleh dari kulit nangka yang telah dikeringkan dan dihaluskan, kemudian diekstraksi menggunakan larutan HCl 1,5% dengan perbandingan 1:10 (b/v) menggunakan metode *microwave assisted extraction* pada daya 450 W selama 8 menit. Filtrat hasil ekstraksi diendapkan dengan etanol 96% (1:2), dicuci dengan etanol 70% dan 96%, kemudian dikeringkan pada suhu 30 °C hingga diperoleh pektin kering (Windiarsih et al., 2015).

Kitosan diperoleh dari limbah kulit udang melalui tahapan deproteinasi, demineralisasi, depigmentasi, dan deasetilasi. Deproteinasi dilakukan menggunakan NaOH 3,5%, dilanjutkan dengan demineralisasi menggunakan HCl 15%. Residu kemudian didepigmentasi menggunakan aseton dan dideasetilasi menggunakan NaOH 60% pada suhu 100 °C untuk menghasilkan kitosan (Setha et al., 2019).

Permen jeli dibuat dengan mencampurkan pektin, *xylitol*, sirup glukosa, air, dan kitosan sesuai variasi perlakuan, kemudian dipanaskan hingga ± 90 °C selama 10–15 menit. Setelah itu ditambahkan asam sitrat, dituangkan ke dalam cetakan, dan didinginkan hingga memadat.

Sebelum dilakukan formulasi permen jeli, masing-masing ekstrak diuji karakteristiknya, yaitu kadar air dan kadar abu. Ekstrak pektin diuji kadar metoksil dan kadar galakturonat, sedangkan ekstrak kitosan diuji derajat deasetilasi. Produk permen jeli yang dihasilkan dianalisis karakteristiknya meliputi kadar air, kadar abu, warna (L, a*, b*), tekstur (*elasticity* dan *chewability*), aktivitas antibakteri menggunakan metode *paper disk* terhadap bakteri *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, dan *Staphylococcus aureus*, serta uji organoleptik hedonik yang meliputi warna, aroma, rasa, dan tekstur. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey pada taraf signifikansi 5%.

3. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Ekstrak Pektin

Data hasil karakterisasi ekstrak pektin kulit nangka ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Ekstrak Pektin Kulit Nangka

Parameter	Pektin Kulit Nangka
Rendemen (%)	16,849%
Kadar air (%)	8,247 $\pm$ 0,523
Kadar abu (%)	0,233 $\pm$ 0,139
Kadar metoksil (%)	8,413 $\pm$ 0,021
Kadar galakturonat (%)	73,943 $\pm$ 0,28095

Pektin diperoleh dari kulit nangka melalui proses ekstraksi asam yang bertujuan untuk memisahkan pektin dari jaringan tanaman dan senyawa penyusunnya

lainnya. Proses ekstraksi pektin umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti suhu, pH, konsentrasi pelarut, rasio bahan terhadap pelarut, serta waktu ekstraksi (Khotima & Santoso, 2020; Windiarsih et al., 2015). Karakteristik ekstrak pektin kulit nangka yang diperoleh pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Rendemen pektin yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 16,849%, yang menunjukkan bahwa proses ekstraksi mampu menghidrolisis protopektin yang tidak larut air menjadi pektin yang larut air melalui penggunaan pelarut asam. Pelarut asam berperan dalam memutuskan ikatan protopektin pada dinding sel tanaman sehingga pektin dapat terlarut dan terpisah dari matriks jaringan (Febriyanti et al., 2018). Nilai rendemen yang diperoleh pada penelitian ini sebanding dengan beberapa penelitian sebelumnya. Misalnya, penelitian oleh Leong et al. (2016) melaporkan rendemen pektin dari kulit nangka sebesar 14,81–17,62%, yang menunjukkan bahwa kulit nangka merupakan sumber pektin yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pektin alami. Selain itu, penelitian lain juga melaporkan bahwa ekstraksi pektin dari limbah kulit nangka dapat menghasilkan rendemen sekitar 15,8%, tergantung pada kondisi ekstraksi yang digunakan (K. R. Kumar et al., 2025).

Kadar air ekstrak pektin yang diperoleh pada penelitian ini relatif rendah. Hal ini diduga dipengaruhi oleh penggunaan etanol sebagai pelarut pengendap yang bersifat hidrofobik sehingga mampu mendehidrasi matriks pektin dan mengurangi kandungan air pada ekstrak. Kadar air yang rendah sangat penting dalam menjaga stabilitas pektin selama penyimpanan, karena kadar air yang tinggi dapat mempercepat pertumbuhan mikroorganisme dan menurunkan kualitas pektin (Lumbantoruan et al., 2014). Berdasarkan standar International Pectin Producers Association (IPPA), kadar air pektin yang baik berada di bawah 12%, sehingga kadar air yang diperoleh pada penelitian ini masih memenuhi standar mutu pektin.

Selain kadar air, kadar abu juga merupakan parameter penting yang menunjukkan kandungan mineral anorganik dalam ekstrak pektin. Nilai kadar abu yang rendah menunjukkan bahwa proses pemurnian pektin berlangsung cukup efektif. Kadar abu pada penelitian ini masih berada di bawah batas maksimum yang ditetapkan oleh IPPA, yaitu <10%, sehingga menunjukkan bahwa pektin yang diperoleh memiliki tingkat kemurnian yang cukup baik.

Sifat fungsional pektin dalam pembentukan gel sangat dipengaruhi oleh kadar metoksil dan kadar galakturonat. Kadar metoksil menunjukkan jumlah gugus karboksil yang teresterifikasi oleh gugus metil pada rantai pektin. Berdasarkan hasil penelitian, kadar metoksil yang diperoleh lebih dari 7% sehingga termasuk dalam kategori *high methoxyl pectin* (HMP). Pektin dengan kadar metoksil tinggi diketahui memiliki kemampuan membentuk gel yang lebih cepat dalam kondisi adanya gula dan asam, sehingga banyak

digunakan dalam produk pangan seperti selai, jeli, dan permen (Nurhaeni et al., 2018). Hasil ini sejalan dengan penelitian Windiarsih et al. (2015) yang melaporkan bahwa pektin yang diekstraksi dari kulit nangka juga tergolong dalam kategori HMP.

Kadar galakturonat yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan nilai yang tinggi. Galakturonat merupakan komponen utama penyusun struktur pektin dan menjadi indikator penting dalam menentukan kualitas pektin. Beberapa penelitian melaporkan bahwa kandungan galakturonat pada pektin kulit nangka berkisar antara 52–75%, tergantung pada metode dan kondisi ekstraksi yang digunakan (Li et al., 2019). Tingginya kandungan galakturonat pada penelitian ini menunjukkan bahwa proses ekstraksi asam mampu menghidrolisis protopektin secara efektif sehingga menghasilkan pektin dengan kualitas yang baik. Selain itu, kandungan galakturonat yang tinggi juga berperan dalam meningkatkan kemampuan pembentukan gel pada pektin.

Secara keseluruhan, karakteristik ekstrak pektin yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan kualitas yang baik karena nilai kadar air, kadar abu, kadar metoksil, dan kadar galakturonat telah memenuhi standar mutu pektin berdasarkan SNI 01-2238-1991. Hasil ini menunjukkan bahwa limbah kulit nangka berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber pektin alami yang dapat diaplikasikan dalam produk pangan, khususnya sebagai bahan pembentuk gel pada produk permen jeli.

Karakteristik Ekstrak Kitosan

Data hasil karakterisasi ekstrak kitosan kulit udang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Ekstrak Kitosan Kulit Udang

Parameter	Kitosan Kulit Udang
Rendemen (%)	26,868
Kadar air (%)	1,953 ± 0,031
Kadar abu (%)	3,533 ± 0,045
Derajat deasetilasi (%)	82,391 ± 2,0996

Kitosan dari kulit udang diperoleh melalui beberapa tahapan proses, yaitu demineralisasi, deproteinasi, depigmentasi, dan deasetilasi. Kitosan merupakan polisakarida yang dihasilkan melalui proses deasetilasi kitin, yaitu penghilangan gugus asetil dari kitin sehingga terbentuk gugus amina bebas pada rantai polimer kitosan. Proses ekstraksi kitosan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis bahan baku, konsentrasi larutan, suhu proses, serta lama waktu reaksi (Cahyono, 2018; Ma'mun et al., 2016). Karakteristik kitosan hasil ekstraksi pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Rendemen kitosan kulit udang yang diperoleh sebesar 26,87%. Nilai ini menunjukkan bahwa proses ekstraksi mampu mengubah kitin menjadi kitosan secara efektif melalui hidrolisis gugus asetamida menggunakan larutan basa kuat. Proses deasetilasi menyebabkan gugus asetil pada kitin terlepas dan digantikan oleh gugus amina sehingga terbentuk kitosan (Yuliasara et al., 2019). Nilai

rendemen tersebut sebanding dengan beberapa penelitian sebelumnya. Misalnya, penelitian oleh Arbia et al. (2013) serta Hosseinnejad & Jafari (2016) melaporkan bahwa rendemen kitosan dari limbah kulit udang berkisar antara 20–30%, tergantung pada kondisi ekstraksi yang digunakan. Penelitian yang lebih baru juga menunjukkan bahwa rendemen kitosan dari limbah udang dapat mencapai sekitar 24–28%, yang menandakan bahwa limbah kulit udang merupakan sumber bahan baku yang potensial untuk produksi kitosan (Kumari et al., 2017).

Kadar air kitosan yang diperoleh pada penelitian ini relatif rendah, yaitu $\leq 12\%$. Kadar air merupakan parameter penting karena memengaruhi stabilitas dan daya simpan kitosan selama penyimpanan. Kitosan bersifat higroskopis sehingga mudah menyerap air dari lingkungan. Kandungan air yang tinggi dapat menyebabkan proses *swelling* serta mempercepat pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menurunkan kualitas kitosan (Kurniasih & Kartika, 2011). Nilai kadar air yang diperoleh pada penelitian ini telah memenuhi standar mutu kitosan berdasarkan SNI 7949:2013, yaitu maksimum sebesar 12%. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian Younes & Rinaudo (2015) yang melaporkan bahwa kadar air kitosan komersial umumnya berada pada kisaran 5–12%.

Selain kadar air, kadar abu juga merupakan parameter penting yang menunjukkan kandungan mineral anorganik yang masih tersisa setelah proses demineralisasi. Pada penelitian ini, kadar abu kitosan diperoleh sebesar $\leq 5\%$, yang menunjukkan bahwa proses demineralisasi menggunakan larutan asam mampu menghilangkan sebagian besar mineral, terutama kalsium karbonat yang terdapat pada limbah kulit udang. Kadar abu yang rendah menunjukkan tingkat kemurnian kitosan yang lebih baik karena sebagian besar komponen mineral telah berhasil dihilangkan (Stefunni et al., 2016). Nilai kadar abu tersebut juga telah memenuhi standar mutu kitosan berdasarkan SNI 7949:2013, yaitu maksimum sebesar 5%.

Kualitas kitosan juga dapat ditentukan berdasarkan derajat deasetilasi (DD). Derajat deasetilasi menunjukkan persentase gugus asetil yang telah dihilangkan dari kitin selama proses deasetilasi. Kitin umumnya memiliki derajat deasetilasi kurang dari 70%, sedangkan kitosan memiliki derajat deasetilasi lebih dari 70% (Hirano, 1989; Trisnawati et al., 2013). Pada penelitian ini diperoleh nilai derajat deasetilasi sebesar 82,39%, yang menunjukkan bahwa kitin telah berhasil terkonversi menjadi kitosan dengan baik. Nilai DD yang tinggi menunjukkan bahwa proses deasetilasi berlangsung secara optimal. Beberapa penelitian melaporkan bahwa kitosan dengan DD berkisar 75–90% memiliki sifat fungsional yang lebih baik, terutama dalam aktivitas antibakteri dan kemampuan adsorpsi (Kumari et al., 2017; Younes & Rinaudo, 2015). Selain itu, nilai DD juga dipengaruhi oleh konsentrasi larutan basa, suhu reaksi, serta lama waktu proses deasetilasi (Siregar et al., 2016).

Secara keseluruhan, karakteristik kitosan yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan kualitas yang baik karena nilai kadar air, kadar abu, dan derajat deasetilasi telah memenuhi standar mutu kitosan berdasarkan SNI 7949:2013. Hal ini menunjukkan bahwa limbah kulit udang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku kitosan yang dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang, termasuk sebagai bahan antibakteri dalam produk pangan.

Hasil Produk Permen Jeli

Kadar air dan kadar abu merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas produk permen jeli sesuai dengan standar SNI 3547.2:2008 tentang kembang gula. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air permen jeli berada pada kisaran lebih dari 20%. Nilai ini relatif tinggi dan dapat memengaruhi stabilitas produk selama penyimpanan karena kadar air yang tinggi dapat meningkatkan aktivitas air dan mempercepat kerusakan produk (Dhaneswari et al., 2015; Elfiani et al., 2016). Tingginya kadar air diduga dipengaruhi oleh sifat pektin yang hidrofilik serta kandungan gula yang mampu mengikat air dalam sistem gel.

Tabel 3. Karakteristik Proksimat Permen Jeli

Parameter	Perbandingan Konsentrasi Pektin (PN) dan Kitosan (KU) (%)				
	Kombinasi A	Kombinasi B	Kombinasi C	Kombinasi D	Kontrol
Kadar air (%)	34,853 ± 0,883 ^c	25,210 ± 0,246 ^b	24,250 ± 0,295 ^b	20,127 ± 0,957 ^a	20,02 ± 0,481 ^a
Kadar abu (%)	0,463 ± 0,121 ^a	1,040 ± 0,046 ^b	0,633 ± 0,108 ^a	1,017 ± 0,421 ^b	1,617 ± 0,055 ^c

Formulasi kombinasi D menunjukkan kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena peningkatan konsentrasi pektin dapat memperkuat jaringan gel sehingga lebih banyak air yang terperangkap dalam matriks gel dan jumlah air bebas berkurang (Isnanda et al., 2016). Hasil ini sejalan dengan penelitian Yusuf et al. (2019) yang melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi pektin pada produk jeli dapat menurunkan kadar air bebas akibat terbentuknya struktur gel yang lebih padat.

Kadar abu pada semua perlakuan relatif rendah dan masih memenuhi standar mutu SNI 3547.2:2018, yaitu maksimum 3%. Rendahnya kadar abu menunjukkan bahwa kandungan senyawa anorganik dalam bahan penyusun permen jeli relatif kecil (Jumri et al., 2015). Namun, peningkatan konsentrasi pektin cenderung meningkatkan kadar abu karena pektin dapat mengikat mineral dan padatan terlarut dalam sistem gel (Isnanda et al., 2016). Hasil ini juga dilaporkan oleh Rahmawati et al. (2020) yang menunjukkan bahwa peningkatan

konsentrasi pektin dapat meningkatkan kadar abu pada produk jeli.

Tabel 4. Derajat Hue dan ΔE Permen Jeli

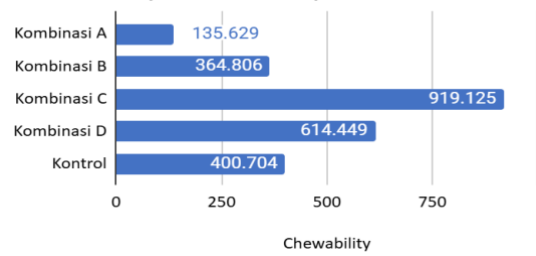
Param eter	Perbandingan Konsentrasi Pektin (PN) dan Kitosan (KU) (%)				
	Kombi nasi A	Kombi nasi B	Kombi nasi C	Kombi nasi D	Kontr ol
ΔE	48,098	54,911	60,142	61,042	90,108
Hue	66,410	67,650	64,520	63,240	83,020
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
	0,490 ^b	0,061 ^b	0,061 ^a	1,076 ^a	0,157 ^c
Interpr etasi warna	Kuning kemerahan	Kuning kemerahan	Kuning kemerahan	Kuning kemerahan	Kuning kemerahan

Warna merupakan atribut sensori penting yang memengaruhi daya tarik konsumen terhadap produk pangan. Analisis warna pada penelitian ini dilakukan menggunakan parameter *hue* dan ΔE (*total color difference*) untuk mengetahui warna dominan serta tingkat perbedaan warna antarperlakuan. Berdasarkan hasil penelitian, nilai *hue* permen jeli berada pada kisaran 63,240°–67,650°, yang termasuk dalam kategori kuning kemerahan. Hal ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi pektin dan kitosan tidak menyebabkan perubahan warna dominan yang signifikan pada produk. Warna yang relatif seragam antarperlakuan diduga disebabkan oleh dominasi warna bahan utama dalam formulasi serta distribusi pigmen yang relatif merata dalam matriks gel.

Nilai ΔE pada permen jeli berkisar antara 48,098–61,042, sedangkan kontrol memiliki nilai ΔE yang lebih tinggi, yaitu 90,108. Nilai ΔE yang tinggi menunjukkan adanya perbedaan warna yang jelas secara visual. Perbedaan ini diduga dipengaruhi oleh variasi konsentrasi pektin yang berperan sebagai pembentuk jaringan gel sehingga dapat memengaruhi distribusi pigmen dan intensitas warna pada produk. Selain itu, proses pemanasan selama pembuatan permen jeli juga berpotensi menyebabkan perubahan warna melalui reaksi pencoklatan non-enzimatis yang melibatkan gula dalam formulasi (Pathare et al., 2018).

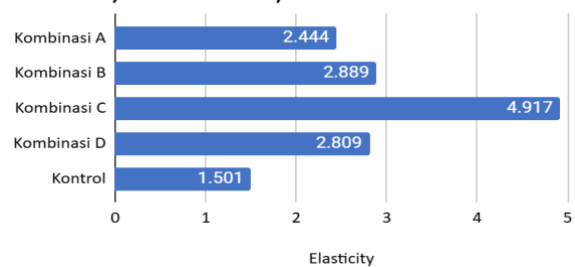
Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Wahyuni et al. (2021) yang melaporkan bahwa konsentrasi bahan pembentuk gel dapat memengaruhi karakteristik warna produk jeli. Penelitian lain oleh Putri et al. (2018) juga menunjukkan bahwa perubahan komposisi bahan dalam formulasi jeli dapat menyebabkan variasi nilai ΔE yang mencerminkan perbedaan intensitas warna produk. Dengan demikian, variasi konsentrasi pektin dan kitosan pada penelitian ini memengaruhi intensitas warna permen jeli, meskipun warna dominan yang dihasilkan masih berada pada rentang yang sama.

Chewability Permen Jelly



Gambar 1. Grafik Chewability

Elasticity Permen Jelly



Gambar 2. Elasticity Permen Jeli

Tekstur merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas permen jeli karena berkaitan dengan karakteristik kekenyalan dan kenyamanan saat dikonsumsi. Analisis tekstur pada penelitian ini difokuskan pada parameter *elasticity* (elastisitas) dan *chewability* (daya kunyah). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *elasticity* dan *chewability* berbeda pada setiap perlakuan, yang menunjukkan bahwa variasi konsentrasi pektin dan kitosan memengaruhi sifat mekanik permen jeli.

Nilai *chewability* menunjukkan energi yang dibutuhkan untuk mengunyah produk hingga siap ditelan. Pada penelitian ini, peningkatan konsentrasi pektin cenderung meningkatkan nilai *chewability*, yang menunjukkan bahwa struktur gel yang terbentuk menjadi lebih padat dan membutuhkan energi lebih besar untuk dikunyah. Hal ini disebabkan oleh interaksi antara pektin dan gula dalam sistem gel yang membentuk jaringan yang lebih kuat (Zhang et al., 2020). Selain itu, kandungan air dalam produk juga berpengaruh terhadap nilai *chewability*, di mana kadar air yang lebih rendah cenderung menghasilkan tekstur yang lebih padat dan kenyal.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Kumari et al. (2017) yang melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi pektin dapat meningkatkan kekuatan gel dan menghasilkan tekstur yang lebih kenyal pada produk jeli. Dengan demikian, variasi konsentrasi pektin dan kitosan pada penelitian ini berperan penting dalam menentukan karakteristik tekstur permen jeli, khususnya pada parameter *elasticity* dan *chewability*. Karakteristik tekstur juga berkaitan dengan kadar air produk, di mana kadar air yang lebih rendah cenderung menghasilkan struktur gel yang lebih kompak.

Tabel 5. Hasil Uji Zona Bening Ekstrak Kitosan

Bakteri	Zona Bening Konsentrasi Kitosan (mm)			
	1,5%	2,5%	Ampicillin	Negatif
<i>Escherichia coli</i>	0 ^c	0,333 ^{bc} ± 0,577	20 ^a ± 0,00	0 ^c
<i>Salmonella typhi</i>	1 ^b ± 0,00	1,5 ^b ± 0,00	19,333 ^a ± 0,577	0 ^b
<i>Staphylococcus aureus</i>	1,333 ^b ± 0,289	2,333 ^b ± 0,289	22,667 ^a ± 2,309	0 ^b

Aktivitas antibakteri permen jeli ditunjukkan melalui terbentuknya zona hambat terhadap *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, dan *Staphylococcus aureus*. Berdasarkan hasil penelitian, seluruh perlakuan menunjukkan aktivitas antibakteri dengan diameter zona hambat yang bervariasi, sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan adanya hambatan. Aktivitas antibakteri tertinggi diperoleh pada kombinasi D, khususnya terhadap *Salmonella typhi* (2,833 mm) dan *Escherichia coli* (1,333 mm), sedangkan terhadap *Staphylococcus aureus* cenderung lebih rendah.

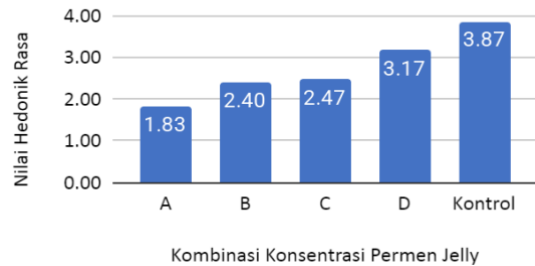
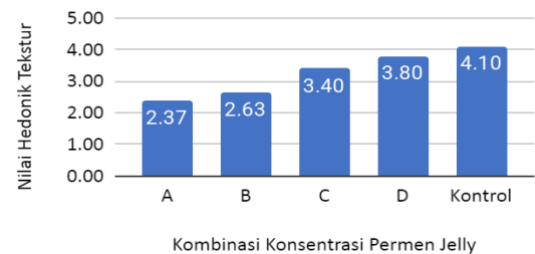
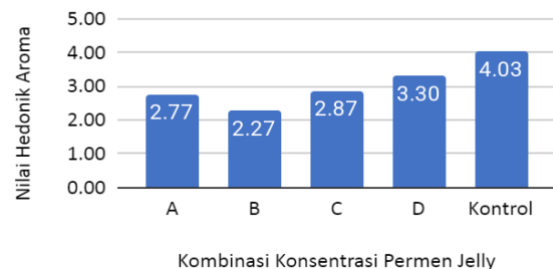
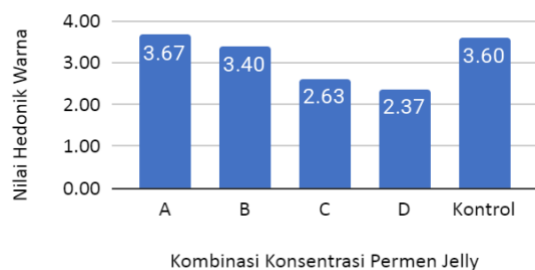
Tabel 6. Hasil Uji Zona Bening Variasi Konsentrasi Permen Jeli Antibakteri

Bakteri	Zona Bening Konsentrasi Kitosan (mm)					Aku ades
	Kom binasi A	Kom binasi B	Kom binasi C	Kom binasi D	Ampi cillin	
<i>E. coli</i>	0,333 ^c ± 0,577	0,667 ^b ± 0,289	1,167 ^b ± 0,289	1,333 ^b ± 0,577	20 ^a	0 ^c
<i>Salmonella typhi</i>	0,167 ^b ± 0,289	0,667 ^b ± 0,289	1,167 ^b ± 0,289	2,833 ^b ± 3,175	19,33 0,577	0 ^b
<i>Staphylococcus aureus</i>	1,333 ^b ± 0,577	1 ^b ± 0,00	0,833 ^b ± 0,289	1 ^b ± 0,00	22,66 2,309	0 ^b

Peningkatan diameter zona hambat seiring dengan peningkatan konsentrasi kitosan menunjukkan bahwa kitosan berperan sebagai agen antibakteri utama dalam formulasi. Kitosan memiliki gugus amina bermuatan positif yang dapat berinteraksi dengan membran sel bakteri bermuatan negatif, sehingga menyebabkan kerusakan membran, peningkatan permeabilitas, dan kebocoran komponen intraseluler (Younes & Rinaudo, 2015). Perbedaan daya hambat antar bakteri diduga disebabkan oleh perbedaan struktur dinding sel, di mana bakteri Gram negatif seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella typhi* memiliki lapisan luar yang lebih kompleks dibandingkan bakteri Gram positif.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Kong et al. (2019) yang melaporkan bahwa aktivitas antibakteri kitosan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi dan efektif terhadap berbagai bakteri patogen. Namun, diameter zona hambat yang dihasilkan pada penelitian ini masih lebih kecil dibandingkan kontrol positif (*ampicillin*), yang menunjukkan bahwa

aktivitas antibakteri permen jeli bersifat moderat. Meskipun demikian, penambahan kitosan dalam formulasi permen jeli berpotensi memberikan nilai tambah sebagai produk pangan fungsional dengan aktivitas antibakteri alami.

Nilai Hedonik Rasa Permen Jelly**Nilai Hedonik Tekstur Permen Jelly****Nilai Hedonik Aroma Permen Jelly****Nilai Hedonik Warna Permen Jelly****Gambar 3. Formulasi Permen Jeli sebagai Produk Pangan Fungsional dengan Aktivitas Antibakteri Alami**

Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap permen jeli berdasarkan parameter warna, aroma, rasa, dan tekstur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis

terhadap produk masih berada pada kategori tidak suka hingga netral, dengan nilai tertinggi diperoleh pada formulasi dengan konsentrasi pektin dan kitosan yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi bahan dalam formulasi berpengaruh terhadap karakteristik sensori produk.

Pada parameter rasa, nilai hedonik yang relatif rendah diduga dipengaruhi oleh penambahan kitosan yang dapat memberikan *aftertaste* tertentu, sehingga menurunkan tingkat penerimaan panelis. Sementara itu, parameter tekstur menunjukkan kecenderungan peningkatan penerimaan pada konsentrasi pektin yang lebih tinggi, yang berkaitan dengan kemampuan pektin dalam membentuk struktur gel yang lebih kenyal dan stabil. Hal ini sesuai dengan laporan bahwa tekstur dan rasa merupakan faktor utama yang menentukan penerimaan konsumen terhadap produk permen jeli (Rivero et al., 2023).

Parameter warna dan aroma juga berperan dalam persepsi awal panelis terhadap produk. Perubahan komposisi bahan dalam formulasi diketahui dapat memengaruhi atribut sensori seperti warna, aroma, dan tekstur pada permen jeli (Melati et al., 2024). Hasil penelitian ini juga sejalan dengan studi lain yang menunjukkan bahwa penambahan bahan fungsional pada produk jeli dapat memengaruhi tingkat penerimaan sensori, namun optimasi formulasi masih diperlukan untuk meningkatkan penerimaan konsumen.

4. Kesimpulan

Variasi konsentrasi ekstrak pektin kulit nangka dan kitosan kulit udang berpengaruh terhadap karakteristik fisikokimia dan fungsional permen jeli yang dihasilkan. Peningkatan konsentrasi pektin mampu membentuk struktur gel yang lebih baik, yang ditunjukkan oleh peningkatan nilai *elasticity* dan *chewability*.

Formulasi terbaik diperoleh pada kombinasi D, yang menunjukkan karakteristik tekstur yang optimal serta aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, dan *Staphylococcus aureus*, meskipun masih dalam kategori lemah.

Secara keseluruhan, pemanfaatan limbah kulit nangka sebagai sumber pektin dan kulit udang sebagai sumber kitosan berpotensi dikembangkan sebagai bahan baku inovatif dalam pembuatan permen jeli fungsional dengan aktivitas antibakteri. Namun demikian, masih diperlukan optimasi formulasi lebih lanjut untuk meningkatkan aktivitas antibakteri dan penerimaan sensori produk.

Daftar Pustaka

Arbia, W., Arbia, L., Adour, L., & Amrane, A. (2013). Chitin extraction from crustacean shells using biological methods: A review. *Food Technology and Biotechnology*, 51(1), 12–25.

Cahyono, E. (2018). Karakteristik kitosan dari limbah cangkang udang windu (*Penaeus monodon*).

Akuatika Indonesia, 3(2), 96.
<https://doi.org/10.24198/jaki.v3i2.23395>

Dhaneswari, P., Sula, C. G., Ulina, Z., & Andriana, P. (2015). Pemanfaatan pektin yang diisolasi dari kulit dan buah salak (*Salacca edulis* Reinw) dalam uji in vivo penurunan kadar kolesterol dan glukosa darah pada tikus jantan galur Wistar. *Khazanah*, 7(2), 39–60.

Elfiyanti, R., Widayanti, A., & Rahayu, B. (2016). Pengaruh peningkatan konsentrasi pektin sebagai gelling agent terhadap sifat fisik marshmallow antisariawan ekstrak kental daun saga (*Abrus precatorius* L.). *Farmasains*, 3(2), 65–71.

Febriyanti, Y., Razak, A. R., & Sumarni, N. K. (2018). Ekstraksi dan karakterisasi pektin dari kulit buah kluwih (*Artocarpus camansi* Blanco). *Kovalen*, 4(1).

Grassino, A. N., Brnčić, M., & Vikić-Topić, D. (2022). Pectin gels: Structure, properties and food applications. *Food Hydrocolloids*, 124, 107267.

Hirano, S. (1989). Production and application of chitin and chitosan in Japan. In P. Sanford, T. Anthonsen, & G. Skjåk-Bræk (Eds.), *Chitin and chitosan: Chemistry, biochemistry, physical properties and applications*. Elsevier.

Hosseinnejad, M., & Jafari, S. M. (2016). Evaluation of different factors affecting antimicrobial properties of chitosan. *International Journal of Biological Macromolecules*, 85, 467–475.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.01.022>

Isnanda, A., Mardiah, M., & Wibowo, S. (2016). Pengaruh konsentrasi pektin terhadap karakteristik fisik dan kimia produk jelly. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 9(2), 67–74.

Jumri, Yusmarini, & Herawati, N. (2015). Mutu permen jelly buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dengan penambahan karagenan dan gum arab. *JOM Faperta*, 2(1).

Khotima, K., & Santoso, T. (2020). Pemanfaatan pektin kulit nangka (*Artocarpus heterophyllus*) sebagai adsorben logam Cu(II). *Media Eksakta*, 16(2), 105–112.

Kong, M., Chen, X. G., Xing, K., & Park, H. J. (2019). Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: A review. *International Journal of Food Microbiology*, 144(1), 51–63.

Krauter, E. (2021). *The psychological and physical benefits of eating candy*.
<https://www.silverliningsclinic.com/blog/the-psychological-and-physical-benefits-of-eating-candy>

Kumar, K. R., Singh, P., & Uppuluri, K. B. (2025). Sustainable fabrication and evaluation of jackfruit peel-based pectin nanofibers for biomedical applications. *Carbohydrate Polymers*, 369, 124313.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2025.124313>

Kumar, M., Brar, S. K., & Goyal, S. (2020). Chitosan-

- based antimicrobial systems in food applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 162, 139–149.
- Kumari, S., Rath, P., Kumar, A. S. H., & Tiwari, T. N. (2017). Extraction and characterization of chitin and chitosan from fishery waste by chemical method. *Environmental Technology & Innovation*, 3, 77–85. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2015.01.002>
- Kurniasih, M., & Kartika, D. (2011). Sintesis dan karakterisasi fisika-kimia kitosan. *Jurnal Inovasi*, 5(1), 42–48.
- Leong, C. M., Chua, B. L., Figiel, A., Chong, C. H., Wojdyło, A., & Oey, I. (2016). Physicochemical properties of pectin extracted from jackfruit rind using different extraction conditions. *Journal of Food Science and Technology*, 53(1), 186–195. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2025-2>
- Li, W.-J., Fan, Z.-G., Wu, Y.-Y., Jiang, Z.-G., & Shi, R.-C. (2019). Eco-friendly extraction and physicochemical properties of pectin from jackfruit peel waste with subcritical water. *Food Chemistry*, 299, 5283–5292.
- Liu, J., Pu, H., & Liu, S. (2018). Polyelectrolyte complexes of pectin and chitosan: Formation and functional properties. *Carbohydrate Polymers*, 181, 569–575.
- Lumbantoruan, D. I. P., Ginting, S., & Suhaidi, I. (2014). Pengaruh konsentrasi bahan pengendap dan lama pengendapan terhadap mutu pektin hasil ekstraksi dari kulit durian. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 2(2), 58–64.
- Ma'mun, S., Theresa, M., & Alfimona, S. (2016). Penggunaan membran kitosan untuk menurunkan kadar logam krom pada limbah industri penyamakan kulit. *Teknoin*, 22(5), 367–371. <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol22.iss5.art6>
- Melati, D., Sukha, A. R., Anggara, J. H. D. A. B., Purwitasari, N., Maharani, P., & Zahroh, U. (2024). Sensory characteristics of jelly candy with the addition of tamarind turmeric. *Journal of Tropical Food and Agroindustrial Technology*, 5(2), 74–80. <https://doi.org/10.21070/jtfat.v5i02.1616>
- Nurhaeni, N., Hidayat, T., & Fitriani, S. (2018). Karakterisasi pektin dari berbagai sumber bahan alam dan potensinya sebagai pembentuk gel. *Jurnal Kimia dan Pangan*, 12(1), 15–22.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A. J. (2018). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1), 36–60. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0867-9>
- Putri, R., Hidayat, T., & Wahyuni, S. (2018). Effect of gelling agents on sensory and physicochemical properties of jelly products. *Food Research*, 2(5), 410–416.
- Rahmawati, D., Setyaningsih, W., & Nugroho, A. (2020). Effect of pectin concentration on physicochemical characteristics of jelly products. *Journal of Food Technology and Nutrition*, 19(2), 102–110.
- Rivero, R., Archaina, D., Sosa, N., & Schebor, C. (2023). Sensory characterization, acceptance, and stability studies on low-calorie fruit jelly candies. *Journal of Food Science and Technology*, 60(8), 2204–2212. <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05747-7>
- Setha, B., Rumata, F., & Silaban, B. br. (2019). Karakteristik kitosan dari kulit udang vaname dengan menggunakan suhu dan waktu yang berbeda dalam proses deasetilasi. *JPHPI*, 22(3), 498–507.
- Siregar, Y., Fitriani, N., & Sari, D. (2016). Pengaruh kondisi deasetilasi terhadap karakteristik kitosan dari limbah udang. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 19(3), 89–95.
- Stefunni, F., Rachmawati, D., & Nurhidayati, S. (2016). Karakterisasi kitosan dari limbah kulit udang hasil proses demineralisasi dan deasetilasi. *Jurnal Teknologi Kimia*, 10(2), 45–52.
- Syam'un, A. A., Muhammad, A., Endang, A., Armila, A., & Nur, A. (2018). Pemanfaatan limbah kulit buah nangka sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan papan partikel untuk mengurangi penggunaan kayu dari hutan alam. Fakultas Kehutanan Universitas Makassar.
- Trisnawati, E., Andesti, D., & Saleh, A. (2013). Pembuatan kitosan dari limbah cangkang kepiting sebagai bahan pengawet buah duku dengan variasi lama pengawetan. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(2), 17–26.
- Wahyuni, S., Putri, R., & Hidayat, T. (2021). Effect of gelling agents on physicochemical properties of jelly products. *Food Research*, 5(3), 214–220.
- Windiarsh, C., Nugroho, W. A., & Argo, B. D. (2015). Optimasi pektin dari kulit buah nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dengan microwave assisted extraction (MAE). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 3(1), 39–49.
- Younes, I., & Rinaudo, M. (2015). Chitin and chitosan preparation from marine sources. *Marine Drugs*, 13(3), 1133–1174. <https://doi.org/10.3390/md13031133>
- Yuliasara, F., Sari, M. N., Choriah, M. N., & Mahmiah. (2019). Pembuatan kitin dan kitosan dari kulit udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Prosiding Seminar Nasional Kelautan XIV*.
- Yusuf, M., Sari, D., & Fitriani, F. (2019). Influence of pectin concentration on moisture content and texture of jelly candy. *International Journal of Food Studies*, 8(1), 45–52.
- Zhang, Y., Zhang, Y., & Wang, L. (2020). Effects of pectin structure on gel properties and texture characteristics. *Food Hydrocolloids*, 105, 105–112. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105112>