

Testing the effectiveness of vannamei shrimp shell chitosan extraction with variations of organic acids in the demineralization stage

Pengujian Efektivitas Ekstraksi Kitosan Kulit Udang Vannamei dengan Variasi Jenis Asam Organik dalam Tahapan Demineralisasi

Kartika Gemma Pravitri^{1*}, Muhammad Nizhar Naufali¹, Arbi Hidayatullah¹

¹Prodi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik Universitas Bumigora

*Corresponding author: kartika@universitasbumigora.ac.id

Article info

Keywords:

Extraction, Chitosan, Shrimp skin, Organic acid, Averrhoa bilimbi

Kata kunci:

Ekstraksi, Kitosan, Kulit Udang, Asam Organik, Belimbing Wuluh

Abstract

Chitosan is a natural polysaccharide derived from chitin, commonly found in the shells of crustacean animals. The production of chitosan involves several stages: deproteinization, demineralization, and deacetylation, which require the use of acidic and alkaline solutions. This study aimed to evaluate the effectiveness of various types of organic acids and a natural acid source, Averrhoa bilimbi (bilimbi fruit) extract, in the chitosan extraction process from Vannamei shrimp shells. The study employed a completely randomized design with a single factor consisting of four acid treatments: acetic acid (AA), citric acid (CA), lactic acid (LA), and bilimbi fruit extract (BE), each replicated three times. The chitosan obtained from each treatment was analyzed for its chemical characteristics and mineral content, and the results were further analyzed using Principal Component Analysis (PCA). The best results were obtained from the citric acid treatment, which produced chitosan with a moisture content of 6.59%, a degree of deacetylation of 91.72%, ash content of 2.68%, and magnesium and calcium contents of 2.56 mg/100g and 0.15 mg/100g (dry basis), respectively. In contrast, the bilimbi extract treatment resulted in an ash content of 41.64%, with magnesium and calcium contents of 1456.52 mg/100g and 4.17 mg/100g (dry basis), indicating that the bilimbi fruit extract still has low demineralization effectiveness.

Abstrak

Kitosan merupakan polisakarida alami yang berasal dari kitin dan terdapat pada kulit hewan crustacea. Pembuatan kitosan dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi dengan melibatkan larutan asam dan basa dalam prosesnya. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas penggunaan berbagai jenis asam organik dan asam dari bahan alami yaitu belimbing wuluh dalam proses ekstraksi kitosan kulit udang Vannamei. Penelitian ini dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap faktor tunggal dengan 4 perlakuan berupa variasi jenis asam yaitu asam asetat (AA), asam sitrat (AS), asam laktat (AL) dan sari belimbing wuluh (AB) yang diulang sebanyak 3 kali. Setiap kitosan yang dihasilkan dari perlakuan tersebut kemudian diuji karakteristik kimia dan kandungan mineralnya, selanjutnya dianalisis korelasinya menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA). Hasil terbaik pada penelitian ini diperoleh pada perlakuan demineralisasi menggunakan asam sitrat dengan kadar air yaitu 6,59%, derajat deasetilasi sebesar 91,72%, kadar abu sebesar 2,68% dan kadar mineral magnesium serta kalsium sebesar 2,56 mg/100g bk dan 0,15 mg/100g bk. Sebaliknya, penggunaan sari buah belimbing wuluh memiliki kadar abu sebesar 41,64% dengan kadar mineral magnesium dan kalsium yaitu 1456,52 mg/100g bk dan 4,17 mg/100g bk. Sehingga dapat dikatakan sari buah belimbing wuluh masih memiliki efektivitas demineralisasi yang rendah.

PENDAHULUAN

Pengolahan hasil laut seperti udang merupakan sektor penting dalam industri perikanan. Udang *Vannamei* merupakan salah satu komoditas perikanan unggulan di Provinsi Nusa Tenggara Barat yang menunjukkan peningkatan signifikan setiap tahunnya. Menurut data Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Nusa Tenggara Barat pada tahun 2024, produksi udang *Vannamei* telah meningkat secara konsisten selama empat tahun terakhir, dengan total produksi mencapai 188.000 ton pada tahun 2023 (Alfarizy, 2020). Namun dengan semakin meningkatnya produksi udang, maka jumlah limbah kulit udang yang dihasilkan juga bertambah. Sehingga jika limbah tersebut tidak ditangani dengan baik maka dapat menimbulkan permasalahan lingkungan yang dapat menimbulkan pencemaran. Limbah kulit udang ini memiliki kandungan kitin yang cukup tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan untuk produksi kitosan yang dapat diaplikasikan dalam bidang pangan sebagai agen antimikroba (Nurshodiq, 2022), antioksidan (Billa et al., 2023), pengawet alami (Fatimah, 2012; Jannah et al., 2023) dan pengental (Liu et al., 2015).

Kitosan adalah polisakarida alami yang diperoleh dari kitin dan ditemukan pada kulit hewan crustacea. Kandungan kulit udang sendiri terdiri dari sekitar 40% protein, 50% kalsium karbonat dan 20% kitin (Iber et al., 2022). Pembuatan kitosan memerlukan beberapa tahapan dalam proses ekstraksinya, yaitu deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi (Tolaimate et al., 2003). Efisiensi proses ekstraksi pada berbagai tahapan tersebut dapat berbeda-beda tergantung pada jenis dan konsentrasi larutan yang digunakan.

Penelitian mengenai efisiensi proses ekstraksi kitosan dari kulit udang, termasuk

penggunaan berbagai jenis asam untuk tahapan demineralisasinya telah beberapa kali dilakukan. Jenis asam yang dapat digunakan untuk proses ekstraksi kitosan dapat berupa asam organik maupun anorganik. Berdasarkan penelitian Luthfiyana, Ratrinia, & Hidayat (2022) menyatakan bahwa karakteristik kitosan yang diekstraksi menggunakan larutan HCL 1N dapat memenuhi standar mutu SNI untuk kitosan. Sedangkan penelitian dilakukan oleh El-araby et al. (2022) menunjukkan bahwa kitosan yang diekstraksi menggunakan asam sitrat memiliki sifat fisikokimia yang hampir sama dengan yang diekstraksi menggunakan asam sulfat atau asam klorida. Pemilihan jenis asam dalam proses demineralisasi kitosan menjadi hal yang sangat penting karena dapat mempengaruhi sifat fisikokimia yang dihasilkan.

Penggunaan asam organik dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan karena selain menghasilkan karakter fisikokimia yang hampir sama dengan penggunaan asam anorganik, juga lebih ramah lingkungan. Selain itu, penggunaan larutan asam dari bahan kimia teknis secara berkelanjutan dapat berdampak buruk pada kesehatan (Ja'alni, 2021). Sehingga perlu adanya alternatif dengan menggunakan asam organik atau bahkan menggunakan buah dengan kandungan asam yang tinggi untuk dapat digunakan pada proses ekstraksi kitosan.

Buah belimbing wuluh memiliki kadar asam tinggi yang didominasi oleh asam oksalat dan asam sitrat sebanyak lebih dari 92,6% (Hamama, 2022). Sebelumnya, penelitian mengenai penggunaan asam dari belimbing wuluh untuk proses ekstraksi gelatin telah dilakukan oleh Fernianti et al., 2020 dan menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi sari belimbing wuluh akan

mengakibatkan penurunan kadar abu yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian tersebut, terdapat potensi penggunaan sari buah belimbing wuluh dalam proses ekstraksi kitosan untuk menghilangkan komponen mineral pada kulit udang sehingga dapat meningkatkan mutu kitosan.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas berbagai jenis asam organik, termasuk asam dari sari buah belimbing wuluh, dalam proses ekstraksi kitosan dari kulit udang Vannamei. Selain itu, hingga saat ini, belum ada informasi mengenai potensi dan efektivitas penggunaan asam dari sari buah belimbing wuluh sebagai pelarut dalam ekstraksi kitosan.

METODE PENELITIAN

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kleong bambu, Blender Phillips HR-2116, ayakan ukuran 60 mesh, *slow juicer*, *thinwall*, timbangan digital, kompor listrik, *cabinet dryer*, gelas beaker, batang pengaduk, thermometer, erlenmeyer, gelas ukur, kain saring, oven, muffle, desikator, alat destilasi, buret, labu ukur, kurs, tabung reaksi, kjeldahl analyzer, timbangan analitik, *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kulit udang Vannamei yang diperoleh dari tambak udang di daerah Kayangan, Kabupaten Lombok Utara, asam laktat, asam sitrat cap “Gajah”, asam asetat, belimbing wuluh, NaOH, buah belimbing wuluh, aquades,

Pembuatan Kitosan

Pembuatan kitosan dari kulit udang dilakukan berdasarkan metode penelitian Hajijah et al., 2023; Purwanti et al., 2021.

Kulit udang segar dicuci dengan menggunakan air mengalir kemudian dikeringkan dan dihancurkan menggunakan blender hingga diperoleh bubuk kulit udang. Selanjutnya dilakukan proses deproteinisasi dengan merendam bubuk kulit udang menggunakan larutan NaOH 3% dengan rasio 1:10g/mL pada suhu berkisar antara 80-90°C selama 2 jam, kemudian dibilas hingga pH netral, dan disaring serta dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* selama $\pm 2-3$ jam pada suhu 55°C. Kemudian dilakukan proses demineralisasi dengan 4 perlakuan yang terdiri dari berbagai jenis asam yaitu asam asetat, asam laktat, asam sitrat dan sari buah belimbing wuluh masing-masing sebanyak 50% dengan rasio 1:5 (g/mL) selama 1 jam pada suhu sekitar 70°C. Selanjutnya dibilas hingga pH netral, kemudian disaring dan dikeringkan dengan *cabinet dryer* selama $\pm 2-3$ jam pada suhu 55°C. Selanjutnya proses deasetilisasi dilakukan dengan merendam kitin menggunakan larutan NaOH 20% pada rasio sebesar 1:10 (g/mL) pada suhu sekitar 80°C dengan waktu selama 2 jam. Selanjutnya, kitosan disaring menggunakan kain saring dan dicuci hingga pH-nya mencapai netral. Setelah itu, kitosan dikeringkan dengan *cabinet dryer* pada suhu 55 °C hingga beratnya stabil, sehingga diperoleh kitosan dari kulit udang Vannamei.

Analisis Kadar Air

Analisis kadar air dilakukan menggunakan metode yang dilakukan oleh Purwanti et al., 2021. Sampel kitosan ditimbang sebanyak 1 gram kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselein dan dipanaskan menggunakan desikator selama 30 menit. Selanjutnya, cawan yang tekah berisi sampel dipanaskan dalam oven pada suhu 80°C selama 30 menit dan didinginkan menggunakan desikator selama 5 menit setelah itu ditimbang hingga mencapai berat

konstan. Setelah itu, dihitung kadar air kitosan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar air} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat bahan awal

b = berat bahan akhir

Kadar Abu

Sampel kitosan dimasukkan pada krus porselein yang telah dipanaskan menggunakan oven pada suhu 110°C selama 30 menit, kemudian dibakar dengan muffle furnace. Setelah itu krus porselein dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang sampai berat konstan (Purwanti et al., 2021). Kemudian dihitung kadar abu menggunakan rumus berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{(a-b)}{c} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat krus + abu

b = berat krus

c = berat sampel kitosan

Kadar N Total

Analisis kadar N total dilakukan berdasarkan metode yang telah dilakukan oleh Modaso et al., 2013. Kitosan dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl kemudian ditambahkan dengan 5 mg raksa oksida, 0,2 g kalium sulfat, serta 10 ml asam sulfat pekat kemudian didestruksi hingga berwarna jernih. Kemudian ditambahkan 25 ml aquades dan 10 ml larutan NaOH dan natrium tiosulfat kemudian didestilasi. Selanjutnya ammonia yang ditampung menggunakan erlenmeyer yang berisi 50 ml asam klorida yang telah diberikan 4 tetes indikator metilred. Larutan tersebut kemudian dititrasi menggunakan natrium hidroksida 0.01 N hingga berwarna abu.

Derajat Deasetilasi

Analisis derajat deasetilasi dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer FTIR untuk menganalisis karakteristik gugus fungsi kemudian

dibandingkan dengan pita serapan kitosan. Ciri khas kitosan terdapat pada gugus amida dan gugus hidroksil. Letak serapan khas gugus amida pada Panjang gelombang 1655-1310 1/cm, sedangkan gugus hidroksil pada Panjang gelombang 3550-330 1/cm (Setha, B.; Rumata, F.; Sillaban, 2019). Kemudian derajat deasetilasi dapat dihitung dengan rumus baseline baxter dengan persamaan berikut :

$$\%DD = 100 - \left[\frac{(A_{1655})}{(A_{3450})} \times 1,15 \right] \times 100\%$$

Analisis Komponen Mineral

Sampel kitosan dianalisis kadar Ca dan Mg menggunakan spektrofotometer serapan atom (AAS) (Setha, B.; Rumata, F.; Sillaban, 2019). Penetapan kadar mineral dilakukan setelah penghilangan bahan-bahan organik dengan proses pengabuan basah. Residu dilarutkan dengan asam encer. Kemudian larutan disebar ke dalam api menyala yang ada dalam alat AAS sehingga emisi logam diukur dengan Panjang gelombang tertentu. Kadar mineral dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar mineral} = \frac{(a-b) \times V \times fp \times 100}{10w} \times 100\%$$

Kadar mineral (mg/100g basis kering(bk))

$$= \frac{\text{kadar mineral basis basah}}{100\% - \text{kadar air}} \times 100\%$$

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal dengan 4 perlakuan yaitu asam sitrat, asam asetat, asam laktat, dan asam dari sari buah belimbing wuluh yang dilakukan dengan 3 kali ulangan, sehingga diperoleh 12 unit percobaan. Hasil pengujian kemudian dianalisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut Tukey pada taraf signifikansi 5% menggunakan *software* SPSS 26 untuk melihat signifikansi pada setiap perlakuan. Selanjutnya dilakukan analisis hubungan antar sampel

dan parameter dengan pengujian *Principal Component Analysis* (PCA) menggunakan *software XLSTAT*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Jumlah kitosan yang dihasilkan dari proses ekstraksi kulit udang *Vannamei* dikenal sebagai rendemen. Rendemen dihitung dengan membandingkan berat kitosan yang diperoleh dengan berat bahan baku awal yang digunakan. Penelitian ini dilakukan untuk menguji efektivitas proses ekstraksi kitosan dari kulit udang *Vannamei* dengan menggunakan berbagai jenis asam organik dalam tahapan demineralisasi. Hasil rendemen kitosan dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan asam sitrat pada proses demineralisasi menghasilkan rendemen yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan asam laktat, namun berbeda nyata dengan perlakuan menggunakan asam sitrat dan sari belimbing wuluh. Hasil rendemen terendah diperoleh dari ekstraksi menggunakan asam laktat, sedangkan rendemen tertinggi diperoleh dari ekstraksi menggunakan sari buah belimbing wuluh.

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh rendemen kitosan yang diekstraksi menggunakan asam asetat adalah sebesar 22,75%. Hasil ini tidak berbeda jauh dengan hasil yang dilakukan oleh El-araby et al., 2022, yaitu diperoleh rendemen kitosan dengan perlakuan demineralisasi menggunakan asam asetat, asam sitrat dan asam laktat secara berturut-turut adalah sebesar 23,56%, 25,33%, dan 24,47%. Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Muhlis et al., 2021, bahwa penggunaan asam asetat untuk proses demineralisasi kitosan dari cangkang kepiting adalah sebesar 18.8%.

Hasil rendemen yang rendah menunjukkan bahwa setiap tahapan pada proses ekstraksi berjalan secara optimal (Luthfiyana, Ratrinia, Rukisah, et al., 2022). Sedangkan hasil rendemen kitosan yang tinggi dapat disebabkan karena tahapan deproteinasi, demineralisasi ataupun deasetilasi belum berlangsung secara optimal. Selain itu, hasil rendemen kitosan juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti sumber bahan baku yang digunakan, suhu ekstraksi, konsentrasi dan jenis pelarut. Pada tahapan demineralisasi menggunakan pelarut belimbing wuluh, rendemen yang dihasilkan belum optimal. Hal ini terjadi karena konsentrasi asam alami yang terdapat pada sari belimbing wuluh lebih bervariasi dan tidak setinggi pelarut asam organik teknis (Lima et al., 2001), sehingga efektivitasnya dalam mengubah kitin menjadi kitosan masih rendah karena mengandung komponen lain selain kitosan yang menyebabkan rendemen yang dihasilkan cukup tinggi, namun dengan kemurnian yang lebih rendah. Larutan asam yang digunakan pada proses ekstraksi kitosan berfungsi untuk melarutkan komponen mineral pada bahan baku (Rahma & Budiati, 2024).

Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter penting dalam menilai mutu kitosan yang dihasilkan. Berdasarkan hasil penelitian yang ditampilkan pada Tabel 1, penggunaan asam sitrat menunjukkan kadar air yang tidak berbeda signifikan dibandingkan dengan penggunaan sari belimbing wuluh, namun memiliki pengaruh yang berbeda nyata dibandingkan dengan asam laktat dan asam asetat. Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 1, kadar air tertinggi diperoleh dari kitosan yang diekstraksi dengan asam asetat yaitu

sebesar 8,6%. Sedangkan hasil terendah diperoleh dari kitosan yang diekstraksi menggunakan sari belimbing wuluh yaitu sebanyak 6,04%. Hal ini kemungkinan disebabkan karena belimbing wuluh mengandung berbagai jenis asam organik. Menurut El-araby et al., 2022, setiap asam organik memiliki sifat kimia dan kekuatan ionic yang berbeda, sehingga berpengaruh terhadap struktur akhir kitosan dan kemampuannya dalam menyerap air. Hasil ini tidak berbeda jauh dengan penelitian yang dilakukan oleh Muhlis et al., 2021 bahwa hasil pemurnian kitosan hasil fermentasi limbah cangkang kepiting menggunakan pelarut asam asetat memiliki kadar air sebesar 9,1%.

Kadar air kitosan yang rendah dapat dipengaruhi oleh proses pengeringan seperti suhu dan waktu pengeringan yang berjalan secara optimal (Zahiruddin et al., 2008). Menurut Rahma & Budiati, 2024, kadar air kitosan terkait dengan mutu kitosan selama penyimpanan. Kadar air yang tinggi menyebabkan terjadinya aktivitas enzimatik dan pertumbuhan mikroba yang cepat selama penyimpanan. Menurut SNI No. 7494:2013 mengenai standar mutu kitosan, kadar air maksimum yang diizinkan adalah 12%. Dengan demikian, kadar air yang diperoleh dalam penelitian ini telah memenuhi standar mutu yang ditetapkan oleh SNI.

Kadar Abu

Kadar abu menjadi parameter penting dalam penelitian mengenai kitosan karena menunjukkan kemurnian dan keefektifan proses ekstraksi kitosan, khususnya pada tahapan demineralisasi. Data mengenai kadar abu kitosan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar abu kitosan yang dihasilkan dari kulit udang

Vannamei berkisar antara 2,68% hingga 41,64%. Kadar abu tertinggi diperoleh dari perlakuan ekstraksi menggunakan sari belimbing wuluh. Sedangkan nilai terendah diperoleh dari perlakuan menggunakan asam sitrat. Kadar abu kitosan dengan perlakuan asam sitrat dan asam laktat menghasilkan perbedaan signifikan dengan kadar abu kitosan yang diekstraksi menggunakan asam asetat dan sari belimbing wuluh.

Kadar abu kitosan dengan perlakuan asam sitrat dan asam laktat telah memenuhi standar SNI No. 7494:2013 yaitu $\leq 5\%$. Di sisi lain, perlakuan asam asetat dan sari belimbing wuluh dapat dikatakan belum efektif untuk digunakan dalam proses ekstraksi kitosan karena kadar abu yang dihasilkan belum memenuhi standar SNI. Tingginya kadar abu pada perlakuan menggunakan sari belimbing wuluh disebabkan oleh keberadaan komponen lain seperti senyawa tanin, flavonoid, dan kalium di dalam sari buah tersebut (Aseptianova & Yuliany, 2020), yang kemungkinan dapat mengganggu efektivitas proses demineralisasi. Semakin efektif asam yang digunakan dalam proses demineralisasi, semakin rendah kadar abu yang dihasilkan, seperti yang terlihat pada perlakuan asam sitrat dan asam laktat. Hal ini menunjukkan bahwa kedua asam tersebut mampu menghilangkan lebih banyak mineral dari sampel (Luthfiyana, Ratrinia, Rukisah, et al., 2022). Selain itu, penurunan kadar abu dapat terjadi karena tingginya reaktivitas asam organik dalam menghilangkan senyawa anorganik pada bahan baku, yang berperan penting dalam meningkatkan kemurnian kitosan (Karina et al., n.d.).

Kadar N Total

Kadar N total yang dihasilkan dari kitosan menggambarkan keefektifan

tahapan deproteinasi pada ekstraksi yang dilakukan. Hasil penelitian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar N total kitosan kulit udang *Vannamei* berkisar antara 2,64%-5,52% dengan nilai terendah diperoleh pada perlakuan sari belimbing wuluh dan nilai tertinggi pada perlakuan asam laktat. Menurut SNI No. 7494:2013, kadar N total kitosan adalah maksimal 5%, sehingga pada penelitian ini kadar kitosan yang memenuhi standar mutu SNI diperoleh pada perlakuan asam asetat dan perlakuan sari belimbing wuluh. Namun, kadar N total kitosan dengan perlakuan asam sitrat dan asam laktat masih mendekati standar SNI.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Cahyono, 2018 bahwa kadar N total kitosan yang diekstraksi dari cangkang udang adalah sebesar 2,2%. Hasil tersebut tidak berbeda jauh dengan nilai yang dihasilkan pada penelitian ini. Selain karena pengaruh konsentrasi dan jenis larutan yang digunakan, keefektifan proses deproteinasi dapat dipengaruhi juga oleh beberapa faktor seperti suhu dan waktu ekstraksi yang optimal (Handoko & Fajaryanti, 2016). Hal ini juga disampaikan oleh Cahyono, 2018, bahwa tingginya kadar nitrogen kemungkinan disebabkan oleh proses deproteinasi yang kurang optimal, sehingga rantai asam amino tidak terurai sepenuhnya dan denaturasi tidak berlangsung dengan efektif.

Derajat Deasetilasi (DD)

Kemurnian kitosan dipengaruhi oleh derajat deasetilasi yang dihasilkan dari penghilangan gugus asetil. Pengukuran derajat deasetilasi dalam penelitian ini dilakukan menggunakan instrumen *Fourier*

Transform Infrared (FTIR). kemudian dihitung berdasarkan hasil *baseline* FTIR yang dilihat dari hubungan antara nilai pada absorbansi amida pada panjang gelombang 1655cm^{-1} dan hidroksil 3450cm^{-1} (Chik et al., 2023). Hasil analisis derajat deasetilasi dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Penelitian ini mengindikasikan bahwa variasi jenis asam tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai derajat deasetilasi kitosan, yang berkisar antara 91,72% hingga 96,59%. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Setha, B.; Rumata, F.; Sillaban, 2019 bahwa derajat deasetilasi kitosan dari kulit udang *Vanname* yang diekstraksi menggunakan pelarut HCl adalah sebesar 46,63%-50,39%.

Selain itu, derajat deasetilasi dari penelitian ini juga lebih tinggi dibandingkan standar syarat mutu SNI kitosan yaitu 70%. Sehingga dapat dikatakan bahwa kitosan pada penelitian ini telah memenuhi standar SNI dan proses ekstraksi menggunakan berbagai jenis asam cukup efektif untuk menghasilkan kitosan dengan derajat deasetilasi yang memenuhi standar SNI. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa nilai derajat deasetilasi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti larutan alkali yang digunakan, konsentrasi larutan, lama waktu dan suhu proses deasetilasi. Semakin lama waktu perendaman pada tahapan deasetilasi maka semakin tinggi derajat deasetilasi yang dihasilkan. Selain itu, peningkatan suhu juga dapat mempercepat pelepasan gugus asetil dari kitin sehingga dapat meningkatkan derajat deasetilasi kitosan (Ardianto & Amalia, 2023).

Tabel 1. Hasil Analisis Karakteristik Fisikokimia Kitosan Kulit Udang Vannamei

Atribut	Perlakuan Jenis Asam				
	Asam Sitrat	Asam Asetat	Asam Laktat	Sari Belimbing Wuluh	SNI No. 7494:2013
Rendemen (%)	17,6±0,28 ^a	22,75±0,07 ^b	17,45±0,07 ^a	37,10±0,57 ^c	≤25,33%*
Kadar air (%)	6,59±0,40 ^{ab}	8,60±0,16 ^c	7,46 ±0,06 ^b	6,04±0,15 ^a	≤12%
Kadar abu (%)	2,68±0,27 ^a	30,04±0,39 ^b	3,19±0,11 ^a	41,64±0,06 ^c	≤5%
Kadar N total (%)	5,45±0,01 ^c	3,66±0,01 ^b	5,52±0,06 ^c	2,64±0,02 ^a	≤5%
Derajat Deasetilasi (%)	91,72±9,50 ^a	94,03±5,34 ^a	96,59±4,00 ^a	93,69±7,71 ^a	≥70%

Keterangan: Huruf berbeda pada baris yang sama menandakan adanya perbedaan signifikan ($p>0,05$).

*Berdasarkan penelitian El-araby et al., 2022

Tabel 2. Hasil Analisis Kadar Mineral Kitosan

Komponen Mineral	Asam Sitrat	Asam Asetat	Asam Laktat	Sari Belimbing Wuluh
Ca (mg/100g bk)	2,56±0,01 ^a	434,10±0,75 ^c	8,14±0,01 ^b	1456,52±2,32 ^d
Mg (mg/100g bk)	0,15±0,01 ^b	ND	0,08 ±0,00 ^a	4,17±0,01 ^c

Keterangan: Huruf berbeda pada baris yang sama menandakan adanya perbedaan signifikan ($p>0,05$).

Kandungan Mineral Kitosan

Analisa kandungan komponen mineral kitosan dilakukan dengan menggunakan instrument *Absorbance Atomic Spectroscopy* (AAS). Pengujian ini dilakukan untuk melihat kandungan mineral yang tertinggal di dalam kitosan sehingga dapat diketahui tingkat keberhasilan proses demineralisasi kitosan (Widyastuti, 2023). Hasil analisa kandungan kalsium dan magnesium kitosan ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan data tersebut diperoleh bahwa kadar kalsium kitosan kulit udang Vannamei memiliki hasil yang berbeda nyata pada setiap perlakuan jenis asam dengan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan demineralisasi menggunakan sari buah belimbing wuluh yaitu sebanyak 1456,52 mg/100g bk, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan menggunakan asam sitrat yaitu 2,56 mg/100g bk.

Selain itu, berdasarkan data yang ditunjukkan pada Tabel 2 bahwa kandungan

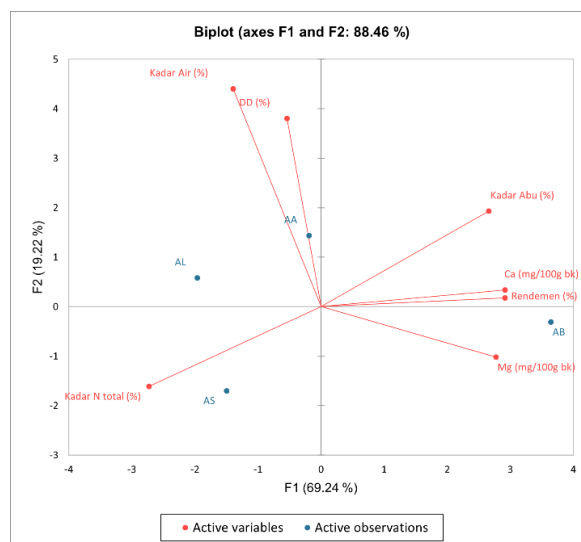
magnesium kitosan diperoleh dalam jumlah kecil yaitu berkisar antara 0,08-4,17 mg/100g bk. Titik ini turut menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara asam asetat dan kedua parameter tersebut.

Sementara itu, pada perlakuan menggunakan asam asetat tidak terdeteksi adanya komponen magnesium di dalamnya. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Widyastuti, 2023, bahwa kitosan yang diekstraksi dari kulit udang jerbung memiliki kandungan kalsium yang lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan magnesiumnya. Sedangkan menurut Hosney et al., 2022, optimasi ekstraksi kitosan dari limbah kulit udang dengan demineralisasi asam diperoleh bahwa kitosan yang dihasilkan mengandung kalsium sebesar 8,98wt% dan magnesium sebesar 0,79wt%. Berdasarkan data kandungan komponen mineral tersebut maka dapat dikatakan bahwa proses demineralisasi menggunakan asam sitrat cukup efektif untuk menghilangkan komponen mineral kalsium dan magnesium

pada kitosan. Hal ini dapat terjadi karena asam sitrat dapat beraksi dengan kalsium karbonat menghasilkan kalsium sitrat yang larut dalam air (Azhary, 2025). Sedangkan perlakuan menggunakan asam dari sari belimbing wuluh belum cukup efektif untuk menghilangkan kandungan mineral kitosan dari kulit udang *Vannamei* karena kandungan kalsiumnya cukup tinggi.

Principal Component Analysis (PCA)

Analisis PCA dilakukan untuk melihat adanya ciri khas dari berbagai perlakuan, dalam hal ini yaitu rendemen, kadar air, kadar abu, kadar N total, derajat deasetilasi, komponen mineral kalsium dan magnesium (Namakule et al., 2024). Selain itu, karakteristik biplot PCA dilihat berdasarkan pada parameter yang paling berkontribusi dari seluruh parameter yang dianalisis dan dikelompokkan secara terpisah (Kilkoda et al., 2024). Berdasarkan hasil *Principal Component Analysis* (PCA) yang disajikan pada Gambar 1 dalam bentuk grafik biplot, terlihat bahwa karakteristik fisikokimia kitosan yang diekstraksi menggunakan asam asetat (AA), asam laktat (AL), asam sitrat (AS) dan sari buah belimbing wuluh (AB) memiliki hasil yang berbeda secara signifikan tergantung pada jenis asam yang digunakan pada proses ekstraksinya.



Gambar 1. Biplot PCA

Berdasarkan biplot tersebut dapat diketahui bahwa perlakuan sari buah belimbing wuluh berada di sebelah kanan (F1 positif) dengan kontribusi terbesar pada parameter kadar abu, kalsium (Ca), rendemen, dan magnesium (Mg). Hal ini menunjukkan bahwa kitosan yang diekstraksi menggunakan sari buah belimbing wuluh memiliki karakteristik kadar abu, kalsium, rendemen, dan magnesium yang lebih tinggi. Sudut yang lebih kecil dari variabel-variabel ini mengindikasikan bahwa kandungan tersebut lebih dominan pada sampel dengan perlakuan ini. Selain itu, sudut yang lebih kecil menunjukkan adanya keterkaitan antara parameter-parameter yang berdekatan. Rendemen yang tinggi dalam konteks ini mengindikasikan bahwa kitosan masih memiliki kandungan mineral dalam jumlah signifikan. Kadar abu yang tinggi mengindikasikan adanya kandungan mineral yang signifikan, khususnya terkait dengan kadar kalsium dan magnesium dalam kitosan. Sehingga dapat dikatakan bahwa demineralisasi menggunakan sari buah belimbing wuluh kemungkinan masih kurang efektif untuk mengurangi kadar

mineral kitosan, sehingga kadar abu dan kandungan mineral yang diperoleh masih tergolong tinggi.

Perlakuan asam asetat memiliki posisi yang berdekatan dengan variabel kadar air dan derajat deasetilasi. Hal ini menunjukkan bahwa kitosan yang diekstraksi menggunakan asam asetat memiliki kadar air dan derajat deasetilasi yang relatif tinggi. Titik ini juga mencerminkan adanya keterkaitan yang erat antara asam asetat dengan kedua parameter tersebut. Sehingga dapat dikatakan bahwa kemungkinan proses ekstraksi dengan asam asetat lebih efektif dalam mempertahankan kadar air dan meningkatkan derajat deasetilasi. Selain itu, kitosan yang diekstraksi menggunakan asam sitrat ditandai dengan kadar nitrogen (N total) yang terletak di bagian kiri bawah grafik biplot (F1 dan F2 negatif). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan asam sitrat berkontribusi terhadap peningkatan kadar nitrogen total dan memberikan indikasi bahwa perlakuan asam sitrat cukup efektif dalam menghasilkan kitosan dengan kandungan nitrogen yang mendekati standar yang diharapkan.

Letak titik perlakuan asam laktat pada grafik biplot berada di posisi yang cukup jauh dari variable-variabel utama. Hal ini menunjukkan bahwa asam laktat tidak memiliki pengaruh yang dominan terhadap variabel-variabel yang diujikan pada penelitian ini. Namun, perlakuan asam asetat berhubungan dengan variabel kadar air dan derajat deasetilasi, meskipun pengaruhnya tidak sekuat seperti menggunakan asam asetat.

KESIMPULAN

Penggunaan asam sitrat pada tahapan demineralisasi dalam proses ekstraksi kitosan kulit udang *Vannamei*

memiliki hasil paling efektif dibandingkan perlakuan asam lain yang dilakukan pada penelitian ini jika dilihat dari rendahnya rendemen, kadar abu, kalsium, magnesium, serta tingginya derajat deasetilasi dan kadar nitrogen yang mendekati standar SNI 7494:2013 mengenai standar mutu kitosan. Sebaliknya, penggunaan sari buah belimbing wuluh menunjukkan efektivitas yang paling rendah, terutama dalam hal demineralisasi pada ekstraksi kitosan kitosan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia atas dukungan dana penelitian yang diberikan melalui skema Penelitian Dosen Pemula Afirmasi pada tahun anggaran 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarizy, W. (2020). Analisis kontribusi dan daya saing ekspor sektor perikanan provinsi Nusa Tenggara Barat. *JFMR- Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(1). <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2020.004.01.7>
- Ardianto, R., & Amalia, R. (2023). Optimasi proses deasetilasi kitin menjadi kitosan dari selongsong maggot menggunakan RSM. *Metana*, 19(1), 1–12. <https://doi.org/10.14710/metana.v19i1.50480>
- Aseptianova, A., & Yuliany, E. H. (2020). Penyuluhan manfaat belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* Linn.) sebagai tanaman kesehatan di kelurahan kebun bunga, kecamatan Sukarami, Palembang. *Abdihaz: Jurnal Ilmiah Pengabdian Pada Masyarakat*, 2(2). <https://doi.org/10.32663/abdihaz.v2i2.910>
- Azhary, K. (2025). *Penggunaan asam sitrat sebagai reagen alami dalam proses*

- demineralisasi cangkang simping (Amusium pleuronectes) untuk sintesis kitosan*. Universitas Internasional Semen Indonesia.
- Billa, Z., Fitriyati, L., & Kiromah, N. Z. W. (2023). Uji aktivitas antioksidan kitosan dari cangkang yutuk (*Emerita* sp) menggunakan metode abts (2,2 Azinobis (3-Etilbenzotiazolin)-6-Asam Sulfonat). *Usadha Journal of Pharmacy*.
<https://doi.org/10.23917/ujp.v2i4.168>
- Cahyono, E. (2018). Karakteristik kitosan dari limbah cangkang udang windu (*Panaeus monodon*). *Akuatika Indonesia*, 3(2), 96.
<https://doi.org/10.24198/jaki.v3i2.23395>
- Chik, C. E. N. C. E., Kamaruzzan, A. S., Rahim, A. I. A., Lananan, F., Endut, A., Aslamyah, S., & Kasan, N. A. (2023). Extraction and characterization of *litopenaeus vannamei*'s shell as potential sources of chitosan biopolymers. *Journal of Renewable Materials*, 11(3).
<https://doi.org/10.32604/jrm.2023.022755>
- El-araby, A., El Ghadraoui, L., & Errachidi, F. (2022). Physicochemical properties and functional characteristics of ecologically extracted shrimp chitosans with different organic acids during demineralization step. *Molecules*, 27(23).
<https://doi.org/10.3390/molecules27238285>
- Fatimah, L. N. (2012). Kitosan dari kulit udang sebagai bahan pengawet tahu. *Universitas Sebelas Maret Surakarta*, 12–41.
- Fernianti, D., Juniar, H., & Dwiayu, N. (2020). Pengaruh massa ossein dan waktu ekstraksi gelatin dari tulang ikan tenggiri dengan perendaman asam sitrat belimbing wuluh. *Jurnal Distilasi*, 5(2), 1.
<https://doi.org/10.32502/jd.v5i2.3027>
- Hajijah, H., ZA, N., Suryati, S., Meriatna, M., & Sulhatun, S. (2023). Pengaruh konsentrasi pelarut asam sitrat dan suhu pada tahap demineralisasi terhadap karakteristik kitosan dari limbah kulit udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 3(4), 517.
<https://doi.org/10.29103/cejs.v3i4.11116>
- Hamama R. (2022). Ekstraksi gelatin halal dari limbah sisik ikan dengan menggunakan pelarut asam sitrat belimbing wuluh. *Braz Dent J.*, 33(1).
- Handoko, P. & Fajaryanti. (2016). Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS. *Biologi, Sains, Lingkungan Dan Pembelajarannya*, 2000, 1–5.
- Hosney, A., Ullah, S., & Barčauskaitė, K. (2022). A review of the chemical extraction of chitosan from shrimp wastes and prediction of factors affecting chitosan yield by using an artificial neural network. In *Marine Drugs*, 20(11).
<https://doi.org/10.3390/md20110675>
- Iber, B. T., Kasan, N. A., Torsabo, D., & Omuwa, J. W. (2022). A review of various sources of chitin and chitosan in nature. In *Journal of Renewable Materials*, 10(4).
<https://doi.org/10.32604/JRM.2022.018142>
- Ja'alni, Q. (2021). *Membandingkan jumlah leukosit dengan penggunaan perasan jeruk nipis (Citrus aurantifolia) 1% sebagai pengganti asam asetat glasial*. Universitas Perintis Indonesia.
- Jannah, R., Suryati, S., Masrullita, M., Sulhatun, S., Ishak, I., & Ulfa, R. (2023). Pembuatan saus cabai menggunakan bahan pengawet alami kitosan. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 3(1).
<https://doi.org/10.29103/cejs.v3i1.9129>
- Karina, I., Fadli, A., & Drastinawati, D. (n.d.). *Kinetika reaksi demineralisasi pada isolasi kitin dari limbah*

- cangkang udang industri ebi*. Riau University.
- Kilkoda, A. K., Kelsaba, A. B., & Mahulette, A. S. (2024). Karakteristik morfologi tanaman salak (*Salacca zalacca gaertn. voss.*) di Negeri Mamala Kecamatan Leihitu Kabupaten Maluku Tengah. *AGROLOGIA: Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*, 13(1), 24–36.
- Lima, V. L. A. G. De, MÉLO, E. D. E. A., & SANTOS LIMA, L. D. O. S. (2001). Physicochemical characteristics of bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23, 421–423.
- Liu, H., Bu, Y., Sanjayan, J., & Shen, Z. (2015). Effects of chitosan treatment on strength and thickening properties of oil well cement. *Construction and Building Materials*, 75. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.11.047>
- Luthfiyana, N., Ratrinia, P. W., & Hidayat, T. (2022). Optimasi Tahap deminarilisasi pada ekstraksi kitosan dari cangkang kepiting bakau (*Scylla* sp.) *Jphpi* 2022, 25.
- Luthfiyana, N., Ratrinia, P. W., Rukisah, R., Asniar, A., & Hidayat, T. (2022). Optimasi tahap demineralisasi pada ekstraksi kitosan dari cangkang kepiting bakau (*Scylla* sp.). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(2). <https://doi.org/10.17844/jphpi.v25i2.41853>
- Modaso, R., Suryanto, E., Tallei, T., & Rumengan, I. F. . (2013). The yield, nitrogen content, and dye's binding capacity of chitin and chitosan of rotifer *Brachionus rotundiformis*. *AQUATIC SCIENCE & MANAGEMENT*. <https://doi.org/10.35800/jasm.0.0.2013.2286>
- Muhlis, H., Pradana, A. D., & Leoanggraini, U. (2021). Pemurnian kitosan hasil fermentasi limbah cangkang kepiting menggunakan pelarut asam asetat. *Fluida*, 14(2), 57–64. <https://doi.org/10.35313/fluida.v14i2.3097>
- Namakule, M. Y., Mahulette, A. S., & Matatula, A. J. (2024). Keragaman morfologi cengkih tuni (*Syzygium aromaticum* L.) Di Kecamatan Tehoru, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku. *Agro Wiralodra*, 7(1). <https://doi.org/10.31943/agrowiralodra.v7i1.103>
- Nurshodiq, M. R. (2022). Aplikasi kitosan sebagai antimikroba pada cangkang kapsul berbasis karagenan dari rumput laut *Eucheuma cottonii*. *Inovasi Pembangunan : Jurnal Kelitbangan*, 10(01). <https://doi.org/10.35450/jip.v10i01.229>
- Purwanti, A., Sulistyaningsih, E., Alike, K., Indradi, S., Saraswaty, C., & Bunganaen, P. (2021). Pembuatan kitosan dari kulit udang dengan ekstraksi menggunakan microwave. *Teknologi Industri Dan Informasi*, 2021(November), 29–034.
- Rahma, I. N., & Budiati, T. (2024). Pengaruh kehalusan bahan terhadap karakteristik fisik dan kimia kitosan dari limbah black soldier fly (*Hermetia illucens*). *JOFE: Journal of Food Engineering*, 3(3), 116–124.
- Setha, B.; Rumata, F.; Sillaban, B. (2019). Karakteristik kitosan dari kulit udang vaname dengan menggunakan suhu dan waktu yang berbeda dalam proses deasetilasi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(3), 498–507.
- Silalahi, A. M., Fadholah, A., & Artanti, L. O. (2020). Isolasi dan identifikasi kitin dan kitosan dari cangkang susuh kura (*Sulcospira testudinaria*). *Pharmaceutical Journal of Islamic Pharmacy*, 4(1). <https://doi.org/10.21111/pharmasipha.v4i1.4963>
- Tolaimate, A., Desbrieres, J., Rhazi, M., & Alagui, A. (2003). Contribution to the preparation of chitins and chitosans with controlled physico-chemical properties. *Polymer*, 44(26).

<https://doi.org/10.1016/j.polymer.2003.10.025>

- Widyastuti, W. (2023). Perbandingan karakteristik dan kualitas kitosan dari kulit udang jerbung (*Penaeus merguensis* De Man) Dan udang windu (*Penaeus monodon* Fabricius). *SITAWA : Jurnal Farmasi Sains Dan Obat Tradisional*, 2(1). <https://doi.org/10.62018/sitawa.v2i1.24>
- Zahiruddin, W., Ariesta, A., & Salamah, E. (2008). Karakteristik mutu dan kelarutan kitosan dari amas silase kepala udang windu (*Penaeus monodon*). *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, 2(11).