

Isolasi dan Karakterisasi Kitin dan Kitosan dari Pupa *Black Soldier Fly* (BSF)

Lilis Sulistiawaty¹, Foliatini², Nurdiani³, Fitria Puspita^{1,*})

¹Program Studi Analisis Kimia, Politeknik AKA Bogor,
Jl. Pangeran Sogiri No.283, Tanah Baru, Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16154

²Program Studi Nanoteknologi Pangan, Politeknik AKA Bogor,
Jl. Pangeran Sogiri No.283, Tanah Baru, Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16154

³Program Studi Pengolahan Limbah Industri, Politeknik AKA Bogor,
Jl. Pangeran Sogiri No.283, Tanah Baru, Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16154

*Email: pipitfpuspita@gmail.com

(Received: 29 Mei 2022; Accepted: 25 Agustus 2022; Published: 27 Agustus 2022)

Abstrak

Kitin dan kitosan merupakan biopolimer yang banyak dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi dan umumnya diisolasi dari berbagai organisme, terutama serangga. Budidaya lalat *black soldier fly* (*Hermetica Illucens*) sedang menjamur di Indonesia, hewan ini dapat dijadikan sumber baru biopolimer kitin yang dapat diperoleh dari selongsong pupa BSF. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi kitin dari pupa lalat BSF kemudian dikonversi menjadi kitosan. Dari penelitian ini, kitin telah berhasil diekstraksi dengan persen randemen sebesar 30%. Selanjutnya melalui proses deasetilasi, kitosan berhasil disintesis dengan persen randemen sebesar 34%. Kitosan tersebut selanjutnya dianalisis kandungan air, abu, dan lemaknya dan diperoleh nilai berturut-turut sebesar 9,14%, 0,95%, dan 1,30%. Ketiga nilai tersebut menunjukkan bahwa kitosan yang disintesis telah memenuhi standar mutu kitosan. Karakterisasi kitosan menggunakan metode FTIR menunjukkan keberadaan kitosan dengan adanya serapan pada daerah bilangan gelombang $3294,44\text{ cm}^{-1}$ dan $1642,02\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan keberadaan gugus hidorksil dan amida. Namun, derajat deasetilasi kitosan yang ditentukan dengan metode titrasi asam basa hanya memberikan nilai DD sebesar 9,09%.

Kata kunci: *Kitin; kitosan; pupa; black soldier fly (BSF);*

Abstract

Chitin and chitosan are biopolymers that are widely used for various applications and isolated from various organisms, especially insects. Recently, the cultivation of black soldier fly (Hermetica Illucens) is booming in Indonesia. This animal can be used as a new source of chitin biopolymer which can be obtained from the BSF pupa shell. This study aims to isolate chitin from the pupa of BSF flies and then convert into chitosan. From this study, chitin has been successfully extracted with a percent yield of 30%. Furthermore, through the deacetylation process, chitosan was successfully synthesized with a percent yield of 34%. The chitosan was then analyzed for water, ash, and fat content and obtained values of 9.14%, 0.95%, and 1.30%, respectively. These values indicate that the synthesized chitosan allows the quality standards of chitosan. Chitosan characterization using the FTIR method showed the presence of chitosan in the wave number region of 3294.44 cm^{-1} and 1642.02 cm^{-1} which indicated the presence of hydroxyl and amide groups. However, the degree of deacetylation of chitosan determined by the acid-base titration method only gave a DD value of 9.09%.

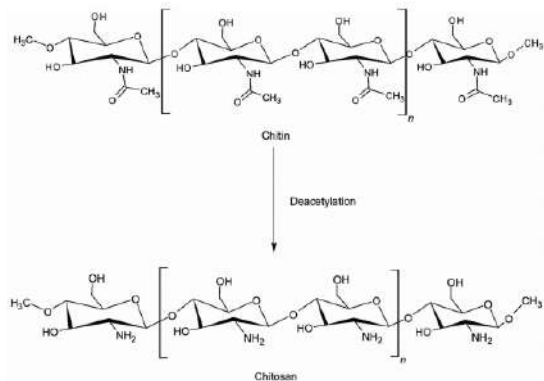
Keywords: Chitin; chitosan; pupa; black soldier fly (BSF)

PENDAHULUAN

Kitosan merupakan polisakarida alami yang disintesis dari kitin hasil ekstraksi dari cangkang hewan crustacea, insecta, moluska serta dari beberapa jenis fungi (Yadav *et al.*, 2019). Kitin yang berhasil diekstrak dapat diubah menjadi kitosan melalui proses deasetilasi. Kitin merupakan homopolimer β (1,4) N-asetil-D-glukosamin sementara kitosan merupakan kitin yang kehilangan

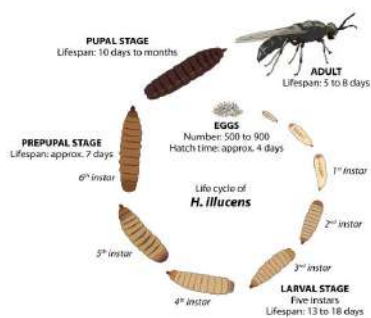
gugus asetilnya dengan bentuk kopolimer yang terdiri dari unit 2-acetamido-D-glukosa dan 2-amino-D-glukosa (umumnya lebih dari 80%) yang saling terhubung melalui ikatan $\beta(1 \rightarrow 4)$ glikosidik. Pembuktian terbentuknya kitosan dapat dinyatakan dalam bentuk derajat deasetilasi. Derajat deasetilasi yang lebih besar dari 50% pada umumnya mengkonfirmasi terbentuknya kitosan (Antonino *et al.*, 2017). Transformasi kitin menjadi kitosan dapat dilihat pada Gambar 1.

Karakteristik kitosan yang diperoleh sangat bergantung pada efektivitas tahapan deasetilasi serta sumber kitin yang digunakan (Benhabiles *et al.*, 2012). Pada umumnya serangga yang dimanfaatkan sebagai sumber kitin adalah udang (Antonino *et al.*, 2017) dan kepiting (Gadgery dan Bahekar, 2017). Namun terdapat beberapa studi yang mempelajari ekstraksi kitin dari sumber lain seperti cumi-cumi, sotong, lobster, udang karang (Abdou *et al.*, 2008), laba-laba (Davies *et al.*, 2013), kumbang dan ulat sutra (Dong *et al.*, 2016).



Gambar 1. Reaksi deasetilasi kitin menjadi kitosan (Yadav *et al.*, 2019)

Lalat *BSF* (*Hermetia illucens*) yang juga dikenal sebagai lalat serdadu hitam merupakan lalat yang berasal dari Amerika dan larvanya telah banyak dimanfaatkan sebagai pengolah limbah khususnya limbah organik. Lalat *BSF* tersebut banyak ditemukan di daerah tropis dan antara daerah dengan temperatur yang hangat (Diener *et al.*, 2011). Fasa hidup *BSF* adalah dimulai dari larva, prepupa, pupa hingga menjadi lalat dewasa. Siklus hidup lalat *BSF* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Siklus hidup *Black Soldier Fly* (De Smet *et al.*, 2018)

Pada fasa prepupa hingga menjadi pupa, lalat *BSF* dapat dimanfaatkan sebagai sumber kitin yang potensial karena eksoskeleton dari lalat *BSF* tersebut mengandung kitin sebanyak 35% (Hahn *et al.*, 2018). Kutikula serangga tersebut mengandung kitin yang berada dalam matriks protein, lipid dan senyawa lain (Diener *et al.*, 2011). Wasiko (2017) menyebutkan bahwa kitin yang diekstrak dari lalat *BSF* memiliki sifat fisikokimia yang khas dibandingkan dengan

kitin yang pernah ditemukan sebelumnya. Kitin yang diekstrak dari lalat *BSF* memiliki indeks kristalinitas yang rendah, yaitu sebesar 24,9% untuk lalat dewasa dan 35% untuk larva. Hal ini menunjukkan bahwa kitin tersebut berpotensi untuk digunakan sebagai material biosorption karena kitin dengan indeks kristalinitas yg rendah memiliki kapasitas sorpsi yang tinggi. Selain itu, kadar kitin dalam *BSF* juga berbeda dalam tiap tahapan pertumbuhannya (larva, prepupa, pupa, lalat dewasa) mulai dari 8% hingga 24%. Namun, kandungan kitin yang terdapat pada *shedding* dan kepompong (Soetemans *et al.*, 2020).

Kitosan banyak dimanfaatkan dalam bidang lingkungan terutama sebagai adsorben (Boudouaia *et al.*, 2019), bidang farmasi (Ahmed dan Aljaeid, 2016), kosmetik (Casadidio *et al.*, 2019) dan pangan (Manigandan *et al.*, 2017). Kitosan memiliki sifat biodegradable dan biokompatibel, antibakteri, antimikroba, antijamur, analgesik, antitumor, bioavailabilitas yang tinggi, permeselektivitas terhadap air yang baik, serta ketahanan terhadap bahan kimia yang tinggi (Yaneva *et al.*, 2020). Selain itu kitosan juga mudah dimodifikasi dan dibuat menjadi berbagai bentuk, misalnya film (Rizzi *et al.*, 2017) dan nanofiber (Nthunya *et al.*, 2017) untuk dimanfaatkan dalam bidang pengolahan limbah (Hahn dan Zibek, 2018). Dengan banyaknya manfaat dan keunggulan yang dimiliki oleh kitosan, maka penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi kitin dari pupa lalat *BSF* yang selanjutnya akan dikonversikan menjadi kitosan untuk dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang kehidupan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah papan tempat bertelur lalat *BSF* dewasa, bak fiber (120 x 80 x 40 cm) sebagai wadah untuk kultur *BSF* dari telur sampai larva berumur 1 minggu, bak fiber (80 x 40 x 40 cm) sebagai wadah pakan, kain jaring lalat *BSF*, timbangan, alat ukur kelembababan, termometer, neraca analitik, oven, hot plate, stirrer dan magnetic stirrer, desikator, mortal dan alu, cawan porselen, peralatan soxhlet, peralatan titrasi, serta peralatan gelas standar lainnya. Sementara itu, instrumen yang digunakan adalah spektrometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

Bahan yang digunakan adalah sampel pupa *BSF* dan limbah rumah tangga (limbah sayur dan buah), kitin dan kitosan standar (*Merck*), HCl, NaOH, KMnO₄, H₂C₂O₄, heksana, indikator metil oranye, etanol p.a., kertas saring Whatman no 42, indikator pH universal, dan akuabides.

Prosedur Penelitian

Penumbuhan Lalat *Black Soldier Fly* (*BSF*)

Lalat *Black Soldier Fly* dikembangbiakkan di Yayasan Benua Lestari, Kota Tangerang. Penelitian ini dimulai dengan persiapan media berupa campuran

dedak dan sayuran untuk penetasan telur. Telur BSF akan menetas dalam waktu 2-3 hari. Larva yang muncul dikultivasi selama 6 hari kemudian diberikan pakan harian menggunakan campuran limbah sayur dan buah selama 21 hari masa pemeliharaan (larva mulai menjadi pupa). Fase pemeliharaan dilakukan dalam kontainer pada suhu 27-29 °C dan kelembaban 58-70%.

Isolasi kitin dari sampel pupa *Black Soldier Fly*

Sampel pupa BSF yang telah dikeringkan dan dihaluskan diproses melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah demineralisasi dengan cara merendam sampel dalam HCl 1 M (1:10) pada suhu kamar selama 1 jam kemudian dibilas dengan air suling. Tahap kedua dilakukan deproteinisasi dengan cara mengekstraksi sampel menggunakan NaOH 1 M (1:25) pada suhu 80°C selama 1 jam (12 kali pengulangan sampai larutan tidak berwarna) dan tahap ketiga adalah penghilangan pigmen pada pupa dengan cara merendam sampel dalam larutan KMnO₄ 1% selama 1 jam dan kelebihan KMnO₄ dihilangkan dengan penambahan H₂C₂O₄ 4%. Produk akhir berupa kitin selanjutnya disaring, dicuci hingga mencapai pH netral dan dikeringkan pada suhu 105°C selama 48 jam (Soetemans, *et al.*, 2020 dan Wasko, *et al.*, 2016). Randemen kitin dihitung dengan menggunakan persamaan 1 berikut.

$$\% \text{ randemen kitin} = \frac{\text{massa kitin}}{\text{massa pupa kering}} \times 100 \% \quad (1)$$

Deasetilasi Kitin

Kitin dideasetilasi menggunakan basa kuat dalam keadaan panas. Sampel kitin direndam dalam larutan NaOH 50% (1:30) pada suhu 90°C selama 1 hingga 3 jam. Selanjutnya, sampel disaring, dibilas dengan aquades hingga mencapai pH netral, dibilas dengan etanol, dan dikeringkan selama 48 jam pada suhu 105°C (Soetemans *et al.*, 2020)

Analisis Proksimat Kitosan

Analisis proksimat yang dilakukan meliputi analisis kadar air dengan metode oven (AOAC 2005); analisis kadar abu (AOAC 923.03) dan analisis kadar lemak dengan metode Soxhlet (AOAC 2005).

Karakterisasi Kitosan dengan Metode FTIR

Sampel kitin dan kitosan dalam bentuk serbuk disiapkan dan diuji menggunakan metode KBr-disk dan dengan mode *Attenuation Total Reflectance* (ATR).

Penentuan Derajat Deasetilasi (DD) Kitosan dengan Metode Titrasi Asam Basa

Sebanyak 5 g kitosan dilarutkan dalam 30 mL HCl 0,1 M pada 20°C sambil diaduk didalam gelas kimia 250 mL, ditambahkan 2 tetes indikator metil oranyedititrasi dengan NaOH 0,1 M. Titik akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna dari pink menjadi kuning-oranye. Selanjutnya, persentase

gugus NH₂ bebas dalam kitosan dapat dihitung menggunakan persamaan 2 dan 3.

$$\% \text{ NH}_2 = \frac{[(C_1V_1 - C_2V_2) \times 0,016]}{[G(100 - W)] \times 100} \quad (2)$$

$$\% \text{ NH}_2 = \frac{\% \text{ NH}_2}{9,94 \%} \times 100 \% \quad (3)$$

Keterangan:

% NH₂ kitosan teoritis = (16.161) x 100% = 9,94 %

C₁ = Konsentrasi HCl (M)

V₁ = Volume HCl yang ditambahkan (mL)

C₂ = Konsentrasi NaOH (M)

V₂ = Volume NaOH yang digunakan (mL)

G = berat sampel (g)

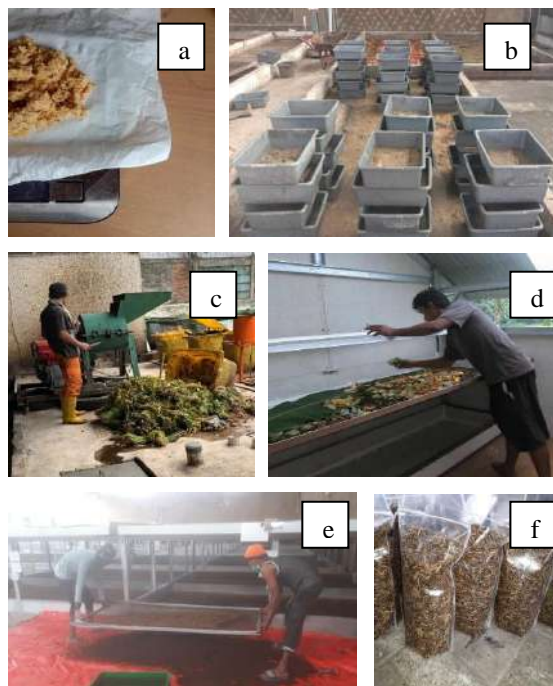
W = kadar air (%)

0,016 = jumlah NH₂ (g) dalam 1 mL HCl

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penumbuhan larva *Black Soldier Fly*

Setelah 21 hari masa pemeliharaan larva BSF, pupa BSF siap dipanen yang ditandai dengan perubahan fisik larva dari warna kuning menjadi kecoklatan disertai dengan kulit yang mengeras. Foto-foto kegiatan mulai dari penetasan telur lalat BSF hingga menjadi pupa (*maggot*) dapat dilihat pada Gambar 3 (a) sampai dengan (f)..



Gambar 3. (a) Telur lalat BSF; (b) peletakan telur lalat BSF di media kultur; (c) pencacahan pakan larva BSF; (d) proses pemberian makan larva

BSF; (e) Proses pemanenan BSF pada fase pupa; (f) Sampel pupa BSF yang akan dianalisis

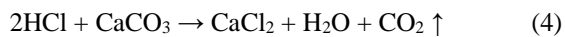


Gambar 4. Kitin hasil ekstraksi dari pupa BSF

Isolasi kitin dari sampel pupa *Black Soldier Fly*

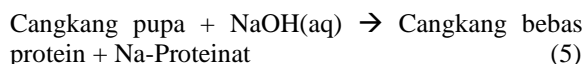
Langkah awal yang dilakukan adalah membersihkan pupa lalat BSF dari kotoran sisa pakan yang masih menempel kemudian dikeringkan. Hal ini bertujuan untuk mengurangi kadar air sehingga pupa BSF tersebut lebih awet dan mempermudah dalam penyimpanan. Setelah kering, pupa BSF tersebut digerus untuk meningkatkan luas permukaan pupa sehingga ekstraksi menjadi lebih optimal.

Tahap pertama isolasi kitin adalah tahap demineralisasi yang bertujuan untuk menghilangkan senyawa anorganik atau mineral dalam sampel. Larutan HCl dipilih sebagai pelarut karena asam ini dapat memicu terjadinya dekomposisi kalsium karbonat dalam cangkang pupa menjadi garam kalsium terlarut disertai pelepasan karbondioksida. Proses tersebut berlangsung menurut persamaan 4 dibawah ini (Khanafari *et al.*, 2008).



Pengadukan diperlukan selama proses maserasi karena dalam proses ini terbentuk gas CO_2 yang ditandai dengan terbentuknya buih diatas larutan.

Tahap selanjutnya adalah tahap deproteinasi yang bertujuan untuk menghilangkan protein dalam sampel pupa BSF menggunakan larutan NaOH. NaOH akan masuk kedalam celah-celah cangkang untuk memutus ikatan protein dan kitin. Reaksi yang terjadi pada proses deproteinasi dapat dilihat pada persamaan 5 dibawah ini.



Selanjutnya, ujung rantai protein dengan muatan negatif akan berikatan dengan ion Na^+ membentuk Na-proteina yang larut dalam air dan akan terbuang pada saat pencucian. Hal ini mengakibatkan perubahan warna pada sampel pupa BSF yang awalnya berwarna coklat tua menjadi warna putih krem,

Tahap terakhir adalah tahap penghilangan pigmen yang mungkin masih tersisa dalam cangkang sehingga kitin yang dihasilkan memiliki warna yang lebih putih (Zulfikar dkk., 2006). Ekstrak kitin yang diperoleh berwarna kuning kecoklatan dengan bentuk serbuk kasar seperti terlihat pada Gambar 4.

Dari hasil isolasi yang telah dilakukan, terjadi pengurangan massa sampel sebesar 72%. Hal ini disebabkan karena adanya penghilangan mineral dan protein yang larut dalam pereaksi yang kemudian hilang melalui pencucian. Selanjutnya, berdasarkan hasil perhitungan, hasil isolasi kitin dari pupa BSF menghasilkan kitin sebanyak 30% (w/w) dari berat sampel total. Penelitian yang sejenis telah dilakukan oleh Kanto, dkk (2018) dengan sampel lalat BSF dewasa dan diperoleh persentase kitin sebesar 17,93% (w/w). Sementara itu, dalam penelitian lain, sebanyak 20% kitin berhasil diisolasi dari ulat sutera (Paulino *et al.*, 2006) dan 10,3% kitin diisolasi dari lebah (Kaya *et al.*, 2004). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa persentasi kitin yang diperoleh dari pupa BSF cukup tinggi sehingga pupa *Black Soldier Fly* (*H. Ilucens*) dapat dijadikan sumber kitin alternatif yang cukup menarik.

Deasetilasi kitin menjadi kitosan

Tahap deasetilasi sederhananya merupakan proses transformasi kitin menjadi kitosan. Deasetilasi merupakan reaksi pelepasan gugus asetil ($-\text{COCH}_3$) pada kitin menggunakan larutan basa sehingga terbentuk gugus amino bebas ($-\text{NH}_2$) yang merupakan karakteristik struktur kitosan. Larutan NaOH pekat digunakan untuk memutus ikatan yang kuat antara gugus asetil dan dan gugus nitrogen (Rasyid *et al.*, , 2021). Produk akhir dari reaksi ini berupa kitosan yang berwarna lebih putih dari kitin seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kitosan hasil sintesis dari kitin pupa BSF

Dari penelitian yang telah dilakukan, dari 5 g kitin diperoleh 1,7 g kitosan sehingga diperoleh persen hasil sebesar 34%. Pengurangan massa yang terjadi disebabkan karena adanya gugus asetil yang putus dan terlarut dalam NaOH.

Analisis Proksimat Kitosan

Analisis Kadar Air

Kadar air dalam kitosan dipengaruhi oleh lama pengeringan, jumlah kitosan yang dikeringkan,

dan luas permukaan wadah tempat kitosan dikeringkan. Protan Biopolimer menetapkan standar mutu untuk kadar air kitosan yaitu $\leq 10\%$ (EFSA, 2010). Berdasarkan analisis kadar air menggunakan metode oven (AOAC, 2005) yang telah dilakukan, didapatkan kadar air dalam kitosan hasil sintesis adalah sebesar 9,14% nilai ini memenuhi standar mutu kitosan dengan kualitas yang baik.

Analisis Kadar Abu

Kadar abu merupakan parameter penting yang digunakan untuk mengetahui mineral yang terkandung dalam suatu bahan serta menjadi indikator keberhasilan proses demineralisasi yang telah dilakukan. Semakin rendah kadar abu yang diperoleh, maka mutu dan kualitas kitosan yang diperoleh juga semakin baik. Proses penghilangan mineral dipengaruhi secara signifikan oleh proses pengadukan selama demineralisasi. Proses pengadukan yang konstan menyebabkan penyebaran panas menjadi merata sehingga pelarut HCl dapat mengikat mineral secara sempurna (Hartati *et al.*, 2002).

EFSA (2010) menetapkan standar mutu untuk kadar abu kitosan yaitu $\leq 3\%$. Berdasarkan analisis kadar abu (AOAC 923.03) yang telah dilakukan, didapatkan kadar abu dalam kitosan hasil sintesis adalah sebesar 0,95%. Hal ini menunjukkan bahwa proses demineralisasi yang dilakukan berjalan dengan optimal dan memenuhi standar mutu kitosan dengan kualitas yang baik.

Analisis Kadar Lemak

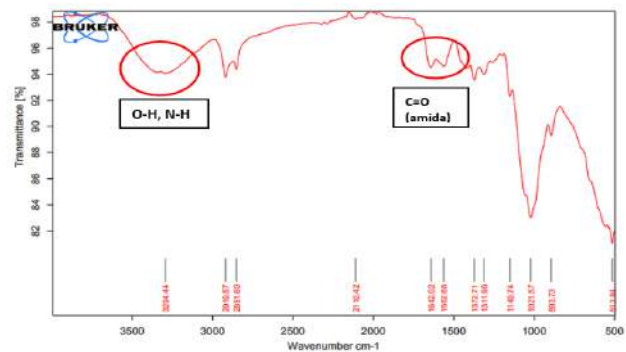
Kadar lemak dalam kitosan dianalisis untuk mengetahui sisa lemak yang tersisa setelah proses deproteinasi. Jumlah lemak yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan koagulasi dan denaturasi protein sehingga menghambat berjalannya proses deasetilasi. Berdasarkan analisis kadar lemak dengan metode Soxhlet yang telah dilakukan, didapatkan kadar lemak dalam kitosan hasil sintesis adalah sebesar 1,30%. Sementara itu, EFSA (2010) menetapkan kadar lemak dalam kitosan yaitu $\leq 1\%$. Kadar lemak kitosan hasil sintesis sedikit melewati standar yang telah ditetapkan. Hal ini diduga disebabkan karena kondisi tahap deproteinasi (konsentrasi NaOH, suhu, dan waktu maserasi) yang kurang optimal. Semakin tinggi konsentrasi NaOH diharapkan dapat mendenaturasi protein, lemak, pigmen, dan bahan organik lainnya.

Karakterisasi kitosan dengan metode FTIR

Spektrum FTIR dapat digunakan untuk mengkarakterisasi senyawa melalui analisis puncak-puncak pada spektrum yang sesuai dengan gugus fungsi khas dalam kitosan. Ciri khas karakteristik kitosan adalah pada gugus amida dan gugus hidroksil. Letak serapan gugus amida berada pada bilangan gelombang 1650-1310 cm^{-1} , sedangkan gugus hidroksil terletak pada bilangan gelombang

3550-3300 cm^{-1} . Berikut adalah spektrum FTIR kitosan hasil sintesis yang diperoleh.

Berdasarkan spektrum FTIR pada Gambar 6, dapat terlihat adanya pita serapan pada daerah bilangan gelombang 3294,44 cm^{-1} yang menunjukkan keberadaan gugus hidroksil dan serapan pada daerah 1642,02 cm^{-1} yang menunjukkan keberadaan gugus amida. Akan tetapi, puncak serapan yang dihasilkan tidak terlalu tinggi. Hal ini diduga karena proses deasetilasi berlangsung tidak optimal sehingga gugus amina yang terbentuk hanya sedikit.



Gambar 6. Spektrum FTIR dari kitosan dari pupa BSF

Penentuan Derajat Deasetilasi Kitosan

Derajat deasetilasi (DD) merupakan suatu parameter yang mengukur banyaknya gugus asetil pada kitin yang lepas. Derajat deasetilasi kitosan standar adalah sebesar 70-80%. Semakin besar nilai DD, maka kualitas kitosan yang dihasilkan akan semakin baik. Kitosan yang dihasilkan akan semakin reaktif karena semakin banyak gugus amina yang menggantikan gugus asetil (gugus amina lebih reaktif dari gugus asetil karena adanya PEB pada atom nitrogen dalam struktur kitosan).

Pada penelitian ini, derajat deasetilasi (DD) kitosan ditentukan menggunakan metode titrasi asam basa dan diperoleh nilai DD kitosan yang disintesis adalah sebesar 9,09%. Secara teoritis, terbentuknya kitosan ditandai dengan nilai DD yang lebih besar dari 50% pada umumnya mengkonfirmasi terbentuknya kitosan (Antonino *et al.*, 2017).

Nilai DD dibawah 10% mengindikasikan bahwa polimer masih dalam bentuk kitin, bukan kitosan. Benhabiles *et al.* (2012) menyatakan bahwa karakteristik kitosan yang diperoleh sangat bergantung pada efektivitas tahapan deasetilasi. Berdasarkan hal tersebut maka dapat disimpulkan bahwa proses deasetilasi kitin yang telah dilakukan tidak berjalan secara optimal. Hal tersebut bisa dipengaruhi oleh konsentrasi NaOH yang kurang pekat, suhu deasetilasi yang kurang tinggi, atau waktu kontak yang kurang lama.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, senyawa kitin dan kitosan telah berhasil diisolasi dari pupa *Black Soldier Fly* melalui tahap demineralisasi, deproteinasi dan deasetilasi dengan persen randemen sebesar 34%. Analisis proksimat yang meliputi analisis kadar air, kadar abu, dan kadar lemak telah dilakukan terhadap kitosan yang diperoleh dengan nilai berturut-turut sebesar 9,14%, 0,95%, dan 1,3%. Ketiga nilai tersebut menunjukkan bahwa kitosan yang disintesis memiliki standar mutu yang cukup baik (EFSA, 2010).

Kitosan yang diperoleh juga dikarakterisasi menggunakan FTIR untuk mendeteksi serapan gugus-gugus yang khas dari kitosan (gugus amina), yaitu serapan pada daerah bilangan gelombang 3400 cm^{-1} dan 1650 cm^{-1} . Dari spektrum FTIR yang diperoleh, dapat terlihat adanya serapan pada daerah bilangan gelombang tersebut walaupun serapannya tidak terlalu tinggi. Nilai derajat deasetilasi kitosan yang ditentukan menggunakan metode titrasi asam basa juga menunjukkan nilai DD kitosan sebesar 9,09%. Nilai DD dibawah 10% mengindikasikan bahwa polimer masih dalam bentuk kitin, bukan kitosan. Hal ini menunjukkan bahwa proses deasetilasi kitin yang telah dilakukan tidak berjalan secara optimal. Oleh sebab itu, dalam penelitian selanjutnya akan dilakukan optimasi kondisi proses deasetilasi yang meliputi konsentrasi NaOH, suhu deasetilasi, dan waktu deasetilasi sehingga diperoleh kitosan dengan kualitas yang jauh lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdou, E.S., Nagy, K.S.A. & Elsabee, M.Z., (2008). Extraction and characterization of chitin and chitosan from local sources. *Bioresource Technology*, 99(5), 1359–1367.
- Ahmed T.A., & Aljaeid B.M. (2016). Preparation, characterization, and potential application of chitosan, chitosan derivatives, and chitosan metal nanoparticles in pharmaceutical drug delivery. *Drug Design, Development & Therapy*, 10, 483–507.
- Antonino, R.S.C.M de Q., Fook, B.R.P.L., Lima, V.A.de Oliveira, Rached, R.I. de Farias,Lima, E.P.N., Lima, R.J. da Silva, Covas, C.A.P., & Fook, M.V.L. (2017). Preparation and Characterization of Chitosan Obtained from Shells of Shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone). *Marine Drugs*,15(5), 141.
- Benhabiles, M.S., Salah, R., Lounici, H., Drouiche, N., Goosen, M.F.A., & Mameri, N. (2012). Antibacterial activity of chitin, chitosan and its oligomers prepared from shrimp shell waste. *Food Hydrocolloids*, 29(1), 48–56.
- Casadidio, C., Peregrina, D.V., Gigliobianco. M.R., Deng, S., Censi, R., & Di Martino, P. (2019). Chitin and chitosans: characteristics, eco-friendly processes, and applications in cosmetic science. *Marine Drugs*, 17(6), 369.
- Davies, G.J.G., Knight, D.P., & Vollrath, F. (2013). Chitin in the silk gland ducts of the spider *nephila edulis* and the silkworm *bombyx mori*. *PLOS One*, 8(8), e73225, 1-7.
- De Smet, J., Wynants, E., Cos, P., & Van Campenhout, L. (2018). Microbial community dynamics during rearing of black soldier fly larvae (*Hermetia Illucens*) and impact on exploitation potential. *Applied and Environmental Microbiology*, 84(9).
- Diener, S., Zurbrügg, C., Gutiérrez, F.R., Dang, N.H., Morel, A., Koottatep, T. & Tockner, K. (2011). Black soldier fly larvae for organic waste treatment-prospects and constraints. *Proceedings of the WasteSafe 2011-2nd International Conference on Solid Waste Management in Developing Countries*, 52-59.
- Dong, Z., Zhang, W., Zhang, Y., Zhang, X., Zhao, P., & Xia, Q. (2016). Identification and characterization of novel chitin-binding proteins from the larval cuticle of silkworm, *bombyx mori*. *J. Proteome Res*, 15(5), 1435–1445.
- European Food Safety Authority (EFSA). (2010). Scientific opinion on the safety chitin-glucan as a novel food ingredient, *European Food Safety Authority*, 8(7), 1-17.
- Hahn, T., Roth, A., Febel, E., Fijalkowska, M., Schmitt, E., Arsiwalla, T., & Zibek, S. (2018). New methods for high-accuracy insect chitin measurement. *J. Sci. Food Agric*. 98(13), 5069–5073.
- Hartati, F.K., Susanto, T., Rakhmadiono, S. & Adi Loekito, S. (2002). Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tahap deproteinasi menggunakan enzim protease dalam pembuatan kitin dan kitosan dari cangkang rajungan (*Portunus pelagis*). *Jurnal Biosain*, 2(1).
- Manigandan, V., Karthik, R., Ramachandran, S., & Saravanan, R. (2017). Chapter 15 – Chitosan applications in food industry. *Biopolymers for food design, Handbook of Food Bioengineering*, 469–491.
- Nthunya, L.N., Masheane, M.L., Malinga, S.P., Nxumalo, E.N., & Mhlanga, S.D. (2017). Environmentally benign chitosan-based nanofibres for potential use in water treatment. *Cogent. Chem*. 3(1), 1357865.
- Rasyid, F., Chadijah, S., Nurhuda, S., & Ratna. (2021). Synthesis of chitosan-CuO composite and it's application as heavy metal adsorbent. *Journal of Physics Conference Series.*, 1899, 012029.

- Rizzi, V., Longo, A., Placido T., *et al.* (2018). A comprehensive investigation of dye-chitosan blended films for green chemistry applications. *J. Applied Polym. Sci.*, 135(10), 45945.
- Soetemans, L., Uyttebroek, M., & Bastiaens, L. (2020). Characteristics of chitin extracted from black soldier fly in different life stages. *Int. J. Biological Macromoleculs*, 165, 3206-3214.
- Wasko, A., Bulak, P., Polak-Berecka, M., Nowak, K., Polakowski, C., & Bieganski. (2017). The first report of the physicochemical structure of chitin isolated from *Hermetia illucens*. *Int. J. Biological Macromoleculs*, 92, 316–320.
- Yadav, M., Goswami, P., Paritosh, K., Kumar, M., Pareek, N., & Vivekanand, V. (2019). Seafood waste: a source for preparation of commercially employable chitin/chitosan materials. *Bioresources and Bioprocessing*, 6(8), 1-20.
- Yaneva, Z., Ivanova, D., Nikolova, N., & Tzanova, M. (2020). The 21st century revival of chitosan in service to bio-organic chemistry. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 34(1), 221-237.
- Zulfikar & Ratnadewi, A. A. I. (2006). Isolasi dan karakterisasi fisikokimia-fungsional kitosan udang air tawar (*Macrobrachium sintangense de Man.*). *Jurnal Teknologi Proses*, 5(2), 129–137.