

KARAKTERISASI KITOSAN DAN PEMBUATAN NANOPARTIKEL KITOSAN DARI CANGKANG PUPA *BLACK SOLDIER FLY (Hermetia illucens)*

EXTRACTION CHITOSAN AND CHARACTERIZATION NANOPARTICLE CHITOSAN FROM PUPAE SHEELS OF *BLACK SOLDIER FLY (Hermetia illucens)*

Sivia Nindi Pratiwi¹, Nastiti Utami^{1*}, Prashinta Nita Damayanti²

¹Program Studi S1 Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional

Jl. Raya Solo-Baki Kwarasan-Grogol, Sukoharjo, Jawa Tengah

²Universitas Tidar

Jl. Kapten Suparman No.39, Tuguran, Potrobangsari, Magelang Utara, Jawa Tengah

*E-mail Corresponding : nastiti.utami@stikesnas.ac.id

Submitted: 19 September 2022 Revised: 06 November 2022 Accepted : 08 November 2022

ABSTRAK

Larva *Black Soldier Fly* (BSF) termasuk dalam larva lalat pengurai yang bukan merupakan vector penyakit. Cangkang pupa merupakan hasil samping budidaya BSF yang belum banyak dimanfaatkan. Cangkang pupa mengandung kitin yang dapat diubah menjadi kitosan yang dapat dimanfaatkan sebagai media penghantaran obat. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi kitosan cangkang pupa BSF berdasarkan SNI No.7949-2013 dan aplikasinya dalam sediaan nanopartikel. Tahap isolasi kitosan meliputi: demineralisasi dengan HCl 3M, deproteinasi dengan NaOH 2M, depigmentasi dengan KMnO_4 2% dan asam oksalat 2%, serta deasetilasi dengan NaOH 50%. Kitosan hasil isolasi dikarakterisasi dan formulasi nanopartikel dengan metode gelasi ionik. Analisis nanopartikel kitosan dilakukan dengan PSA (*Particle Size Analyzer*) dan FTIR (*Fourier Transform Infra-red*). Hasil penelitian yang didapat menunjukkan analisis spektra *infra-red* kitosan hasil isolasi menunjukkan gugus fungsi khas pada kitosan, rendemen kitosan 11,93%. Karakterisasi kitosan berupa serpihan serbuk, berwarna putih kecoklatan, tidak berbau, kadar air 6,683%, kadar abu 0,33%, kadar nitrogen 4,091%, derajat deasetilasi 94,41% sehingga memenuhi SNI No.7949-2013. Formulasi nanopartikel kitosan memberikan hasil ukuran partikel 495,7 nm, gugus OH hidroksil tumpang tindih NH dan C=O karbonil muncul pada spektra nanopartikel kitosan.

Kata kunci : cangkang pupa, *black soldier fly*, kitosan, nanopartikel

ABSTRACT

Black Soldier Fly (BSF) larvae is included in decomposer fly larvae which not disease vectors. The pupa shell is a by-product of BSF cultivation have not been widely used. Pupa shell contains chitin which can be converted into chitosan that can be used as a carrier for drug delivery. This study aims to characterize and isolate BSF pupa shell chitosan based on SNI No.7949-2013 and the application of chitosan nanoparticles. The extraction steps of chitosan include: demineralization with 3M HCl, deproteination with 2M NaOH, depigmentation with 2% KMnO_4 and 2% oxalic acid, and deacetylation with 50% NaOH. The extracted chitosan was characterized and the formulation of chitosan nanoparticles with ionic gelation method. Analysis of nanoparticles chitosan was carried out using PSA (*Particle Size Analyzer*) and FTIR (*Fourier Transform Infra-red*). The results of the study were as follows: IR spectra analysis showed the formation of chitosan, yield 11.93%, powder flakes, brownish white, odorless, water content 6.683%, ash content 0.33%, nitrogen content

4.091%, DD 94.41% meet SNI No.7949-2013. Chitosan research results can be in the form of nano with a size of 495.7 nm, overlapping OH hydroxyl groups NH and C=O carbonyl appear in the spectra of chitosan nanoparticles.

Keywords: *pupae sheels, black soldier fly, chitosan, nanoparticle*

PENDAHULUAN

Larva Black Soldier Fly (BSF) termasuk dalam larva lalat pengurai yang bukan merupakan vector penyakit (Li, 2011). Lalat BSF banyak dibudidayakan karena bernilai gizi tinggi dengan kadar protein 44,26% dan kadar lemak 29,65% (Amandanisa, 2020). Fase hidup lalat BSF yaitu telur-larva-pupa-lalat dewasa. Cangkang pupa mengandung kitin yang dapat diubah menjadi kitosan. Kitosan memiliki sifat *biokompatible*, *biodegradable*, dan tidak toksik. Selain itu, kitosan dapat menjadi polielektrolit kationik terbanyak kedua yang tersedia di alam (Irianto, 2011). Kitosan memiliki daya ikat tinggi sehingga dapat diaplikasikan sebagai absorben dan media penghantaran obat yang tersusun oleh gugus amino $-NH_2$ dan gugus hidroksi $-OH$ (Utami *et al.*, 2021).



Lalat dewasa BSF



Cangkang pupa BSF



Larva BSF

Gambar 1. Lalat BSF

Pemanfaatan kitosan pada bidang biomedis di antaranya sebagai media penghantaran obat dan kosmetika, antioksidan, bidang penyembuhan luka dan rekayasa jaringan (Cakasana, 2014), aplikasi lain juga diterapkan dalam bidang pertanian stimulan tumbuhan, antibakteri dan jamur, bidang industri makanan untuk penstabil warna, kekerasan, emulsi, pengawet makanan, pemurnian minuman, bidang pengolahan air sebagai penyerap logam-logam berat (Triunfo, 2021).

Pemanfaatan kitosan sebagai penghantar obat diperlukan modifikasi, sehingga diperlukan pengembangan menjadi nanopartikel. Nanopartikel merupakan partikel padat dengan ukuran diameter antara 1-1000 nm (Nita, 2018). Mekanisme pembuatan nanopartikel kitosan salah satunya menggunakan metode gelasi ionik. Metode gelasi ionik berdasarkan proses sambung silang antara gugus bermuatan negatif dengan gugus bermuatan positif membentuk polielektrolit. Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti tertarik isolasi dan karakterisasi kitosan dari cangkang pupa BSF menurut SNI No.7949-2013 serta formulasi nanopartikel kitosan dengan metode gelasi ionik sebagai modifikasi ukuran media penghantaran obat.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Cangkang pupa *Black Soldier Fly* 150 g (PT Biomagg), akuades teknis (CKP), HCl 3M teknis (CIMS), NaOH 2M teknis (Asahi), NaOH 50% teknis (Asahi), HCl 0,1M teknis (CIMS), $KMnO_4$ teknis, asam oksalat teknis, asam asetat glasial p.a 1% (Merck), Na TPP (Merck), Kitosan komersil (Sigma-Aldrich, St.Louis, MO, USA), pH meter (Hanna HI98107), kertas saring (Cytiva), $KMnO_4$ (PK), asam oksalat (AGL. Chemical). Timbangan digital (ACIS BC-500, kapasitas-500 g x 0,1 g), blender (Cosmos CB-282P), *magnetic stirrer* (Lab Tech), krus porselin (Germany medium form, 20 ml L79MF/7A), oven (Memert UN 30), *particle size analyzer* (Horiba S-Z 100), spektrofotometer infra-merah Shimadzu IRPrestige-21, spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UVmini-1240), *muffle furnace*

(Thermolyne Termo Scientific), thermometer, neraca analitik kapasitas 220g *readability* 0,0001 (Ohaus), *Moisture balance* (Radwag MAC 50 kapasitas 50 g, d 1 mg).

Prosedur Penelitian

Isolasi Kitosan Cangkang Pupa Black Soldier Fly (BSF)

Cangkang pupa BSF disortasi, dihaluskan, dan diayak dengan ayakan 50 mesh. Isolasi kitosan dari cangkang pupa BSF melalui tahap demineralisasi, sebanyak 500,0 g cangkang pupa BSF direndam dengan HCl 3M 1:10 (b/v) selama 36 jam pada suhu ruang (25-30°C), dicuci dengan akuades di atas kertas saring hingga pH netral dan dikeringkan. Tahap deproteinasi, residu direndam NaOH 2M 1:10 (b/v) selama 36 jam pada suhu ruang. Tahap depigmentasi, residu bebas mineral dan protein direndam KMnO_4 2% 1:10 (b/v) selama 2 jam, lalu direndam asam oksalat 2% 1:10 (b/v) selama 2 jam. Partikel yang dihasilkan disebut kitin. Tahap deasetilasi, kitin yang diperoleh ditambahkan NaOH 50% 1:10 (b/v), diaduk dan dipanaskan pada suhu 80°C selama 12 jam menggunakan *magnetic stirrer*, padatan yang didapat dicuci dengan ditambahkan akuades di atas kertas saring, lakukan secara berulang. Kitosan yang telah dicuci dicek pH menggunakan pH meter hingga didapatkan pH yang netral dan dikeringkan pada suhu 60°C dalam oven (Nurhikmawati, 2014).

Karakterisasi Kitosan

Uji Kadar Air

Sebanyak 1-2 g kitosan diletakkan secara menyebar dalam pan diuji kadar air dengan suhu 105°C, kadar air diperoleh apabila telah mencapai bobot konstan. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan (Kurniasih, 2011).

Uji Kadar Abu

Dipanaskan krus porselin dalam oven suhu 105°C selama 30 menit. Timbang krus porselin dan kitosan, pijarkan sampel dalam tanur suhu 800°C selama 3 jam dinginkan dalam desikator dan ditimbang (Kurniasih, 2011).

Perhitungan Derajat Deasetilasi (DD)

Derajat deasetilasi kitosan metode spektrofotometer UV-Vis, sebanyak 3,0 mg kitosan dilarutkan dalam 0,1 M HCl 50 mL, diukur absorbansi pada panjang gelombang 201 nm. Derajat deasetilasi dihitung berdasarkan persamaan (Tanasale, 2016):

$$DA = \frac{161,1 AV - 0,0128M}{3,3615M - 41,1 AV} \dots\dots\dots (1)$$

$$DD = (1-DA) 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

DD = Derajat Deasetilasi

A = Absorbansi

DA = Derajat Asetilasi

M = Berat Kitosan (mg)

V = Volume larutan kitosan (L)

Analisis Gugus Fungsi

Kitosan digerus dengan KBr dan dicetak menjadi pellet yang transparan. Pellet diletakkan dalam sampel *holder* dan dianalisis dengan FTIR pada panjang gelombang 4000-500 cm^{-1} (Kanto, 2019).

Kadar Nitrogen

Destruksi kitosan cangkang pupa BSF dengan H_2SO_4 pekat dan CuSO_4 dalam labu kjedhal. Tahap selanjutnya destilasi NaOH 30%. Hasil destilasi ditampung dalam erlenmeyer berisi HCl 0,1 N dan indikator metil merah. Destilat dititrasi dengan NaOH 0,1 N yang telah distandarisasi dengan asam oksalat 0,1 N hingga mencapai TAT yang ditandai perubahan

warna merah muda. Lakukan prosedur yang sama pada larutan blanko. Tahap ini dilakukan sebanyak tiga kali (Natalia, 2021).

Pembuatan Nanopartikel Kitosan

Larutkan kitosan cangkang pupa BSF 0,1% dalam asam asetat 1% 50 mL dengan *magnetic stirrer*. Tambahkan Na TPP 0,1% dengan rasio 5:1 kitosan:TPP tetes demi tetes sambil diaduk dengan *magnetic stirrer* 1200 rpm selama 2 jam hingga terbentuk suspensi nanopartikel (Nadia, 2014).

Karakterisasi Nanopartikel Kitosan

Pemeriksaan Ukuran Partikel

Suspensi nanopartikel kitosan sebanyak 5 mL diteteskan pada lensa identifikasi instrumen PSA hingga terdapat data informasi ukuran dan sebaran distribusi ukuran pada layar monitor instrumen PSA (Yang, 2014).

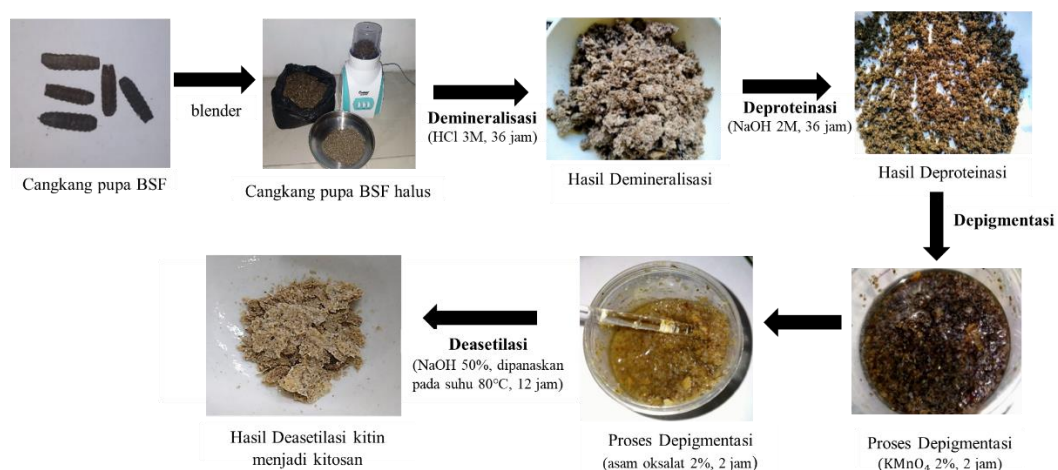
HASIL DAN PEMBAHASAN

Determinasi Lalat Black Soldier Fly (BSF)

Determinasi bertujuan memberikan penegasan bahwa sampel hewan yang akan diambil bagiannya merupakan bagian dari lalat BSF. Sampel lalat BSF diperoleh dari PT Biomagg Sinergi Internasional. Determinasi lalat BSF (*Hermetia illucens*) dilakukan di Laboratorium Fakultas Biologi Universitas Sebelas Maret, hasil determinasi menunjukkan bahwa sampel merupakan lalat BSF (*Black Soldier Fly*) dengan nama latin *Hermetia illucens* Nomor Surat Hasil Determinasi 030/UN.27.9.4/Lab2022.

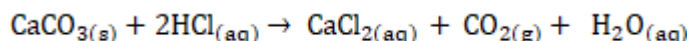
Isolasi Kitosan

Kitosan cangkang pupa lalat BSF diisolasi melalui demineralisasi, deproteinasi, depigmentasi, dan deasetilasi. Proses isolasi kitosan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses isolasi kitosan dari cangkang pupa lalat BSF

Demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan kandungan mineral dengan perendaman HCl. Pelarutan HCl 3M dapat melarutkan mineral membentuk garam klorida (Handayani, 2018). Pemisahan mineral ditandai dengan timbul gelembung yang mudah hilang. Gelembung tersebut merupakan gas CO_2 dan H_2O hasil reaksi pemisahan mineral (Wahyuni, 2021). Demineralisasi timbul 3 lapisan yaitu endapan cangkang pupa berwarna coklat kehitaman, endapan putih halus, dan fase cair pelarut. Hal tersebut merupakan salah satu tanda pemisahan mineral, sesuai dengan penelitian Agustina (2015) demineralisasi meninggalkan kalsium endapan putih. Berikut merupakan persamaan reaksi demineralisasi (Kurniasih, 2011):



Setiap tahapan isolasi dilakukan pencucian residu di atas kertas saring hingga pH netral, hal tersebut bertujuan menghilangkan sisa pelarut, mencegah kerusakan kitin akibat perbedaan pH yang ekstrim (Wahyuni, 2020).

Deproteinasi bertujuan untuk menghilangkan protein dengan perendaman NaOH 2 M. Pemilihan pelarut NaOH dikarenakan protein larut dalam suasana basa sehingga protein terikat secara kovalen pada gugus kitin akan terlepas (Agustina, 2015). Pada proses deproteinasi terjadi ikatan antara Na^+ dan protein membentuk ion Na-proteinat sehingga protein dapat terpisah terbawa oleh pelarut ditandai perubahan menjadi larutan kental berwarna coklat kemerahan (Handayani, 2018). Depigmentasi kitin dilakukan dengan mereduksi pigmen kitosan dengan memutus ikatan konjugasi molekul zat warna sehingga menyebabkan perubahan warna menjadi putih-coklat muda (Diansari, 2018).

Deasetilasi merupakan tahap yang paling penting dalam pengubahan kitin menjadi kitosan. Deasetilasi dilakukan dengan penambahan basa kuat NaOH 50% (1:10) b/v suhu 80°C selama 12 jam. Kitosan terbentuk akibat adanya hidrolisis amida oleh basa, adisi $-\text{OH}$ pada asetamida ($-\text{NHCOOH}$) melepaskan gugus asetil COCH_3 yang meninggalkan gugus amina pada kitosan. Pelepasan gugus asetil dipengaruhi oleh tingginya konsentrasi NaOH, lama pemanasan dan suhu pemanasan yang dapat meningkatkan reaktifitas sehingga berpengaruh terhadap besarnya derajat deasetilasi kitosan cangkang pupa BSF (Tobing, 2011).

Karakterisasi Kitosan

Rendemen Kitosan

Hasil perhitungan rendemen dapat dilihat pada Tabel I, berikut:

Tabel I. Rendemen Kitosan

Berat Awal Cangkang Pupa BSF	Berat Kitosan	Persen Rendemen
150 g	17,9 g	11,93 % (b/b)

Tabel I menunjukkan rendemen hasil isolasi kitosan cangkang pupa BSF sebanyak 11,93% (b/b). Rendemen yang dihasilkan lebih besar dari penelitian Wahyuni (2020) yaitu 3,11%-5,78%. Besarnya rendemen dapat dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi perbandingan pelarut deasetilasi. Pada penelitian Wahyuni (2020) digunakan konsentrasi NaOH 50% pada deasetilasi perbandingan 1:30 (b/v), sedangkan pada penelitian ini digunakan konsentrasi NaOH 50% perbandingan 1:10 (b/v). Hal tersebut menandakan terdapat pengaruh jumlah ketersediaan NaOH yang lebih sedikit untuk melepaskan sisa protein yang masih tertinggal dan jumlah gugus asetil yang terlepas sehingga rendemen yang dihasilkan lebih besar.

Organoleptis Kitosan

Hasil isolasi kitosan cangkang pupa BSF dapat dilihat pada Gambar 3. Perbandingan uji organoleptis dapat dilihat pada Tabel II berikut ini :



Gambar 3. Kitosan cangkang pupa lalat BSF

Tabel II. Uji Organoleptis

Parameter	Organoleptis Kitosan	Standar SNI No.7949-2013
Bentuk	Serpihan serbuk	Serbuk-serpihan
Warna	Putih-coklat muda	Putih- coklat muda
Bau	Tidak Berbau	-

Hasil perbandingan uji organoleptis menunjukkan bahwa kitosan dari cangkang pupa BSF memenuhi parameter standar mutu kitosan SNI No.7949-2013 berwarna putih-coklat muda, berbentuk serpihan hingga serbuk halus. Perbedaan hasil penampakan fisik dan warna dari kitosan dapat dipengaruhi oleh suhu dan garam organik yang masih tertinggal pada proses isolasi (Cahyono, 2018).

Berikut merupakan hasil karakterisasi kitosan dari cangkang pupa *Black Soldier Fly*:

Tabel III. Hasil Karakterisasi Kitosan Menurut SNI No.7949-2013

No	Parameter	Hasil Uji	SNI No.7949-2013
1.	Organoleptis	Warna: Putih-coklat muda Bentuk: Serpihan serbuk	Warna: Putih – coklat muda Bentuk: Serpihan serbuk
2.	Kadar Air	6,683% $\pm$ 0,001	$\leq 12\%$
3.	Kadar Abu	0,330% $\pm$ 0,102	$\leq 5\%$
4.	Kadar N total	4,091% $\pm$ 0,008	$\leq 5\%$
5.	Derajat Deasetilasi	94,410 % $\pm$ 0,093	$\geq 75\%$

Tabel III menunjukkan hasil karakterisasi kitosan cangkang pupa lalat BSF dari semua parameter memenuhi standar mutu kitosan menurut SNI No.7949-2013. Organoleptis berwarna putih–coklat muda, memiliki kadar air 0,683% $\leq 12\%$, kadar abu 0,33% $\leq 5\%$, kadar Nitrogen total 4,091% $\leq 5\%$, DD 94,41% $\geq 75\%$.

Kadar Air

Pemeriksaan kadar air dilakukan untuk mengontrol besarnya kandungan air dalam kitosan setelah proses pengeringan. Tabel III menunjukkan bahwa besarnya kadar air pada kitosan hasil isolasi dari cangkang pupa BSF telah memenuhi standar mutu kitosan SNI No.7949-2013 yaitu $\leq 12\%$. Pemeriksaan kadar air dalam kitosan merupakan parameter yang harus dipenuhi dalam standar mutu kitosan, karena kadar air berkaitan erat dengan proses metabolisme yang terjadi selama penyimpanan kitosan seperti aktivitas enzim, aktivitas mikroba, dan timbulnya bau ketengikan akibat adanya aktivitas kimiawi non enzimatis sehingga dapat menimbulkan perubahan mutu kitosan dan penampakan fisik kitosan. Menurut Nadia (2014) proses pengeringan, lama pengeringan, jumlah kitosan, luas tempat pengeringan, sarana pengeringan mempengaruhi besarnya kadar air dan keberhasilan pengeringan kitosan.

Kadar Abu

Pengujian kadar abu dilakukan untuk mengetahui kandungan mineral yang terkandung pada kitosan. Hasil pemeriksaan kadar abu pada Tabel III diperoleh rata-rata 0,33% $\pm$ 0,102 $\leq 5\%$, besarnya kadar abu telah memenuhi standar mutu kitosan SNI No.7949-2013. Jumlah kadar abu dapat mempengaruhi pelarutan dan produk akhir kitosan (Nadia, 2014). Kadar abu merupakan indikator untuk mengetahui kandungan mineral yang tertinggal pada kitosan pada proses isolasi yang sempurna pada tahap demineralisasi, deproteinasi, depigmentasi dan deasetilasi sehingga meninggalkan garam-garam anorganik setelah pembakaran tanur suhu 800°C berbentuk partikel abu yang tertinggal (Yanti, 2018). Kadar abu juga dapat dipengaruhi oleh lingkungan hidup spesimen, perbedaan kondisi isolasi dan pengujian (Natalia, 2021).

Kadar Nitrogen

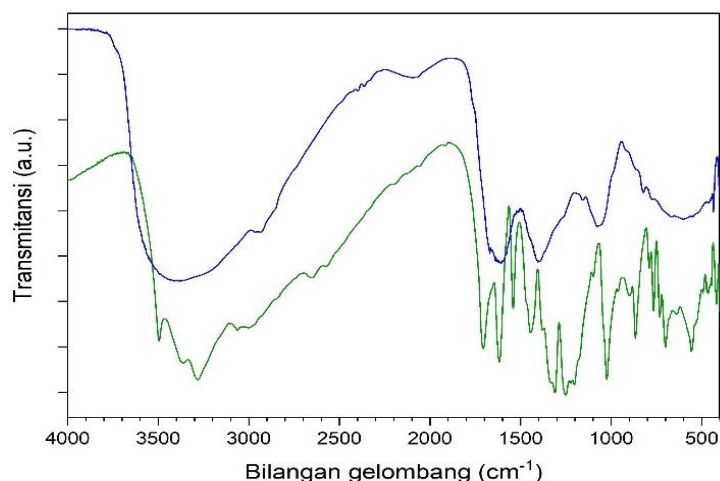
Pemeriksaan kadar N merupakan gambaran dari proses deproteinasi (Natalia,2021). Tabel III diperoleh kadar nitrogen total 4,096%-4,082%, memenuhi standar mutu kitosan SNI No.7949-2013 $\leq 5\%$. Penelitian Nadia (2014) kadar N yang diperoleh 4,03%, penelitian Cahyono (2018) memperoleh kadar N 2,20%. Perbedaan kadar N menandakan bahwa pada deproteinasi belum berjalan secara maksimal sehingga terdapat rantai asam amino utuh dan tidak terdenaturasi dengan baik (Cahyono, 2018). Semakin tinggi kadar nitrogen dapat menurunkan kualitas kitosan.

Derajat Deasetilasi (DD)

Derajat deasetilasi merupakan gambaran keberhasilan proses deasetilasi kitin menjadi kitosan dengan menghitung gugus asetil yang lepas dari amida. Metode pemeriksaan DD dengan spektrofotometri UV-Vis memiliki keunggulan yaitu sensitivitas tinggi (Tanasale, 2010). Gugus kitosan dapat dianalisis pada panjang gelombang 201 nm adalah yaitu gugus kromofor N-Asetil glukosamin dan glukosamin. Tabel III menunjukkan bahwa hasil DD kitosan cangkang pupa BSF sebesar 83,59%-99,83%, hasil tersebut menunjukkan kitosan memenuhi standar mutu SNI No.7949-2013 yaitu $\geq 75\%$. Menurut Natalia (2021), nilai DD 40%-100% dapat dikatakan kitosan. Semakin tinggi DD, maka semakin baik mutu kitosan (Wahyuni, 2020). Banyaknya gugus asetil dapat menurunkan kualitas kitosan (Yanti, 2018). Menurut Kanto (2019) besarnya DD dipengaruhi oleh lama dan suhu deasetilasi semakin tinggi suhu meningkatkan gerak antar molekul sehingga laju reaksi pemutusan reaksi gugus asetil berjalan semakin cepat.

Gugus Fungsi Kitosan BSF dan Kitosan Komersil

Analisis gugus fungsi pada kitosan bertujuan untuk memastikan bahwa terbentuk kitosan dari cangkang pupa BSF dengan membandingkan dengan vibrasi kitosan komersil. Spektra kitosan komersil dan spektra kitosan cangkang pupa BSF dapat dilihat pada Gambar 4. Penafsiran bilangan gelombang spektra kitosan dapat dilihat pada Tabel IV berikut:



Gambar 4. Spektra kitosan komersil (hijau) dan kitosan cangkang pupa lalat BSF (biru)

Analisis spektra FTIR kitosan cangkang pupa BSF pada bilangan gelombang 3443,08 cm^{-1} dan kitosan komersil pada 3443,12 cm^{-1} terjadi tumpang tindih antara vibrasi O-H dan N-H. Gugus OH berasal dari posisi C3 dan C5, sedangkan gugus N-H berasal dari posisi C2. Adanya perbedaan pola serapan antara kitosan komersil dengan kitosan hasil isolasi pada 3000-3600 cm^{-1} dapat disebabkan kondisi kitosan hasil isolasi mengandung lebih banyak air, sehingga serapan vibrasi O-H lebih dominan dibandingkan serapan -NH. Vibrasi peregangan bilangan gelombang 1628,98 cm^{-1} dan 1642,46 cm^{-1} pada kitosan

komersil menunjukkan adanya vibrasi (-C=O) amida sekunder, $2926,14 \text{ cm}^{-1}$ kitosan BSF dan $2929,03 \text{ cm}^{-1}$ pada kitosan komersil (C-H metilen), $1069,57 \text{ cm}^{-1}$ angka bilangan vibrasi kitosan BSF dan $1068,61 \text{ cm}^{-1}$ angka bilangan pada kitosan komersil menunjukkan adanya gugus (-C-O-C) (Matheis,2016; Wahyuni, 2021).

Analisis spektra FTIR pada kitosan hasil isolasi menunjukkan terbentuknya kitosan ditandai dengan munculnya vibrasi C=O dan O-H tumpang tindih NH. Semakin tinggi suhu deasetilasi semakin cepat reaksi pengubahan kitin menjadi kitosan, karena terjadi pelemahan ikatan antar molekul akibat panas yang menyebabkan gerak antar molekul semakin cepat. Gugus -OH dari NaOH beradisi dengan NHCOCH_3 kitin, sehingga mengeliminasi gugus asetil menghasilkan amina bebas akan berikatan menjadi amida (Wahyuni, 2021).

Tabel IV. Panjang Gelombang Kitosan Berbasis Cangkang Pupa BSF dan Kitosan Komersil

No	Gugus fungsi (cm^{-1})	Bilangan gelombang (cm^{-1})	
		Kitosan Komersil	Kitosan BSF
1	(vb) O-H tumpang tindih N-H, (3300-3500) (vs) N-H (3200-3600)	3442,12	3443,08
2	(vb) C-H alifatik (3000-2840)	2929,03	2926,14
3	(vs) C-H aromatik (2000-2400)	2376,4; 2316,61	2378,33; 1988,69
4	(v) C=O amida sekunder (1670-1640)	1642,46	1626,95
5	(v) C=O protonasi amida sekunder (1400-1600)	1439,92	1560,48; 1432,21
6	(v) C-H (1450-1375)	1315,51	1376,27; 1315,51
7	(vs) C-O (1300-1000)	1249,93; 1151,55	1254,75; 1156,37
8	(v) C-O-C (1077-1132)	1068,61; 1029,07	1069,57; 1021,35
9	ω Beta-1,4-glikosidik (854,97-897)	876,68	894,04

Keterangan : v : vibrasi peregangan, vs : vibrasi peregangan simetris, vb : vibrasi pembengkokan, ω : vibrasi ulur

Pemeriksaan Nanopartikel Kitosan Cangkang Pupa Lalat BSF

Pembuatan nanopartikel kitosan BSF dilakukan berdasarkan metode yang telah dilakukan Nadia (2014). Modifikasi nanopartikel memperkecil ukuran untuk meningkatkan efektivitas obat. Nanopartikel adalah struktur koloid berukuran 1-1000 nm (Nita, 2018). Proses formulasi nanopartikel kitosan BSF metode gelasi ionik menggunakan *magnetic stirrer*, keuntungan penggunaan *magnetic stirrer* membantu kontrol kecepatan pengadukan secara merata dan konstan yang dapat menghasilkan partikel-partikel yang homogen, stabil dan tidak terjadi aglomerasi (Nadia, 2014). Nanopartikel diukur kejernihan sistem dispersi secara kuantitatif spektrofotometer UV-Vis γ 650 nm dan periksa persentase transmitan. Hasil pengukuran persentase transmitan dapat dilihat pada Tabel V yaitu menghasilkan 94,59-95,57% penampakan larutan yang jernih dan transparan. Semakin tinggi nilai persen transmitan menunjukkan semakin jernih larutan yang menunjukkan ukuran partikel semakin kecil yaitu persentase transmitan mendekati 100% yang menandakan bahwa cahaya tidak terhalangi dan tidak terserap oleh sampel (Perdana, 2007). Berikut merupakan hasil pemeriksaan persentase transmitan:

Tabel V. Persentase Transmittansi

Replikasi	Transmittansi (%)
I	94,59
II	95,48
III	95,57
Rata-rata	$95,15 \pm 0,46$

Pengamatan Ukuran Partikel

Hasil pengujian ukuran rata-rata nanopartikel yang didapat yaitu 495,7 nm, ukuran tersebut menunjukkan terbentuknya ukuran nanopartikel dalam range 1-1000 nm (Nadia, 2014). Pemeriksaan ukuran partikel merupakan karakteristik paling penting pada sediaan nanopartikel karena ukuran molekul menentukan distribusi *in vivo*, toksisitas, pelepasan obat dan kemampuan *targetting* dari sistem nanopartikel (Laili, 2014). Polidispersitas indeks (PDI) nanopartikel adalah 0,558-0,596. PDI menunjukkan gambaran distribusi ukuran nanopartikel. Menurut Laili (2014), polidispersitas indeks 0,01 sampai 0,5-0,7 adalah monodispers, PDI >0,7 masuk kategori polidispersi ukuran yang luas. Hasil data polidispersitas indeks formula nanopartikel kitosan masuk rentang monodispers persebaran ukuran homogen. Hasil uji PSA dapat dilihat pada Tabel VI berikut:

Tabel VI. Hasil Pengujian PSA

Replikasi	Ukuran Nanopartikel (nm)	Polidispersitas indeks
I	452,30	0,596
II	499,70	0,558
III	535,10	0,500
Rata-rata	495,70 $\pm$ 41,54	0,551 $\pm$ 0,048

KESIMPULAN

Kitosan yang diekstraksi dari cangkang pupa lalat BSF (*Hermetia Illucens*) memenuhi SNI kitosan No.7949-2013 yaitu uji organoleptis, kadar air, kadar abu, kadar nitrogen dan derajat deasetilasi. Karakterisasi nanopartikel terbentuk ukuran rata-rata 495,7 $\pm$ 41,54 nm, PDI 0,551 $\pm$ 0,048 menunjukkan bahwa formula nanopartikel berukuran nanometer dengan persebaran ukuran homogen/seragam.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S., Swantara I. M. D., Suartha i. N. 2015. Isolasi Kitin, Karakterisasi dan Sintesis Kitosan dari Kulit Udang. *Jurnal Kimia*, 9 (2), Juli 2015: 271–278.
- Amandanisa A. 2020. Kajian Nutrisi dan Budidaya Manggot (*Hermetia illucens* L.) Sebagai Alternatif Pakan Ikan di RT 02 Desa Purwasari, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 2(5), 796–804.
- Cahyono, E. 2018 Karakteristik Kitosan dari Limbah Cangkang Udang Windu (*Panaeus monodon*). *Jurnal Akuatika Indonesia*, ISSN:2528-052X, Vol. 3, (2) September 2018 : 96-102.
- Cakasana, N. 2014. Aktivitas Antioksidan Simping *Amusium* sp, *Jurnal of Marine Research*, 3.4, 395–404.
- Diansari, V. 2019. Perbandingan Efektivitas Perubahan Warna Gigi setelah Aplikasi Pir Hijau (*Pyrus communis*) dengan Karbamida Peroksida 16%, Sebagai Bahan *Home Blecing*. *Jurnal of Syiar kali Dentistry Society*, Vol. 4 (1): 10-11.
- Handayani, L. Faisal, S. Yayuk, A. 2018. Utilization and Characterization of Oyster Shell as Chitosan and Nanochitosan. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, Vol. 21 (4) : 224-231.
- Irianto, H., E., & Muljanah., I. 2011. Proses dan Aplikasi Nanopartikel Kitosan Sebagai Penghantar Obat. *Squalen: Buletin Pasca Panen Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 1–8.
- Kanto, D., A., R., Permana, Agus, D., & Hertadi, R. 2019. Extraction and Characterization of Chitin and Chitosan from Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, Vol.10 (1) : 23–32.
- Kurniasih, M., & Kartika, D. 2011. Sintesis dan Karakterisasi Fisika-Kimia Kitosan. *Jurnal Inovasi*, 5(1), 42–48.

- Laili, H. N., Winarti, L., dan Sari, L. O. R. K. 2014. Preparasi dan Karakterisasi Nanopartikel Kitosan-Narigenin dengan Variasi Rasio Massa Kitosan-Natrium Tripolifosfat, *e-Jurnal Pustaka Kesehatan*, Vol. 2 (2) Mei 2014.
- Li, Q., Zheng, L., Cai, H., Garza, E., Yu, Z., & Zhou, S. 2011. From Organic Waste to Biodiesel: *Black Soldier Fly, Hermetia Illucens*, Makes It Feasible. *Fuel*, Vol 90 (4), 15451548.
- Matheis F.J.D.P. Tanasale. 2010. Kitosan Derajat Deasetilasi Tinggi Proses dan Karakterisasi, *Seminar Nasional Basic Science II*. 2 Juli 2010.
- Nadia, L., Suptijah, P., & Ibrahim, B. 2014. Produksi dan Karakterisasi Nano Kitosan Cangkang Udang Windu dengan Metode Gelasi Ionik, *JPHPI* Vol. 17 (2).
- Natalia, D.A., Niken D., Fera Rosita D. 2021. Produksi Kitosan dari Cangkang Rajungan (*Portunus* sp.) Pada Suhu Ruang. *JPHI*. Volume 24. Nomor 3 hlm. 301-309.
- Nita Z, A. Nurjannah E., Ahlina D. N., Budliyati E. 2018. Karakterisasi Nano Kitosan dari Cangkang Kerang Hijau dengan Metode Gelasi Ionik. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, Vol. 2 (2), Oktober 2018: 106-111, ISSN 2407-8476.
- Nurhikmawati, F., Manurung, M., & Laksmiwati, A. A. I. A. M. 2014 Penggunaan Kitosan dari Limbah Kulit Udang Sebagai Inhibitor Keasaman Tuak. *Jurnal Kimia*, Vol. 8 (2), 191–197.
- Perdana, D. 2007. Pengembangan Awal Sistem Pembawa Polimerik Berbasis Nanopartikel. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Tanasale, M. Killay A. 2012. Kitosan dari Limbah Kulit Kepiting Rajungan (*Portunus sanginolentus* L.) Sebagai Adsorben Zat Warna Biru. *Jurnal Nature Indonesia*, Vol. 14 (1), 165-171.
- Tobing, M. T. L., Prasetya, N. B. A., & Khabibi. 2011. Peningkatan Derajat Deasetilasi Kitosan dari Cangkang Rajungan dengan Variasi Konsentrasi NaOH dan Lama Perendaman. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, Vol. 14, (3), 83-88, Dec. 2011.
- Triunfo, M., Tafi, E., Guarnieri, A., Scieuzo, C., Hahn, T., Zibek, S., Salvia, R., Falabella, P., Morganti, P., & Coltelli, M. B. 2021. Cosmetics Insect Chitin-Based Nanomaterials for Innovative Cosmetics and Cosmeceuticals, *Cosmetics*, Vol. 8 (40) : 2–20.
- Utami, N., Istiningrum, R. B., Rusdiarso, B., & Nuryono, N. 2021. Recovery of Au(III) from Gold Mining Rock with Silica/Chitosan Coated on Iron Sand Magnetic Material. *Key Engineering Materials*, 884, 90–97.
- Wahyuni, S., Selvina, R., Fauziyah, R., Prakoso, H. T., Priyono, P., & Siswanto, S. 2020 Optimasi Suhu dan Waktu Deasetilasi Kitin Berbasis Selongsong Maggot (*Hermetia ilucens*) menjadi Kitosan, *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, Vol.25 (3), 373–381.
- Wahyuni, S., Selvina, R., Puspita, P.J., Prakoso, H. T., Priyono, P., & Siswanto, S. 2021 Isolasi, Karakterisasi, dan Aplikasi Kitosan Berbasis Limbah Selongsong Maggot (*Black Soldier Fly*) Sebagai *Edible Coating* pada Buah Anggur Merah (*Vitis vinifera*), *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, Vol. 25 (3), 1 Juni 2021: 45-56.
- Yang, M. H., Yuan, S. S., Huang, Y. F., Lin, P. C., Lu, C. Y., Chung, T. W., & Tyan, Y. C. 2014. A proteomic View to Characterize the Effect of Chitosan Nanoparticle to Hepatic Cells: Is Chitosan Nanoparticle an Enhancer of PI3K/AKT1/mTOR Pathway, *BioMed Research International*, 2014.
- Yanti, R., Drastinawati, & Yusnimar. 2018. Sintesis Kitosan dari Limbah Cangkang Kepiting dengan Variasi Suhu dan Waktu pada Proses Deaseilas, *Jom FTENIK*, Vol.5 (2) : 1-7.