

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini terdiri dari dua tahapan yaitu tahap deproteinasi kitin dan tahap deasetilasi kitosan. kedua tahapan tersebut dilakukan untuk memperoleh kitosan berbahan baku jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) menggunakan teknologi yang sederhana, singkat dan ramah lingkungan. Bahan baku berupa serbuk jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) diperoleh dari produsen jamur di daerah Yogyakarta yang dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Serbuk Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*)

### **4.1 Perbandingan Metode Reaksi Terhadap Karakterisasi Kitosan**

Hasil kitosan yang diperoleh dari ekstraksi konvensional dan ekstraksi *Microwave Assisted Extraction* (MAE) setelah melalui proses penghalusan dapat dilihat pada gambar 4.2.



a. Microwave                      b.konvensional

**Gambar 4.2.** Kitosan ekstraksi konvensional dan ekstraksi *Microwave Assisted Extraction* (MAE)

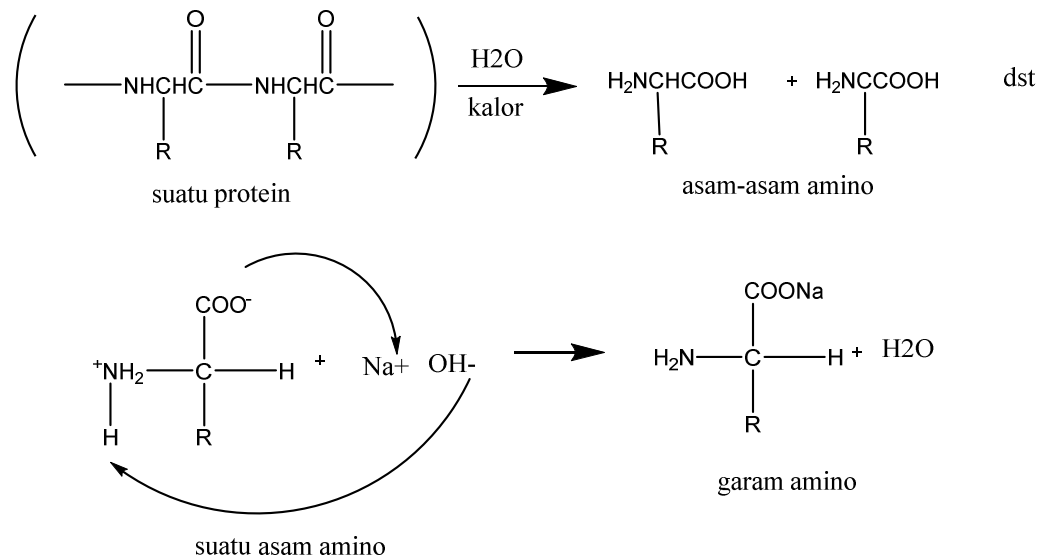
Adapun perbedaan dari kitosan yang dihasilkan dengan kitosan komersial secara umum dapat dilihat pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Perbedaan Kitosan Hasil Penelitian dengan Kitosan Komersial

NO	KITOSAN	PERBEDAAN
1.	Kitosan Hasil Penelitian	Warna : coklat muda Bentuk : Serbuk halus Kadar air : 1,5% % DD : 71,09 %
2.	Kitosan Komersial	Warna : putih sampai kuning muda Bentuk : Serbuk halus (80 mesh) Kadar air : <10% % DD : >70%

Dalam sintesa kitosan berbahan baku jamur tiram ini, dimulai dengan tahap deproteinasi menggunakan larutan NaOH 0,5 M menghasilkan larutan berwarna coklat pekat, hal tersebut mengindikasikan telah terjadi pemutusan protein yang terdapat dalam sampel. Hasil ini sesuai dengan Nurmala (2018) yang mensintesa kitosan dari cangkang rajungan dimana larutan dari proses deproteinasi akan berubah warna menjadi kemerahan dan mengental dikarenakan

protein dalam kitin terlepas dan berikatan dengan ion  $\text{Na}^+$  membentuk natrium proteinat. Mekanisme reaksi yang terbentuk selama proses deproteinasi dapat dilihat pada gambar 4.3.

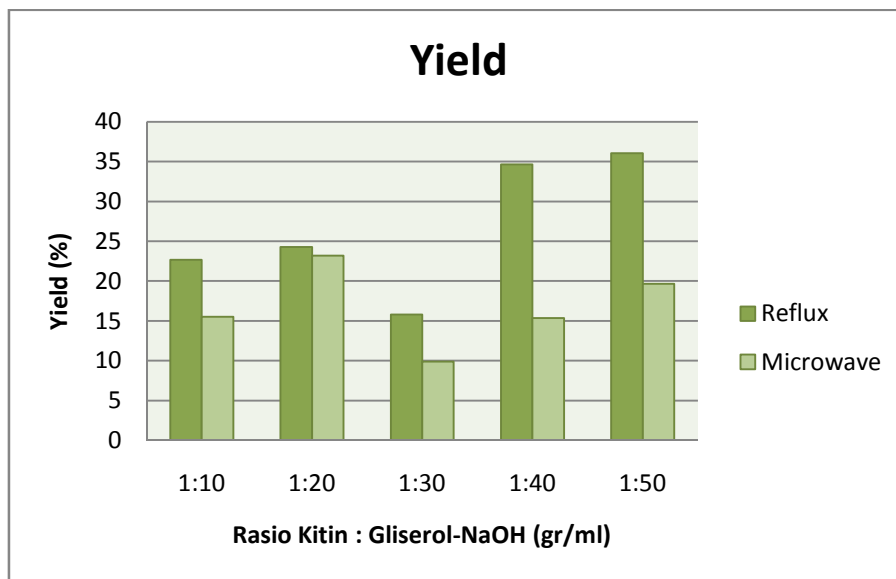


**Gambar 4.3** mekanisme reaksi deproteinasi

Pada gambar 4.2 dapat dilihat kitosan yang dihasilkan setelah proses deasetilasi berwarna coklat muda. Setelah proses deasetilasi kitosan akan berwarna lebih cerah karena kandungan pigmen dan mineralnya sudah berkurang. Perubahan warna ini disebabkan karena kandungan pigmen karotenoid yang kurang stabil dalam pH rendah maupun larutan asam (Sikorski, 2007).

#### 4.2 Pengaruh Metode Reaksi terhadap Perolehan Yield Kitosan

Perolehan yield kitosan pada semua variasi rasio kitin terhadap pelarut disajikan pada gambar 4.4.



**Gambar 4.4** Grafik Pengaruh Rasio Terhadap % Yield Kitosan

Pada gambar 4.4 dapat dilihat bahwa rata-rata perolehan yield untuk metode microwave adalah 9-23% dan untuk metode konvensional 15-36%, hasil ini sesuai dengan kandungan kitin teoritis yang umumnya terkandung dalam jamur. Kandungan kitin pada jamur umumnya berkisar antara 5-20%. Sedangkan dalam penelitian Tanvir (2020), kandungan kitin dalam jamur jenis tiram putih diperoleh sebesar 2,11 %. Yield yang dihasilkan dari metode microwave lebih rendah dari yield metode konvensional, hal tersebut dikarenakan pengaruh gelombang mikro yang menginisiasi pemutusan gugus asetil dengan baik sehingga akan lebih banyak molekul pelarut (NaOH) yang teradisi ke dalam molekul kitin untuk menggantikan gugus asetil. Akibatnya yield produk kitosan akan menurun dan kemurniannya akan naik.

Berdasarkan penelitian, persentase yield naik pada rasio awal, kemudian turun ke titik terendah pada rasio kitin terhadap pelarut 1:30, dan kembali naik saat rasionya ditingkatkan. Semakin besar rasio pelarut, mengindikasikan jumlah NaOH dalam larutan juga semakin tinggi. Semakin tinggi konsentrasi NaOH semakin rendah yield yang diperoleh, hal tersebut dikarenakan ion hidroksida tidak hanya berfungsi mengkatalis pada proses deasetilasi tetapi juga dipolimerisasi. Paparan gelombang mikro dalam waktu lama mempengaruhi

depolimerisasi kitosan menjadi molekul kecil yang lebih mudah larut dalam air dan hilang selama proses pencucian.

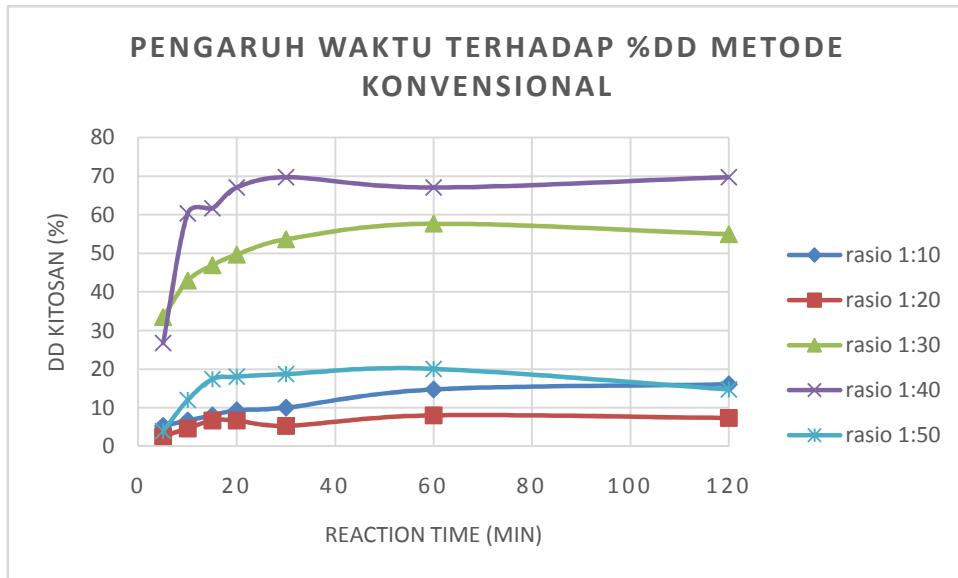
Menurut Tanasale (2010) semakin tinggi konsentrasi NaOH dan suhu yang digunakan pada proses deasetilasi, semakin tinggi pula nilai derajat deasetilasi sehingga mutu kitosan semakin tinggi pula, namun menurut Azhar et al. (2010) konsentrasi alkali dan suhu yang terlalu tinggi dapat menurunkan yield kitosan serta menyebabkan depolimerisasi dan degradasi polimer. Ukuran partikel yang cukup kecil akan memperluas permukaan bahan, sehingga makin banyak gugus asetil yang dapat diikat oleh alkali selama proses ekstraksi namun yield kitosan yang semakin kecil tetapi kualitas kitosan yang lebih baik atau lebih murni dalam hal ini sudah banyak gugus asetil yang terlepas dari polimer kitin.

Pada variasi rasio 1:30 terjadi penurunan drastis disebabkan karena adanya pembukaan pori-pori pada jamur dengan baik sehingga penyerapan NaOH pada proses deasetilasi semakin baik. sehingga pada rasio 1:30 terbka nya pori-pori jamur tiram yang mengakibatkan daya larutnya dalam NaOH semakin besar dan menjadi persentase yield nya menurun.

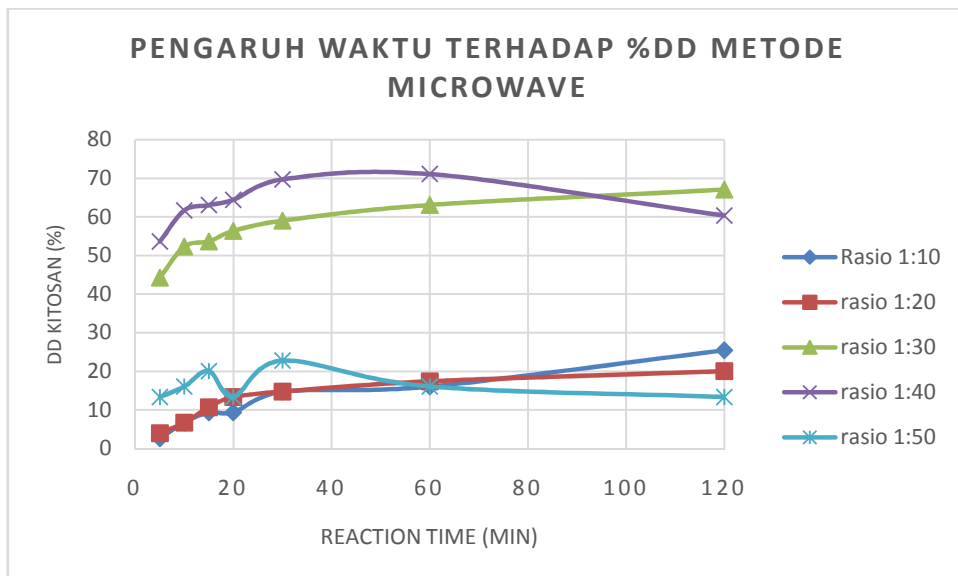
Proses pemanasan yang semakin lama akan menyebabkan semakin banyak mineral yang tereliminasi yang menyebabkan berat kitosan yang dihasilkan semakin kecil. Perolehan yield yang rendah dikarenakan persentase mineral yang cukup tinggi berkisar 10–56%. Hasil pada variasi rasio menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap yield kitosan yang diperoleh. Hasil yield yang berbeda dari masing-masing perlakuan dipengaruhi oleh kandungan utama bahan baku, tingginya kadar protein dan mineral berupa kalsium karbonat mengakibatkan yield kitosan rendah. Penggunaan metode microwave menghasilkan yield kitosan yang lebih sedikit dibandingkan hasil dari metode konvensional

### 4.3 Pengaruh Waktu Reaksi terhadap Perolehan Derajat Deasetilasi Kitosan

Perolehan derajat deasetilasi kitosan berdasarkan pengaruh waktu reaksi dapat dilihat pada gambar 4.5.



(a) Metode Konvensional



(b) Metode Microwave

**Gambar 4.5** Grafik Pengaruh Waktu Reaksi terhadap %DD

Kadar kitosan terbesar dihasilkan ketika waktu reaksi mencapai 60 menit yaitu sebesar 71,09 %. Apabila waktu ditambah menjadi 120 menit %DD kitosan malah berkurang untuk kedua metode yang digunakan. Perpanjangan waktu reaksi yang berlebihan menyebabkan penurunan efisiensi deasetilasi. Hal ini disebabkan kitosan mengalami kejenuhan dan mulai terbentuk produk lain seperti natrium asetat. Hasil tersebut sama dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Liu (2017), dimana semakin lama waktu reaksi yang digunakan maka efisiensi deasetilasi mengalami penurunan.

Tahap deasetilasi adalah proses pemutusan gugus asetil dan menggantinya dengan gugus amina berbantu alkali sebagai media pelarut. Selama proses berlangsung, lama waktu reaksi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas dari produk kitosan yang diperoleh. Semakin lama waktu reaksi yang digunakan, nilai derajat deasetilasi (DD) kitosan yang diperoleh akan semakin meningkat. Seiring bertambahnya waktu, molekul pelarut (NaOH) yang teradisi ke dalam molekul kitin akan semakin banyak sehingga menurunkan yield produk kitosan. Rendahnya yield kitosan dapat mengakibatkan peningkatan kemurnian kitosan karena gugus asetil yang terlepas dari kitin akan semakin banyak.

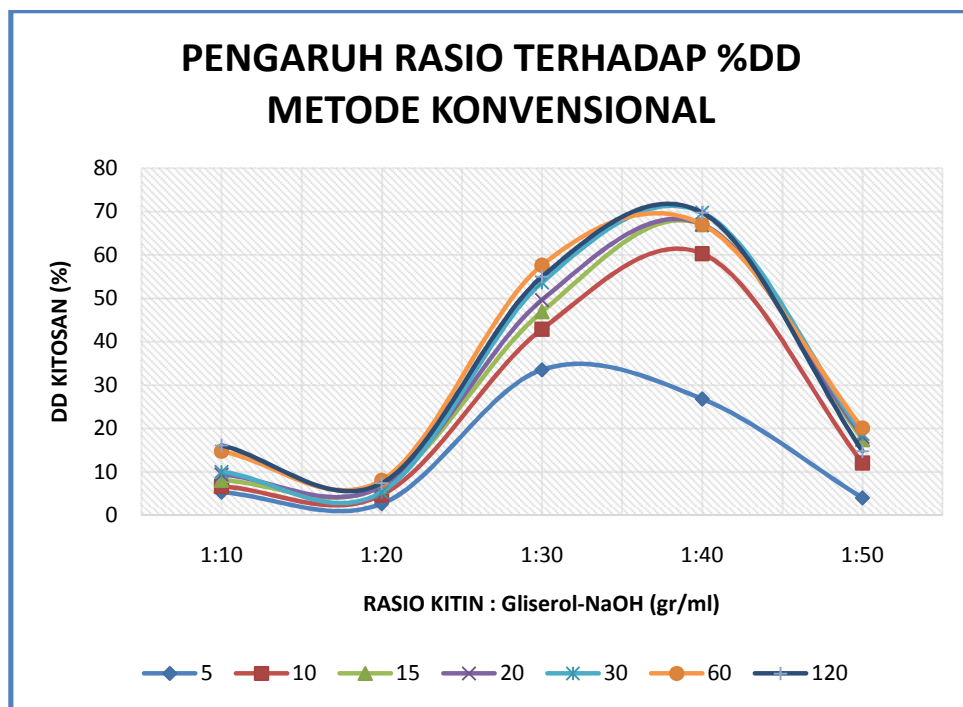
Pada dasarnya, pemutusan rantai kitosan dapat meningkatkan reaksi deasetilasi karena situs yang lebih reaktif terpapar dan memfasilitasi peningkatan DD kitosan. Namun, waktu reaksi yang terlalu singkat atau terlalu lama dapat menyebabkan proses deasetilasi tidak berlangsung sempurna, dikarenakan masih banyaknya gugus asetil pada kitin yang belum tereduksi ataupun reaksi sudah melampaui titik kesetimbangan. Deasetilasi akan berlangsung mulai dari permukaan kitin, lalu memasuki wilayah amorf dari kitin dan secara bertahap deasetilasi terjadi sampai ke wilayah kristalin kitin (Chang, et al 1997).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, waktu optimal yang digunakan untuk memperoleh kitosan dengan DD tinggi membutuhkan rentang waktu yang cukup lama untuk metode konvensional, mulai dari 3 jam (Afriani, dkk., 2017), 4 jam (Djaenudin, dkk., 2019), 6 jam (Bougueraa, F.Z, dkk., 2018) sampai 12 jam (liu, dkk., 2017). Sedangkan untuk metode dengan berbantu gelombang mikro, waktu optimal yang diperoleh yaitu selama 5 menit dengan daya sebesar 800 watt (Amri,

dkk., 2016). Sehingga dalam upaya memperoleh waktu optimal dalam penelitian ini, digunakan beberapa rentang waktu reaksi dibawah 3 jam yakni 5, 10, 15, 20, 30, 60, dan 120 menit dengan membandingkan antara metode konvensional dan microwave. Secara prinsip, penggunaan microwave akan berdampak terhadap kebutuhan waktu reaksi yang lebih singkat dibandingkan menggunakan metode konvensional. Seperti pada sample dengan variasi waktu reaksi 5 menit dan rasio 1:40 saja, peroleh DD kitosan yang dibuat secara konvensional hanya sebesar 26.83 % sedangkan peroleh DD untuk metode gelombang mikro sudah mencapai 53,65%.

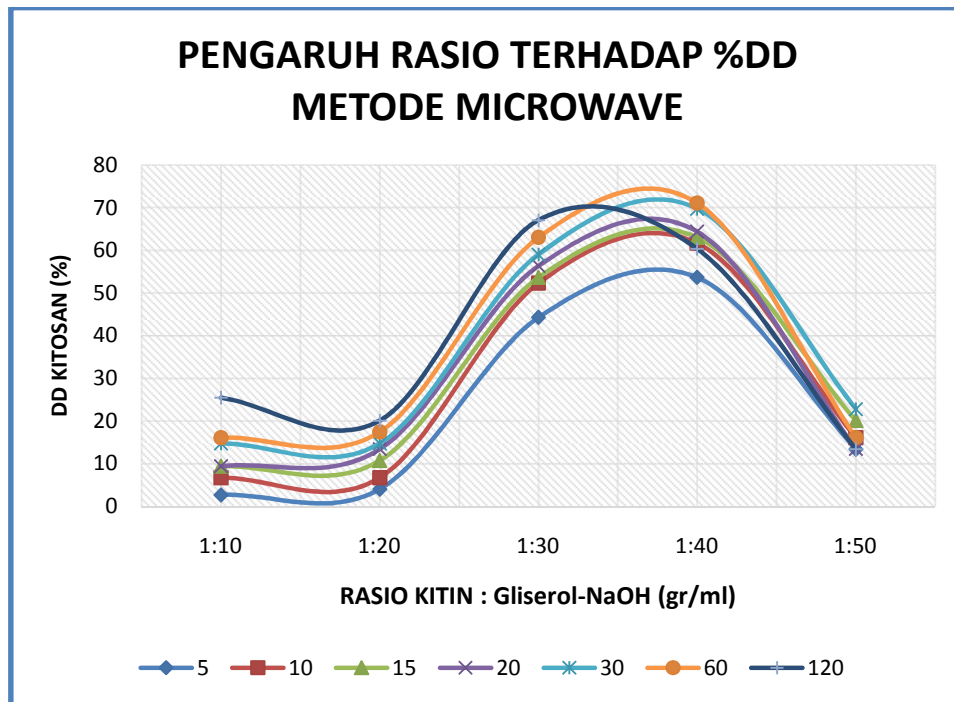
#### 4.4 Pengaruh Rasio Kitin Terhadap *Green Solvent* (Gliserol-NaOH) Terhadap Perolehan Derajat Deasetilasi Kitosan

Perolehan derajat deasetilasi kitosan berdasarkan pengaruh rasio kitin terhadap *green solvent* (Gliserol-NaOH) dapat dilihat pada gambar 4.6.



(a) Metode Konvensional





(b) Metode Microwave

**Gambar 4.6** Grafik Pengaruh Rasio Pelarut Terhadap %DD

Rasio antara bahan baku (kitin jamur tiram) dengan pelarut Kitin : Gliserol-NaOH yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1:10, 1:20, 1:30, 1:40, dan 1:50. Perbandingan komposisi Gliserol dan NaOH adalah 70% : 30 %. Sehingga, untuk men-deasetilasi 3 gr kitin dengan rasio 1:40, gliserol yang digunakan sebanyak 84 mL dan NaOH sebanyak 36 mL. NaOH berfungsi sebagai katalis untuk mempercepat proses pemutusan gugus asetil dari kitin serta menghambat polimerisasi gliserol yang dikatalis oleh NaOH pada suhu tinggi. Reaksi deasetilasi kitin sangat dipengaruhi oleh halangan sterik dari struktur kitin secara alami, sehingga menghalangi serangan OH<sup>-</sup> ke kelompok amino. Namun, peningkatan konsentrasi NaOH terus menerus dapat mengakibatkan peningkatan viskositas pelarut gliserol sehingga menyebabkan penurunan DD kitosan. Pada penelitian ini, diperoleh hasil DD kitosan meningkat dengan bertambahnya rasio pelarut, namun menurun pada rasio diatas 1:40.

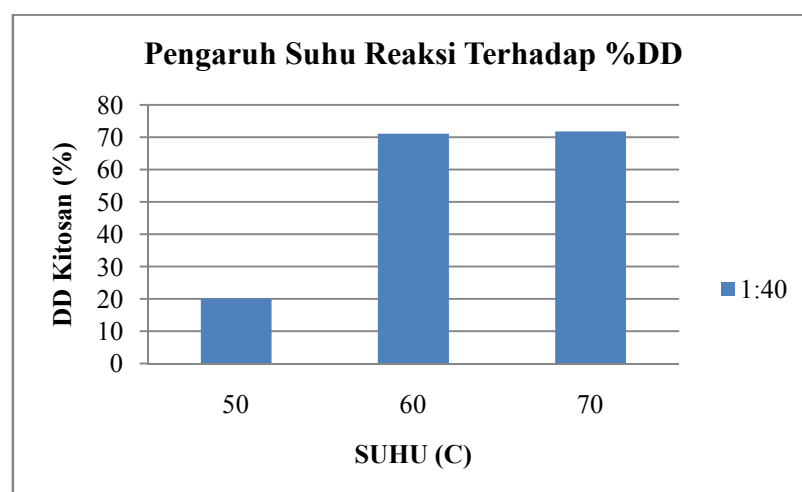
Pada penelitian ini gliserol dapat memfasilitasi proses deasetilasi kitin pada suhu 60 °C dengan perolehan DD optimal sebesar 71,09 % pada rasio 1:40. Suhu

dijaga tidak melebihi 100°C supaya tidak terjadi polimerisasi gliserol menjadi poligliserol. Dalam penelitian sebelumnya (Liu, dkk., 2017), suhu optimal reaksi masih sangat tinggi yaitu berada pada rentang 180 °C dengan waktu cukup lama yaitu 12 jam dengan rasio 1:40 dan konsentrasi NaOH 30%.Selanjutnya, dari grafik 4.5 diketahui bahwa dengan rasio 1:10 dan 1:20 DD kitosan masih sangat rendah meskipun waktunya sudah ditingkatkan hingga 120 menit. Ketika rasio dinaikan menjadi 1:30-1:40 terjadi kenaikan hasil %DD kitosan secara signifikan dan mencapai titik optimal pada variasi ini.

Perolehan %DD untuk metode mikrowave tentu lebih besar disemua variasi dikarenakan penggunaan gelombang mikro dapat mengganggu halangan sterik pada gugus asetil sehingga dengan mudah diganti dengan gugus amida, dampaknya konsentrasi NaOH dapat diturunkan dan diganti dengan gliserol yang merupakan pelarut ramah lingkungan. Penggantian senyawa alkali oleh gliserol disebabkan penggunaan alkali dalam pembuatan kitosan berdampak cukup signifikan terhadap pencemaran lingkungan. Substitusi alkali sebesar 70% oleh gliserol akan menekan jumlah limbah alkali yang dibutuhkan dalam pembuatan kitosan.

#### 4.5 Pengaruh Suhu Reaksi Terhadap Perolehan Derajat Deasetilasi Kitosan

Perolehan derajat deasetilasi kitosan berdasarkan pengaruh suhu terhadap kemurnian kitosan yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 4.7.



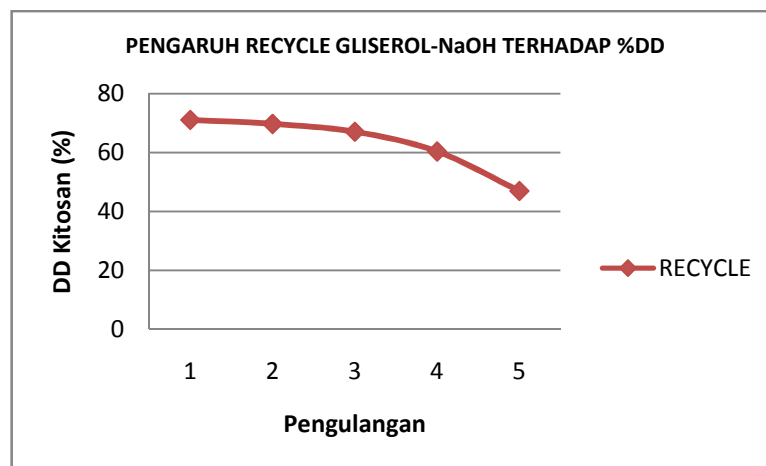
**Gambar 4.7** Grafik Pengaruh Suhu Reaksi Terhadap %DD

Untuk memperoleh suhu optimal dalam penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan suhu reaksi yaitu pada suhu 50°C, 60°C, dan 70°C pada variasi kondisi optimal rasio 1:40 selama 60 menit. %DD tertinggi diperoleh pada suhu 70°C yaitu sebesar 71,76% dan %DD terendah diperoleh pada saat suhu 50°C. Namun, karena perolehan %DD pada saat suhu operasi 60°C hampir sama dengan perolehan %DD pada suhu 70°C yaitu sebesar 71,09 %, sehingga pada penelitian ini digunakan suhu 60°C. Suhu tersebut dipilih karena selama rentang kenaikan suhu 10°C, perolehan %DD tidak memperlihatkan kenaikan yang signifikan. Suhu optimal pada 60°C juga telah diperoleh pada penelitian sebelumnya (Anwar,2017) dengan hasil %DD sebesar  $\pm 73\%$  dengan metode ultrasonikasi selama 30 menit dalam larutan NaOH 60% (w/v).

Berdasarkan hasil yang diperoleh, kenaikan suhu dalam proses deasetilasi akan meningkatkan nilai derajat deasetilasi kitosan. Jika suhu dinaikkan, maka partikel akan bergerak lebih cepat sehingga meningkatkan intensitas terjadinya tumbukan partikel. Berdasarkan teori tumbukkan, partikel hanya bereaksi saat bertabrakan. Pada gambar grafik 4.6 dapat dilihat bahwa derajat deasetilasi kitosan semakin tinggi dengan naiknya suhu reaksi. Dengan naiknya suhu reaksi, gerakan molekul NaOH akan bertambah sehingga pemutusan gugus asetil juga akan semakin cepat. Kenaikkan suhu reaksi dapat memfasilitasi hidrolisis asetamida menjadi amino selama proses deasetilasi yang mengakibatkan peningkatan DD kitosan. Degradasi rantai kitin pada suhu tinggi akan mempercepat proses deasetilasi, namun Ketika suhu terus dinaikkan maka gliserol dapat terpolimerisasi menjadi poligliserol yang diinduksi oleh NaOH. Selain itu, suhu yang terlalu tinggi akan meningkatkan viskositas pelarut reaksi sehingga menurunkan tingkat pemulihan gliserol setelah reaksi. Oleh karena itu, untuk menghindari hal tersebut dipilih suhu optimal untuk reaksi yaitu pada penelitian ini adalah pada suhu 60°C. (Liu, dkk 2017)

#### 4.6 Pengaruh Recycle Pelarut Gliserol-NaOH Terhadap Perolehan Derajat Deasetilasi Kitosan

Adapun untuk laju pemulihan dari larutan solvent Gliserol-NaOH dalam beberapa kali penggunaan beserta hasil kemurnian kitosan yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 4.8.



**Gambar 4.8** Grafik Pengaruh Recycle Pelarut Gliserol-NaOH Terhadap %DD

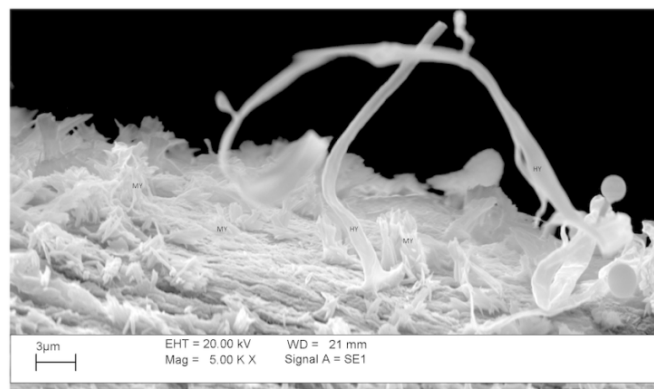
Penggunaan kembali Gliserol-NaOH sisa reaksi bertujuan untuk mengetahui laju pemulihan solvent (Gliserol-NaOH) dalam proses deasetilasi serta mengetahui hubungannya dengan kualitas produk kitosan yang dihasilkan. Pada penelitian ini dilakukan 4 kali penggunaan solvent yang sama secara berulang dengan variasi rasio 1:40, suhu 60°C selama 60 menit.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pemulihan Gliserol-NaOH mengalami penurunan dalam 3 kali pengulangan pertama namun masih diatas 60%. Solvent yang hilang kemungkinan besar disebabkan oleh absorpsi sejumlah kecil gliserol ke dalam kitosan serta kemungkinan penguapan solvent selama proses berlangsung. Laju pemulihan solvent berbanding lurus dengan peroleh %DD kitosan yang juga menunjukkan penurunan, hal tersebut dapat disebabkan oleh penurunan kandungan NaOH dalam sistem reaksi karena pembentukan natrium asetat setelah deasetilasi (Liu, dkk., 2017). Hasil %DD kitosan berkurang dari hasil awal 71,09% menjadi 69,75 % pada pengulangan pertama, 67,07% pada pengulangan kedua, 60,36 % pada pengulangan ketiga dan 46,95% pada

pengulangan keempat. Berdasarkan perolehan %DD tersebut, sisa pelarut reaksi (Gliserol-NaOH) masih dapat digunakan kembali maksimal sebanyak 3 kali pengulangan dengan produk kitosan yang dihasilkan memiliki kemurnian >60%. Menurut Suhardi (1992), secara umum derajat deasetilasi kitosan sekitar 60%, adapun untuk kitosan dengan deasetilasi murni sekitar 90-100%. Selain itu, berdasarkan keterangan Asni (2014), kitosan untuk aplikasi absorben harus memiliki derajat deasetilasi lebih dari 60%. Penurunan %DD yang signifikan terjadi karena pelarut hasil reaksi yang digunakan dalam penelitian ini tidak melewati proses pemurnian terlebih dahulu, sehingga pelarut (Gliserol-NaOH) masih banyak mengandung pengotor berupa mineral terlarut dari tahap deasetilasi sebelumnya.

#### 4.7 Hasil Uji *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Penentuan morfologi merupakan karakteristik yang penting untuk mengetahui struktur permukaan pori kitosan. Salah satu metode sederhana dan cepat untuk menentukan morfologi kitosan adalah dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Berikut ini bentuk morfologi awal dari jamur tiram hasil analisa *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk spesies Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) yang dilakukan oleh Jose Maria, (2013) pada gambar 4.9.

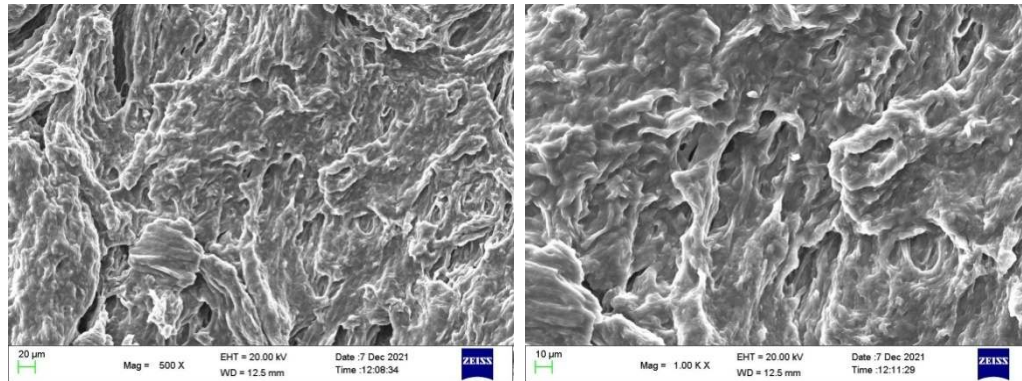


Sumber : Jose Maria, 2013

**Gambar 4.9** Uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*) Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*)

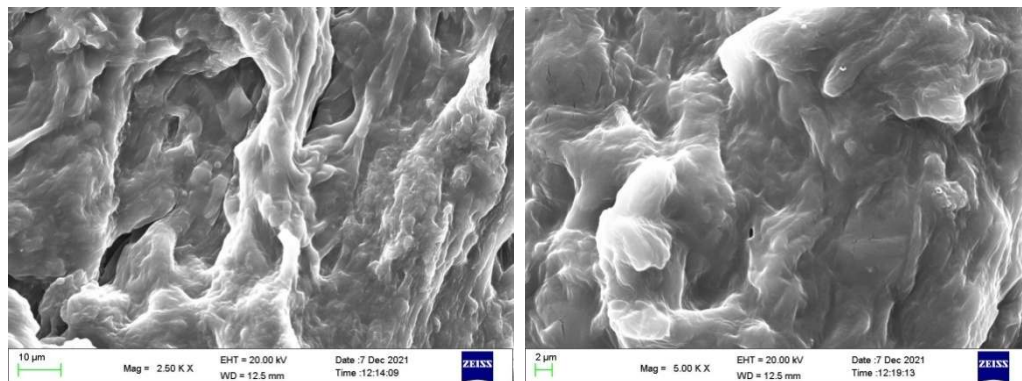
Gambar tersebut menunjukkan bahwa uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dapat dijadikan acuan untuk menganalisa struktur permukaan bahan

baku jamur tiram yang nantinya akan diproses menjadi kitosan. Berdasarkan hasil uji, tampak bahwa pada permukaan jamur masih terdapat banyak pengotor yang menutupi permukaannya. Setelah melalui tahap deproteinasi dan deasetilasi maka pengotor tersebut akan terdegradasi, Adapun morfologi dari kitosan yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 4.10.



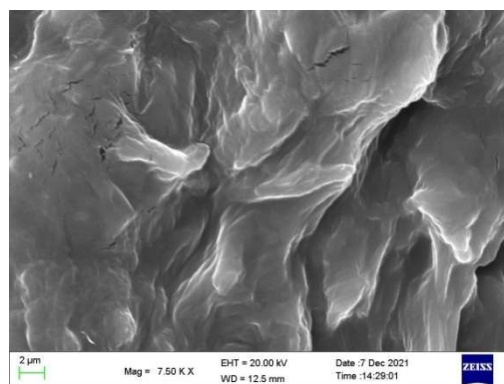
(a) Perbesaran 500 x

(b) Perbesaran 1.000 x



(c) Perbesaran 2.500 x

(d) Perbesaran 5.000 x



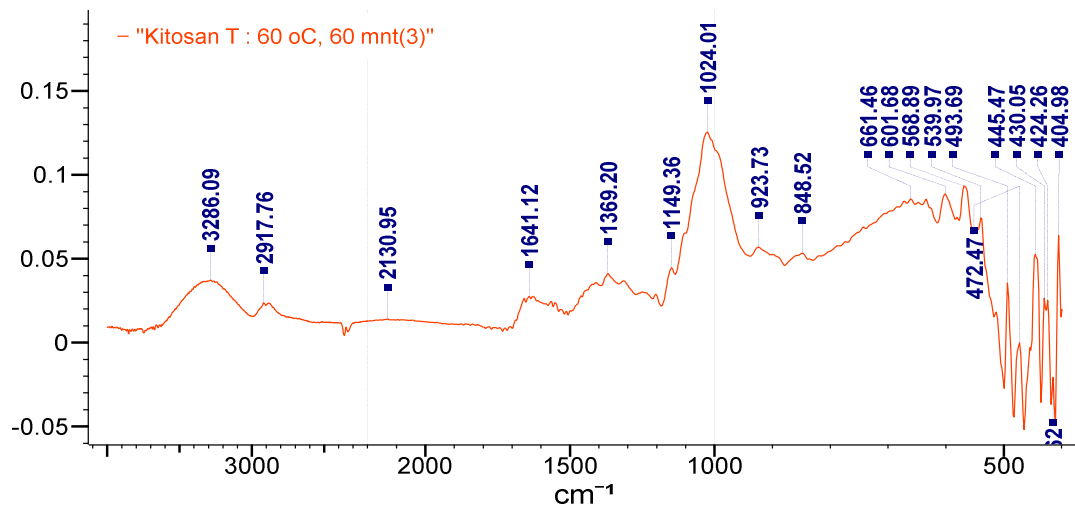
(e) Perbesaran 7.500 x

**Gambar 4.10** Uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*) Kitosan

Pengujian SEM ini dilakukan dengan perbesaran 500, 1000, 2500, 5000, dan 7500 x. Hasil pengujian menunjukkan bahwa morfologi dari sample kitosan ini memiliki struktur permukaan yang bersih dari jaringan pengotor serta kerapatannya tinggi. Hal tersebut selaras dengan hasil uji kitosan pada penelitian sebelumnya dimana permukaan kitosan yang diperoleh memiliki morfologi permukaan yang seragam (homogen), permukaan yang halus serta kerapatannya tinggi (Amin,dkk., 2019). Selain itu, hasil analisa menunjukkan bahwa tidak terdapat nanofiber dan nanopori pada permukaan kitosan yang diperoleh. Hasil tersebut sama dengan struktur permukaan dari jamur jenis *L.vellereus*, *P.ribis* juga jenis *Shitake* yang menunjukkan struktur kokoh tanpa nanopori dan nanofiber (Erdogan, 2017).

#### 4.8 Hasil Uji *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR).

Kitosan yang diperoleh dianalisis menggunakan spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*). Analisis gugus fungsi spektrum FTIR dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsional yang terdapat dalam sampel kitosan. Karakterisasi gugus fungsi FTIR disajikan dalam gambar 4.11.



**Gambar 4.11** Spektrum FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*).

Kitosan

Spektrum IR kitosan hasil deasetilasi menunjukkan puncak amida pada bilangan gelombang 1641,12; 3286,09 dan 1369,20 cm<sup>-1</sup> yang bersesuaian dengan puncak-puncak yang khas pada kitosan komersial (Tan, dkk. 2020), yakni

1655, 3285,09 dan 1321  $\text{cm}^{-1}$ . Puncak-puncak pada spektrum kitosan ditampilkan dalam gambar 4.10. Puncak-puncak tersebut sesuai dengan fakta bahwa rantai polimer kitosan mengandung dua jenis gugus amida, yang distabilkan oleh ikatan hidrogen antarmolekul, yakni antara dua gugus N-asetil ( $\text{C}=\text{O}-\text{N}-\text{H}$ ) dan antara gugus N-asetil dengan gugus  $\text{CH}_2\text{OH}$  (Tan, dkk., 2020).

Berdasarkan perbandingan spektra IR kitosan standar dari Balai Riset dan Standarisasi Industri pada tabel 4.2 menunjukkan gugus fungsi pada masing-masing bilangan gelombang tidak jauh berbeda dengan standar sehingga dapat disimpulkan bahwa senyawa hasil isolasi dari jamur tiram putih menghasilkan kitosan yang memenuhi standar. Hal ini menunjukkan bahwa jamur tiram putih memiliki potensi untuk menghasilkan kitosan yang optimal dengan hasil %DD sebesar 71,09%.

**Tabel 4.2** Puncak Serapan FTIR pada Sampel Kitosan

NO	GUGUS FUNGSI	BILANGAN GELOMBANG ( $\text{CM}^{-1}$ )	
		KITOSAN	
		STANDAR	PENELITIAN
1.	OH <i>stretching</i>	3230-3550	3477,008
2.	Tumpang tindih OH (vs) $\text{NH}_2$	3230-3550	3477,008
3.	NH ( $-\text{NHCOCH}_3$ ) <i>stretching</i> amida I	3230-3550	3477,008
4.	CH( $\text{CH}_3$ ) <i>bending</i>	2922,80	2917,76
5.	C=O ( $-\text{NHCOCH}_3$ ) <i>stretching</i> amida I	1680-1750	1683,543
6.	NH ( $-\text{NHCOCH}_3$ ) <i>bending</i> amida II	1500-1650	1457,914
7.	CN ( $-\text{NHCOCH}_3$ ) <i>stretching</i>	1259,54	1259,28
8.	NH ( $\text{R}-\text{NH}_2$ ) <i>bending</i>	1587,94	1587,12
9.	CH ( $-\text{CH}_2$ ) <i>bending sym</i>	1320,34-1377,11	1369,20
10.	C-O ( $-\text{C}-\text{O}-\text{C}-$ ) <i>stretching asym</i>	1154,64	1149,36
11.	C-O ( $-\text{C}-\text{O}-\text{C}-$ ) <i>stretching sym</i>	1031,92-1026,23	1024,01
12.	$\beta$ -1,4-glikosidik	750,31-897,41	896,733

\*sumber : Data Balai Riset dan Standarisasi Industri