

## Karakterisasi Sifat Mekanik Film Plastik dari Pati Biji Nangka dengan Variasi Nanoserat Pinang

Paridah Anum\*, Alimin Mahyudin

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 21 Januari 2022  
Direvisi: 9 Februari 2022  
Diterima: 10 Februari 2022

#### Kata kunci:

film plastik  
pati  
nanoserat  
sifat mekanik

#### Keywords:

plastic film  
starch  
nanoserat  
mechanical properties

#### Penulis Korespondensi:

Parida Anum  
Email: [paridahanum2311@gmail.com](mailto:paridahanum2311@gmail.com)

### ABSTRAK

Telah dilakukan karakterisasi sifat mekanik film plastik dari pati biji nangka dengan variasi nanoserat pinang. Pembuatan film plastik dilakukan menggunakan metode *solution casting*. Persentase nanoserat yang digunakan yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan satu sampel 25% tanpa pati. Pengujian sifat mekanik meliputi uji kuat tarik, elongasi, dan modulus elastisitas. Sampel dikarakterisasi menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA), *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Hasil PSA menunjukkan nanoserat memiliki diameter 79-187 nm. Hasil karakterisasi SEM diperoleh bentuk permukaan film plastik yang halus. Hasil FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi C=O dan C-O merupakan gugus fungsi hidrofilik yang mengindikasikan film plastik mampu terdegradasi. Kondisi optimum persentase nanoserat yaitu 25% tanpa menggunakan pati yaitu kuat tarik 11,23 Mpa, elongasi 52,17 %, elastisitas 21,525 Mpa. Hasil yang diperoleh telah memenuhi standar kuat tarik plastik *biodegradable* JIS 2-1702.

*Characterization of the mechanical properties of plastic films from jackfruit seed starch with variations of areca nut has been carried out. The plastic film was made using the solution casting. The percentages of nanofibers used were 0%, 5%, 10%, 15%, 20% and one sample was 25% without starch. Testing of mechanical properties includes tests of tensile strength, elongation, and modulus of elasticity. Samples were characterized using Particle Size Analyzer (PSA), Scanning Electron Microscope (SEM) and Fourier Transform Infrared (FTIR). PSA results showed that the nanofibers had a diameter of 79-187 nm. SEM characterization results obtained a smooth surface of the plastic film. The FTIR results indicate the presence of a C=O functional group and CO is a hydrophilic functional group which indicates that the plastic film is capable of being degraded. The optimum condition of nanofiber percentage is 25% without using starch, namely tensile strength 11.23 Mpa, elongation 52.17%, elasticity 21.525 Mpa. The results obtained have met the standard of tensile strength of biodegradable JIS 2-1702.*

Copyright © 2022 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Plastik *biodegradable* merupakan plastik yang dapat digunakan layaknya plastik konvensional akan tetapi terbuat dari bahan material yang mudah terurai dengan lingkungan. Bahan dasar yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan film plastik *biodegradable* adalah tanaman yang memiliki kandungan senyawa pati. Salah satu sumber pati yang bisa dimanfaatkan adalah pati dari biji nangka karena biji nangka memiliki kandungan pati yang tinggi yaitu sebesar 36,7 g dalam 100 g berat biji (Fairus *et al.*, 2010).

(Zhang *et al.*, 2013) menyatakan bahwa pembuatan plastik dari bahan pati dapat meningkatkan proses biodegradasi plastik, namun memiliki sifat mekanik cenderung lemah. Maka dari itu dibutuhkan bahan tambahan agar mendukung sifat mekanik film berbasis pati. Salah satu bahan yang bisa digunakan sebagai filler untuk penguatan film plastik adalah serat pinang. Menurut (Panjaitan, 2008) serat buah pinang memiliki kandungan selulosa yang tinggi sebesar 70% sehingga selulosa dari kulit buah pinang ini dapat digunakan sebagai filler untuk penguatan dalam pembuatan bioplastik. Serat pinang memiliki sifat mekanik yang tinggi dan bersifat *biodegradable*. (Binoj *et al.*, 2016) telah meneliti sifat mekanik dari serat pinang dengan kekuatan tarik sebesar 147- 332 Mpa, modulus elastis 1,124- 3,155 Gpa, dan regangan 10,23 -13,15 % .

Beberapa peneliti telah melakukan usaha untuk membuat plastik *biodegradable* yang memiliki sifat mekanik yang baik. Penelitian yang dilakukan oleh (Fitriani, 2018) mengenai sintesis dan uji kualitas plastik *biodegradable* dari pati biji nangka menggunakan variasi penguat logam oksida (ZnO) dan *plastisicer* gliserol. Pembuatan plastik dilakukan dengan variasi ZnO 3%, 6%, 9%. Hasil yang diperoleh kuat tarik sebesar 3,3 – 7,8 MPa, daya serap air 53,9 -71,8 % dan biodegradasi sebesar 68,8 % selama 13 hari.

(Sultana *et al.*, 2020) tentang kajian sifat mekanik, termal dan morfologi nanoselulosa kulit pinang berpenguat komposit polimer *biodegradable*. Isolasi selulosa dilakukan menggunakan metode kimia yaitu hidrolisis asam menggunakan asam sulfat dihasilkan selulosa dengan ukuran 68-110 nm. Plastik *biodegradable* dibuat menggunakan matrik *Polivinyll Alcohol* (PVA). Nilai kuat tarik yang dihasilkan berkisar antara 15 – 28 MPa, elongasi berkisar 100 -250% Nanoselulosa yang dihasilkan memiliki ukuran 68-110 nm. Nilai kuat tarik yang diperoleh berkisar antara 15 MPa – 28 MPa, persen pemanjangan berkisar 100 -250% .

(Gupta *et al.*, 2020) mengenai sintesis plastik *biodegradable* dari sekam padi dan ampas tebu sebagai pengemas makanan. Pembuatan plastik menggunakan pati dan selulosa dengan perbandingan 50:50. Hasil yang diperoleh yaitu kuat tarik sebesar 12,72 MPa dan 16,03 MPa, elongasi 12,69 % dan 18,97%, daya serap air yaitu 12,57 % dan 12,83 % . Selulosa sekam memiliki sifat mekanik yang lebih tinggi daripada selulosa ampas tebu.

Berdasarkan penelitian sebelumnya sifat mekanik yang dihasilkan masih rendah dan beberapa parameter belum memenuhi standar plastik *biodegradable* seperti ketahanan air dan elongasi. Berdasarkan Standar *Japanese Industrial Standard* (JIS 2-1707) plastik *biodegradable* memiliki kuat tarik minimum 4 MPa, elongasi 70%, dan Standar Nasional Indonesia(SNI) kuat tarik 24-320 Mpa, elongasi 21-220%, ketahanan air 99%. Maka pada penelitian ini dilakukan pembuatan film plastik menggunakan pati biji nangka sebagai bahan dasar dan nanoserat sebagai penguat. Pengujian yang akan dilakukan yaitu uji Sifat mekanik yang meliputi uji kuat tarik, persen elongasi, modulus elastisitas, ketahanan air dan biodegradasi. Karakterisasi menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA), *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

## II. METODE

### 2.1 Isolasi selulosa serat pinang

Serat dipisahkan dari kulit pinang kemudian dipotong menjadi bagian kecil. Selanjutnya serat di rendam menggunakan larutan NaOH 5% selama 2 jam .Kemudian sebanyak 10 g serat dimasukkan ke timbal soxhlet lalu ditambahkan N-Heksana dan etanol (1:1). Proses ekstraksi pada suhu 85° C selama 6 jam. Sebanyak 3 g serat dimasukkan ke gelas kimia lalu ditambahkan 6 mL NaClO<sub>2</sub> 25% dan CH<sub>3</sub>COOH 1,5 mL untuk proses *bleaching* kemudian dipanaskan pada *waterbath* pada suhu 95° C selama 1 jam. Setelah 1 jam ditambahkan kembali 6 mL NaClO<sub>2</sub> 25% dan CH<sub>3</sub>COOH 1,5 mL setiap satu jam sekalai dengan total 4 jam. Serat hasil *bleaching* di netralkan menggunakan aquades.

Selanjutnya di hidrolisis asam menggunakan  $H_2SO_4$  2%. Setelah hidrolisis asam diperoleh selulosa kemudian disonikasi menggunakan *ultrasonic cellanner* pada suhu  $75^\circ C$  selama 5 jam. Kemudian dihomogenkan selama 30 menit.

## 2.2 Pembuatan sampel film plastik

Sebanyak 3 g pati dilarutkan dalam 10 mL aquades, 1,5 g pva dilarutkan dalam 15 mL aquades kemudian dipanaskan di *hot plate magnetic stirrer* dengan suhu  $85^\circ C$  selama 30 menit. Kemudian semua komponen film plastik pati, pva, nanoserat, gelatin dan gliserol dicampurkan kedalam gelas kimia 200 mL. Proses pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* dan dipanaskan pada suhu  $85^\circ C$  dengan kecepatan putaran 400 rpm selama 30 menit. Kemudian dituangkan pada cetakan kaca didinginkan pada suhu kamar selama 30 menit. Kemudian dikeringkan pada oven dengan suhu  $55^\circ C$  selama 4 jam .

## 2.3 Pengujian dan Pengambilan Data

### 2.3.1 Kuat Tarik

Uji Kuat tarik merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai film plastik sebelum putus yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Pengukuran uji tarik dapat ditentukan dengan Persamaan 1:

$$\alpha = \frac{F}{A} \quad (1)$$

dengan  $\alpha$  adalah kuat tarik ( $N/mm^2$ )  $F$  adalah gaya tarik tegak lurus terhadap permukaan (N),  $A$  adalah luas bidang film plastik yang ditarik ( $mm^2$ )

### 2.3.2 Elongasi

Elongasi merupakan perubahan pada ukuran benda karena gaya dalam kesetimbangan dibandingkan dengan ukuran semula. Secara matematis elongasi dapat ditentukan menggunakan Persamaan 2:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (2)$$

dengan  $\varepsilon$  adalah elongasi,  $\Delta l$  adalah perubahan panjang dan  $l$  adalah panjang awal.

### 2.3.3 Modulus Elastisitas

Modulus Elastisitas merupakan kemampuan suatu bahan untuk kembali ke bentuk awal setelah gaya yang diberikan pada benda dihentikan. Secara matematis elastisitas dapat ditentukan menggunakan Persamaan 3:

$$E = \frac{\alpha}{\varepsilon} \quad (3)$$

dengan  $E$  adalah elastisitas,  $\alpha$  adalah kuat tarik ( $N/mm^2$ ), dan  $\varepsilon$  adalah elongasi

## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Hasil Karakterisasi *Particle Size Analyzer* (PSA)

Karakterisasi PSA dilakukan terhadap nano serat pinang dengan tujuan untuk mengetahui ukuran partikel nano serat pinang. PSA yang digunakan yaitu tipe *Shimadzu SALD-2300 (WingSALD II:Version 3.4.4) High Concentration Cell*. Pengukuran dilakukan menggunakan metode basah dengan cara nano serat didispersikan ke dalam media cair sehingga nano serat tidak teraglomerasi dan terukur sebagai *single* partikel. Hasil pengukuran partikel dengan menggunakan PSA dapat dilihat pada Tabel 1.

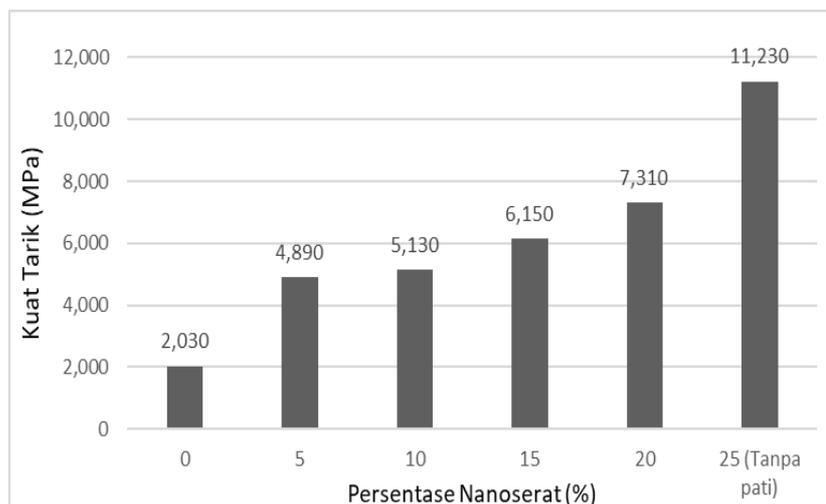
**Tabel 1** Distribusi partikel serat pinang

No	Diameter kumulatif(%)	
	Kumulatif (%)	Diameter (nm)
1	25	187
2	50	110
3	75	79

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa distribusi partikel nanoserat pinang dengan populasi 75 % memiliki ukuran partikel 79 nm. Hasil yang diperoleh sesuai dengan teori bahwa suatu bahan dikatakan sebagai nanopartikel jika memiliki ukuran 1- 100 nm. Ukuran partikel suatu bahan akan mempengaruhi sifat mekanik dari bahan tersebut. Semakin kecil ukuran partikel nanoserat maka akan menghasilkan luas permukaan yang lebih besar dan semakin mudah terdispersi pada film plastik sehingga menghasilkan film plastik dengan sifat mekanik yang lebih baik.

### 3.2 Hasil Kuat Tarik

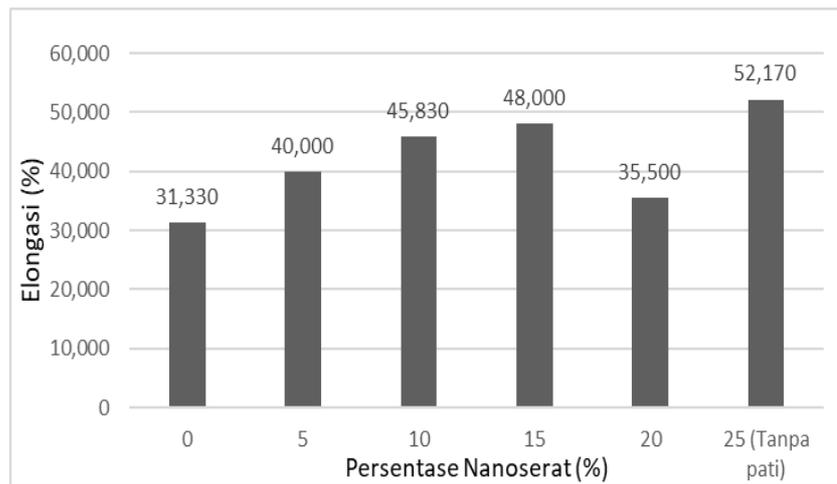
Pengujian kuat tarik merupakan salah satu uji sifat mekanik yang dilakukan menggunakan alat *Com Ten Testing Machine* dengan ukuran sampel sesuai dengan standar ASTM D638-14 TYPE 5 dengan ukuran 70×20 mm. Pengujian kuat tarik bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan nanoserat terhadap kekuatan tarik dari film plastik. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan diperoleh data seperti Gambar 1.

**Gambar 1** Hasil pengukuran kuat tarik

Semakin tinggi persentase nanoserat maka kuat tarik semakin meningkat, hal ini disebabkan serat yang berukuran nano akan menghasilkan luas permukaan yang besar sehingga mengurangi jumlah rongga yang menyusun film plastik. Film plastik yang diperkuat nanoserat menunjukkan dispersi serat nano dan adhesi antar permukaan yang baik dalam matriks PVA. Pencampuran antara pati dan nanoserat dengan baik dapat membentuk ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen yang kuat antar muka (*interface*) menyebabkan perbaikan matriks yang dihasilkan. Nanoserat dan pati dapat membentuk jaringan yang kaku sehingga film plastik menjadi lebih kuat. Nilai kuat tarik yang dihasilkan yaitu 2,03- 11,23 MPa. Hasil yang diperoleh sudah memenuhi standar JIS yaitu 4 Mpa. Pada penelitian ini hasil yang diperoleh lebih tinggi daripada penelitian sebelumnya (Fitriani, 2018) yang menggunakan pati biji nangka dengan penguat ZnO diperoleh nilai kuat tarik 3,03-7,8 Mpa.

### 3.3 Hasil Elongasi

Pengujian elongasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan nanoserat pinang terhadap kemampuan film plastik biji nangka dalam menahan gaya yang diberikan sebelum putus. Nilai elongasi diperoleh dengan membandingkan panjang film setelah putus dengan panjang film sebelum putus. Berdasarkan hasil pengukuran elongasi diperoleh data seperti Gambar 2.



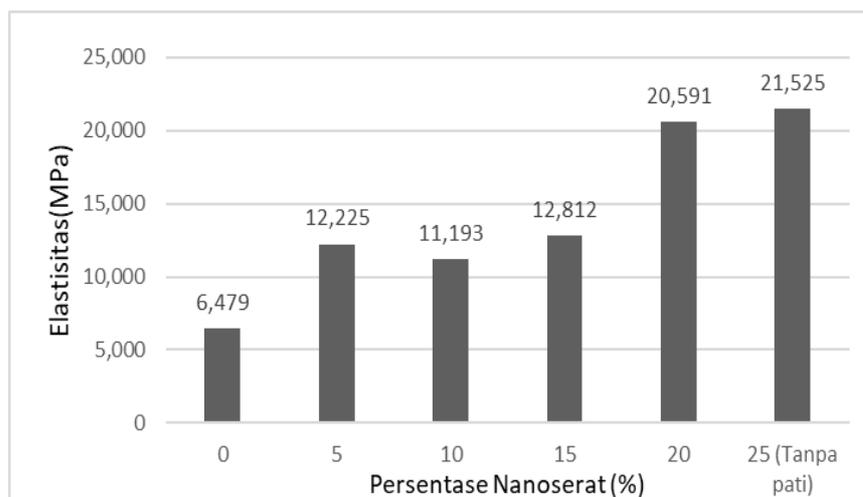
**Gambar 2** Hasil pengukuran Elongasi

Nilai elongasi seharusnya menurun dengan meningkatnya kuat tarik, namun pada penelitian ini elongasi yang diperoleh semakin meningkat dengan meningkatnya persentase nanoserat, hal ini dikarenakan adanya penambahan gliserol yang berhasil mengisi bagian pori-pori film plastik, sehingga meningkatkan respon viskoelastisitas dan mobilitas rantai pada polimer film plastik, yang menyebabkan film plastik bersifat semakin elastis, lunak dan lentur.

Berdasarkan Gambar 2 nilai elongasi yang diperoleh yaitu 31,33-52,17%. Nilai yang diperoleh telah memenuhi standar SNI elongasi yaitu 21-220 %. Hasil penelitian ini lebih tinggi dari pada penelitian (Tamiogy *et al.*, 2019) nilai elongasi yang diperoleh 1,60-13,88%, dan penelitian oleh (Gupta *et al.*, 2020) elongasi nya yaitu 12,69% dan 18,97%. Kedua penelitian sebelumnya belum memenuhi Standar SNI.

### 3.4 Hasil Modulus Elastisitas

Pengukuran Modulus elastisitas bertujuan untuk mengetahui kemampuan film plastik untuk kembali ke bentuk awal setelah gaya yang diberikan berhenti. Elastisitas dapat ditentukan dengan cara membandingkan kuat tarik dengan persen pemanjangan. Berdasarkan hasil perhitungan maka diperoleh yang data seperti pada Gambar 3.

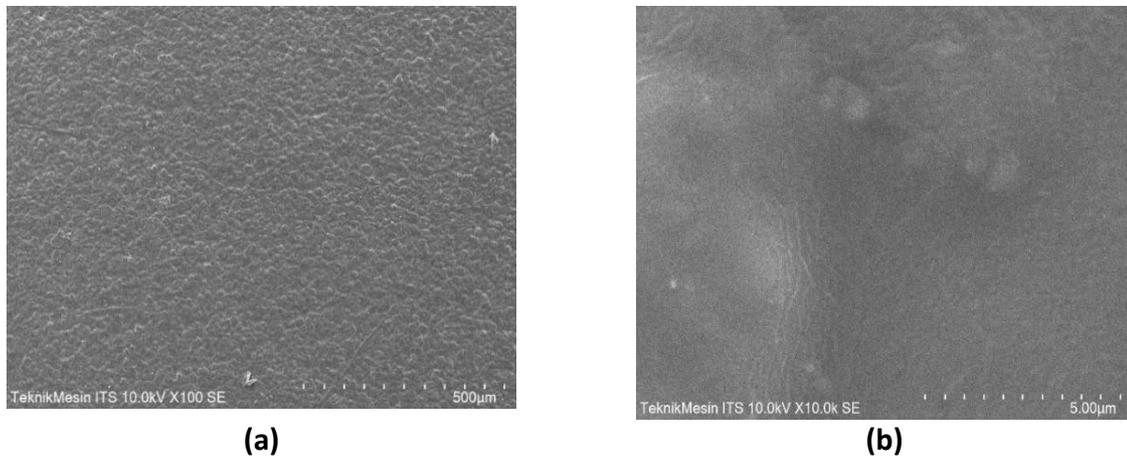


**Gambar 3** Hasil pengukuran modulus elastisitas

Nilai modulus elastisitas tertinggi yaitu 21,525 Mpa pada film plastik dengan penambahan persentase nanoserat 25% (tanpa pati) dan terendah yaitu 6,479 MPa pada film plastik tanpa menggunakan nanoserat. Hal ini disebabkan karena sifat nanoserat yang lebih reaktif menyebabkan mobilitas molekul rantai polimer semakin tinggi. Penggunaan gliserol sebagai pemlastis mengakibatkan tingkat kekakuan film semakin menurun sehingga menghasilkan film yang lebih elastis.

### 3.5 Analisa Hasil *Scanning electron microscope* (SEM)

SEM merupakan salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari sampel. Karakterisasi SEM digunakan untuk mengetahui bentuk topografi dan morfologi dari sampel yang dianalisa. Karakterisasi SEM memberikan informasi mengenai bentuk permukaan, struktur, dan ukuran dari sampel. Berdasarkan hasil karakterisasi SEM film plastik diperoleh data seperti pada Gambar 4 (a) dan 4 (b).

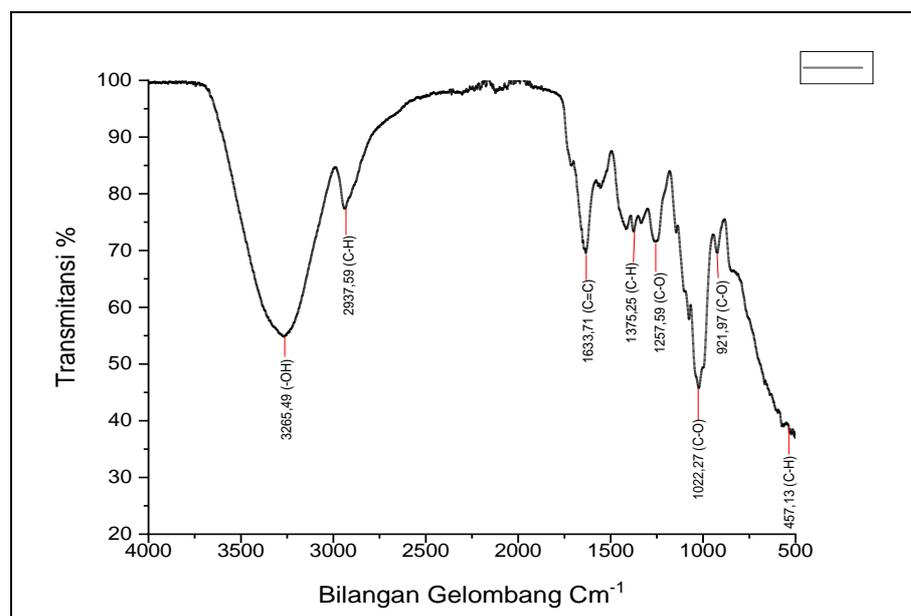


**Gambar 4** a) Hasil karakterisasi SEM perbesaran 100x b) perbesaran 10000x

Berdasarkan Gambar 4(a) dan 4(b) pengamatan menggunakan SEM dengan perbesaran 100x dan 10000x diperoleh permukaan film plastik dengan ukuran partikel yang berbeda-beda. Menggunakan aplikasi *Image-J* diperoleh ukuran partikel 110-140 mikrometer. Perbedaan ukuran partikel yang didapatkan disebabkan oleh pencampuran beberapa komponen pati dengan nanoserat tidak tercampur secara merata.

### 3.6 Analisa Hasil FTIR

Pengujian FTIR adalah suatu metode analisis gugus fungsi dengan cara menentukan dan merekam hasil spektra residu dengan serapan energi oleh film plastik pada sinar infra merah. FTIR menghasilkan data berupa grafik intensitas dan frekuensi. Intensitas menunjukkan tingkatan jumlah senyawa sedangkan frekuensi menunjukkan jenis senyawa yang terdapat dalam sampel. Hasil spektrum FTIR gugus fungsi film plastik dengan rentang bilangan gelombangnya 400-4000  $\text{cm}^{-1}$  seperti pada Gambar 5.



**Gambar 5** Hasil spektrum FTIR

Berdasarkan Gambar 5 bilangan gelombang  $3265,49\text{ cm}^{-1}$  berkaitan dengan regangan gugus -OH (hidroksil). Puncak vibrasi ini menunjukkan terjadinya serapan molekul air pada pati, dan nanoselulosa. Pada puncak bilangan gelombang  $2937,59\text{ cm}^{-1}$  berkaitan dengan vibrasi gugus C-H (alkana) yang menunjukkan adanya selulosa pada film plastik. Pada bilangan gelombang  $1633,71\text{ cm}^{-1}$  berkaitan dengan gugus C=O (karbonil). Puncak bilangan gelombang dari  $1375,25$  dan  $457,13$  menunjukkan adanya vibrasi gugus C-H. Puncak bilangan gelombang  $1022,27$  dan  $921,97\text{ cm}^{-1}$  berkaitan dengan gugus C-O (ester). Adanya gugus C=O dan C-O pada plastik yang disintesis mengindikasikan bahwa film plastik memiliki kemampuan biodegradabilitas (Darni and Utami, 2009). Gugus fungsi dari film plastik berbahan dasar pati biji nangka adalah -OH, C-H, C=O, C-O.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian karakterisasi sifat mekanik film plastik dari pati biji nangka dengan variasi nanoserat pinang menggunakan metode *solution casting*. Nanoserat yang dihasilkan memiliki diameter partikel  $79\text{ nm}$  dengan distribusi  $75\%$ . Kondisi optimum film plastik yaitu pada persentase nanoserat  $25\%$  tanpa menggunakan pati yaitu kuat tarik  $11,23\text{ Mpa}$ , elongasi  $52,17\%$ , elastisitas  $21,525\text{ Mpa}$ . Terdapat gugus fungsi C=O dan C-O pada film plastik merupakan gugus hidrofilik yang mengindikasikan film plastik dapat terdegradasi. Hasil kuat tarik yang diperoleh telah memenuhi standar kuat tarik plastik *biodegradable* JIS 2-1702.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Binoj, J.S., Raj, R.E., Sreenivasan, V.S. and Thusnavis, G.R. (2016), "Morphological, Physical, Mechanical, Chemical and Thermal Characterization of Sustainable Indian Areca Fruit Husk Fibers (Areca Catechu L.) as Potential Alternate for Hazardous Synthetic Fibers", *Journal of Bionic Engineering*, Vol. 13 No. 1, pp. 156–165.
- Darni, Y. and Utami, H. (2009), "Studi pembuatan dan karakteristik sifat mekanik dan hidrofobisitas bioplastik dari pati sorgum", *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, Vol. 7 No. 2.
- Fitriani, F. (2018), "Sintesis dan Uji Kualitas Plastik Biodegradable dari Pati Biji Nangka Menggunakan Variasi Penguat Logam Seng Oksida (ZnO) dan Plasticizer Gliserol", Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Gupta, H., Kumar, H., Kumar, M., Gehlaut, A.K., Gaur, A., Sachan, S. and Park, J.-W. (2020), "Synthesis of biodegradable films obtained from rice husk and sugarcane bagasse to be used as food packaging material", *Environmental Engineering Research*, Korean Society of Environmental Engineers, Vol. 25 No. 4, pp. 506–514.
- Panjaitan, R.R. (2008), "Pengembangan Pemanfaatan Sabut Pinang untuk Pembuatan Asam Oksalat", *Berita Litbang Industri Media Publikasi Dan Komunikasi Peneliti Industri*, Vol. 39 No. 1, pp. 42–49.
- Sirin Fairus, S.F., Haryono, H., Miranthi, A. and Aprianto, A. (2010), "Pengaruh Konsentrasi HCl dan Waktu Hidrolisis terhadap Perolehan Glukosa yang Dihasilkan dari Pati Biji Nangka", *Pengaruh Konsentrasi HCl Dan Waktu Hidrolisis Terhadap Perolehan Glukosa Yang Dihasilkan Dari Pati Biji Nangka*, pp. 1–6.
- Sultana, T., Sultana, S., Nur, H.P. and Khan, M.W. (2020), "Studies on Mechanical, Thermal and Morphological Properties of Betel Nut Husk Nano Cellulose Reinforced Biodegradable Polymer Composites", *Journal of Composites Science*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, Vol. 4 No. 3, p. 83.
- Tamiogy, W.R., Kardisa, A., Hisbullah, H. and Aprilia, S. (2019), "pemanfaatan selulosa dari limbah kulit buah pinang sebagai bahan baku pembuatan bioplastik", *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, Vol. 14 No. 1, pp. 63–71.
- Zhang, X., Huang, Y., Li, D., Wen, Z., Sui, B. and Liu, Z. (2013), "Biodegradability of degradable mulching film in a laboratory-controlled composting test", *Turkish Journal of Chemistry*, The Scientific and Technological Research Council of Turkey, Vol. 37 No. 6, pp. 859–866.