

## Karakterisasi Sifat Mekanik *Film* PVA Berserat Selulosa Kulit Buah Pinang (*Areca Catechu L*) yang Mengalami Perlakuan NaOH

Hanifah Karmuliani, 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: 10 Agustus 2020

Direvisi: 1 Oktober 2020

Diterima: 21 Oktober 2020

#### *Kata kunci:*

*film* bioplastik

NaOH

*polyvinil alcohol*

sifat mekanik

#### *Keywords:*

*bioplastic film*

NaOH

*polyvinil alcohol*

*mechanical properties*

#### *Penulis Korespondensi:*

Alimin Mahyudin

Email: [aliminmahyudin23@gmail.com](mailto:aliminmahyudin23@gmail.com)

### ABSTRAK

Penelitian telah dilakukan mengenai karakterisasi sifat mekanik film PVA berserat selulosa kulit buah pinang yang mengalami perlakuan NaOH. Serat pinang diberi perlakuan NaOH 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% kemudian serat direndam selama 4 jam. Tahap penelitian ini adalah penghalusan serat, perendaman serat, ekstraksi selulosa, pemutihan serat, proses sonikasi, dan pembentukan film bioplastik dengan pencampuran antara selulosa dengan matrik film polyvinil alcohol (PVA). Untuk mengetahui karakteristik sifat mekanik menggunakan alat uji tarik. Nilai optimum kekuatan tarik diperoleh pada variasi konsentrasi NaOH 5 % yaitu sebesar 1,27 MPa, nilai regangan tertinggi pada konsentrasi NaOH 10 % yaitu 0,077 dan modulus elastisitas tertinggi pada NaOH 5 % yaitu sebesar 17,39 MPa. Nilai absorbansi tertinggi di peroleh pada konsentrasi NaOH 2,5 % yaitu sebesar 2,897. Penelitian ini memiliki prospek untuk mengembangkan bahan alam untuk pembuatan material maju berupa film bioplastik seperti kaca ITO, dan anti gores handphone.

*Research has been carried out on the characterization of PVA fibrous cellulose's mechanical properties, betel nut skin, which has NaOH treatment. Areca nut is treated with 2.5%, 5%, 7.5%, and 10% then the fiber is soaked for 4 hours. The stages of this research are fiber refinement, fiber immersion, cellulose extraction, fiber bleaching, sonication process, and the formation of bioplastic films by mixing cellulose with a polyvinyl alcohol film matrix. To determine the characterization of mechanical properties using a tensile test tool. The optimal value of tensile strength occurs at 5% NaOH concentration variation of 1.27 MPa. The highest strain value at 10% NaOH concentration is 0.077, and the highest modulus of elasticity at 5% NaOH is 17.39 MPa. The highest absorbance value was obtained at a 2.5% NaOH concentration of 2.897. This research has the prospect of developing other materials for the manufacture of advanced materials in the form of bioplastic films such as ITO glass and mobile phone scratch resistance.*

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Serat alam semakin banyak dimanfaatkan sebagai material maju di berbagai industri seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat untuk menggunakan bahan alam tersebut. Serat alam lebih menguntungkan untuk dikembangkan bila dibandingkan dengan serat sintetis, karena serat alam lebih mudah ditemukan, mempunyai nilai ekonomis, mudah tersedia, densitasnya rendah, dapat diperbarui, dapat terdekomposisi dengan mudah dan cepat (Subyakto dkk., 2009).

Pinang (*Areca catechu L*) merupakan jenis tumbuhan palem-paleman yang tumbuh di daerah Pasifik, Asia, dan Afrika bagian timur dan terdiri dari akar, batang, daun, pelepah, biji dan sabut. Kelebihan dari serat pinang adalah murah, ketersediaan yang melimpah, dapat didaur ulang, mudah terurai di alam (*biodegradable*), dan memiliki sifat mekanik yang baik. Serat sabut pinang merupakan limbah yang mengandung selulosa (Anugraini dkk., 2018). Serat kulit buah pinang diolah menjadi pulp sebagai alternatif baru bahan baku dalam pembuatan *film* bioplastik.

Teknik pengolahan pulpnya dengan kombinasi proses mekanis dan kimiawi agar diperoleh serat dengan ukuran yang lebih kecil. Alat yang digunakan dalam proses mekanis berupa gerinder dan untuk proses kimiawinya menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH). Selulosa adalah polimer yang memiliki rantai panjang dan merupakan senyawa polisakarida yang banyak terdapat di alam (Brown, 1989). Kandungan selulosa yang melimpah menjadikan sabut pinang berpotensi sebagai filler pada biokomposit berserat. Serat selulosa dapat memperkuat film bioplastik dari Polyvinil Alcohol (PVA), sehingga menghasilkan karakteristik sifat mekanik yang lebih baik dan ramah lingkungan, seperti penelitian mengenai bionanokomposit film berbasis PVA dan nanoselulosa dari serat kenaf. Hasil film dengan karakteristik kuat tarik terbaik ialah film dengan penambahan selulosa 5% yaitu sebesar 48 MPa (Aminah, 2017).

Kencanawati dkk. (2016) telah melakukan penelitian mengenai pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat fisik dan mekanik serat kulit buah pinang. Hasil menunjukkan kekuatan tarik tertinggi pada serat yang mengalami perlakuan NaOH 5% yaitu sebesar 165 MPa dan kekuatan tarik terendah dengan perlakuan NaOH 10% yaitu sebesar 137 Mpa. Penelitian mengenai pengaruh chemical treatment menggunakan NaOH dengan variasi konsentrasi 0%, 2,5%, 5%, 7,5% terhadap sifat fisik, kandungan selulosa dan kekuatan tarik serat alam Rami. Dari pengamatan menggunakan SEM terlihat bahwa permukaan serat rami setelah mengalami *chemical treatment* menjadi lebih kasar dibandingkan dengan sebelum mengalami perlakuan. Penurunan kandungan selulosa serat rami itu akan menyebabkan turunnya kekuatan. Penurunan terkecil sebesar 707, 083 Mpa pada perlakuan NaOH 7,5 % (Syafri dkk., 2015).

Salah satu serat alam yang dikembangkan dalam penelitian ini untuk pembuatan material maju adalah serat kulit buah pinang karena bahan baku selulosa serat kulit buah pinang yang melimpah dan sedikit penelitian menggunakan bahan baku kulit buah pinang, sehingga masih perlu diteliti lebih lanjut. Di dalam penelitian ini variabel penelitian yang digunakan yaitu karakterisasi sifat mekanik film PVA berserat selulosa kulit buah pinang yang mengalami perlakuan NaOH.

## II. METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika, dan di Laboratorium Rekayasa Fakultas Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Andalas. Pengujian kuat tarik dilakukan di Laboratorium Mekanik Politeknik Negeri Padang. Alat yang digunakan pada penelitian adalah alat uji tarik merek wekob 32559 Cesare Galdabini buatan Gallarete, *beaker glass*, neraca digital, magnetic stirrer, ultrasonik, soxhlet, waterbath, gerinder, dan homogenizer. Bahan yang digunakan adalah serat kulit buah pinang, NaOH, NaClO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>COOH, *polyvinil alcohol*. Tahapan teknik penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

### 2.1 Persiapan dan Pembuatan sampel

Serat pinang dijemur sampai kering di bawah sinar matahari selama 2 hari. Pengolahan serat pinang dilakukan dengan cara mengupas untuk mengambil bagian serat yang kasarnya. Serat pinang direndam dalam larutan NaOH dengan variasi konsentrasi NaOH 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%. Perlakuan NaOH pada serat alam banyak digunakan untuk memodifikasi struktur molekul selulosa. Untuk proses pengerjaan adalah serat kulit buah pinang direndam dengan larutan NaOH sebagai

proses alkalisasi dan diikuti pembersihan dengan air yang bertujuan untuk menghilangkan kotoran (impurities) dan lapisan-lapisan lilin pada permukaan serat agar serat yang diperoleh berupa selulosa saja.

Setelah direndam serat pinang dicuci sampai pH 7. Serat pinang diekstrak di dalam soxhlet, kemudian dilakukan proses bleaching serat menggunakan 5% NaClO<sub>2</sub> ditambah CH<sub>3</sub>COOH pada suhu 90°C dalam waktu 1 jam, diulang sebanyak 4 kali dengan total 4 jam. Diperoleh pulp berupa selulosa serat pinang kemudian pulp di saring dan dicuci sampai pH 7. Selanjutnya selulosa diultrasonikasi dan dihomogenisasi selama 4 jam untuk menghasilkan selulosa yang lebih halus, kemudian selulosa dicampurkan dengan PVA dan dituangkan ke dalam cetakan untuk dijadikan bahan film bioplastik.

## 2.2 Pengujian dan Pengambilan Data

### 2.2.1 Kuat Tarik

Uji tarik merupakan salah satu uji *stress-strain* mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Pengukuran kuat tarik dirumuskan seperti Persamaan (1).

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

dengan  $\sigma$  adalah kuat tarik (N/m<sup>2</sup>),  $F$  adalah gaya tarik tegak lurus terhadap permukaan (N), dan  $A$  adalah luas bidang spesimen yang ditarik (m<sup>2</sup>).

### 2.2.2 Regangan

Regangan atau *strain* adalah perubahan pada ukuran benda karena gaya dalam kesetimbangan dibandingkan dengan ukuran semula. *Strain* juga dapat dikatakan sebagai tingkat deformasi. Tingkat deformasi tersebut dapat memanjang, memendek, membesar, mengecil dan sebagainya.

Pada saat sampel diberikan beban maka akan mengalami deformasi artinya mengalami perubahan ukuran panjang. Perbandingan antara deformasi dengan panjang mula-mula disebut sebagai regangan. Regangan dapat diukur dengan menggunakan Persamaan (2).

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

dengan  $\varepsilon$  adalah regangan,  $\Delta l$  adalah perubahan panjang spesimen (cm), dan  $l$  adalah panjang spesimen (cm).

### 2.2.3 Modulus Elastisitas

Modulus Elastisitas adalah kemampuan suatu bahan untuk kembali ke bentuk semula setelah gaya yang diberikan pada benda dihentikan. Modulus elastisitas adalah perbandingan antara tegangan dan regangan. Tegangan ( $\sigma$ ) adalah besar gaya yang bekerja, dibagi dengan luas permukaan. Regangan ( $\varepsilon$ ) adalah perubahan bentuk akibat tegangan, diukur sebagai rasio perubahan dari sejumlah dimensi benda terhadap dimensi awal dimana perubahan terjadi. Dari Persamaan (1) dan Persamaan (2) didapatkan nilai modulus elastisitas dengan menggunakan Persamaan (3).

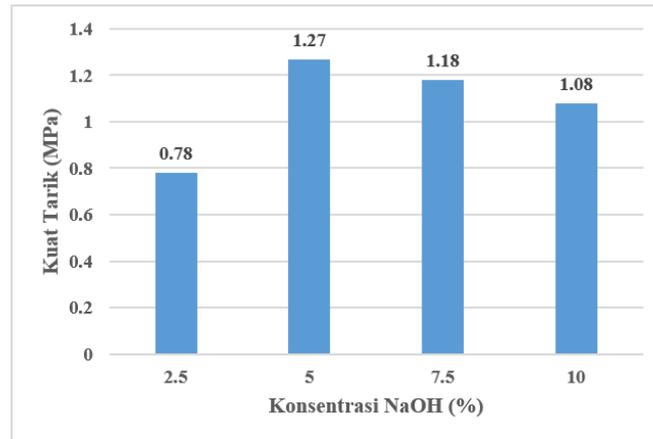
$$E = \frac{\sigma_t}{\varepsilon} \quad (3)$$

dengan  $E$  adalah modulus elastisitas (kg/cm<sup>2</sup>),  $\varepsilon$  adalah regangan, dan  $\sigma_t$  adalah kuat tarik (kg/cm<sup>2</sup>).

## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik pada serat pinang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variasi konsentrasi NaOH terhadap nilai kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas berdasarkan ASTM D 638-14. Nilai kuat tarik diperoleh melalui perhitungan dengan menggunakan Persamaan (1). Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan didapat data seperti pada Gambar 1.



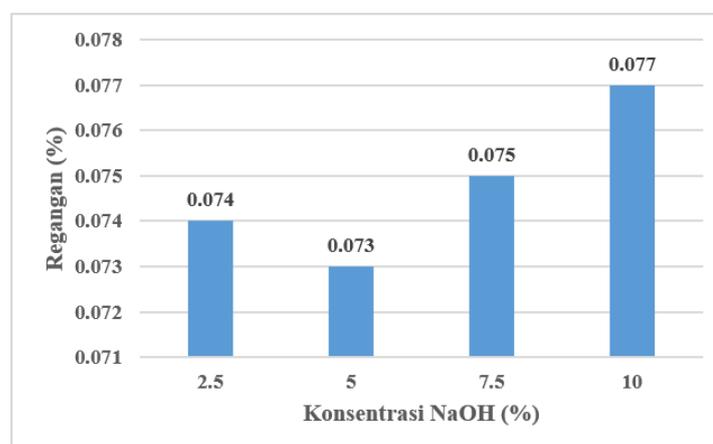
**Gambar 1** Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap uji tarik pada selulosa kuli buah pinang

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa kekuatan tarik dari konsentrasi NaOH 2,5% ke konsentrasi NaOH 5% mengalami kenaikan dan setelah itu turun seiring bertambahnya konsentrasi perlakuan NaOH. Hal ini disebabkan pada konsentrasi NaOH 2,5% lignin masih banyak karena kurang terdegradasi, permukaan serat licin, sehingga ikatan serat dan matrik kurang menyatu, sedangkan pada konsentrasi NaOH 7,5% dan 10%, lignin pada kulit primer serat sangat kurang, sehingga ikatan serat dengan matrik menurun.

Nilai kuat tarik tertinggi terdapat pada variasi konsentrasi NaOH 5 % yaitu 1,27 MPa karena pada konsentrasi NaOH 5 % komponen selulosa masih sedikit yang terkikis dan nilai kuat tarik terendah pada variasi konsentrasi NaOH 2,5 % yaitu 0,78 MPa hal ini disebabkan masih banyak kandungan lignin pada permukaan serat sehingga berpengaruh terhadap kekuatannya. Hasil ini sama dengan yang diperoleh Kencanawati dkk. (2018) dimana nilai optimum kuat tarik diperoleh pada konsentrasi 5%.

### 3.2 Regangan

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada konsentrasi NaOH 2,5 % ke konsentrasi 5 % nilai regangan mengalami penurunan karena lignin belum banyak yang terdegradasi. Apabila konsentrasi NaOH dinaikkan menjadi 7,5 % dan 10 % maka nilai regangan semakin tinggi hal ini disebabkan komponen pada serat semakin banyak terkikis sehingga sampel semakin mudah untuk diregang. Nilai regangan tertinggi diperoleh dari variasi konsentrasi NaOH 10 % yaitu 0,077 % dan yang terendah pada variasi konsentrasi 5 % yaitu 0,073 %. Jika dibandingkan dengan konsentrasi substansifnya yaitu pada konsentrasi 2,5 %, nilai regangannya lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi NaOH 5 % karena kandungan lignin pada konsentrasi 2,5 % masih banyak, sedangkan lignin bersifat rapuh sehingga nilai regangan lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi 5 %. Semakin tinggi konsentrasi NaOH maka regangan semakin tinggi kecuali pada konsentrasi 5 % sehingga sampel semakin mudah ditarik.

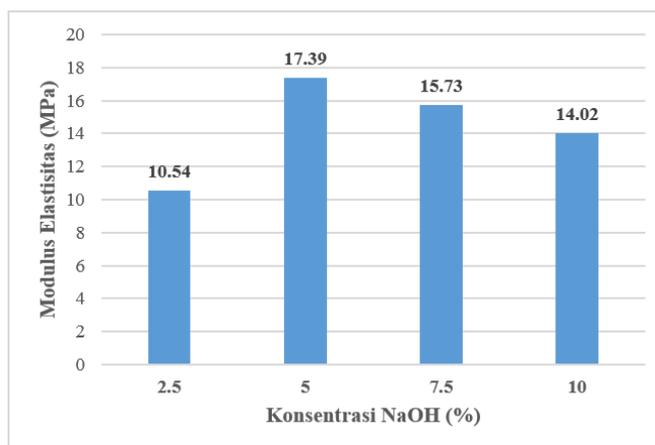


**Gambar 2** Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap regangan pada selulosa kulit buah pinang

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada konsentrasi NaOH 2,5 % ke konsentrasi 5 % nilai regangan mengalami penurunan karena lignin belum banyak yang terdegradasi. Apabila konsentrasi NaOH dinaikkan menjadi 7,5 % dan 10 % maka nilai regangan semakin tinggi hal ini disebabkan komponen pada serat semakin banyak terkikis sehingga sampel semakin mudah untuk diregang. Nilai regangan tertinggi diperoleh dari variasi Konsentrasi NaOH 10 % yaitu 0,077 % dan yang terendah pada variasi konsentrasi 5 % yaitu 0,073 %. Jika dibandingkan dengan konsentrasi substansifnya yaitu pada konsentrasi 2,5 %, nilai regangannya lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi NaOH 5 % karena kandungan lignin pada konsentrasi 2,5 % masih banyak, sedangkan lignin bersifat rapuh sehingga nilai regangan lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi 5 %. Semakin tinggi konsentrasi NaOH maka regangan semakin tinggi kecuali pada konsentrasi 5 % sehingga sampel semakin mudah ditarik.

### 3.3 Modulus Elastisitas

Dari nilai kuat tarik dan regangan yang didapatkan maka diperoleh nilai modulus elastisitas seperti pada Gambar 3. Untuk memperoleh nilai tersebut yaitu dari Persamaan (1) dan Persamaan (2) sehingga didapatkan nilai modulus elastisitas dengan menggunakan Persamaan (3). Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas dari konsentrasi NaOH 2,5% ke konsentrasi NaOH 5% mengalami kenaikan dan setelah itu menurun seiring bertambahnya konsentrasi perlakuan NaOH. Peningkatan konsentrasi NaOH menyebabkan rusaknya struktur selulosa serat akibatnya pada perlakuan NaOH 7,5 % dan 10 % mengalami penurunan nilai modulus elastisitas. Modulus elastisitas tertinggi pada variasi konsentrasi NaOH 5 % yaitu sebesar 17,39 MPa dan yang terendah pada variasi konsentrasi NaOH 2,5 % yaitu sebesar 10,54 %.

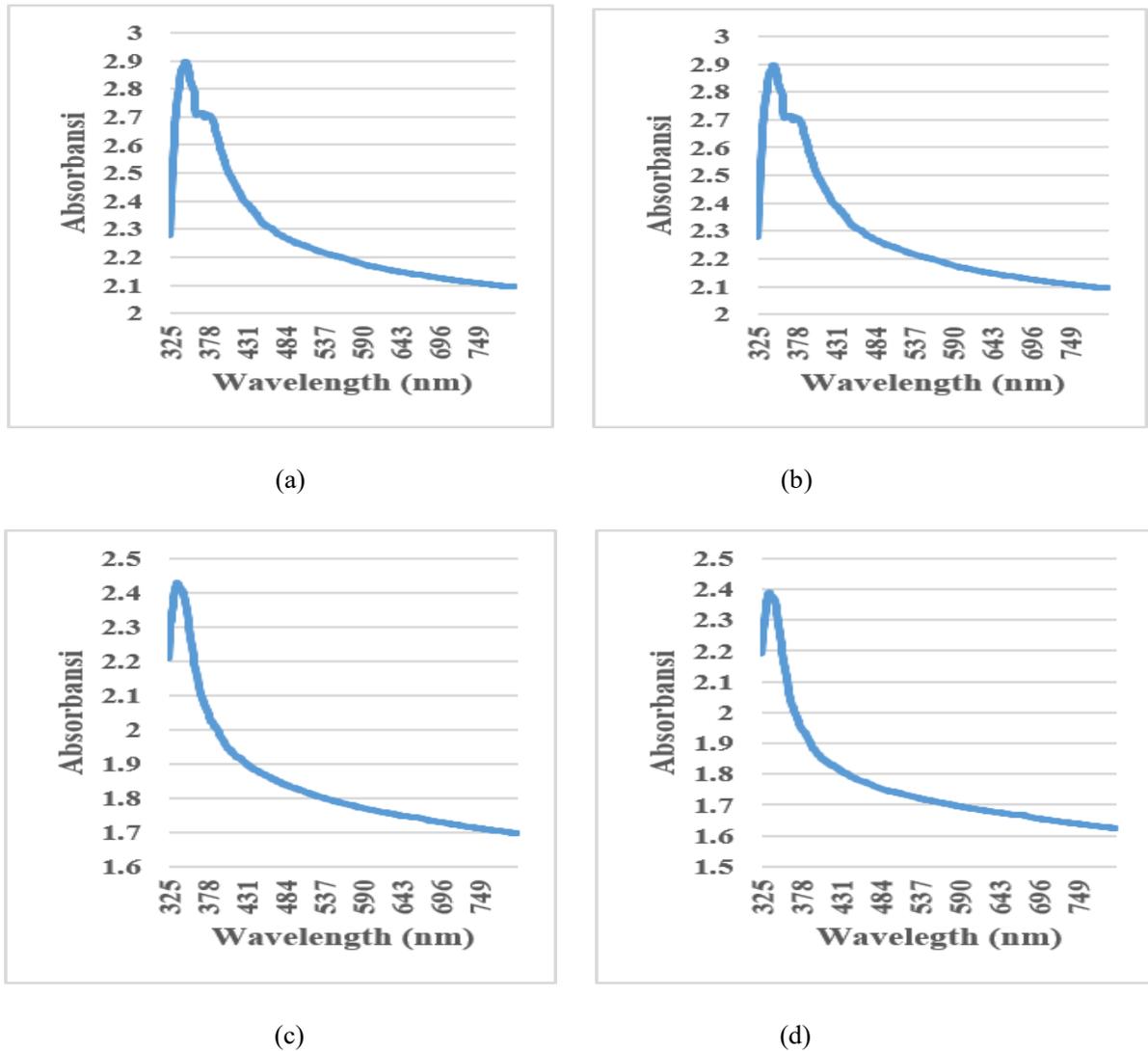


Gambar 3 Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap modulus elastisitas selulosa kulit buah pinang

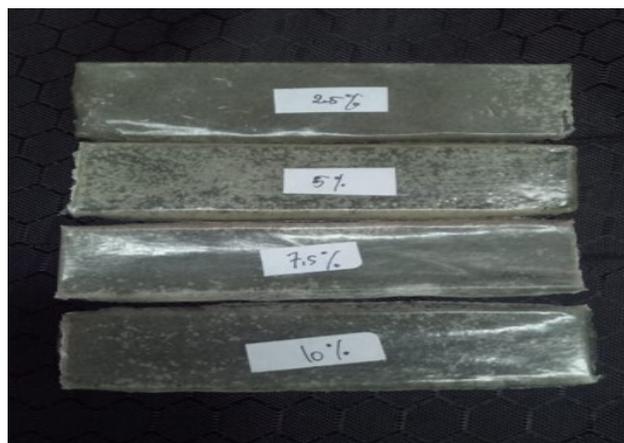
### 3.4 Uji Transparansi Film Selulosa Serat Kulit Buah Pinang

Pengujian sampel diuji menggunakan Spectrometer Ultra Violet-Visible dengan panjang gelombang sinar tampak sebesar 380-800 nm dan memiliki energi sebesar (299-149) kJ/mol. Pada Gambar 4 menunjukkan nilai hubungan absorbansi dengan panjang gelombang pada masing-masing konsentrasi NaOH.

Gambar 4 menunjukkan bahwa cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi memiliki nilai tertinggi pada konsentrasi NaOH 2,5 % sebesar 2,97 dan nilai absorbansi terendah diperoleh pada konsentrasi NaOH 10 %, sebesar 2,391, sedangkan cahaya yang diteruskan diukur sebagai transmitansi memiliki nilai tertinggi sebesar 41 % pada konsentrasi NaOH 10 % dan transmitansi terendah sebesar 13 % pada konsentrasi NaOH 2,5 %. Dari hasil hubungan antara nilai absorbansi dan panjang gelombang terhadap beberapa variasi konsentrasi NaOH diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH menyebabkan ukuran serat yang semakin halus sehingga diperoleh nilai absorbansi semakin kecil, sedangkan nilai panjang gelombang dan transmitansinya semakin besar.



**Gambar 4** Hubungan absorbansi dan panjang gelombang pada masing-masing konsentrasi NaOH : (a)NaOH 2,5% (b)NaOH 5% (c)NaOH 7,5% (d)NaOH 10%



**Gambar 5** Tingkat transparansi sampel dari masing-masing konsentrasi

Gambar 5 menunjukkan hasil hubungan antara nilai absorbansi dan panjang gelombang terhadap beberapa variasi konsentrasi NaOH menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH menyebabkan ukuran serat yang semakin halus sehingga diperoleh nilai absorbansi semakin kecil, sedangkan nilai panjang gelombang dan transmitansinya semakin besar seperti yang terlihat pada Gambar 4, apabila nilai transmitansi semakin besar maka sampel semakin transparan.

#### IV. KESIMPULAN

Nilai optimum kekuatan tarik terjadi pada variasi konsentrasi NaOH 5 % yaitu sebesar 1,27 MPa, nilai regangan tertinggi pada konsentrasi NaOH 10 % yaitu 0,077 dan modulus tertinggi tertinggi pada NaOH 5 % yaitu sebesar 17,39 MPa. Nilai absorbansi tertinggi diperoleh pada konsentrasi NaOH 2,5 % yaitu sebesar 2,897.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, S., 2017, Bionanokomposit Film Berbasis PVA dan Nanoselulosa dari Serat Kenaf, *Jurnal Institut Pertanian Bogor*, Vol. 5, No. 2, hal 13-44.
- Anugraini, A., Syahbanu, I. dan Melati, H.A., 2018, Pengaruh Waktu Sonikasi terhadap Karakteristik Selulosa Asetat Hasil Sintesis dari Sabut Pinang, *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura, Vol 7, No. 3, hal. 18-26.
- Brown, 1989, *Bacterial Cellulose in Cellulose : Structure and Funtional Aspect*, Ellis Horword Ltd, New York.
- Dinanty, S.D.P., 2018 Pengaruh Panjang Serat Pinang terhadap Sifat Mekanik dan Uji Biodegradasi Material Komposit Matriks Epoksi dengan Penambahan Pati Talas, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 7, No. 3, hal. 233-239.
- Kencanawati, CIPK., Sugita, I.K. G., Suardana, NPG. dan Suyasa, I. W. B., 2018, Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Serat Kulit Buah Pinang, *Jurnal Energi dan Manufaktur*, Vol. 11, No. 1, hal. 6-10.
- Subyakto, Hermiati, E., Yanto, D.H.Y. dan Fitria., 2009 Proses Pembuatan Serat Selulosa Berukuran Nano dari Sisal (Agave Sisalana) dan Bambu Betung ( *Dendrocramalus Asper*), *Jurnal UPT Balai Litbang Biomaterial LIPI*, hal. 57-65.
- Syafri, E., Kasim, A., Abral, H. dan Asben, A., 2015, Pengaruh Chemical Treatment terhadap Sifat Fisik, Kandungan Selulosa dan Kekuatan Tarik Serat Alam Rami, *Jurnal Teknologi Pertanian Universitas Andalas*, Vol. 19, No. 2, hal. 18-24.