



---

---

## Kajian Ekstraksi Selulosa dari Kulit Pinang dengan Menggunakan Larutan NaOH

**Zulnazri\*, Dewi Lestari, Lukman Hakim, Rozanna Dewi, Sulhatun**  
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh  
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355  
Korespondensi: HP: 085283059515, e-mail: [zulnazri@unimal.ac.id](mailto:zulnazri@unimal.ac.id)

### **Abstrak**

*Penelitian ini mengkaji tentang ekstraksi dan karakterisasi selulosa yang diperoleh kulit pinang. Untuk menentukan kadar selulosa yang terdapat pada kulit pinang dapat dilakukan karakterisasi melalui uji XRD, uji FTIR, dan uji SEM. Kulit pinang yang telah dibersihkan kemudian dihidrolisis dengan konsentrasi HNO<sub>3</sub> menggunakan variasi NaOH yaitu 1%, 2%, 3% dan 4% dan variasi suhu 40 °C, 50 °C, 60 °C, dan 70 °C. Kemudian didelignifikasi dengan NaOH dan Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> selama 1 jam dengan suhu 40 °C. Selulosa yang diperoleh diuji dengan uji XRD, uji FTIR, uji SEM, dan dihitung yield nya. Dari hasil uji XRD didapatkan persentase kristalinitas tertinggi terdapat pada konsentrasi NaOH 4% pada suhu 70°C yaitu sebesar 76,79%. Sedangkan persentase kristalinitas terendah terdapat pada konsentrasi NaOH 1% pada suhu 70°C yaitu sebesar 75,11%. Kadar yield yang paling besar terdapat pada konsentrasi NaOH 4% pada suhu 70°C dengan kadar yield yang dihasilkan sebesar 39,96%. Kadar yield terendah terdapat pada dengan konsentrasi NaOH 1% pada suhu 40°C dengan kadar yield sebesar 39,16%. Dari hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa semakin besar konsentrasi NaOH dan suhu yang digunakan berpengaruh terhadap selulosa yang dihasilkan.*

*Kata kunci: Selulosa, Ekstraksi, Kristalinitas, Konsentrasi NaOH dan Yield.*

---

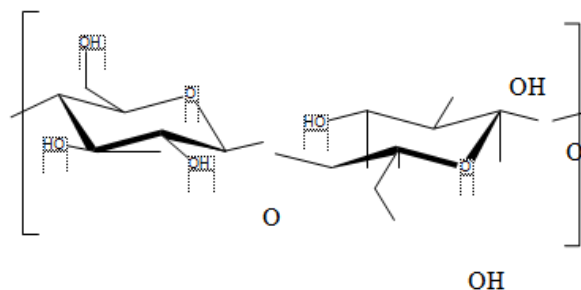
### **1. Pendahuluan**

Tumbuhan pinang (*Areca catechu L.*) merupakan salah satu dari tumbuhan yang mempunyai banyak kegunaan antara lain untuk dikonsumsi, bahan baku industri kosmetik, kesehatan dan bahan pewarna pada industri tekstil. Nama lain dari pinang adalah Jambe, Penang, Woham, Pineng, Pineung (Jawa), Batang Mayang, Batang Bongkah, Batang Pinang, Pining, Bonai (Sumatera), Gahat, Amongun (Sulawesi), Biwa, Biwasoi, Mucillo Palm (Maluku). Menurut Badan Pusat Statistik 2018, pada tahun 2012 jumlah total produksi pinang di Sumatra Barat sebesar 4969 ton, pada tahun 2013 jumlah total produksi pinang sebesar

7260 ton, pada tahun 2014 jumlah total produksi pinang sebesar 9202, pada tahun 2015 jumlah total produksi pinang sebesar 9369 ton (Septiatin, 2008).

Selulosa merupakan homopolimer dari D-anhidroglukosa (glukosa anhidrida) dengan ikatan  $\beta$ -1-4-glukosida yang memiliki rumus empiris  $(C_6H_{12}O_5)_n$ , dimana  $n$  adalah jumlah satuan glukosa yang berikatan atau menyatakan derajat polimerisasi yang berkisar antara 15-1400. Selulosa merupakan salah satu karbohidrat yang termasuk polisakarida struktural, yang memberikan kekuatan pada kayu dan dahan bagi tumbuhan. Polisakarida mudah diubah melalui proses hidrolisis sehingga selulosa dapat menjadi monosakarida. Diperkirakan sekitar 1011 ton selulosa dibiosintesis setiap tahun, selulosa mencakup 50% dari karbon bebas bumi. Daun kering diperkirakan memiliki kandungan selulosa sebanyak 10-20 %, kayu 50 % dan kapas 90% (Fessenden, 1982).

Selulosa dari kulit pinang didapat melalui proses delignifikasi. Delignifikasi merupakan salah satu metode pemisahan komponen dari suatu bahan menggunakan senyawa dapat berupa alkali maupun asam. Delignifikasi menggunakan alkali akan memisahkan selulosa serta komponen lainnya. Dengan proses ini, maka struktur sel akan pecah karena adanya lignin yang berfungsi sebagai perekat atau lem untuk selulosa, karena selulosa merupakan komponen yang digunakan sebagai dinding sel, sehingga tumbuhan dapat berdiri kokoh. Struktur selulosa dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



**Gambar 1.** Struktur selulosa

Dalam pengembangannya selulosa dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal misalnya, selulosa yang ada dalam tandan kosong kelapa sawit berpotensi untuk digunakan sebagai sumber energi terbarukan berupa bioetanol. Pembuatan

bioetanol dilakukan dengan menghilangkan lignin agar didapatkan selulosa yang nantinya akan difermentasi untuk produksi bioetanol, namun kulit pinang harus dipecah ligninnya melalui delignifikasi dan sulfonasi (Do Viet Phuong et al. 2019).

Ekstraksi selulosa dari bahan biomassa lignoselulosa dapat dilakukan dengan alkali seperti asam klorida encer, dimana menguraikan lignin dan hemiselulosa sedangkan selulosa tahan terhadap asam klorida, sehingga meninggalkan rantai Kristal selulosa (Zulnazri dkk., 2017).

Selulosa yang baik adalah yang memiliki kristalinitas tinggi yang diperlihatkan dari derajat kristal. Menurut Zulnazri semakin lama waktu ekstraksi dan semakin tinggi konsentrasi asam klorida yang digunakan menyebabkan derajat kristalinitas semakin tinggi namun yield yang diperoleh sedikit, dikarenakan sebagai rantai kristal selulosa ikut terdegradasi dan terjadi karbonasi. Oleh sebab itu perlu dipertimbangkan kondisi operasi yang baik seperti konsentrasi dan waktu yang tepat untuk proses ekstraksi selulosa dari biomassa lignoselulosa (Zulnazri dkk., 2016).

Sintesis komposit polianilina-selulosa menggunakan matriks selulosa yang berasal dari tandan kosong kelapa sawit melalui tahap *swelling*. Polianilina-selulosa yang didapatkan bersifat semi konduktor karena memiliki nilai konduktivitas lebih tinggi dibandingkan dengan komposit yang disintesis tanpa melalui perlakuan awal *swelling*. Selulosa dari tandan kosong kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai energi terbarukan berupa etanol melalui simultan sakarifikasi-fermentasi menggunakan enzim selulase dan ragi *saccharomyces cerevisiae*. Selulosa dapat pula dikombinasikan dengan ZnO untuk pembuatan bioplastik yang mudah didegradasi oleh mikroba (Nana Dyah Siswati, Mohammad Yatim, Rachmat Hidayanto, 2021).

Selulosa dapat dikonversikan menjadi selulosa asetat melalui proses *cellanase* dengan bahan baku  $\alpha$ -selulosa. Tahapan reaksinya adalah aktivasi, asetilasi, hidrolisis, netralisasi dan pengeringan (Yoshiyuki Ikemoto, US4306060A, 1981). Isolasi nano kristal selulosa dari alfa selulosa yang berasal dari tandan kosong kelapa sawit dengan proses delignifikasi menggunakan  $\text{HNO}_3$

(Nagarajan, 2018). Pembuatan nanokristal selulosa diperoleh melalui proses hidrolisis menggunakan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  45%. Selulosa dapat dikonversi menjadi karboksi metil selulosa (CMC) dari  $\alpha$ -selulosa terdiri dua proses, proses alkalisasi dan proses esterifikasi (Athanasia A. S. dkk., 2019).

Berdasarkan derajat polimerisasi (DP) dan kelarutan dalam senyawa Natrium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ )n 17,5 %, selulosa dapat dibagi menjadi tiga jenis yakni, (Poejiadi, 2006) :

- a. Alfa Selulosa (*Alpha Cellulose*) adalah selulosa berantai panjang yang tahan dan tidak larut dalam larutan  $\text{NaOH}$  17,5 % atau larutan basa kuat dengan DP (Derajat Polimerisasi) 600 – 15000.  $\alpha$  – selulosa digunakan sebagai penduga atau tingkat kemurnian selulosa.
- b. Beta Selulosa (*Betha Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek yang larut dalam larutan  $\text{NaOH}$  17,5% atau basa kuat dengan Derajat Polimerisasi (DP) berkisar antara 15 – 90. Betha selulosa ini dapat mengendap jika ekstrak dinetralkan.
- c. Gamma Selulosa (*Gamma Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek yang larut dalam larutan  $\text{NaOH}$  17,5% atau basa kuat dengan Derajat Polimerisasi (DP) kurang dari 15. Kandungan utamanya adalah hemiselulosa.

## 2. Bahan dan Metode

Bahan dan peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah tandan kosong kelapa sawit. Bahan lainnya yang digunakan yaitu larutan  $\text{HNO}_3$  3,5% ,  $\text{NaNO}_2$ , larutan  $\text{NaOH}$  (1%, 2%, 3%, dan 4%), larutan  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  2%, larutan  $\text{NaOCl}$  1,75%, dan larutan  $\text{H}_2\text{O}_2$  10%. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain yaitu neraca analitik, *hot plate*, *beaker glass*, erlenmeyer, gelas ukur, labu ukur, termometer, corong, *stirrer*, dan kertas saring.

Penelitian ini terdiri dari tiga tahapan yaitu persiapan bahan baku (termasuk pencucian dan pengeringan), pembuatan selulosa menggunakan larutan  $\text{HNO}_3$ , analisa lignoselulosa menggunakan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Variasi percobaan dilakukan terhadap konsentrasi  $\text{NaOH}$  dan suhu pemanasan.

Ekstraksi kulit pinang dilakukan dengan metode ekstraksi menggunakan larutan  $\text{HNO}_3$  3,5% dan  $\text{NaNO}_2$  0,03 gram yang dipanaskan pada suhu  $90^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Kemudian didelignifikasi menggunakan larutan  $\text{NaOH}$  (1%, 2%, 3%, dan 4%) dan  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  2% pada suhu  $40^\circ\text{C}$ ,  $50^\circ\text{C}$ ,  $60^\circ\text{C}$  dan  $70^\circ\text{C}$  selama 1 jam. Kemudian dilakukan pemutihan dengan larutan  $\text{NaOCl}$  1,75% selama 30 menit, lalu dilanjutkan pemutihan dengan  $\text{H}_2\text{O}_2$  10% selama 1 jam didalam oven.

Analisa lignoselulosa dilakukan dengan metode *chesson-datta*, mula-mula timbang 1 gram kulit pinang sebagai berat (a), kemudian direfluks dengan menggunakan 120 aquadest pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 1 jam, kemudian disaring dan dikeringkan, lalu ditimbang sebagai berat (b). Kemudian residu direfluks menggunakan 150 ml larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,5M selama 1 jam, residu disaring dan dikeringkan lalu ditimbang sebagai berat (c). Residu direndam dengan 10 ml larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  72% selama 4 jam, kemudian disaring dan dikeringkan, lalu ditimbang sebagai berat (d), kemudian residu diabukan dan ditimbang sebagai berat (e). Kemudian dihitung persen kandungan kimiawi menggunakan metode *chesson-datta*.

## 2.1 Pengujian Selulosa

### a. *Spektroskopi Scanning Electron Microscope (SEM)*

Salah satu jenis mikroskop electron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari material yang dianalisis. Fungsi SEM adalah dengan memindai terfokus balok halus elektron ke sampel.

### b. *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*

Merupakan suatu alat yang digunakan untuk analisis senyawa kimia. Spektra infra merah suatu senyawa dapat memberikan gambaran dan struktur molekul senyawa tersebut.

### c. *X-ray diffraction (XRD)*

Merupakan salah satu metoda karakterisasi material yang paling tua dan paling sering digunakan hingga sekarang. Teknik ini digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel.

#### d. Analisa Lignoselulosa

Metode ini digunakan untuk analisa kandungan kimiawi yang terdapat pada bahan baku biomassa yang ada di alam. Persentase kandungan kimiawi yang terdapat pada biomassa dihitung menggunakan metode *chesson-datta*, yaitu sebagai berikut :

$$a. \text{ Hot water soluble (\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

$$b. \text{ Hemiselulosa(\%)} = \frac{b-c}{a} \times 100\%$$

$$c. \text{ Selulosa (\%)} = \frac{c-d}{a} \times 100\%$$

$$d. \text{ Lignin (\%)} = \frac{d-e}{a} \times 100\%$$

$$e. \text{ Abu (\%)} = \frac{e}{a} \times 100\%$$

### 3. Hasil dan Diskusi

#### 3.1 Yield Selulosa

Kandungan selulosa yang terdapat pada bahan baku limbah kulit pinang dengan menggunakan metode ekstraksi. Hasil yang didapat yaitu kandungan selulosa yang paling tinggi terdapat pada konsentrasi NaOH 4% pada suhu 70°C sebanyak 9,99 gram. Kandungan selulosa terendah diperoleh dari konsentrasi NaOH 1% pada suhu 70°C sebanyak 9,79 gram. Kadar yield selulosa yang paling besar terdapat pada konsentrasi NaOH 4% dan suhu 70°C diperoleh yield yang dihasilkan sebesar 39,96%. Kadar yield selulosa terendah terdapat pada konsentrasi NaOH 1% dan suhu 40°C diperoleh yield sebesar 39,16%.

**Tabel 1.** Data Hasil Penelitian Selulosa Dengan Menggunakan Proses Ekstraksi

RUN	Konsentrasi NaOH (%)	Sampel Awal (gr)	Suhu (°C)	Selulosa (gr)	Yield (%)	Crystalinitas (%)
1	1	25	40	9,79	39,16	75,11
2			50	9,82	39,28	
3			60	9,84	39,36	
4			70	9,87	39,48	
5	2	25	40	9,83	39,32	76,19
6			50	9,86	39,44	
7			60	9,89	39,56	
8			70	9,91	39,64	

9	3	25	40	9,86	39,44	76,26
10			50	9,88	39,52	
11			60	9,90	39,60	
12			70	9,92	39,68	
13	4	25	40	9,93	39,72	76,79
14			50	9,95	39,80	
15			60	9,97	39,88	
16			70	9,99	39,96	

### 3.2 Analisa Kandungan Lignoselulosa

Metode untuk pengukuran kandungan lignoselulosa yang telah umum digunakan adalah metode yang dikemukakan oleh Chesson (1978) dalam Datta (1981). Metode ini adalah analisis gravimetri setiap komponen setelah dihidrolisis atau dilarutkan. Tahapan utama metode ini adalah menghilangkan ekstraktif, kemudian hidrolisis hemiselulosa dengan asam kuat tanpa pemanasan, dilanjutkan dengan hidrolisis menggunakan asam encer pada suhu tinggi. Bagian terakhir yang tidak larut adalah lignin, kandungan lignin dikoreksi dengan kandungan abu.

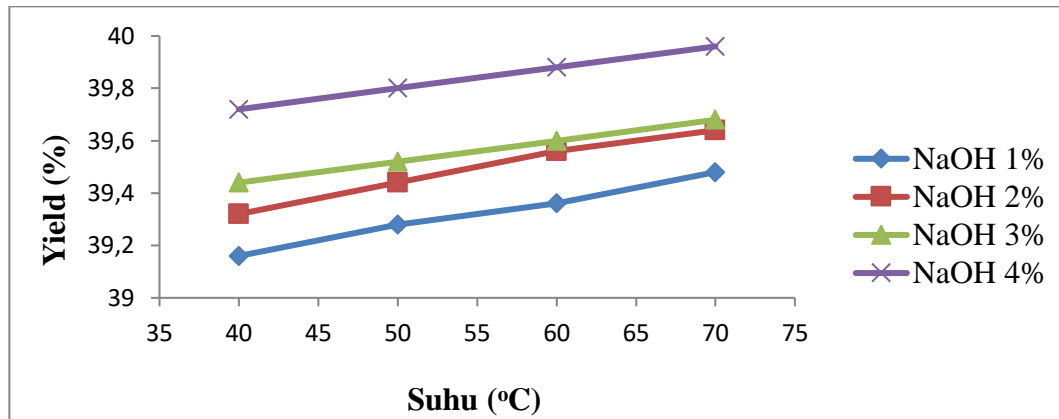
**Table 2.** Komposisi Kimiawi Kulit Pinang

No.	Komponen	Kadar (%)
1.	Zat terlarut dalam air	7,56
2.	Hemiselulosa	5,88
3.	Selulosa	59,67
4.	Lignin	4,20
5.	Abu	22,69

Dari data hasil penelitian analisa lignoselulosa menggunakan metode *Chesson-Datta* diperoleh hasil komponen kimiawi yang terkandung dalam kulit pinang yaitu kandungan zat terlarut sebanyak 7,56%, kandungan hemiselulosa sebanyak 5,88%, kandungan selulosa sebanyak 59,67%, kandungan lignin sebanyak 4,20%, dan kadar abu sebanyak 22,69%.

### 3.3 Pengaruh Suhu dan Konsentrasi NaOH terhadap Yield Selulosa yang Dihasilkan

Adapun hubungan pengaruh suhu dan konsentrasi HNO<sub>3</sub> terhadap yield selulosa yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 2 :

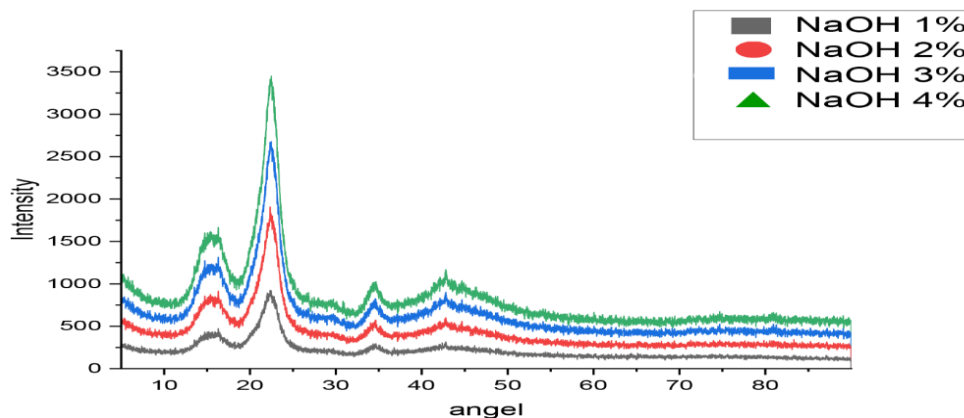


**Gambar 2.** Hubungan suhu dan konsentrasi dengan *yield* selulosa

Dari gambar 2. dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu dan konsentrasi yang digunakan pada penelitian ini semakin besar *yield* yang dihasilkan. Kenaikan *yield* tertinggi terdapat pada konsentrasi NaOH 4% dengan suhu 70°C yaitu sebesar 39,96% dan *yield* terendah dihasilkan pada konsentrasi NaOH 1% pada suhu 70°C. Hal ini sesuai dengan teori yang ada yaitu, semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan maka kadar lignin akan semakin sedikit. Hasil ini sesuai dengan teori yang ada yaitu, semakin tinggi konsentrasi larutan NaOH yang digunakan maka kadar lignin akan semakin sedikit yang tersisa. Hal ini disebabkan karena NaOH dapat memisahkan lignin dari selulosa.

### 3.4 Analisa Struktur Kristal Selulosa dengan Uji X-RD

Adapun hasil analisa struktur kristal selulosa dengan uji X-RD yang dihidrolisis dengan NaOH 1%, 2%, 3% dan 4% pada suhu 70°C dapat dilihat pada gambar 3. dibawah ini :

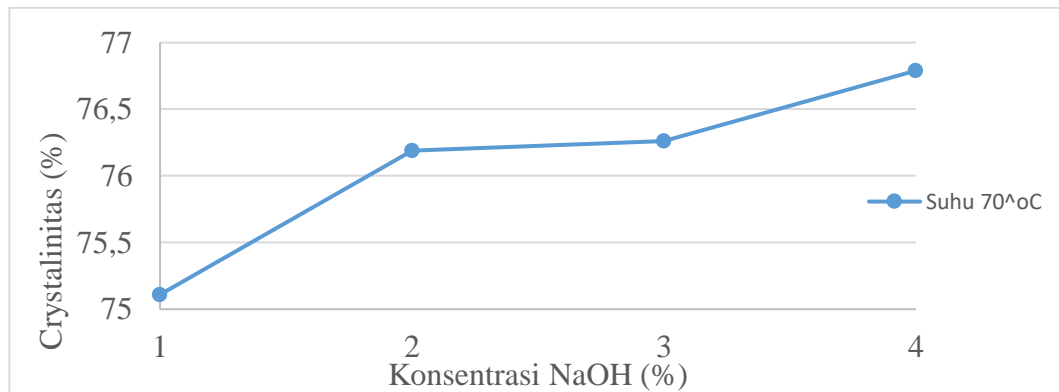


**Gambar 3.** Hasil uji X-RD selulosa



Pada gambar 3. memperlihatkan pola X-RD dari selulosa yang dihidrolisis dari kulit pinang dengan NaOH 1%, 2%, 3% dan 4% pada suhu 70°C. Semua pola X-RD menunjukkan adanya puncak yang tinggi muncul pada sudut  $2\theta$  disekitar 22,5°, daerah ini merupakan puncak khas dari struktur selulosa. Hal ini seperti yang dilaporkan oleh Zulnazri, bahwa puncak khas selulosa muncul pada sudut  $2\theta$  disekitar 22,5° (Zulnazri dkk, 2017). Menurut Rosli ciri khas puncak kristal selulosa berada pada sudut 22°-23° (Rosli dkk., 2013). Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dari hasil uji X-RD menyatakan bahwa semakin tinggi puncak dan semakin *sharp* kristalinitas selulosa maka kualitas selulosa yang dihasilkan semakin baik.

Gambar 4 memperlihatkan persentase kristalinitas dari selulosa yang dihidrolisis dengan larutan NaOH dengan konsentrasi 1%, 2%, 3% dan 4% pada suhu pemanasan yaitu 70°C:

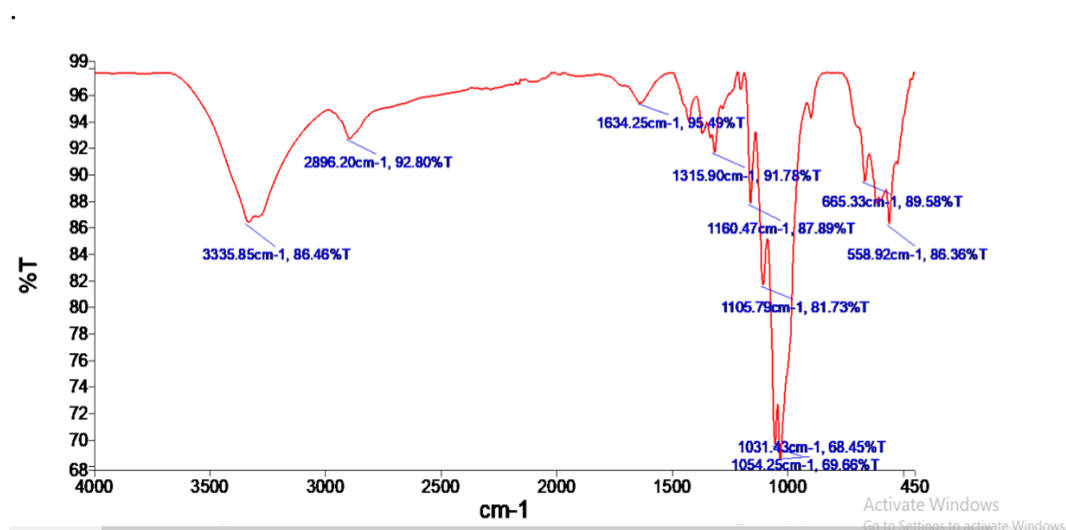


Gambar 4. Kristalinitas selulosa

Kristalinitas selulosa yang tinggi diperoleh melalui hidrolisis dengan menggunakan NaOH 4% pada suhu 70°C sebesar 76,79%. Kristalinitas selulosa paling rendah diperoleh pada konsentrasi NaOH 1% pada suhu 70 °C yaitu sebesar 75,11%. Tingginya kristalinitas yang diperoleh dikarenakan telah terjadi penghapusan hemiselulose dan lignin yang ada di daerah amorf yang mengarah kepenataan molekul selulosa (Li dkk., 2009).

### 3.5 Analisa Gugus Fungsi Selulosa dengan Uji FT-IR

Ciri khas spektrum FT-IR selulosa diperlihatkan pada gambar 4.4 yaitu menampilkan dua daerah serapan utama yaitu di daerah bilangan gelombang tinggi dan bilangan gelombang rendah, dari hasil uji selulosa dari kulit pinang didapatkan bilangan gelombang tinggi yaitu didaerah pita  $3335,85\text{ cm}^{-1}$  dan bilangan gelombang rendah yaitu didaerah pita  $1054,25\text{ cm}^{-1}$ . Spektrum memperlihatkan puncak serapan yang luas terletak disekitar pita  $3335,85\text{ cm}^{-1}$  merupakan peregangan kelompok  $\text{-OH}$ . Puncak serapan di daerah pita  $1054,25\text{ cm}^{-1}$  terkait dengan kelompok  $\text{-CH}_2$ , hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Jahan dkk., (2011). Puncak serapan  $2896\text{ cm}^{-1}$  merupakan overlapping dari pita  $\text{-CH}_2$ .



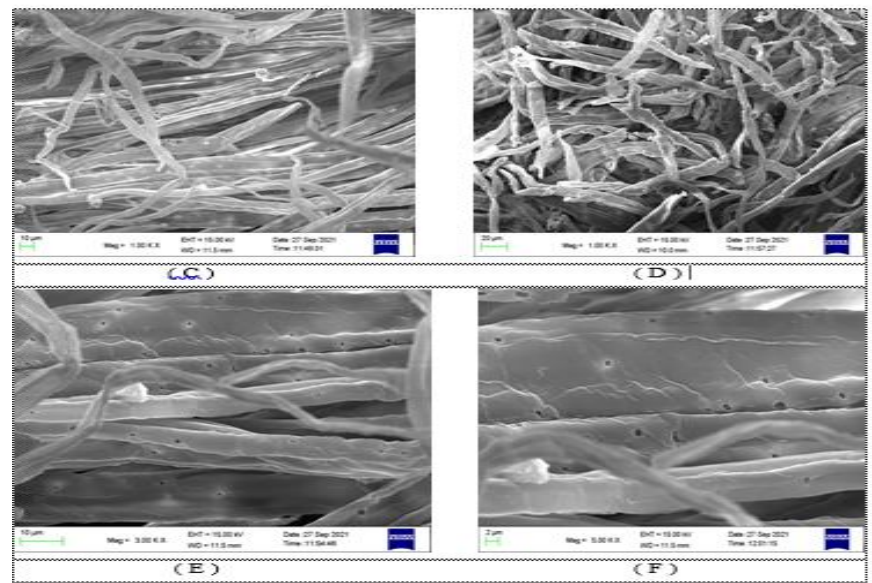
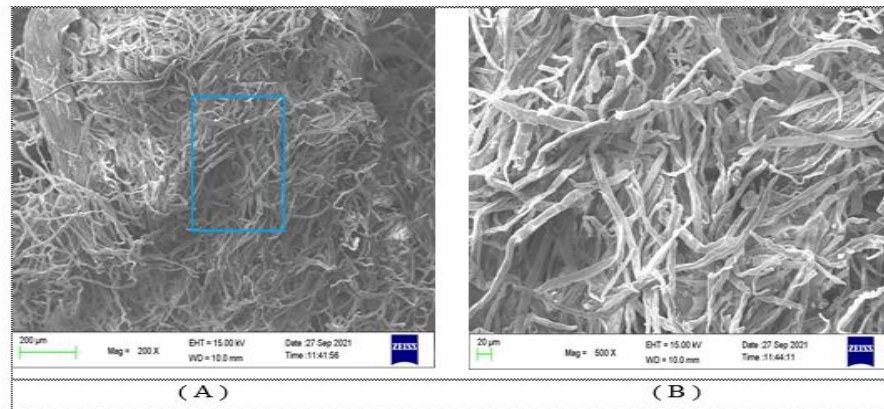
Gambar 5. Spektrum FT-IR selulosa

Pada gambar 5. terlihat peningkatan intensitas pada pita  $1054,25\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan peregangan cincin piranosa  $\text{C-O-C}$ , yang menyatakan telah terjadi peningkatan nilai kristal selulosa. Puncak serapan di daerah pita  $558,92\text{ cm}^{-1}$  merupakan vibrasi  $\text{C-H}$  yang paling rendah dari selulosa (getaran anomerik, spesifik untuk  $\beta$ -glucosides), hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Li, dkk (2009).

### 3.6 Analisa Morfologi dengan Uji SEM

Morfologi dan dimensi partikel kristal dianalisa dengan scanning electron micrographs (SEM). Mikrogram menunjukkan rantai selulosa dapat diputuskan

menjadi individu kristal oleh hidrolisis asam nitrat sedangkan wilayah kristal dapat menahan serangan asam dan mudah memutuskan komponen amorf, sehingga menghasilkan dimensi kristal yang kecil. Adapun gambar 6 dibawah ini memperlihatkan morfologi dari selulosa yang dihidrolisis pada suhu 70°C dengan menggunakan NaOH 4% :



**Gambar 6.** Hasil uji SEM selulosa dari kulit pinang dengan konsentrasi NaOH 4% pada suhu 70 °C (A) skala 200 $\mu$ m (100 kali), (B) skala 20 $\mu$ m (500 kali), (C) skala 10 $\mu$ m (1000 kali), (D) skala 10  $\mu$ m (3000 kali), (E) skala 20  $\mu$ m (1000 kali) dan (F) skala 2 $\mu$ m (5000 kali).

Pada gambar 6(a) hasil uji SEM dengan menggunakan alat uji SEM tipe eds Carl zeiss EVO MA10. Pada gambar 4.6(a) memperlihatkan morfologi selulosa dengan skala 200 $\mu$ m dan pembesaran 100 kali dengan bentuk serat selulosa panjang kecil dan tidak beraturan seperti akar serabut. Gambar 4.6(b) memperlihatkan morfologi selulosa dengan skala 20 $\mu$ m dan pembesaran 500 kali, pada gambar ini bentuk serat selulosa yaitu panjang dan tipis. Gambar 4.6(c) memperlihatkan morfologi selulosa dengan skala 10 $\mu$ m dan pembesaran 1000 kali, serat selulosa yang terlihat berbentuk panjang, tipis dan terpisah-pisah. Gambar 4.5(d) memperlihatkan morfologi selulosa dengan skala yang lebih kecil yaitu 10  $\mu$ m dan pembesaran 3000 kali, serat selulosa yang terlihat kecil dan panjang seperti ranting kayu. Gambar 4.5(e) memperlihatkan morfologi selulosa dengan skala 20 $\mu$ m dan pembesaran 1000 kali. Pada gambar ini serat selulosa terlihat seperti serat-serat kayu. Gambar 4.5(f) memperlihatkan morfologi selulosa dengan skala yang lebih kecil 2 $\mu$ m dan pembesaran 5000 kali. Pada gambar ini serat selulosa dari kulit pinang terlihat lebar dan panjang. Keenam permukaan selulosa memperlihatkan morfologi yang sama dengan bentuk sandwich yang teratur, bentuk ini memiliki tensil *strength* yang tinggi dan sangat baik digunakan sebagai filler dalam nanokomposit. Tujuan dilakukan pengujian ini adalah untuk melihat bagaimana bentuk serat selulosa dari kulot pinang. Terlihat pada gambar 4.6 di atas bahwa semakin besar pembesaran yang dilakukan maka bentuk serat yang terlihat sedikit kabur . Hal itu menunjukkan bahwa jika semakin tinggi pembesaran serat selulosa yang dilakukan maka memperlihatkan bentuk serat selulos.

#### 4. Simpulan dan Saran

Dari hasil penelitian ini diperoleh bahwa semakin besar konsentrasi NaOH dan suhu yang digunakan semakin bagus selulosa yang dihasilkan. Berdasarkan

hasil uji X-RD semua pola menunjukkan adanya puncak yang tinggi muncul pada sudut  $2\theta$  disekitar  $22,5^\circ$ , daerah ini merupakan puncak khas dari struktur selulosa. Berdasarkan hasil uji X-RD didapatkan persentase kristalisasi tertinggi didapatkan pada sampel selulosa hasil hidrolisis dengan NaOH 4% pada suhu  $70^\circ\text{C}$  yaitu sebesar 76,79%. Persentase *yield* tertinggi didapatkan pada sampel selulosa hasil hidrolisis dengan NaOH 4% pada suhu  $70^\circ\text{C}$  yaitu sebanyak 39,96%.

Hasil analisa lignoselulosa didapatkan hasil yaitu kadar zat terlarut sebanyak 7,56%, kadar hemiselulosa sebanyak 5,88%, kadar selulosa sebanyak 59,67%, kadar lignin sebanyak 4,20%, dan kadar abu sebanyak 22,69%. Berdasarkan hasil uji FT-IR selulosa dari kulit pinang didapatkan bilangan gelombang tinggi yaitu didaerah pita  $3335,85\text{ cm}^{-1}$  dan bilangan gelombang rendah yaitu didaerah pita  $1054,25\text{ cm}^{-1}$ . Semakin tinggi kristalinitas selulosa yang didapatkan menunjukkan bahwa selulosa yang diperoleh memiliki kualitas yang semakin baik.

Penelitian ini dapat diekstraksi dengan menggunakan konsentrasi pelarut yang lainnya seperti HCl dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan disarankan dalam melakukan penelitian ini menggunakan alat pemanas yang dapat mengatur suhu atau menggunakan wadah tertutup.

## 5. Daftar Pustaka

1. Fessenden, R.J., dan J.S. Fessenden. 1982. *Kimia Organik Edisi Kedua Jilid 1*. Terjemahan Oleh A.H. Pudjaatmaka. Erlangga. Jakarta.
2. Jahan, M. S., Saeed, A., He, Z., Ni, Y. 2011. *Jute as Raw Material for the Preparation of Microcrystalline Cellulose*. *Cellulose*, 18, 451–459.
3. Li, R., Fei, J., Cai, Y., Li, Y., Feng, J., Yao, J. 2009. *Cellulose Whiskers Extracted from Mulberry: A Novel Biomass Production*. *Carbohydrate Polymers*, 76, 94–99.
4. Rosli, N.A., Ahmad, I., Abdullah, I. 2013. *Isolation and Characterization of Cellulose Nanocrystal from Agave Angustion Fibre*, *Bioresources*, 8(2), 1893-1908.

5. Septiatin. 2008. *Seri Tanaman Obat; Apotik Hidup dari Rempah-rempah, Tanaman Hias dan Tanaman Liar*. Yrama Widya, Bandung.
6. Do Viet Phuong et al. 2019. Production of bioethanol from Robusta coffee pulp (*Coffea robusta* L.) in Vietnam, *Foods and Raw Materials*, vol. 7, No.1.
7. Zulnazri. 2017. *Hidrolisis Selulosa Dari Tandan Kosong Kepala Sawit Untuk Memproduksi Cellulose Nano-crystal Dengan Metode Sonikasi Hidrothermal*. Program Doktor, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
8. Zulnazri, dkk, (2016). *Effects of hydrolysis conditions on the crystallinity, chemical structure, morphology, and thermal stability of cellulose nanocrystals extracted from oil palm biomass residue*. *Int. J. Chem. Tech Res*; Vol. 9 : 456-64.
9. Zulnazri, dkk. (2017). *Temperature Effect of Crystallinity in Cellulose Nanocrystal from Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB) using Sonication Hydrothermal Methods*, *J. Pure App. Chem. Res.*, Vol. 6 (1), 14-21.
10. Nana Dyah Siswati, Mohammad Yatim, Rachmat Hidayanto, 2021. *Bioethanol From Coffe Peel Waste With Fermentation Process*. Jurusan Teknik Kimia UPN Veteran Jawa Timur
11. Yoshiyuki Ikemoto, 1981. Process for preparation of cellulose acetate. United States Patent. No. **US4306060A**
12. Nagarajan K. J. A and N. R. Ramanujam, 2020. Isolation and characterization of cellulose nanocrystals from Saharan aloe vera cactus fibers. *International Journal of Polymer Analysis and Characterization*. Volume 25, 2020.
13. Athanasia A. S. et al. 2019. The Effect of Acid Hydrolysis Treatment on the Production of Nanocellulose Based on Oil Palm Empty Fruit Bunches. *JKTI*, Vol. 21. No. 2.
14. Poejiadi. (2006). *Basics of Biochemistry*. Jakarta: UI Press.