

## PREPARASI DAN KARAKTERISASI MIKROKRISTALIN SELULOSA DAUN NENAS (*Ananas comusus L. Merr*)

Deni Anggraini\*, Emma Susant, Selvi Nurizky

Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau

\*Email : [anggrainideni152@gmail.com](mailto:anggrainideni152@gmail.com)

### Detail Artikel

Diterima : 24 Agustus 2022  
Direvisi : 1 Oktober 2022  
Diterbitkan : 6 November 2022

### Kata Kunci

Mikrokristalin Selulosa  
Alfa selulosa  
Metode Multistage Pulping  
Avicel

### Penulis Korespondensi

Name : Deni Anggraini  
Affiliation : Sekolah Tinggi Ilmu  
Farmasi Riau  
E-mail : [anggrainideni152@gmail.com](mailto:anggrainideni152@gmail.com)

### ABSTRACT

*Microcrystalline Cellulose (MCC) is pure cellulose from fibrous plants isolated from alpha cellulose by acid hydrolysis. Pineapple leaves (*Ananas comusus*) contain 69.5% cellulose so that it can be used for the manufacture of MCC. MCC preparation using the Multistage Pulping method can produce MCC with color quality that meets the requirements. Microcrystalline cellulose isolated from pineapple leaves was compared with Avicel PH® 102 as the standard. MCC characterization includes organoleptic, pH examination, water soluble substances, solubility in ammonia copper tetraamine solution, starch test, observations using FTIR (Fourier Transform Infra Red), DSC (Differential Scanning Calorimetry), and SEM (Scanning Electron Microscopy). The results showed that microcrystalline cellulose from pineapple leaves met the requirements as microcrystalline cellulose.*

### ABSTRAK

*Mikrokristalin Selulosa (MCC) adalah selulosa murni dari tanaman berserat yang diisolasi dari alfa selululosa dengan hidrolisis asam daun nenas (*Ananas comusus*) memiliki kandungan selulosa 69,5% sehingga dapat dimanfaatkan untuk pembuatan MCC. Preparasi*

MCC dengan menggunakan metode *Multistage Pulping* dapat menghasilkan MCC dengan karakteristik dan kualitas warna yang memenuhi persyaratan. Mikrokrystal selulosa hasil isolasi daun nenas dibandingkan dengan Avicel PH<sup>®</sup> 102 sebagai standar baku. Karakterisasi MCC meliputi organoleptis, pemeriksaan pH, substansi larut air, kelarutan dalam larutan amonia tembaga tetraamin, uji pati, pengamatan dengan alat FTIR (*Fourier Transform Infra Red*), DSC (*Differential Scanning Calorimetry*), dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Hasil penelitian menunjukkan mikrokrystalin selulosa dari daun nenas memenuhi persyaratan sebagai mikrokrystalin selulosa.

## PENDAHULUAN

Selulosa merupakan polimer hayati yang banyak ditemukan hampir di seluruh bagian tanaman (Jasni *et al*, 2000). Ketersediaan selulosa melimpah, laju dekomposisi di tanah yang cepat, serta sifat mekanik yang baik membuat selulosa terus dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia (Brinchi, 2013; Siquerra, 2010). Mikrokrystalin selulosa (MCC) adalah selulosa murni dari tanaman berserat yang diisolasi dari alfa selulosa dengan hidrolisa menggunakan asam mineral (Carlin, 2008).

Tanaman berserat mengandung komposisi kimia utama selulosa dan lignin. Sumber selulosa dari berbagai tanaman berserat seperti kapas, jagung, ampas tebu, rumput gajah, jerami gandum, rami, sekam padi, dan lain-lain (Asim *et al*, 2015). Berbagai studi telah melakukan pembuatan MCC yaitu, dari kelapa sawit (Soom *et al*, 2009; Hafidz *et al*, 2013), rami (Jahan *et al*, 2011), ampas tebu, jerami padi, tangkai kapas (El-Sakhawy and Hassan, 2007; Ilindra and Dhake, 2008), dan dari biji lamtoro (Husin *et al*, 2017).

Mikrokrystalin selulosa di industri farmasi digunakan pada formulasi tablet sebagai bahan pengisi (*filler*), bahan pengikat (*binder*) dan sebagai bahan penghancur (*disintegrant*). Untuk memenuhi kebutuhan, MCC dipasok dengan mengimpor dari luar negeri sehingga harga obat menjadi mahal (Suryadi *et al*, 2017). Selulosa yang digunakan di industri farmasi umumnya bersumber dari kayu dan kapas (Shlieout *et al*, 2002).

Nenas merupakan tumbuhan yang hanya dimanfaatkan bagian buahnya untuk dikonsumsi. Bagian daun nenas tidak dimanfaatkan dan hanya sebagai limbah, sedangkan kandungan selulosa pada daun nenas cukup tinggi yaitu 69,5% (Banik *et al*, 2011). Pada penelitian ini telah dilakukan pemanfaatan *Pulping.Multistage pulping* merupakan metode pembuburan bertingkat yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan lignin dari sampel sehingga didapatkan *alpha cellulose* yang lebih putih (Ohwoavworhwa *et al*, 2009). Tujuan penelitian ini ialah untuk melihat apakah pembuatan MCC dengan metode *multistage pulping* menghasilkan MCC dengan karakteristik dan kualitas warna yang memenuhi persyaratan.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan untuk preparasi MCC meliputi : alat destilasi vakum, blender, *beaker glass*, batang pengaduk, gelas ukur, kaca arloji, kertas saring, timbangan digital, pH meter, penggaris, cawan penguap, corong *Buchner*, *waterbath*, oven, desikator, *hot plate*,

aluminium foil, lumpang dan stanfer, *stopwatch*, Spektrofotometer FTIR (IR Prestige-21), *Differential Scanning Calorimetry* (Setaram DSC 131 EVO, France), dan *Scanning Electron Microscopy* (JEOL-JSM-6510LA).

Bahan yang digunakan untuk meliputi : metanol, asam nitrat 3,5%, natrium nitrit, natrium hidroksida 2%, natrium hidroksida 17,5%, natrium hidroksida 10 M, natrium sulfit 2%, natrium hipoklorit 3,5%, asam klorida 2,5 N, amoniak 13,5 M, tembaga (II) sulfat, kalium iodida, iodium, aquadest, Avicel PH<sup>®</sup> 102.

### **Pengolahan Daun nenas**

Serbuk daun nenas yang diambil di Desa Kualu Nenas Kabupaten Kampar Propinsi Riau pada bulan Januari 2018 dimaserasi menggunakan pelarut metanol selama 5 hari dalam wadah gelap yang tertutup baik dan terlindung dari cahaya, saring pada hari ke-5. Ampas direndam kembali dengan metanol. Ulangi perendaman sebanyak 3 kali dan disaring. Keringkan ampas pada suhu kamar.

### **Ekstraksi Alfa Selulosa**

Ampas daun nenas 250 gram dicampurkan dengan asam nitrat 3,5% (mengandung 40 mg natrium nitrit) sebanyak 4 L dalam beaker glass. Campuran diatas di panaskan diatas *waterbath* selama 2 jam pada suhu 90 °C. Lakukan penyaringan untuk memisahkan bagian yang tidak larut. Residu yang diperoleh dicuci dengan air suling. Residu tersebut direndam kedalam 3 L larutan yang mengandung NaOH dan Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> masing-masing sebanyak 2% w/v pada suhu 50°C selama 1 jam.

Residu disaring dan dicuci berulang sampai 3 kali , putihkan residu dengan mencampurkan ke dalam 2 L campuran air dan NaClO 3,5% w/v. Residu di didihkan selama 10 menit kemudian di saring dan cuci kembali. Residu yang diperoleh dari penyaringan dipanaskan pada suhu 80°C ke dalam 2 L natrium hidroksida 17,5% w/v selama 30 menit. Lakukan penyaringan dan cuci kembali. Residu yang diperoleh merupakan alfa selulosa.

Proses ekstraksi dilanjutkan dengan mencampurkan alfa selulosa kedalam 2 L campuran air dan natrium hipoklorit 3,5% w/v, lalu dipanaskan pada suhu 100 °C selama 5 menit. Lakukan penyaringan dan pencucian sampai residu bersih. Residu tersebut kemudian dikeringkan pada suhu 60 °C (Ohwoavworhua *et al*, 2009).

### **Pembuatan Mikrokrystalin Selulosa**

Alfa selulosa dihidrolisis dengan HCl 2,5 N (1,2 L), dididihkan selama 15 menit dalam beaker glass. Campuran panas tersebut dituangkan ke dalam air dingin sambil diaduk dan didiamkan satu malam. MCC yang diperoleh dicuci dengan aquadest hingga netral, disaring dengan corong Buchner, kemudian dikeringkan dengan oven pada temperatur 57 - 60 °C selama 60 menit dan digerus. MCC yang didapatkan disimpan pada suhu kamar di dalam desikator (Halim dkk, 2002; Ilindra and Dhake, 2008; Ohwoavworhua *et al*, 2009; Yanuar dkk, 2003).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Serbuk kering daun nenas dimaserasi untuk menghilangkan zat ekstraktif yang terdapat di dalam sampel seperti lemak, lilin, protein, fenolat. Ampas daun nenas 250 gram ditambahkan asam nitrat 3,5% dan natrium nitrit. Asam nitrat dan natrium nitrit merupakan agen delignifikasi yang akan menghilangkan lignin dalam bentuk nitrolignin yang dapat larut. Kekurangan sifat dari asam nitrat adalah bereaksi sangat cepat dengan selulosa sehingga dengan adanya natrium nitrit maka reaksi dengan selulosa dapat dihindarkan. Penyaringan dan pencucian untuk mengambil residu bagian yang tidak larut dan membersihkan sisa pelarut yang masih ada pada residu (Zulharmita *et al*, 2012).

Penambahan natrium hidroksida dan natrium sulfit pada residu untuk membebaskan lignin dari ampas. Natrium hidroksida akan mendegradasi polimer lignin dan larut ke dalam air (Sjostrom, 1998). Lignin yang larut dalam larutan natrium hidroksida dan natrium sulfat cukup banyak sehingga warna yang dihasilkan pada proses ini berupa *pulp* berwarna coklat. *Pulp* disaring dan dicuci bersih dengan aquadest sampai filtrat tidak berwarna yang menandakan tidak adanya pelarut yang tertinggal. Residu diputihkan dengan menggunakan larutan natrium hipoklorit 3,5% untuk menghilangkan lignin dan karbohidrat yang belum terpisah sempurna.

Penambahan natrium hidroksida 17,5% diperlukan untuk memisahkan *alpha*, *beta*, dan *gamma* selulosa. Alpha selulosa tidak larut di dalam NaOH 17,5% sedangkan beta dan gamma selulosa akan larut dalam NaOH 17,5% sehingga diperlukan proses penyaringan untuk memisahkan alpha selulosa. Setiap tahap yang dilakukan diperlukan pencucian menggunakan aquadest untuk menghilangkan pelarut yang masih tertinggal dalam *pulp* dan menghindari reaksi yang mungkin terjadi terhadap pelarut selanjutnya *alpha* selulosa yang diperoleh di *bleaching* kembali menggunakan larutan natrium hipoklorit 3,5% untuk menghasilkan kualitas warna yang baik. Metode *multistage pulping* ini ditandai dengan penggunaan bahan dan pelarut yang bermacam-macam sebagai agent delignifikasi pada setiap tahap ekstraksi sehingga diperoleh *pulp* (bubur) yang akan diisolasi *alpha* selulosa untuk membuat MCC.

**Tabel 1. Pemeriksaan Hasil Mikrokrystalin Selulosa dari Daun nenas**

Pemeriksaan	Persyaratan (BP, 2022)	Pengamatan	
		MCC daun nenas	Avicel PH* 102
Organoleptis			
- Bentuk	serbuk	serbuk	serbuk
- Warna	putih	putih	putih
- Bau	tidak berbau	tidak berbau	tidak berbau
- Rasa	tidak berasa	tidak berasa	tidak berasa
pH	5 -7,5	6.92	7,5
Kelarutan dalam larutan amonia tembaga-tetraamin	larut	larut	larut
Uji pati	negatif	negatif	negatif

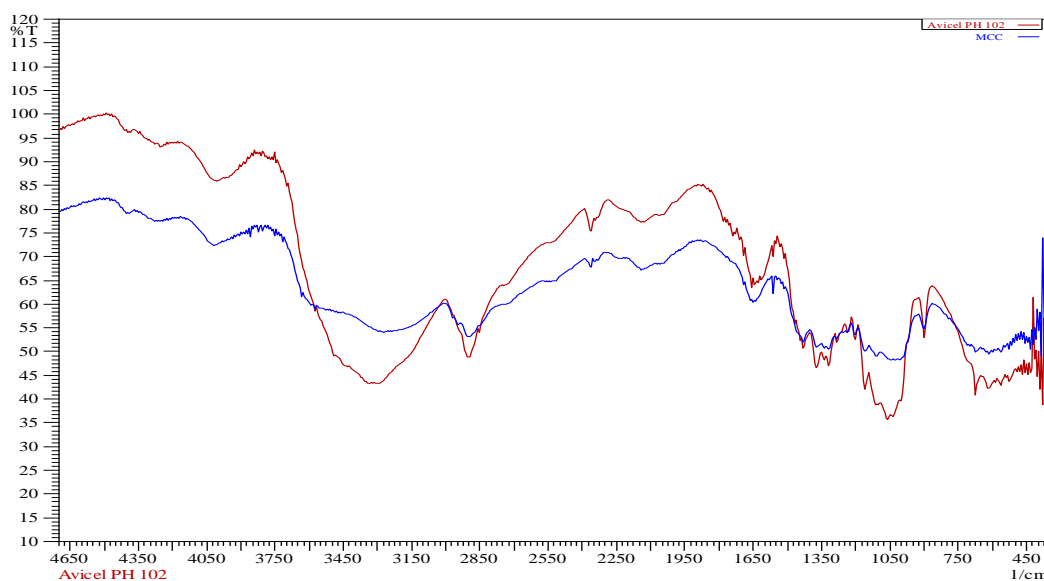
Selulosa merupakan blok kristal yang berdampingan dengan blok amorf secara acak (Lee *et al*, 2014). Alfa selulosa akan digunakan untuk pembuatan mikrokrystalin selulosa dengan penambahan HCl 2,5 N. Selama proses hidrolisis, terjadi pemisahan secara parsial pada penyusun mikrofibril selulosa dimana bentuk amorf akan putus dan meninggalkan bentuk kristalin yaitu daerah molekul selulosa yang tersusun teratur. Proses ini bertujuan memotong polimer menjadi ukuran yang lebih kecil (mikro) dengan derajat polimerisasi yang kecil pula dimana  $n = 220$  sehingga dihasilkan selulosa mikrokrystal (Nurhayani, 2008).

Organoleptis MCC daun nenas sesuai dengan persyaratan yang terdapat pada referensi, pH MCC daun nenas, avicel PH\* 102 berturut-turut 6,92 dan 7,50. pH MCC daun nenas sedikit lebih rendah dibandingkan dengan Avicel PH<sup>®</sup> 102, tetapi pH ini masih memenuhi persyaratan rentang pH *British Pharmacopeia* yaitu 5-7,5.

Pengujian kelarutan MCC daun nenas dan Avicel PH<sup>®</sup> 102 dalam larutan amoniak tembaga-tetraamin, menunjukkan hasil bahwa serbuk larut tidak bersisa. MCC mempunyai kelarutan praktis tidak larut dalam air tetapi spesifik larut dalam larutan amoniak tembaga-tetraamin. Hasil ini sesuai dengan persyaratan dalam *British Pharmacopeia*. Uji pati dilakukan untuk mengidentifikasi adanya pati yang tersisa pada MCC, dari hasil yang diperoleh tidak ditemukan pati pada MCC daun nenas maupun Avicel PH<sup>®</sup> 102 yang ditandai dengan tidak adanya warna biru yang dihasilkan dari reaksi dengan larutan iodium.

Spektrum FTIR MCC daun nenas dan spektrum MCC Avicel PH<sup>®</sup> 102 dapat dilihat pada gambar 1. Hasil spektrum menunjukkan puncak serapan MCC daun nenas pada bilangan gelombang 2894,31  $\text{cm}^{-1}$  dan pada Avicel PH<sup>®</sup> 102 pada bilangan gelombang 2893,35  $\text{cm}^{-1}$ , yang merupakan gugus C-H alifatis dengan vibrasi ulur. Serapan kurang dari bilangan gelombang 3000  $\text{cm}^{-1}$  merupakan gugus C-H alifatis. Adanya puncak serapan pada bilangan gelombang 896,94  $\text{cm}^{-1}$  pada MCC daun nenas dan 895,97  $\text{cm}^{-1}$  pada Avicel PH<sup>®</sup> 102 merupakan vibrasi tekuk (*rocking*) gugus C-H dari cincin aromatik yang terdapat pada struktur MCC (Trache *et al*, 2014). Serapan ini juga berhubungan dengan  $\beta$ -glikosida antara unit glukosa dalam selulosa (Sun *et al*, 2004).

Serapan yang melebar pada bilangan gelombang 3245,37  $\text{cm}^{-1}$  pada MCC daun nenas dan 3338,92  $\text{cm}^{-1}$  pada Avicel PH<sup>®</sup> 102 menunjukkan gugus O-H alkohol, kemudian dipertegas dengan adanya serapan pada 1050,29  $\text{cm}^{-1}$  pada MCC daun nenas dan 1058,00  $\text{cm}^{-1}$  pada Avicel PH<sup>®</sup> 102 yang merupakan ikatan C-O pada alkohol primer. Pada bilangan gelombang 1315,51  $\text{cm}^{-1}$  MCC daun nenas dan 1315,51  $\text{cm}^{-1}$  Avicel PH<sup>®</sup> 102 menandakan adanya gugus O-H pada alkohol tersier dengan vibrasi tekuk. Ikatan C-O dengan alkohol tersier berada pada bilangan gelombang 1157,34  $\text{cm}^{-1}$  pada MCC daun nenas dan 1154,45  $\text{cm}^{-1}$  pada Avicel PH<sup>®</sup> 102. Dari spektrum IR juga terlihat vibrasi muncul di daerah bilangan gelombang 1300-1400  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan keberadaan -O- yang merupakan penghubung rantai karbon dalam selulosa (Croswell *et al*, 1982).



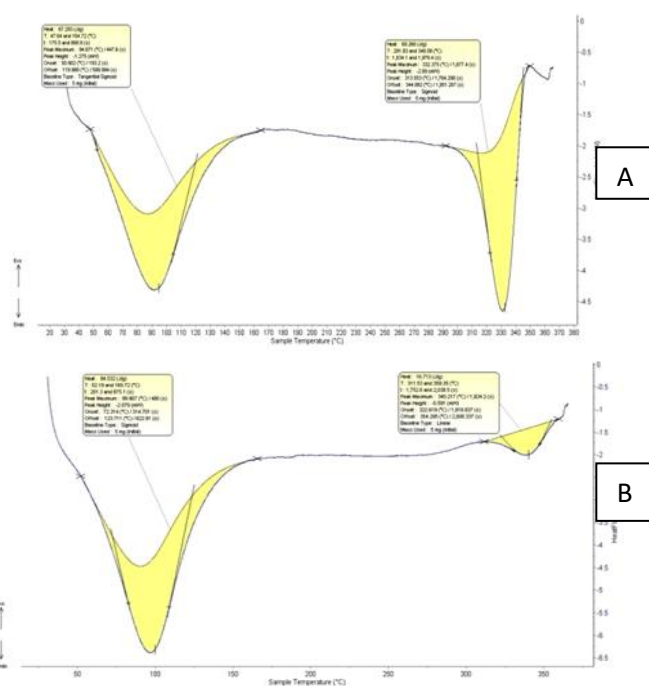
**Gambar 1. Spektrum IR dari Avicel PH® 102 dan MCC daun nenas**

Untuk menentukan kemurnian dan sifat kristal dari MCC maka dilakukan pengujian analisa termal dengan menggunakan alat DSC (*Differential Scanning Calorimetry*). DSC merupakan teknik analisa termal untuk mengukur energi yang diserap atau diemisikan oleh sampel sebagai fungsi waktu atau suhu (Prasetyoko dkk, 2016). Untuk menandakan senyawa tersebut kristal atau amorf maka perlu dilihat pola termogramnya. Semakin kristal senyawa tersebut, maka puncaknya juga semakin tajam.

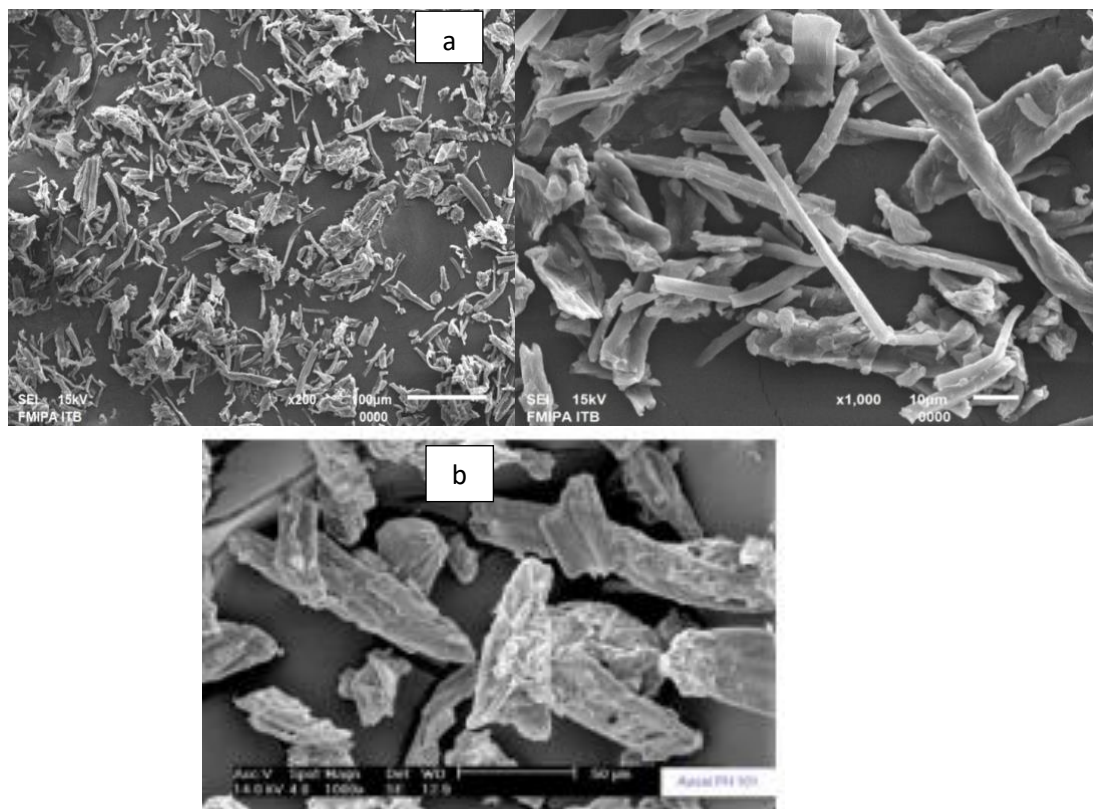
Hasil yang diperoleh dari pengujian MCC daun nenas dan Avicel PH® 102 menggunakan DSC adalah didapatkan termogram dengan 2 puncak endotermik. Perbedaan pola termogram ditunjukkan pada puncak kedua masing masing bahan (Gambar.2). *Heat* atau entalpi merupakan data termal yang menunjukkan besarnya panas yang dibutuhkan untuk meleburkan satu gram zat (J/g). *Heat* puncak 1 Avicel PH® 102 adalah 67,293 J/g sedangkan nilai *heat* MCC daun nenas lebih besar 94,532 J/g tetapi berbanding terbalik pada puncak 2 nilai *heat* Avicel PH® 102 yaitu 69,268 J/g sedangkan MCC daun nenas 16,713 J/g. Nilai *heat* MCC daun nenas seharusnya lebih rendah pada puncak 1 dikarenakan MCC dengan nilai 16,713 J/g dengan puncak endotermik yang kecil dan agak melandai sudah menunjukkan % kristalinitas sangat kecil karena panas yang dibutuhkan sangat sedikit untuk meleburkan MCC Daun nenas. Hal ini juga dihubungkan dengan substansi larut air MCC daun nenas lebih banyak dibandingkan Avicel PH® 102. Bentuk amorf yang lebih tinggi kelarutannya dibandingkan bentuk kristal. Hasil uji DSC menunjukkan puncak maksimum yang diperoleh terdapat sedikit perbedaan. Puncak maksimum adalah suatu titik tertentu dimana peleburan telah terjadi secara sempurna. Suatu bahan mempunyai kemampuan maksimal menyerap panas sampai titik maksimum. Puncak pertama Avicel PH® 102 mempunyai puncak maksimum 94,671°C sedangkan puncak maksimum serbuk MCC Daun nenas lebih besar yaitu 99,967°C. MCC daun nenas membentuk pola termogram yang hampir sama dengan Avicel PH® 102 tetapi perbedaan ini terjadi dikarenakan kurang murninya MCC daun nenas.

Puncak kedua Avicel PH<sup>®</sup> 102 sebesar 332,375<sup>0</sup>C, sedangkan serbuk MCC daun nenas didapatkan puncak maksimum yang lebih besar seperti puncak yang pertama yaitu 340,217<sup>0</sup>C. Berdasarkan puncak maksimum ini maka disimpulkan MCC sudah terbentuk tetapi MCC daun nenas mempunyai sifat fisikokimia yang berbeda karena perbedaan dari cara mengisolasi.

Puncak kedua yang terbentuk pada Avicel PH<sup>®</sup> 102 adalah puncak yang meruncing tajam tetapi masih agak melandai karena persen kristalinitas tidak 100%. Puncak yang tajam disebabkan besarnya energi yang dibutuhkan untuk melepaskan ikatan antar molekul kristal. Karena ikatan antar kisi kristal sangat kuat sehingga diperlukan energi yang besar untuk melebur, hal ini ditunjukkan oleh data *heatflow* (mW) pada termogram Avicel PH<sup>®</sup> 102 yang memerlukan energi sebesar -2,89 mW sedangkan MCC daun nenas sebesar -0,591 mW dengan puncak yang landai dan pendek mengartikan bahwa terjadi perbedaan fisikokimia dan perbedaan kemunian. Artinya Avicel PH<sup>®</sup> 102 lebih berbentuk kristal dibandingkan MCC daun nenas dan persen kristalinitas MCC tidak sebesar Avicel PH<sup>®</sup> 102.



Gambar 2. (a) Termogram Avicel PH<sup>®</sup>102 ; (b) MCC daun nenas



**Gambar 3. Foto SEM(a) MCC daun nenas perbesaran 200x dan 1000x, (b) Avicel**

Hasil uji morfologi bentuk padatan dengan alat *scanning electron microscope* (SEM) pada gambar 3 menunjukkan MCC daun nenas telah terbentuk dimana gambar yang terbentuk berpola sama dengan gambar Avicel PH. Namun MCC daun nenas masih terkandung selulosa yang terlihat seperti serat memanjang (Pratama dkk, 2017), hal ini mungkin karena ketidaksempurnaan dalam proses hidrolisis dengan HCl sehingga MCC yang terbentuk belum seluruhnya. Hasil SEM ini sesuai dengan data termal yang diperoleh dari hasil uji DSC dimana kecilnya pola termogram pada MCC daun nenas menandakan MCC sudah terbentuk tetapi masih ada pengotor sehingga MCC belum murni. Ukuran partikel yang diperoleh adalah 100  $\mu\text{m}$  pada perbesaran 200x dan 10  $\mu\text{m}$  pada perbesaran 1000x. Ukuran partikel dengan perbesaran 200x memenuhi persyaratan ukuran partikel MCC. Hasil SEM MCC daun memiliki kemiripan dengan morfologi Avicel PH 101 atau Avicel PH 103 bukan Avicel PH 102 (Rowe *et al*, 2009).

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ini dapat disimpulkan bahwa diperoleh mikrokrystalin selulosa yang berasal dari daun nenas dengan metode *multistage pulping* yang memenuhi persyaratan dengan kualitas warna yang lebih baik.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, A., Anzal, H., dan Agel, S. 2018. Mikroenkapsulasi Isoniazid menggunakan *Natrium Carboxymethylcellulose* (NaCMC) sebagai polimer dengan Metode Pengeringan Semprot. *Jurnal Farmasi Higea* 10(1).
- Anonim. 1979. *Farmakope Indonesia*. Edisi III. Departemen Kesehatan Republik Indonesia : Jakarta.
- Anonim. 2002. *British Pharmacopoeia Volume I*. The Stationery Office : London.
- Anonim. 2009. *British Pharmacopoeia*. British Pharmacopoeia Commission : London.
- Asim, M., Khalina, A., Muhammad, J., Muhammad, N., Zahra, D., M. R. Ishak., and Muhammad, E. H. 2015. A Review on Pineapple Leaves Fibre and Its Composites. *International Journal of Polymer Science*, 15, 1-15.
- Banik, S., Debasis, N., and Sanjoy, D. 2011. Utilization of pineapple leaf agro-waste for extraction of fibre and the residual biomass for vermi composting. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 36, 172-177.
- Brinchi, L. 2013. Production of Nanocrystalline Cellulose from Lignocellulosic Biomass. *Carbohydrate Polymer*, 94, 154-159.
- Carlin, B. 2008. Direct Compression and The Role of Filter-Binders. Dalam : Augsburg, L. L., Hoag, S.W (Eds). *Pharmaceutical Dosage Forms : Tablets*. Informa, 173-216.
- Chuayjuljit, S., Su-uthai, S., and Charuchinda, S. 2010. Poly(vinyl chloride) film filled with microcrystalline cellulose prepared from cotton fabric waste: properties and biodegradability study. *The Journal Of The International Solid Wastes And Public Cleansing Association*, 28, 109-117.
- Crosswell, C. J., Olaf, A. R., dan Malcolm, M. C. 1982. *Analisis Spektrum Senyawa Organik*. Edisi kedua. Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- El-Sakhawy, M., and Hassan, M.L. 2007. Physical and mechanical properties of microcrystalline cellulose prepared from agricultural residues. *Carbohydrate Polymers*, 67(1), 1-10.
- Fengel, D., and G. W. 1995. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*. Penerjemah : Hardjono Sastroamidjo. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
- Hadisoewignyo, L., dan Achmad, F. 2013. *Sediaan Solida*. Pustaka Pelajar : Yogyakarta.
- Hafidz, M. K. M., Eichhorn, S. J., Hassan, A., and Jawaid, M. 2013. Isolation and characterization of microcrystalline cellulose from oil palm biomass residue. *Carbohydrate Polymers*, 93(2), 628-634.
- Halim, A., Ben, E. S., dan Sulastri, E. 2002. Pembuatan Mikrokrystalin Selulosa dari Jerami Padi (*Oryza sativa* Linn) dengan Variasi Waktu Hidrolisa. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, 2, 80-87.

- Husin, M., Abd R. L., Norfadhilah, R., Ahmad, Z. R., Mohd, I. H., and Zul, I. 2017. Preparation and characterization of cellulose and microcrystalline cellulose isolated from waste *Leucaena leucocephala* seeds. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 4(3), 51-58.
- Iindra, A., and Dhake, J. D. 2008. Microcrystalline cellulose from bagasse and ice straw. *Indian Journal of Chemical Technology*, 15(5), 497-499.
- Jahan, M. S., Saeed, A., He, Z., and Ni, Y. 2011. Jute as raw material for the preparation of microcrystalline cellulose. *Cellulose*, 18(2), 451-459.
- Jasni, M. D., dan Supriana. 2000. Sari Hasil Penelitian Rotan. Dalam *Sari Hasil Penelitian Rotan dan Bambu*. Puslitbang Hasil Hutan : Bogor.
- Lee, H.V., Hamid, S. B. A., and Zain, S. K. 2014. Conversion of Lignocellulosic Biomass to Nanocellulose: Structure and Chemical Process. *The Scientific World Journal*.
- Nurhayani, F. 2008. Karakterisasi Selulosa Mikrokrystal dari Daun Nenas sebagai Eksipien Tablet Metode Kempa Langsung. *Skripsi*. Universitas Padjadjaran : Jatinangor.
- Ohwoavworhua, F.O., Adelakun, T.A., and Okhamafe, A.O. 2009. Processing pharmaceutical grade microcrystalline cellulose from groundnut husk: Extraction methods and characterization. *International Journal of Green Pharmacy*, 97-104.
- Pratama, R. D., Moh, F., dan Haniffudin, N. 2017. Pengaruh Proses Alkalisasi Terhadap Morfologi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Bahan Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik ITS*.6(2).
- Prasetyoko, D., Fansuri, H., Ni'mah, Y. L., dan Fadlan, A. 2016. *Karakterisasi Struktur Padatan*. Edisi 1. Deepublish : Yogyakarta.
- Rowe, R. C., Paul, J. S., and Marian, E. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipients : Sixth Edition*. Pharmaceutical Press and American Pharmacists Association : London, Chicago.
- Shlieout, A., and Müller. 2002. Powder and mechanical properties of microcrystalline cellulose with different degrees of polymerization. *AAPS PharmSciTech*, 3(2), 45-54.
- Siquerra, G. 2010. Cellulosic Bionanocomposites : A Review of Preparation, Properties, and Application. *Polymer*, 2, 728-765.
- Sitanggang, I. F. 2017. Pembuatan dan Karakterisasi Mikrokrystalin Selulosa dari Daun Nenas (*Ananas comusus L. Merr*). *Skripsi*. Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau : Pekanbaru.
- Sjostrom, E. 1998. *Kimia Kayu, Dasar-dasar dan Penggunaan Edisi Kedua*. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
- Soom, R. M., Aziz, A. A., Hassan, W. H. W., and Top, A. G. M. 2009. Solid-state characteristics of microcrystalline cellulose from oil palm empty fruit bunch fibre. *Journal of Oil Palm Research*, 21, 613-620.

- Sun, J.X., Sun, X.F., Zhao, H., and Sun, R.C. 2004. Isolation and characterization of Cellulose from Sugarcane Bagasse. *Polymer Degradation and Stability*, 84(2), 331-339.
- Suryadi, H., Sutriyo., Hasty, R.S., Dianah, R. 2017. Preparation of Microcrystalline Cellulose from Water Hyacinth Powder by Enzymatic Hydrolysis Using Cellulase of Local Isolate. *Journal Young Pharm*, 9(1).
- Trache, D., Donnot, A., Khimeche, K., Benelmir, R., and Brosse, N. 2014. Physico-chemical properties and thermal stability of microcrystalline cellulose isolated from Alfa fibres. *Carbohydrate Polymers*, 104, 223-230.
- Wulandari. 2016. *Cara Gampang Budidaya Nanas*. Villam Media : Jawa Barat.
- Yanuar, A., Rosmalasari, E., dan Effionora, A. 2003. Preparasi dan Karakterisasi Selulosa Mikrokrystal dari *Nata De Coco* untuk Bahan Pembantu Pembawa Tablet. *Istecs Journal*, 4, 71-78.
- Zulharmita, Leza, V., dan Harrizul, R. 2012. Pembuatan Mikrokrystalin Selulosa dari Batang Rumpun Gajah (*Pennisetum purpureum* Schumach). *Jurnal Farmasi Higea*, 3(2), 102-111.