

KARAKTERISTIK *HIDROXY PROPYL METHYL CELLULOSA* (HPMC) DARI SABUT KELAPA YANG DISINTESIS DENGAN NATRIUM HIDROKSIDA KONSENTRASI 20%

Silvi Nurafni^{1*}, Triyani Sumiati¹, Amelia Putri¹

Program Studi Farmasi, Sekolah Tinggi Teknologi Industri dan Farmasi Bogor, Jalan
Kumbang No.23 Babakan Bogor Tengah, Kota Bogor, Indonesia, 16128
Korespondensi: silvinurafni15@gmail.com

ABSTRAK

Sabut kelapa sering dibuang dan dianggap limbah oleh masyarakat, padahal sabut kelapa memiliki kandungan selulosa yang sangat tinggi yaitu sebesar 27% yang bisa dimanfaatkan dalam bidang bahan baku farmasi dan pangan. Selulosa tersebut dapat dimanfaatkan menjadi *Hidroxy Propyl Methyl Cellulosa* (HPMC). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik HPMC dari sabut kelapa yang disintesis dengan NaOH 20%. HPMC sabut kelapa dibuat dengan mengisolasi selulosa kemudian dilanjutkan dengan proses sintesis HPMC dengan konsentrasi NaOH 20% dan propilen oksida yang ditambahkan 2,5 mL serta dimetil sulfat sebanyak 0,92 gram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selulosa dari sabut kelapa dapat dimanfaatkan menjadi HPMC dengan karakteristik HPMC yang dihasilkan berbentuk butiran kasar (memenuhi syarat USP 2015), berwarna putih kekuningan dan sedikit berbau (tidak memenuhi syarat USP 2015). HPMC yang diperoleh memiliki pH 7 memenuhi standar USP 2015. Nilai *Water Holding Capacity* (WHC) 7,3 g/g dan nilai *Oil Holding Capacity* (OHC) 6,6 g/g memenuhi standar HPMC yang aman untuk pangan.

Kata kunci: HPMC, Sabut kelapa, Sintesis

ABSTRACT

Coconut fiber is often thrown away and considered waste by the community, even though coconut fiber has a very high cellulose content, namely 27%, which can be used in the fields of pharmaceutical and food raw materials. This cellulose can be used to become Hydroxy Propyl Methyl Cellulose (HPMC). This research aims to determine the characteristics of HPMC from coconut fiber synthesized with 20% NaOH. Coconut coir HPMC is made by isolating cellulose and then continuing with the HPMC synthesis process with a concentration of 20% NaOH and 2.5 mL of propylene oxide and 0.92 grams of dimethyl sulfate. The research results show that cellulose from coconut fiber can be used to make HPMC with the characteristics of the resulting HPMC being coarse grains (meets USP 2015 requirements), yellowish white in color and has a slight odor (does not meet USP 2015 requirements). The HPMC obtained has a pH of 7 that meets USP 2015 standards. The Water Holding Capacity (WHC) value of 7.3 g/g and the Oil Holding Capacity (OHC) value of 6.6 g/g meet the HPMC standards which are safe for food.

Keywords: Coconut Fiber, HPMC, Synthesis

PENDAHULUAN

Limbah pengolahan kelapa sangat banyak salah satunya limbah sabut kelapa. Masyarakat biasanya memanfaatkan limbah sabut kelapa sebagai bahan pembakaran atau dibuat keset saja. Oleh sebab itu pemanfaatan sabut kelapa dapat ditingkatkan dengan mengolah sabut

kelapa menjadi suatu produk yang berguna dan bermanfaat serta dapat mengurangi limbah dari sabut kelapa. Sabut kelapa mempunyai potensi yang sangat besar untuk dimanfaatkan, karena dalam sabut kelapa terkandung selulosa 27%, hemiselulosa 18% dan lignin 41% [1]. Selulosa merupakan biopolimer yang bisa kita temui

pada kayu, kapas, dan tanaman lainnya. Selulosa merupakan bahan yang dapat terurai secara hayati, relatif tidak beracun, dan terbarukan [2]. Untuk memanfaatkan selulosa yang ada, perlu dilakukan proses pemurnian dan modifikasi kimia yang melibatkan eterifikasi untuk menghasilkan turunan selulosa yang mudah diproses dan diaplikasikan pada industri [3]. Untuk menghasilkan selulosa murni, diperlukan Natrium Hidroksida (NaOH) untuk membuka kristalin pada selulosa dan memisahkan hemiselulosa dan lignin yang terikat bersama selulosa. NaOH memiliki kemampuan untuk memutuskan rantai lignin pada selulosa [4]. Untuk meningkatkan penggunaan dari selulosa, maka selulosa diubah menjadi produk turunannya. Salah satu turunan selulosa adalah *Hidroxy Propyl Methyl Cellulosa* (HPMC).

Menurut Penelitian Nopiani *et al* (2021) variasi konsentrasi NaOH yang digunakan untuk sintesis dan optimasi HPMC adalah 5%, 22,5% dan 40% menghasilkan karakteristik HPMC yang optimal pada konsentrasi NaOH 22,5%. Peningkatan konsentrasi NaOH menyebabkan peningkatan akses hidroksipropil dalam mensubstitusi grup hidroksi sehingga menghasilkan sifat hidrofilik (menyukai air). Namun, konsentrasi NaOH yang terlalu tinggi justru akan menurunkan nilai WHC. Hal ini disebabkan karena NaOH dapat mendegradasi selulosa sehingga menurunkan derajat polimerasinya [5]. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan NaOH dengan konsentrasi 20%.

Hidroxy Propyl Methyl Cellulosa adalah polimer non-ionik dan larut dalam air [6]. HPMC juga dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam formulasi sediaan farmasi [7]. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui karakteristik HPMC dari sabut kelapa yang disintesis dengan NaOH 20%.

METODE PENELITIAN

Bahan : Sabut kelapa, akuades, etanol 96%, minyak zaitun, natrium hidroksida (NaOH), natrium klorida (NaCl), natrium nitrit (NaNO₂), natrium sulfit (Na₂SO₃), asam klorida (HCl), asam nitrat (HNO₃), etanol 96%, isopropanol, asam asetat (CH₃COOH), asam sulfat pekat (H₂O), fenolftalein (PP), hidrogen peroksida (H₂O₂), propilen glikol, dimetil sulfat, propilen oksida, dan reagen ninhydrin.

Alat : *Bar stirrer*, *beaker glass* (Iwaki), buret (Pyrex) dan penyangga, cawan uap, *centrifuge*,

corong, desikator, Erlenmeyer (Pyrex), pipet tetes, pipet volume, *hotplate*, *ice bath*, *magnetic stirrer*, kertas saring, kuvet, labu takar (Iwaki), neraca analitik (ACIS AD-300i), neraca analitik milligram (Ohaus), oven (Memmer dan 18-One), pengayak *mesh* 60, *blender* (Miyako), penyaring, pH meter, kertas pH, spatula, spektrofotometer UV-VIS (UV mini 1240), tabung ulir, termometer, dan *waterbath* (GCA/Precision Scientific)

Metode

Tanaman Kelapa

Berdasarkan hasil determinasi yang telah dilakukan di BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional). Diketahui tanaman yang digunakan ialah tanaman kelapa dengan nama latin yaitu *Cocos nucifera* L.

Pembuatan Simplisia

Sabut kelapa yang digunakan ialah sabut kelapa yang berasal dari 6 buah kelapa muda hijau. Sabut kelapa disortasi basah lalu dicuci dengan air mengalir, kemudian dirajang (dipotong-potong) dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 11 hari. Setelah kering, sampel disortasi kering dan diserbukkan serta dihaluskan menggunakan *blender*. Sampel diayak dengan *mesh* 60.

Penentuan Kadar Air [8]

Cawan uap dipanaskan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 30 menit lalu didinginkan selama 15 menit. Sampel ditimbang sebanyak 2 gram, lalu dimasukkan ke dalam cawan uap untuk dipanaskan dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam, kemudian dilanjutkan dengan pendinginan dalam desikator selama 30 menit. Setelah itu, dilakukan penimbangan hingga berat konstan dan dihitung kadar airnya. Pengukuran dilakukan sebanyak 2 kali replikasi (*duplo*).

Proses Isolasi Selulosa [9]

Isolasi selulosa dibuat berdasarkan metode Aulia *et al* (2013) yang dimodifikasi. Serbuk sabut kelapa sebanyak 100 gram dimasukkan ke dalam 1,25 L campuran HNO₃ 3,5% dan 0,013 gram NaNO₂, kemudian dipanaskan di atas *hotplate* selama 1 jam pada suhu 90°C. Selanjutnya campuran disaring dan ampas dicuci. Setelah itu dipanaskan dengan 1 L larutan campuran NaOH 2% dan Na₂SO₃ 2% selama 1 jam pada suhu 50°C. Kemudian disaring lagi dan ampasnya dicuci. Setelah larutan netral, lalu dilakukan pemutihan (*bleaching*) dengan menggunakan 1 L larutan H₂O₂ 20% selama 1 jam pada suhu 100°C.

Kemudian larutan disaring dan ampasnya dicuci dengan akuades. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 19 jam dan dihaluskan menggunakan blender.

Proses Sintesis HPMC [10]

Sebanyak 1 gram selulosa sabut kelapa dialkalisasi dengan 4 mL NaOH pada berbagai konsentrasi 20% dalam 20 mL isopropanol selama 1 jam dalam *water bath* pada suhu 25°C. Kemudian dilakukan hidrosipropilasi dan metilasi dengan menambahkan sebanyak 2,5 mL propilen oksida dan 0,92 gram dimetil sulfat. Dipanaskan dalam *water bath* pada suhu 50°C selama 150 menit. Selanjutnya dilakukan proses *slurry* dinetralisasi (pH= 7) dengan menggunakan asam asetat 10% dengan cara titrasi. Selanjutnya residu HPMC dicuci dengan menggunakan 20 mL etanol 96% dan diulang sebanyak 4 kali. Kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 1 jam.

Pengujian Karakteristik HPMC

Uji Organoleptik

Dilakukan pengujian secara organoleptik untuk menganalisa warna, bentuk dan baunya. Menurut USP 2015, HPMC berbentuk serbuk atau butiran, berwarna putih dan tidak berbau menyengat.

Uji pH

Larutan HPMC diukur pH nya menggunakan pH Universal. Persyaratan: berdasarkan USP (*United States Pharmacopeial*) 2015 nilai pH HPMC yang dihasilkan antara 5,0 hingga 8,0.

Analisis WHC (*Water Holding Capacity*)

Analisis terhadap kemampuan selulosa dalam mengikat air, tabung *centrifuge* ditimbang. Sebanyak 0,1 gram HPMC, dituangkan ke dalam tabung *centrifuge* lalu ditambahkan 3 mL akuades dan dikocok. Setelah itu dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 2.000 rpm selama 5 menit. Kemudian akuades yang tidak mengendap dibuang dan tabung *centrifuge* yang berisi endapan ditimbang. Menurut Nopiani et al (2021) persyaratan WHC yang aman untuk pangan yaitu minimal 3,41 g/g.

Analisis OHC (*Oil Holding Capacity*)

Analisis terhadap kemampuan HPMC dalam mengikat minyak, tabung *centrifuge* ditimbang. Sebanyak 0,1 gram HPMC dituangkan ke dalam tabung *centrifuge* lalu ditambahkan 3 mL minyak zaitun dan dikocok. Setelah itu dilakukan sentrifugasi dengan

kecepatan 2.000 rpm selama 5 menit. Kemudian minyak zaitun yang tidak mengendap dibuang dan tabung *centrifuge* yang berisi endapan ditimbang. Menurut Nopiani et al (2021) persyaratan OHC yang aman untuk pangan yaitu minimal 1,31 g/g

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 6 buah kelapa muda hijau, disortasi basah yang bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada sabut kelapa. Sabut kelapa ditiriskan untuk mencegah terjadinya proses kimia antara air dengan zat aktif dalam sabut kelapa. Perajangan pada sabut kelapa dilakukan dengan tujuan untuk memperkecil ukuran dan mempercepat proses pengeringan sabut kelapa. Kandungan air dalam sabut kelapa sangatlah tinggi, oleh karena itu dilakukan pengeringan sabut kelapa dibawah sinar matahari langsung. Pengeringan simplisia sabut kelapa menghabiskan waktu selama 11 hari. Simplisia sabut kelapa yang sudah kering dengan dilakukan pengujian kadar air diperoleh nilai 9,5% telah memenuhi persyaratan farmakope herbal. Kemudian dilakukan sortasi kering yang bertujuan untuk memisahkan simplisia sabut kelapa dari pengotor (daun kering, batu atau bahan pengotor lainnya) yang masuk ke dalam simplisia saat proses pengeringan. Simplisia sabut kelapa yang sudah kering dilakukan penghalusan simplisia yang bertujuan untuk meningkatkan permukaan kontak antara cairan penyari dengan pelarut [11]. Dari hasil pembuatan serbuk simplisia sabut kelapa diperoleh sebanyak 130 gram.

Isolasi selulosa terdiri dari dua tahap yaitu tahap delignifikasi dan tahap pemutihan (*bleaching*). Tahap delignifikasi dimulai dengan campuran HNO₃ dan NaNO₂ yang bertujuan untuk menghilangkan lignin pada sabut kelapa. Asam nitrat (HNO₃) merupakan agen yang sangat baik untuk proses delignifikasi, dan penambahan natrium nitrit bertujuan mempercepat proses degradasi lignin [12].

Delignifikasi kemudian dilakukan dengan menggunakan larutan alkali yaitu Natrium Hidroksida (NaOH), karena dapat mendegradasi dan merusak struktur lignin, bagian kristal dan *amorf*, serta melarutkan lignin dan hemiselulosa [13]. Pada proses delignifikasi dengan NaOH 2% dan Na₂SO terjadi pengembangan serat sehingga hemiselulosa, garam-garam mineral, dan abu hilang [14].

Sehingga dapat menyempurnakan proses penghilangan lignin pada sabut kelapa. Pada proses delignifikasi, terjadi perubahan warna sabut kelapa sebelum dan sesudah proses. Sebelum proses delignifikasi serat sabut kelapa berwarna coklat, tetapi berubah menjadi warna coklat kehitaman selama proses delignifikasi, baik warna sabut kelapa maupun larutannya. Perubahan warna ini menandakan telah terlepasnya lignin. Proses ini dapat mengurangi berat sampel dan bahkan dapat menghilangkan setengah dari berat sampel awal. Hal tersebut dikarenakan selama proses delignifikasi lignin berikatan dan bergabung dengan NaOH dan membentuk garam yang larut dalam air [13]. Sehingga pada saat proses pencucian dengan akuades, lignin yang terdapat pada sampel ikut larut bersama akuades.

Selanjutnya proses pemutihan (*bleaching*), proses ini dilakukan dengan menggunakan agen pemutih yaitu H₂O₂ dengan konsentrasi 20%. H₂O₂ termasuk oksidator yang memiliki kemampuan melepaskan oksigen cukup kuat, bersifat ramah lingkungan dibandingkan klorin dan menghasilkan selulosa berwarna putih yang stabil [15]. Pada saat proses pemutihan sampel yang semula berwarna coklat kehitaman berubah menjadi putih. Pencucian sampel dengan akuades bertujuan untuk menghilangkan bau dari H₂O₂.

Pada tahap sintesis HPMC, Tahap pertama selulosa ditambahkan dengan NaOH 20% sebagai reagen alkalisasi, dan sebelum alkalisasi selulosa dilarutkan dalam pelarut *inert* yaitu isopropanol yang bertindak sebagai *swelling agent* dan sebagai pengencer yang memfasilitasi penetrasi yang baik ke struktur kristal selulosa [16]. Isopropanol memiliki nilai polaritas yang lebih kecil dibandingkan dengan etanol, nilai polaritas media reaksi kecil membuat proses penghancuran struktur kristalin selulosa semakin baik sehingga dapat meningkatkan substitusi reagen ke dalam selulosa [17]. Alkalisasi dilakukan karena selulosa tidak larut dalam air dan pelarut organik. Media alkali yang digunakan ialah NaOH dengan konsentrasi 20% karena menurut Penelitian Nopiani et al (2021) variasi konsentrasi NaOH yang digunakan untuk sintesis dan optimasi HPMC adalah 5%, 22,5% dan 40% menghasilkan karakteristik HPMC yang optimal pada konsentrasi NaOH 22,5%. Peningkatan konsentrasi NaOH menyebabkan peningkatan akses hidroksipropil

dalam mensubstitusi grup hidroksi sehingga menghasilkan sifat hidrofilik (menyukai air). Namun, konsentrasi NaOH yang terlalu tinggi justru akan menurunkan nilai WHC. Hal ini disebabkan karena NaOH dapat mendegradasi selulosa sehingga menurunkan derajat polimerasinya [5]. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan NaOH dengan konsentrasi 20%.

NaOH digunakan untuk membuat serat selulosa mengembang dan mendapatkan selulosa alkali. Ketika molekul selulosa mengembang, maka akan memudahkan proses hidroksipropilasi dan metilasi sehingga dihasilkan HPMC. Proses alkalisasi dilakukan selama 1 jam pada suhu 25°C dalam *waterbath*.

Selulosa yang sudah dialkalisasi selanjutnya akan direaksikan dengan zat eterifikasi. Eterifikasi merupakan proses pembukaan cincin epoksida sehingga rantai selulosa menjadi tidak kaku, terbuka dan tidak ada ikatan hidrogen yang menghalangi proses hidroksipropilasi dan metilasi. Zat eterifikasi yang digunakan adalah propilen oksida dan dimetil sulfat. Gugus hidroksipropil (-OCH₂CH₂CH₃) dari propilen oksida dan gugus metil (CH₃) dari dimetil sulfat akan mensubstitusi (menggantikan) gugus hidroksil (-OH) pada selulosa [18]. Proses hidroksipropilasi dan metilasi berlangsung selama 150 menit pada suhu 50°C dalam *waterbath*. Selanjutnya dilakukan proses penetralan karena selama proses hidroksipropilasi dan metilasi dalam kondisi basa sehingga dilakukan pencucian dan penetralan dengan menggunakan asam asetat 10%. Setelah penetralan dilakukan pencucian kembali dengan menggunakan etanol 96%, hal tersebut dilakukan untuk melarutkan pengotor selain HPMC dan juga pada saat pencucian terjadi perubahan warna dari HPMC konsentrasi NaOH 20% yang semula berwarna kuning menjadi berwarna putih hingga putih kekuningan. Pengeringan HPMC dilakukan dengan pemanasan yaitu menggunakan oven.

Karakteristik HPMC

Karakterisasi HPMC yang dilakukan meliputi uji organoleptik, uji pH, analisis *Water Holding Capacity* (WHC) dan analisis *Oil Holding Capacity* (OHC). Hasil pengujian karakteristik HPMC dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Karakteristik HPMC Dari Sabut Kelapa

Parameter	Hasil Pengujian	Standar
Organoleptik		USP 2015
	Warna : Putih kekuningan	Warna : Putih
	Bentuk : Kasar	Bentuk : halus dan kasar
	Bau : Sedikit berbau	Bau : Tidak berbau menyengat
pH	7	5 – 8 (USP 2015)
<i>Water Holding Capacity</i> (WHC)	7,3 g/g	$\geq 3,41$ g/g (Nopiani et al, 2021)
<i>Oil Holding Capacity</i> (OHC)	6,6 g/g	$\geq 1,31$ g/g (Nopiani et al, 2021)

Pengujian organoleptik dilakukan dengan mengamati warna, bentuk dan bau. Hasil HPMC yang diperoleh berbentuk serbuk kasar sudah memenuhi persyaratan USP 2015. Untuk warna dari HPMC sampel warna putih kekuningan sedangkan menurut USP 2015 HPMC berwarna putih. Sedangkan untuk bau agak sedikit berbau, menurut USP 2015 harusnya tidak berbau menyengat. Hasil warna dari HPMC yang kekuningan dan bau yang dihasilkan pada HPMC sampel terjadi dikarenakan pada saat proses pencucian tidak sempurna sehingga zat-zat dari pelarut sebelumnya masih menempel pada sebagian sampel HPMC. Perbedaan sampel HPMC dan HPMC standar dapat dilihat pada gambar 1.

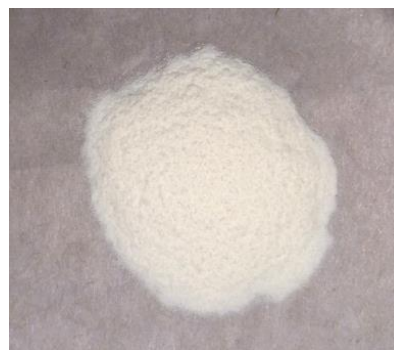
WHC (*Water holding capacity*) merupakan suatu kemampuan protein untuk mengikat air [19]. Penggunaan *centrifuge* pada analisis WHC dilakukan untuk melihat endapan yang muncul

setelah proses pemutaran. Hal ini bertujuan untuk menghitung kemampuan HPMC dalam mengikat air. Dari nilai WHC yang diperoleh sebesar 7,3 g/g memenuhi persyaratan nilai WHC HPMC yang digunakan untuk pangan menurut penelitian Nopiani et al (2021) minimal 3,41 g/g.

OHC (*Oil Holding Capacity*) adalah kemampuan protein dalam mengikat lemak [20]. Penggunaan *centrifuge* pada analisis OHC dilakukan untuk melihat endapan yang muncul setelah proses pemutaran. Hal ini bertujuan untuk menghitung kemampuan HPMC dalam mengikat minyak. Dari nilai OHC yang diperoleh sebesar 6,6 g/g memenuhi persyaratan nilai OHC HPMC yang digunakan untuk pangan menurut penelitian Nopiani et al (2021) minimal 1,31 g/g



(a)



(b)

Gambar 1. HPMC sampel (a) dan HPMC standar (b)

SIMPULAN

Karakteristik HPMC dengan konsentrasi NaOH 20% yang dihasilkan dari sabut kelapa memiliki organoleptik berbentuk butiran kasar (memenuhi standar USP 2015), berwarna putih kekuningan dan sedikit berbau (tidak memenuhi standar USP 2015), memiliki pH 7 (memenuhi standar USP 2015), nilai WHC 7,3 g/g dan nilai

OHC 6,6 g/g memenuhi standar HPMC yang aman untuk pangan menurut penelitian Nopiani *et al* (2021).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyawan, M., Setyowati, E., & Widjaja, A. (2015). Surfaktan Sodium Ligno Sulfonat (Sls) Dari Debu Sabut Kelapa. *Jurnal Teknik Its*, 4(1).
- [2] Khatoon N, Ramezani O, Kermanian H 2012 Production Of Nanocrystalline Cellulose From Sugarcane Bagasse. 4th Int Conf Nanostructures 12-4.
- [3] Simončič, B., And Rozman, V. 2007. Wettability Of Cotton Fabric By Aqueous Solutions Of Surfactants With Different Structures. *Colloids And Surfaces A: Physicochemical And Engineering Aspects*, 292(2-3), 236-245.
- [4] Abdel-Mohdy, F.A., Abdel-Halim, E.S., Abu-Ayana, Y.M., Al-Sawy, S.M., 2009. Rice Straw As A New Resource For Some Beneficial Uses. *Carbohydrate Polymers* 75, 44-51.
- [5] Nopiani, Y., Murdiati, A., & Setyaningsih, W. 2021. Optimasi Sintesis Hydroxypropyl Methyl Cellulose (Hpmc) Dari Kulit Koro Pedang Putih (*Canavalia Ensiformis* L.(Dc)). *Agritech*, F41(4), 395-407.
- [6] Rogers, T. L. (2009). Hypromellose. In R. C. Rowe, P. J. Sheskey, & M. E. Quinn (Eds.), *Handbook Of Pharmaceutical Excipients* (6th Ed., Pp. 326- 329). London: Pharmaceutical Press.
- [7] Rowe, Paul J Sheskey, Marian E Quinn. 2009. *Handbook Of Pharmaceutical Excipients* (Sixth Edition). Uk : Pharmaceutical Press And American Pharmacists Association.
- [8] AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemist, Washington, D.C.
- [9] Aulia, F., & Marpongahtun, S. 2013. Studi penyediaan nanokristal selulosa dari tandan kosong sawit (TKS). *Jurnal Saintia Kimia*, 1(2), 1-5
- [10] Hutomo, G. S., Marseno, D. W., Anggrahini, S., & Supriyanto, S. (2012). Ekstraksi selulosa dari pod husk kakao menggunakan sodium hidroksida. *Agritech*, 32(3).
- [11] Agoes, G. 2009. *Teknologi Bahan Alam* (Serial Farmasi Industri-2), Edisi Revisi. Penerbit ITB: Bandung.
- [12] Gusrianto, P., Zulharmita., Harrizul, R., 2011, Preparasi dan Karakterisasi Mikrokristalin Selulosa Dari Limbah Serbuk Kayu Penggergajian, *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, 16(2), 180-188.
- [13] Ayuni, N. P. S., dan Hastini, P. N. 2020. Serat sabut kelapa sebagai bahan kajian pembuatan bioetanol dengan proses hidrolisis asam. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 9(2): 102-110.

- [14] Sheltami, I. M., Alloin, S. A., Ahmad, I., Dufresne, A., Kargarzadeh. 2012. Extraction of Cellulose Nanocrystal from Mengkuang Leaves (*Pandanus tectorius*), *Journal of Carbohydrate Polymer*, (Volume 88;772)
- [15] Hartono, R., Jayanuddin, dan Salamah. 2010. Pemutihan pulp eceng gondok menggunakan proses ozonasi. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. 19(1): 1-5
- [16] Tasaso, P. 2015. Optimalisasi kondisi reaksi sintesis karboksimetil selulosa dari pelepah kelapa sawit. *Jurnal Internasional Teknik Kimia dan Aplikasinya*, 6 (2), 101.
- [17] Ayuningtiyas, S., Desiyana, F. D., & Siswarni, M. Z. (2017). Pembuatan karboksimetil selulosa dari kulit pisang kepok dengan variasi konsentrasi natrium hidroksida, natrium monokloroasetat, temperatur dan waktu reaksi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(3), 47-51.
- [18] Rahmidar, L., Wahidiniawati, S., & Sudiarti, T. (2018). Pembuatan dan karakterisasi metil selulosa dari bonggol dan kulit nanas (*Ananas comosus*). *Alotrop*, 2(1).
- [19] Andarwulan, Nuri et al., 2011. Analisis pangan. Jakarta: PT. Dian Rakyat didalam skripsi Hamzah, R. (2016). Sifat Fungsional Teknis Tepung Koro Dari Berbagai Varietas Dengan Lama Perendaman.
- [20] Yuliasih, I. 2008. Fraksinasi dan Asetilasi Pati Sagu Serta Aplikasi Produknya Sebagai Bahan Campuran Plastik Sintesis. Disertasi. Bogor: Program Pascasarjana Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fateta IPB.