



PEMANFAATAN TERATAI PUTIH SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN SELULOSA MIKROKRISTALIN MENGGUNAKAN HIDROLISIS ENZIMATIK DARI RAYAP *Coptotermes* sp.

Submitted: 27 September 2023

Edited: 22 Mei 2024

Accepted: 29 Mei 2024

Yulianita Pratiwi Indah Lestari*, Mi'rajunnisa, Raudatul Patimah,
Rizka Mulya Miranti, Tuty Mulyani

Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Banjarmasin
Email: yulianita.pratiwi@umbjm.ac.id

ABSTRAK

Indonesia dengan flora yang melimpah belum sepenuhnya dimanfaatkan sehingga industri farmasi masih mengimpor sejumlah bahan baku, termasuk selulosa mikrokrystalin. Residu (ampas ekstraksi) dari proses ekstraksi tanaman teratai putih yaitu bubuk simplisia yang dibuang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan selulosa mikrokrystalin (sampah padat organik). Dengan menggunakan selulase dari rayap *Coptotermes* sp., metode hidrolisis enzimatik akan digunakan dalam penelitian ini untuk menghasilkan selulosa mikrokrystalin dari daun, bunga, tangkai daun dan tangkai bunga dari tanaman teratai putih (*Nymphaea nouchali Burm. F.*). Serbuk tersebut kemudian akan dinilai kualitasnya dan dibandingkan dengan Avicel PH 101. Masing-masing bagian teratai putih dilakukan ekstraksi, lalu residu didelignifikasi agar didapatkan α -selulosa, kemudian dihidrolisis dengan crude extract dari selulase rayap *Coptotermes* sp. sehingga didapatkan selulosa mikrokrystalin yang selanjutnya akan dikarakterisasi dan dibandingkan dengan komersilnya yaitu Avicel® PH 101. Rendemen tertinggi selulosa mikrokrystalin terdapat pada daun dengan rendemen 95,3%, diikuti dengan tangkai daun 89,3%, tangkai bunga 75,7%, dan rendemen terendah pada bunga dengan persentase 74%. Karakteristik sifat fisik berupa reaksi warna, organoleptis, kelarutan, dan pH serbuk selulosa mikrokrystalin teratai putih menunjukkan kemiripan dengan baku pembanding. Dapat disimpulkan bahwa serbuk selulosa mikrokrystalin dari beberapa bagian tanaman teratai putih dapat menjadi alternatif dalam mendapatkan bahan baku selulosa dari bahan alam.

Kata Kunci : hidrolisis enzimatik, selulosa mikrokrystalin, rayap, selulosa, teratai putih

ABSTRACT

*Microcrystalline cellulose is still imported by the Pharmaceutical Industry in Indonesia even though Indonesia has large natural resources but they have not been utilized optimally. Microcrystalline cellulose can be obtained from residue (extraction dregs) in the lotus plant extraction process, namely in the form of simplicia powder which will not be used again (organic solid waste). This research aims to obtain microcrystalline cellulose from several parts of the white lotus plant (*Nymphaea nouchali Burm. F.*) using the enzymatic hydrolysis method using cellulase from the termite *Coptotermes* sp., then the quality of the powder will be tested and compared with Avicel PH 101. Each part The white lotus is extracted, then the residue is delignified to obtain α -cellulose, then hydrolyzed with crude extract from *Coptotermes* sp termite cellulase. so that microcrystalline cellulose is obtained which will then be characterized and compared with the commercial version, namely Avicel® PH 101. The highest yield of microcrystalline cellulose is found in leaves with a yield of 95.3%, followed by leaf stalks 89.3%, flower stalks 75.7%, and the yield lowest in interest with a percentage of 74%. The physical characteristics in the form of color reaction, organoleptics, solubility and pH of white lotus microcrystalline cellulose powder show similarities with the comparison standard. It can be concluded that microcrystalline cellulose powder from several parts of the white lotus plant can be an alternative in obtaining cellulose raw materials from natural sources.*

Keywords : cellulose, enzymatic hydrolysis, microcrystalline cellulose, termites, white lotus



PENDAHULUAN

Negara Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi⁽¹⁾. Provinsi Kalimantan Selatan dengan ibukota Banjarmasin merupakan provinsi yang kaya akan tanaman⁽²⁾. Tanaman teratai putih ini dari famili Nymphaeaceae, termasuk tanaman yang berbunga sepanjang tahun⁽³⁾. Tidak banyak orang tahu jika flora maskot kota Banjarmasin adalah bunga teratai. Baru dua tahun belakangan ini warga Banjarmasin membangkitkan komunitas teratai untuk mempercantik sungai-sungai kota Banjarmasin⁽⁴⁾. Wilayah Banjarmasin memiliki wilayah perairan rawa-rawa dan sungai yang sangat luas sehingga dapat menjadi habitat alami yang cocok untuk tanaman teratai ini.

Teratai merupakan tumbuhan liar yang telah dikenal oleh masyarakat Indonesia. Teratai (*Nymphaea sp.*) tergolong tanaman air yang cukup populer dengan nama lain adalah water lily dan tumbuh liar⁽⁵⁾. Namun demikian, hanya sedikit orang yang mengetahui kegunaan tanaman teratai sebagai obat, dan tidak banyak penelitian yang dilakukan untuk mengevaluasi tanaman itu sendiri. Melimpahnya tanaman teratai di Provinsi Kalimantan Selatan yang secara geografis merupakan wilayah dengan komposisi perairan rawa yang cukup besar, yaitu 800.000 ha, menjadi dasar pemanfaatan tanaman teratai sebagai bahan baku⁽⁶⁾.

Tanaman teratai digunakan untuk mengobati berbagai macam penyakit. Tanaman teratai biasanya mengandung senyawa seperti tanin dan alkaloid yang memiliki sifat antibakteri. Antibakteri adalah senyawa yang memiliki kemampuan untuk menekan atau menghilangkan mikroorganisme penyebab infeksi. Bahan ini merupakan komponen farmasi yang digunakan untuk mengobati penyakit akibat bakteri. Daun teratai mengandung berbagai fitokimia, termasuk triterpenoid, alkaloid, flavonoid, fenolik, steroid, glikosida, dan saponin^(7,8). Namun, teratai merupakan tanaman yang potensi manfaat medisnya belum sepenuhnya disadari. Tanaman teratai mengandung flavonoid, terpenoid, alkaloid, tanin, saponin, dan steroid, menurut

penelitian yang dilakukan pada ekstrak daun teratai dalam pelarut etil asetat⁽⁹⁾. Berbagai kandungan dan manfaat yang diperoleh dari penelitian ini dapat Anda ketahui dengan membaca berbagai penelitian tentang kandungan dan manfaat biji dan umbi teratai. Namun, belum ada penelitian yang dilakukan mengenai komponen dan manfaat daun tanaman teratai. Dalam bidang pengobatan, teratai juga mempunyai arti penting. Bagian tubuh teratai putih dimanfaatkan sebagai obat alternatif selain untuk bahan makanan⁽⁵⁾.

Bahan baku farmasi di Indonesia masih banyak yang berasal dari impor, meskipun faktanya obat-obatan sangat penting bagi layanan kesehatan. Saat ini, 90% kebutuhan obat-obatan di Indonesia dipenuhi oleh komoditas dalam negeri, sehingga mampu memenuhi kebutuhannya sendiri. Meskipun demikian, sektor farmasi di negara ini masih mengimpor sekitar 96% bahan bakunya, sehingga sangat bergantung pada pemasok asing⁽¹⁰⁾. Yang dimaksud dengan "ampas ekstraksi" adalah bahan sisa proses ekstraksi disebut juga serbuk simplisia yang tidak diperlukan lagi (sampah padat organik). Setelah tanaman teratai diekstraksi, tidak banyak residu yang tersisa, sehingga limbah tersebut dapat digunakan untuk bahan baku selulosa mikrokristalin sehingga mengurangi kebutuhan impor. Sebagai bahan pengisi tablet yang dapat membuat tablet dari campuran kompresi menjadi lebih kompak, selulosa mikrokristalin merupakan salah satu eksipien yang digunakan dalam sediaan tablet di industri farmasi. Ini disebut sebagai pengikat kering. Selain itu, karakteristik aliran massa tablet yang dicetak dapat ditingkatkan dengan selulosa mikrokristalin⁽¹¹⁾.

Bentuk serbuk selulosa mikrokristalin terdiri dari partikel berpori. Ini higroskopis, tidak larut dalam air, tetapi mengembang ketika bersentuhan dengannya. Ikatan beta-glikosida mengikat molekul glukosa menjadi satu. Polimer selulosa dan rantai agregat glukan membentuk ikatan hidrogen antarmolekul. Hasilnya, struktur selulosa menjadi mikrokristalin⁽¹²⁾. Pembuktian penggunaan selulosa dari berbagai tumbuhan Kalimantan sangat penting, agar seluruh bagian tumbuhan dapat dimanfaatkan, tidak

hanya dari ekstrak yang bermanfaat sebagai bahan yang mengandung senyawa aktif, tetapi juga dari sisa ekstraksi (extract residu) yang dapat digunakan sebagai bahan baku farmasi.

Enzim untuk hidrolisis enzimatik dapat ditemukan pada jamur, kapang, dan spesies hewan (seperti serangga). Salah satu serangga yang dapat memproduksi selulase adalah rayap. Rayap seringkali mempunyai kemampuan untuk memakan semua bahan termasuk selulosa. Rayap merupakan penyumbang utama biodegradasi senyawa lignoselulosa. Saluran pencernaan rayap mengandung bakteri yang mempunyai kemampuan tinggi dalam mendegradasi lignoselulosa secara efisien⁽¹³⁾. Peneliti sebelumnya telah melakukan hidrolisis enzimatik pada rayap⁽¹⁴⁾. Selulase diproduksi oleh tentara Ametermes eveuncifer (Silverstri) dalam penyelidikannya, sedangkan *Coptotermes* sp. (spesies berbeda) memproduksinya dalam pekerjaan kami. Untuk mempelajari lebih lanjut tentang spesies jamur baru dan makhluk yang dapat membuat enzim selulase⁽¹⁵⁾.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh selulosa mikrokristalin dari daun, bunga, tangkai daun dan tangkai bunga tanaman teratai putih (*Nymphaea nouchali* Burm. F.). Caranya, α -selulosa diisolasi terlebih dahulu dengan delignifikasi kimia (alkalinasi), kemudian diputihkan dengan NaOCl, kemudian dihidrolisis menggunakan metode hidrolisis enzimatis dengan selulase dari rayap *Coptotermes* sp. Selulosa mikrokristalin yang diperoleh selanjutnya akan dikarakterisasi menggunakan Avicel PH 101 sebagai standar pembanding.

METODE PENELITIAN ALAT & BAHAN

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu Digital Balance (CAS), Gelas Beaker (Pyrex), Kertas pH (Merck), Oven, Erlenmeyer (Pyrex), Pipet Penetes, Batang Pengaduk Kaca, Tabung Ulin, Hot plate, Sentrifugator, pH-meter, Kertas pH, Kertas Saring, Kain Flannel, Termometer, dan peralatan gelas lainnya di laboratorium.

Bahan yang digunakan antara lain simplisia tanaman teratai putih (*Nymphaea nouchali* Burm. F.), Aquadest, Larutan Dapar Asetat pH 5, Etanol 70%, Natrium Hidroksida, Asam Nitrat, Natrium Nitrit, dan Zink Klorida Iodinat. Baku pembanding yang digunakan Avicel PH 101.

Persiapan Enzim Selulase

Coptotermes sp. (rayap tanah) dikumpulkan dan ditempatkan dalam wadah kaca yang telah ditambahkan larutan buffer asetat (pH 5,0). Enzim kemudian diekstrak untuk digunakan dalam proses hidrolisis enzimatik guna menstabilkan kondisi enzim.⁽¹⁵⁾

Isolasi α -Selulosa

Serbuk simplisia sebanyak 150 g dimasukan kedalam wadah dan dicampur dengan 2 L asam nitrat 3,5% (mengandung 20 mg natrium nitrit). Prosedur selanjutnya mengacu pada penelitian kami sebelumnya⁽¹⁶⁾. Untuk mengisolasi α -selulosa, dilakukan perlakuan delignifikasi dengan NaOH, yang dilanjutkan dengan prosedur pemutihan (bleaching). Pulp atau bubur selulosa berwarna kuning kecoklatan terbentuk selama proses pemanasan alkali (delignifikasi kimia) dalam larutan natrium hidroksida (NaOH) 17,5% b/v. Setelah campuran disaring, residu diambil dan dibilas dengan air suling hingga pH kembali netral (berdasarkan pH air saat membilas). Setelah itu, pulp dikeringkan selama 12 hingga 24 jam pada suhu 50°C dalam oven hingga menghasilkan bubuk α -selulosa.

Pembuatan Selulosa mikrokristalin dengan Hidrolisis Enzimatik

Sebanyak 20 mL buffer asetat (0,05 M, pH 4,8) disiapkan, lalu sebanyak 1 g α -selulosa dimasukkan seluruhnya ke dalam buffer asetat tersebut. Kemudian, 3 mL selulase yang telah dibuat sebelumnya ditambahkan dan dicampur perlahan. Setelah dicampur dengan kecepatan 150 rpm, campuran disaring. Residu yang mengendap setelah dicuci dengan air suling untuk menghilangkan sisa selulase pada selulosa, dikeringkan selama 48 jam pada suhu 60°C dalam oven⁽¹⁵⁾.

Evaluasi Serbuk Selulosa mikrokristalin

Evaluasi yang dilakukan untuk MCC yang telah diperoleh dan Avicel PH 101 (baku pembanding) antara lain pemeriksaan organoleptik, uji kualitatif menggunakan zink klorida iodinat, uji kelarutan untuk air, eter, alkohol 95%, larutan NaOH 1 N, dan larutan HCl 2 N, dan uji pH⁽¹⁷⁾. Hasil evaluasi dari MCC kemudian dibandingkan dengan hasil evaluasi dari Avicel PH 101 (baku pembanding).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada isolasi α -selulosa, untuk menghasilkan α -selulosa, pulp harus diputihkan untuk menghilangkan sisa lignin dan memberikan warna yang lebih cerah dan putih. Seperti ditampilkan pada Gambar 1, MCC yang dibuat dari bagian teratai putih yang berbeda memiliki corak yang

berbeda. Hasil α -selulosa dan MCC untuk setiap bagian teratai putih menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil proses isolasi α -selulosa yang telah dilakukan, tangkai bunga teratai mempunyai hasil tertinggi (29%), berdasarkan hasil proses isolasi α -selulosa, sedangkan daun mempunyai hasil MCC tertinggi (95,3%). Hasil rendemen α -selulosa dari berbagai bagian teratai putih dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada MCC bunga teratai putih berwarna coklat tua, MCC tangkai bunga berwarna putih kekuningan, sedangkan MCC daun dan tangkai bunga berwarna coklat muda. Berdasarkan bentuk MCC yang diperoleh diantara semua bagian teratai putih, MCC bunga teratai putih memiliki bentuk serbuk yang lebih kasar dibandingkan bagian teratai lainnya.



Gambar 1. Hasil MCC Teratai Putih dari Bunga, Tangkai Bunga, Daun, dan Tangkai Daun

Tabel 1. Hasil Rendemen α -Selulosa dan Selulosa mikrokristalin Teratai Putih

Bagian Tanaman	Berat Simplisia (gram)	α -Selulosa		Berat α -Selulosa yang digunakan untuk hidrolisis (gram)	Selulosa mikrokristalin	
		Berat (gram)	Yield (%)		Berat (gram)	Yield (%)
Bunga	50	9,350	18,7	1	0,740	74
Tangkai Bunga	50	14,500	29	1	0,757	75,7
Daun	150	11,350	7,6	1	0,953	95,3
Tangkai Daun	100	22,400	22,4WW	1	0,893	89,3

Dengan persentase 95,3%, daun mempunyai keluaran selulosa mikrokristalin tertinggi, disusul tangkai daun sebesar 89,3%, tangkai bunga sebesar 75,7%, dan bunga sebesar 74%.

Tabel 2 menampilkan hasil evaluasi MCC pada teratai putih. Bagian yang digunakan adalah bagian bunga, tangkai daun, daun, dan terakhir tangkai bunga. Dalam kajian organoleptik, setiap komponen tumbuhan mempunyai sifat yang unik, khususnya dalam hal warna. MCC dari daun berwarna putih kecoklatan, bunga berwarna putih kecoklatan (lebih tua dari daun), tangkai bunga berwarna putih, dan tangkai daun berwarna putih kekuningan. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya

yang menemukan bahwa jenis, lokasi, dan posisi pohon dapat mempengaruhi panjang, lebar, dan dinding serat selulosa⁽¹⁸⁾. Bentuk, warna, bau, dan rasa selulosa mikrokristalin semuanya ditentukan melalui analisis organoleptik, dan hasilnya sesuai dengan literatur dan perbandingan: bahan berupa bubuk putih, kristal, tidak berbau, dan tidak berasa. Karena bahan kimia yang diisolasi memenuhi kriteria yang diperlukan, penelitian organoleptik mengungkapkan bahwa bahan tersebut sebenarnya adalah selulosa mikrokristalin.

Hasil pengujian kualitas serbuk selulosa mikrokristalin teratai putih dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Pengujian Kualitas Serbuk Selulosa mikrokristalin Teratai Putih

Pengujian	Selulosa mikrokristalin Teratai Putih					Avicel® PH 101
	Bunga	Tangkai Bunga	Daun	Tangkai Daun		
Organoleptis (Bentuk, Warna, Bau, Rasa)	Serbuk kristal; Putih kecoklatan; Putih;	Serbuk kristal; Putih; Putih;	Serbuk kristal; Putih kekuningan;	Serbuk kristal; Putih kekuningan;	Kristal; Putih;	
	Tidak berbau;	Tidak berbau;	Tidak berbau;	Tidak berbau;	Tidak berbau;	
	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	
Identifikasi Kualitatif	Violet-Biru	Violet-Biru	Violet-Biru	Violet-Biru	Violet-Biru	
	Air = Tidak larut;	Air = Tidak larut;	Air = Tidak larut;	Air = Tidak larut;	Air = Tidak larut;	
	Alkohol 95% = Tidak larut;	Alkohol 95% = Tidak larut;	Alkohol 95% = Tidak larut;	Alkohol 95% = Tidak larut;	Alkohol 95% = Tidak larut;	
Kelarutan	HCl 2 N = Tidak larut;	HCl 2 N = Tidak larut;	HCl 2 N = Tidak larut;	HCl 2 N = Tidak larut;	HCl 2 N = Tidak larut;	
	NaOH 1 N = Sukar larut;	NaOH 1 N = Sukar larut;	NaOH 1 N = Sukar larut;	NaOH 1 N = Sukar larut;	NaOH 1 N = Sukar larut;	
	Eter = Tidak larut	Eter = Tidak larut	Eter = Tidak larut	Eter = Tidak larut	Eter = Tidak larut	
pH	7	7	7	7	7	

Sampel selulosa mikrokristalin awalnya berwarna putih, tetapi setelah diberikan seng klorida iodinasi, warnanya berubah menjadi warna ungu-biru yang menyebar, menurut temuan uji kualitatif. Avicel® PH 101 juga menunjukkan hal ini, yang serupa dan konsisten dengan penelitian lainnya. Campuran selulosa dan iodiumlah yang menghasilkan warna biru-ungu^(19,20). Berdasarkan hasil identifikasi, menunjukkan senyawa hasil isolasi adalah benar selulosa mikrokristalin.

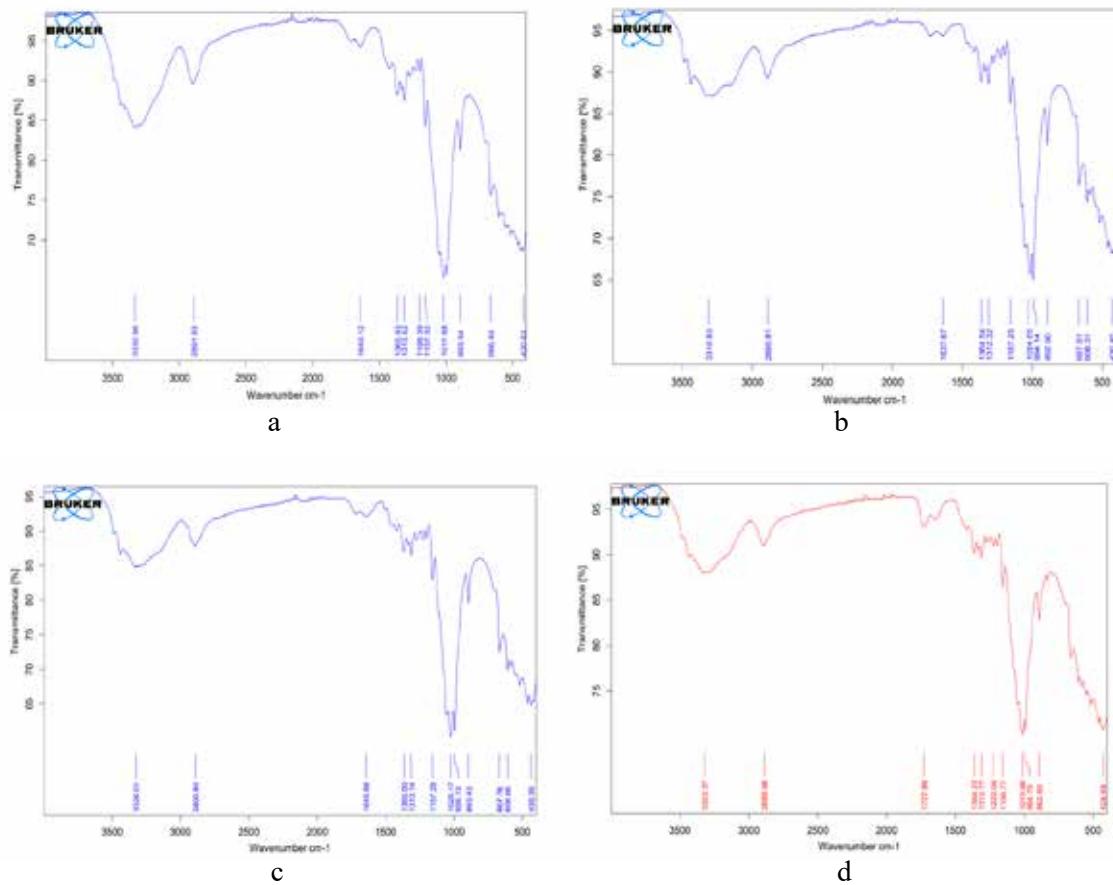
Uji kelarutan serbuk selulosa mikrokristalin menunjukkan bahwa empat pelarut yang diuji tidak larut: air, alkohol 95%, HCl 2N, natrium hidroksida 1 N, dan eter. Rantai ikatan hidrogen yang kuat terletak di dekat struktur kristalin penyusun selulosa mikrokristalin⁽²¹⁾. Hasil uji kelarutan selulosa mikrokristalin sesuai dengan literatur dan

serupa dengan Avicel PH 101. Hal ini menunjukkan bahwa zat yang dipisahkan sebenarnya adalah selulosa mikrokristalin.

Sampel MCC dari beberapa bagian tanaman teratai putih dan standar pembanding (Avicel PH 101), keduanya memiliki pH 7. Hasil ini sesuai dengan kisaran pH 5,0-7,5, yang ditentukan dalam literatur.

Selain itu, untuk mengidentifikasi terbentuknya MCC dari masing-masing bagian teratai putih dilakukan pengujian kualitatif menggunakan spektrofotometri IR yang ditunjukkan pada Gambar 2. Identifikasi hasil MCC teratai putih kemudian dibandingkan dengan spektrum IR Avicel PH 101 (baku pembanding).

Gambar 2 menampilkan data FTIR sampel MCC teratai putih, sedangkan Gambar 3 menampilkan spektrum FTIR bahan kimia referensi Avicel PH 101.



Gambar 2. Hasil Spektrum FTIR dari Sampel MCC Teratai Putih: (a) Bunga; (b) Tangkai Bunga; (c) Daun; dan (d) Tangkai Daun

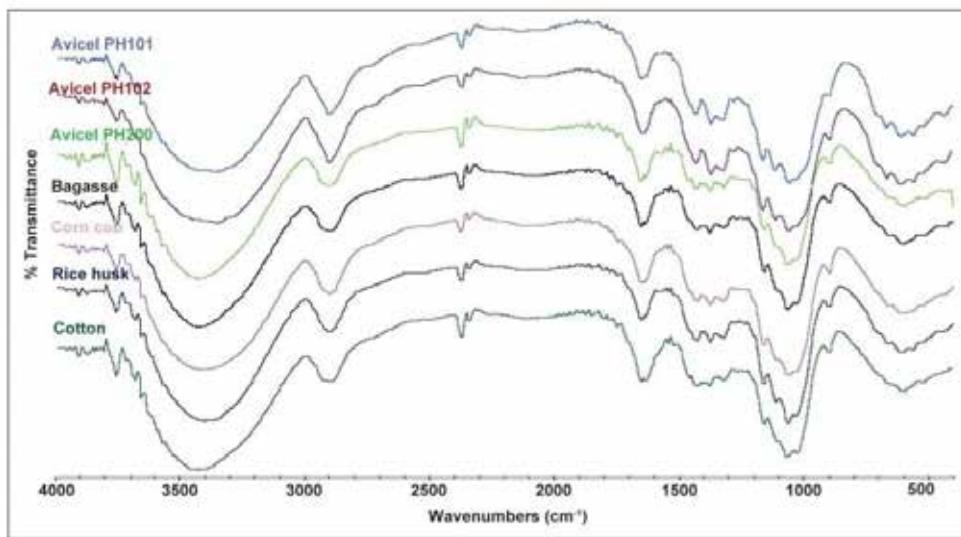


Figure 1: FTIR spectra of MCC produced from different sources

Gambar 3. FTIR Avicel PH 10122

Spektrum inframerah menunjukkan adanya beberapa pengelompokan fungsional. Misalnya, pita lebar pada 3500 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus OH. Pada panjang gelombang 2895,25 cm⁻¹ terdapat ikatan alifatik C-H dan pada panjang gelombang 1647,26 cm⁻¹ terdapat frekuensi vibrasi deformasi CH₂. Keberadaan C-O-C glikosidik ditunjukkan pada pita 1419,66 cm⁻¹ dan 898,86 cm⁻¹ adalah β-glikosidik. Berdasarkan literatur, Avicel sebagai acuan menunjukkan puncak vibrasi selulosa sebagai berikut: 3445 cm⁻¹ berhubungan dengan regangan OH intramolekul, termasuk ikatan

hidrogen, 2898 cm⁻¹ akibat regangan CH dan CH₂, 1650 cm⁻¹ berhubungan dengan OH dari air terserap, 1430 cm⁻¹ akibat ikatan simetris CH₂, 1375 cm⁻¹ akibat pembengkokan CH, 1330 cm⁻¹ akibat pembengkokan bidang OH, 1161 cm⁻¹ akibat tarikan asimetris C-O-C, 1061 cm⁻¹ karena Peregangan C-O C, dan 898 cm⁻¹ sesuai dengan getaran asimetris (goyang) C1 (hubungan β-glikosidik) keluar dari bidang peregangan^(22,23).

Hasil analisa FTIR berdasarkan puncak (peak) yang dihasilkan oleh spektrum FTIR dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisa FTIR Berdasarkan Puncak (Peak) yang Dihasilkan

Gugus Fungsi	Avicel PH 101 (/cm) ⁽²²⁾	MCC-D (/cm)	MCC-TD (/cm)	MCC-B (/cm)	MCC-TB (/cm)
-OH	3445	3332,96	3310,83	3326,01	3323,37
C-H Ulur	2898	2891,62	2890,81	2890,84	2889,98
OH dari air terserap	1650	1643,12	1637,67	1645,68	1727,89
C-OH, C-H, CH ₂	1375	1365,93	1364,54	1365,00	1364,23
C-O-C asimetri	1161	1157,32	1157,25	1157,29	1156,77
β-glikosida	898	893,54	892,90	893,43	892,60

Sampel MCCTP adalah benar selulosa mikrokristalin (MCC) karena hasil data FTIR, yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan Tabel 3, menunjukkan bahwa bagian daun, tangkai daun, bunga, dan tangkai bunga memiliki spektrum yang hampir identik kecuali untuk intensitas yang sedikit berbeda.

SIMPULAN

Penelitian menunjukkan bahwa serbuk selulosa mikrokristalin dari beberapa bagian tanaman teratai putih (bunga, tangkai bunga, daun, dan tangkai daun) memiliki kualitas dan karakterisasi yang mirip dengan Avicel® PH 101, bahan baku selulosa yang berasal dari sumber alam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami berterima kasih kepada Asosiasi Pendidikan Diploma Farmasi Indonesia (APDFI) karena telah membiayai publikasi penelitian ini sebagai bagian dari kegiatan “Lomba Poster Ilmiah Dosen” yang diadakan dalam rangka MUNAS & PERTEMUAN ILMIAH APDFI 2023.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abidin, Z., Purnomo, & Pradhana, C. Keanekaragaman Hayati Sebagai Komoditas Berbasis Autentitas Kawasan. Jombang: Penerbit Fakultas Pertanian Universitas KH.A. Wahab Hasbullah; 2020.
2. Yati, R. Kehidupan Sosial Budaya dan Ekonomi Masyarakat di Tepian Sungai Banjarmasin dan Potensi Sungai Dalam Sektor Pariwisata. OSF Preprints, June 4. 2022. doi:10.31219/osf.io/f46tn.
3. Sari, E.P., Wardenaar, E., & Yusro, F, 2013, Aktivitas Ekstrak Metanol Bonggol Bunga Teratai (*Nymphaea lotus L.*) untuk Pengendalian Cendawan Pelapuk Kayu *Schizophyllum commune* fries Secara In vitro. Jurnal Hutan Lestari. 2013; 1(3): 252-257.
4. Julianus, J. Pelestarian Sungai: Banjarmasin Berhias Teratai, <https://www.kompas.id/baca/nusantara/2021/08/14/mempercantik-kota-sungai-dengan-teratai-geliat-kota-3>. 2021. diakses pada 22 September 2023.
5. Kusfriyadi, M.K. Kajian Pemanfaatan Tepung Talipuk Dari Biji Bunga Teratai Putih (*Nymphaea pubescens* Willd) Sebagai Bahan Substitusi Dalam Pembuatan Biskuit, Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor; 2004.
6. Anonim. Kalimantan Selatan Dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kalimantan Selatan, Banjarmasin; 1999.
7. Sabban, A., Rumahlatu, D. & Watuguly, T., 2017, Potensi ekstrak daun teratai (*Nymphaea pubescens* L.) dalam menghambat *Staphylococcus aureus*, Biopendix. 2017; 3(2): 129-141.
8. Radji, M. Buku Ajar Mikrobiologi Panduan Mahasiswa Farmasi dan Kedokteran. Jakarta: Buku Kedokteran EGC; 2011.
9. Rarasari, A. M., Heza, D. S. & Yonarta, D. Penapisan fitokimia melalui metode ekstraksi berbeda pada tanaman air sebagai potensi obat penyakitkan. Laporan Akhir. Sains Teknologi dan Seni Universitas Sriwijaya; 2020.
10. Kemenkes, 2013, Riset Kesehatan Dasar Tahun 2013, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
11. Carlin, B. Direct Compression and The Role of Filler-Binders. Dalam : Augsburger, L.L., Hoag, S.W. (Eds.). Pharmaceutical Dosage Forms: Tablets. Informa; 2008: 173–216.
12. Westermarck, S. Use of Mercury Porosimetry and Nitrogen Adsorption in Characterisation of the Pore Structure of Mannitol and Microcrystalline Cellulose Powders, Granules and Tablets. Pharmaceutical Technology Division. Finland: Department of Pharmacy University of Helsinki; 2000.
13. Mokodompit, A., Ngangi, J., & Moko, M. Karakterisasi Enzim Selulase Isolat Bakteri pada Saluran Pencernaan Rayap (*Odontotermes javanicus*). J. Nukleus Biosains. 2020; 1(2): 47-54.

14. Fagbohunka, B.S., Okonji, R.E., & Adenike, A.Z. (2016). Purification and Characterization of Cellulase from Termite *Ametermes eveuncifer* (Silverstri) Soldiers. International Journal of Biology. 2016; 9(1).
15. Lestari, Y.P.I., Suryadi, H., Mi'rajunnisa, Mangunwardoyo, W., Sutriyo, & Yanuar, A. 2020. Characterization of Kapok Pericarpium Microcrystalline Cellulose Produced of Enzymatic Hydrolysis Using Purified Cellulase from Termite (*Macrotermes gilvus*). Int J Pharm Pharm Sci. 2020; 12(3): 7-14.
16. Suryadi, H., Lestari, Y.P.I., Mi'rajunnisa, & Yanuar A. Potential Of Cellulase Of *Chaetomium Globosum* For Preparation And Characterization Of Microcrystalline Cellulose from Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*). Int J App Pharm. 2019; 140-6.
17. Rowe, R.C., Paul, J.S., & Sian, C.O. Handbook of Pharmaceutical Excipients 5th Edition. London and American: Pharmaceutical Press; 2009.
18. Martawijaya A. & Barly. Keawetan dan Keterawetan Beberapa Jenis Kayu yang Berasal dari Hutan Alam dan Hutan Tanaman. Prosiding Diskusi HTI. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan; 2009.
19. Tashiro, K. & Gakhutishvili, M. Crystal Structure of Cellulose-Iodine Complex. Polymer. 2019; 171: 140-148.
20. Agustin, N., Chaerunisa, A.Y., & Abdassah, M. Review Artikel: Isolasi dan Karakterisasi Selulosa Mikrokristal dari Buah Nanas (*Ananas comosus* L. Merr). Jurnal Farmaka. 2021; 19(2): 128-135.
21. Cowd, M.A. Kimia Polimer. Bandung: Institut Teknologi Bandung; 1991.
22. Rojas J, Lopez A, Guisao S, & Ortiz C. Evaluation of several microcrystalline celluloses obtained from agricultural by products. J Adv Pharm Technol Res. 2011; 2: 144-50.
23. Suryadi, H., Sutriyo, Mi'rajunnisa, & Lestari, Y.P.I. Potential of cellulase of *Penicillium vermiculatum* for preparation and characterization of microcrystalline cellulose produced from α -cellulose of kapok pericarpium (*ceiba pentandra*). International Journal of Applied Pharmaceutics. 2019; 11(4): 92-97.