

**ISOLASI ALFA SELULOSA DAN PEMBUATAN SERTA  
KARAKTERISASI MIKROKRISTALIN SELULOSA DARI KULIT BUAH  
LIMPASU (*Baccaurea lanceolata* Muell)**

**Yuspa, Rahmalisa Hafifah, Siti Mursyidah, Soraya Aldeina, Muhammad,  
Yulianita Pratiwi Indah Lestari\***

Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Banjarmasin

Email\*: [yulianita.pratiwi@umbjm.ac.id](mailto:yulianita.pratiwi@umbjm.ac.id)

*Artikel dipublikasikan pada: Webinar Nasional & Call for Paper  
"Inovasi Terkini dalam Dunia Kesehatan: Terapi Gen dan Perkembangan Obat  
Baru Berbasis Genomika dalam Mengubah Paradigma Pengobatan"  
28 Oktober 2023*

DOI: <https://doi.org/10.36387/jiis.v8i3.1676>

**ABSTRAK**

Indonesia kaya akan sumber daya alam hayati dan memiliki keanekaragaman yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Salah satu tanaman khas Indonesia khususnya di Kalimantan adalah Limpasu. Limpasu merupakan tanaman khas Kalimantan, dimana tanaman ini memiliki banyak kandungan berkhasiat seperti antioksidan dan memiliki potensi yang tinggi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan mikrokristalin selulosa. *Microcrystalline Cellulose* (MCC) adalah selulosa yang dimurnikan sebagian, kemudian diolah dengan preparat  $\alpha$ -selulosa. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan mikrokristalin selulosa dari limbah Kulit Buah Limpasu. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah delignifikasi kimia, dilanjutkan dengan hidrolisis menggunakan asam encer untuk menghasilkan MCC, kemudian dikarakterisasi dengan Avicel PH 102 sebagai pembanding komersial. Berdasarkan hasil penelitian, rendemen  $\alpha$ -selulosa sebesar 14,14% terhadap serbuk simplisia, rendemen MCC sebesar 11,48% terhadap  $\alpha$ -selulosa dan karakterisasi serbuk MCCBL yang menunjukkan kemiripan karakteristik dengan Avicel® PH 102 sebagai pembanding.

**Kata kunci:** alfa selulosa, mikrokristalin selulosa, kulit buah limpasu, karakterisasi, isolasi selulosa.

**ABSTRACT**

*Indonesia is rich in biological natural resources and has diversity spread throughout Indonesia. One of the typical Indonesian plants, especially in Kalimantan, is Limpasu. Limpasu is a typical Kalimantan plant, where this plant has many nutritious contents such as antioxidants and has high potential to be used as a raw material for making microcrystalline cellulose. Microcrystalline Cellulose (MCC) is cellulose that is partially purified, then processed with  $\alpha$ -cellulose preparations. The aim of this research is to obtain microcrystalline cellulose from Limpasu fruit peel waste. The research method used in this research is chemical*

*delignification, followed by hydrolysis using dilute acid to produce MCC, then characterized with Avicel PH 102 as a commercial comparison. Based on the research results, the yield of  $\alpha$ -cellulose was 14.14% for simplicia powder, the MCC yield was 11.48% for  $\alpha$ -cellulose and the characterization of MCKBL powder showed similar characteristics to Avicel® PH 102 as a comparison.*

**Keywords:** *alpha cellulose, microcrystalline cellulose, lime fruit peel, characterization, cellulose isolation*

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang kaya akan flora dan fauna. Kekayaan flora Indonesia ini, banyak termasuk ke dalam kategori tanaman obat. Di Indonesia terdapat sekitar 30.000 jenis tanaman, dimana 7.000 spesies diantaranya memiliki khasiat obat (Ode Jumiarni and Komalasari, 2017)

*Baccaurea lanceolata* berasal dari genus *Baccaurea* (famili: Euphorbiaceae). Sebagian besar spesies *Baccaurea* adalah endemik Kalimantan. Buah *Baccaurea lanceolata* berwarna hijau hingga ungu saat muda, dan berubah menjadi kuning hingga orange saat matang (Abu Bakar *et al.*, 2014). Ekstrak metanol daun *Baccaurea courtallensis* positif terhadap kandungan kimia tanin, saponin, dan fenolik. Dalam penelitian sebelumnya, Limpasu (*Baccaurea lanceolata*) telah dianalisis untuk uji antioksidan

(DPPH, FRAP, dan ABTS) pada pericarp, pulp, dan bijinya dengan kesamaan metode maserasi dan menunjukkan yang tertinggi aktivitas antioksidan yang ditemukan dalam ekstrak pulp (Zamzani and Triadisti, 2021).

Kebutuhan *microcrystalline cellulose* (MCC) dalam negeri semuanya berasal dari impor. Harga MCC komersil yang mahal juga menjadi alasan untuk menemukan sumber penghasil mikrokristalin selulosa yang lebih murah. Oleh karena itu perlu dicari sumber *microcrystalline cellulose* (MCC) lain yang dapat menggantikan Avicel PH 102 yang berasal dari nabati namun dari Limbah yang dianggap tidak memiliki nilai, serta dapat mengurangi ketergantungan impor pada bahan baku obat (Ratih Kharismawati, 2017).

Selulosa, salah satu sumber daya alam terbarukan yang paling

berlimpah di Indonesia dan merupakan komponen utama dari lignoselulosa dari dinding sel pada tanaman bersama dengan hemiselulosa, lignin, pektin, dan lilin (Irwan Mulyadi, 2019).

## **METODE PENELITIAN**

Alat yang digunakan, yaitu: Sarung tangan, Masker, Blander Chopper, Kertas Perkamen, Toples Kaca, Ayakan, Head Cap, aquadest, beker glas, pipa kapiler, timbangan digital, kompor listrik, kaca arlogi, Oven, stik pH, tapped density tester, flow tester, FTIR, PSA, Moisture balance, melting point apparatus, dan dilakukan di tempat Laboratorium Universitas Muhammadiyah Banjarmasin. Bahan yang digunakan yaitu: Etanol 70%, Aquadest, Kain Flanel, HNO<sub>3</sub>, HCL, Natrium Hipoklorit, Avicel PH 102, KI, NaOH.

### **Ekstraksi Kulit Buah Limpasu (KBL)**

Serbuk simplisia dari Kulit Buah Limpasu (KBL) dimaserasi menggunakan pelarut etanol 70% hingga simplisia terendam dengan pelarut. Maserasi dilakukan sampai filtrat terlihat hampir tidak berwarna,

lalu filtrat yang diperoleh dikumpulkan dan dievaporasi dengan *rotary evaporator* sehingga diperoleh ekstrak kental yang masih dapat dituang, lalu ekstrak dikeringkan pada suhu kamar. Ekstrak yang diperoleh kemudian dihitung rendemennya. Ampas yang sudah dikeringkan dikumpulkan untuk kemudian dilanjutkan ke tahap isolasi  $\alpha$ -selulosa untuk menghasilkan Mikrokrystalin Selulosa. Hitung rendemen dari ekstrak yang didapatkan (Mauizatul Hasanah, 2016).

### **Isolasi $\alpha$ -Selulosa KBL**

Serbuk simplisia yang merupakan sisa dari proses ekstraksi kemudian didelignifikasi menggunakan proses pemasakan dengan proses Kraft dengan kondisi sebagai berikut: NaOH 10% terhadap berat kering oven, L:W = 1:5 (L=berat serbuk, W=larutan pemasak), lama pemasakan 1 jam. Setelah dimasak, direndam dalam air dingin 1 L selama 24 jam untuk mengoptimalkan sisa-sisa bahan pemasak dalam melunakkan serbuk. Kemudian ditambahkan NaOCl 3,5% untuk menghasilkan serbuk yang lebih putih bersih. Selanjutnya dicuci sampai

bebas alkali dan diblender untuk mendapatkan serbuk ukuran 30-40 mesh (Yulianita Pratiwi Indah Lestari, 2022).

### **Pembuatan Mikrokrystalin Selulosa Kulit Buah Limpasu (MCCKBL)**

Sebanyak 0,5 gram serbuk simplisia yang merupakan sisa dari proses ekstraksi kemudian didelignifikasi dan dilakukan pembuatan mikrokrystalin selulosa dengan menggunakan 7,5 mL HCL 3,5 N dalam beaker glass pada suhu 105° C selama 15 menit kemudian tuangkan 25 mL air dingin, lalu diaduk dan didiamkan selama 1 malam, Mikrokrystalin selulosa yang didapatkan kemudian disaring dan dicuci dengan aquades sampai pH netral dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105° C sampai didapatkan berat yang konstan. Hitung rendemen yang didapatkan (Yang *et al.*, 2009).

### **Uji Kualitatif MCCKBL**

1. Pemeriksaan Organoleptis  
Pengujian organoleptis meliputi pemeriksaan bentuk, warna, bau, rasa, dan kelarutan.
2. Identifikasi menggunakan Iodinated Zinc-Chloride

Disiapkan larutan zinc klorida iodinat dengan melarutkan 20 g seng klorida dan 6,5 g potassium iodida dalam 10,5 mL air. Ditambahkan 0,5 g yodium, dan kocok selama 15 menit. Dimasukkan sekitar 10 mg Mikrokrystalin Selulosa yang telah dibuat pada plat tetes, dan dilarutkan dalam 2 mL larutan seng klorida. Senyawa yang terbentuk akan dinyatakan positif jika menghasilkan berwarna biru violet (Yulianita Pratiwi Indah Lestari, 2022).

### 3. Pengujian Kelarutan

Pengujian kelarutan dihitung terhadap air, eter, alkohol 95%, larutan NaOH 1N, dan larutan HCl 2N (Raymond C Rowe, 2009).

### 4. Pengujian pH

Sebanyak satu gram sampel dilarutkan dalam 2 ml air bebas karbon dioksida. pH dari supernatan yang dihasilkan kemudian diuji dengan menggunakan stik pH. Syarat pH selulosa mikrokrystal adalah 5-7,5 (Raymond C Rowe, 2009).

### **Uji Sifat Fisik MCCKBL**

Mikrokristalin selulosa yang didapatkan kemudian dilakukan uji sifat fisik, antara lain: penetapan titik lebur, uji sudut diam, uji laju alir, uji kerapatan, susut pengeringan, & kompresibilitas. Setiap uji pada karakterisasi tersebut (uji kualitatif dan uji sifat fisik) akan dibandingkan dengan senyawa pembanding komersial yaitu Avicel PH 102 (Yulianita Pratiwi Indah Lestari, 2022).

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini, bagian Limpasu yang diambil ialah bagian kulit buahnya. Buah limpasu sendiri diperoleh dari Desa Hantakan, Kab. Hulu Sungai Tengah. Adapun tahapan pada penelitian ini dimulai dengan pengumpulan simplisia atau tanaman segar, ekstraksi, delignifikasi, isolasi  $\alpha$ -selulosa, pembuatan Mikrokristalin Selulosa (MCC), identifikasi Mikrokristalin Selulosa (MCC) dan karakterisi Mikrokristalin Selulosa (MCC). Sebelum melakukan maserasi, dilakukan pembuatan serbuk simplisia, adapun tahapan-tahapan yang dilakukan yaitu pencucian,

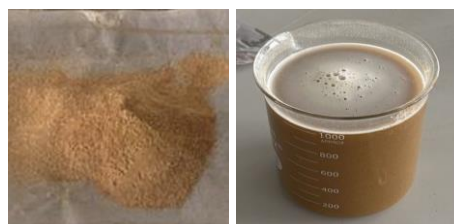
perajangan, pengeringan, penghalusan, dan diayak dengan ayakan 60 mesh hingga didapatkan serbuk simplisia yang halus. Proses maserasi dilakukan dengan pelarut etanol 70%, dilakukan selama 3 x 24 jam. Lalu disaring agar memisahkan zat aktif dari residunya. Setelah itu di keringkan.

Berikutnya proses isolasi alfa selulosa, dengan proses delignifikasi untuk menghilangkan lignin dari kulit buah limpasu, proses ini dilakukan dengan cara pencampuran residu ekstraksi kulit buah limpasu dengan NaOH 10%, kemudian dilanjutkan dengan proses bleaching menggunakan NaOCl, NaOCl di dalam air akan menghasilkan ion hidroksil dan asam hypochlorous (HOCl) yang merupakan oksidator kuat dan dapat memutuskan ikatan lignoselulosa (delignifikasi) dan ikatan eter dalam struktur lignin, sehingga derajat keputihan serat EG akan meningkat (Rachmawaty, Meriyani and Slamet Priyanto, 2013). Sehingga menghasilkan serbuk yang lebih putih. Pada pembuatan MCC Menggunakan metode Hidrolisis Kimia dengan Asam encer sehingga

menghasilkan serbuk MCC. Berikutnya Identifikasi dengan larutan zick klorida Iodinat (Apabila positif menghasilkan warna biru violet).



**Gambar 1.** Proses Isolasi  $\alpha$ -selulosa KBL (kiri = proses; kanan = hasil)



**Gambar 2.** Proses pembuatan MCCCKBL (kiri = proses; kanan = hasil)

Kemudian pada pengujian organoleptis MCCCKBL dan Avicel® PH 102 hasil yang tertera pada tabel 1

**Tabel 1.** Uji kualitas serbuk MCCCKBL

| Pengujian               | MCCCKBL   | Avicel® PH 102  | Literatur   |
|-------------------------|---|---|---|
| Organoleptis            | Bentuk: kristal<br>Warna: putih kecoklatan<br>Bau: tidak berbau<br>Rasa: tidak berasa   | Bentuk: kristal<br>Warna: putih<br>Bau: tidak berbau<br>Rasa: tidak berasa  | Bentuk: kristal<br>Warna: putih<br>Bau: tidak berbau<br>Rasa: tidak berasa  |
| Identifikasi Kualitatif | Violet-Biru   | Violet-Biru   | Violet-Biru   |
| Kelarutan               | Tidak larut dalam air<br>Tidak larut dalam alkohol 95%<br>Tidak larut dalam HCl 2 N<br>Sukar larut dalam NaOH 1 N<br>Tidak larut dalam Eter | Tidak larut dalam air<br>Tidak larut dalam alkohol 95%<br>Tidak larut dalam HCl 2 N<br>Sukar larut dalam NaOH 1 N<br>Tidak larut dalam Eter | Tidak larut dalam air<br>Tidak larut dalam alkohol 95%<br>Tidak larut dalam HCl 2 N<br>Sukar larut dalam NaOH 1 N<br>Tidak larut dalam Eter |
| Titik lebur             | 256° C  | 256° C  | 260-270° C  |
| pH                      | 5 (Asam)  | 6 (Asam)  | 5-7,5   |

Pada tabel 1 kesesuaian uji dengan sesuai syarat, dari pengujian organoleptis meliputi: bentuk, warna, bau, rasa. Berikutnya pada uji kelarutan dilakukan pengujian dengan beberapa pelarut seperti air, alkohol 95%, HCl, NaOH, dan Eter. Kelarutan merupakan keadaan suatu senyawa

baik padat, air, ataupun gas yang terlarut dalam padatan, cairan, atau gas yang akan membentuk larutan homogen. Kelarutan tersebut bergantung pada pelarut yang digunakan serta suhu dan tekanan (Lachman *et al.*, 1986). Kelarutan pada MCCCKBL terdapat Tidak larut

dalam air Tidak larut dalam alkohol 95% Tidak larut dalam HCl 2 N Sukar larut dalam NaOH 1 N Tidak larut dalam Eter. Pengukuran pH menggunakan stik Ph, dan menunjukkan hasil bahwa Mikrokrystalin selulosa kulit Buah Limpasu memiliki pH yang memenuhi persyaratan yaitu berkisar antara 5-7,5 10. Pada uji penetapan titik lebur MCC dan Avicel PH 102 di peroleh hasil 256°C.

Uji karakterisasi pada MCC kulit buah limpasu dan Avicel PH 102, dilakukan dengan beberapa uji yaitu uji sudut diam, kadar air, susut pengeringan, uji laju alir, dan kompresibilitas yang mana setiap pengujian dibandingkan dan hasil terdapat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Uji karakterisasi MCCKBL

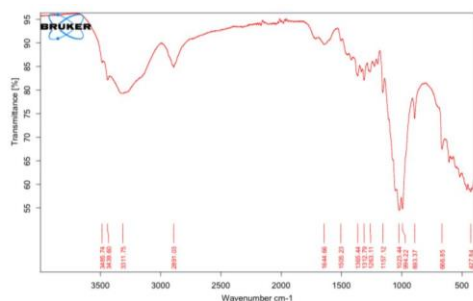
| Evaluasi          | MCCK BL  | Avicel® PH 102 | Ref      |
|-------------------|----------|----------------|----------|
| Sudut Diam        | 30,52°   | 29,12°         | 34,4°    |
| Laju Alir         | 0,47 g/s | 0,86 g/s       | 1,41 g/s |
| Susut Pengeringan | 16%      | 12%            | <10%     |
| Kompresibilitas   | 25%      | 20%            | -        |
| Kadar Air         | 5.11%    | 5.03%          | <5%      |

Pada uji karakterisasi MCC kulit buah limpasu dan Avicel PH 102, di dapatkan pada uji sudut diam berturut-turut 30,52° dan 29,12°. Pada

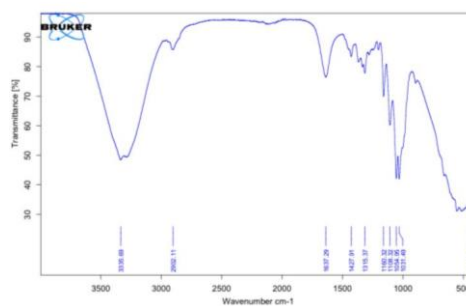
uji laju alir didapatkan 0,47g/s dan 1,41 g/s. dari hasil kedua pengujian sudah memenuhi persyaratan karena 100 gram serbuk didapatkan hasil laju alir kurang dari 10 detik. Susut pengeringan antara kedua serbuk belum sesuai karena didapatkan hasil tidak kurang 10%, pada pengujian kompresibilitas didapatkan %kompresibilitas 25% dan 20%, dan pada uji kadar air yang didapatkan persen berturut-turut pada serbuk pengujian yaitu 5.11% dan 5.03% yang mana pada pengujian tersebut belum memenuhi persyaratan, dikarenakan hasil persen yang didapat kurang dari 5%. pengujian randemen  $\alpha$ -selulosa didapatkan hasil 14,14%, dan pada randemen Mikrokrystalin Selulosa kulit buah limpasu (MCCKBL) sebesar 11,48%. Pada uji FTIR didapatkan kemiripan MCC Limpasu dengan MCC Avicel.

Berdasarkan spektrum infra merah dapat dilihat beberapa gugus fungsi. Misalnya pada panjang gelombang 3500cm<sup>-1</sup> pita lebar menunjukkan adanya gugus OH. Pada panjang gelombang 2895,25cm<sup>-1</sup> terdapat ikatan alifatik C-H dan pada panjang gelombang 1647,26cm<sup>-1</sup>

terdapat frekuensi vibrasi deformasi  $\text{CH}_2$ . Keberadaan C-O-C glikosidik ditunjukkan pada pita  $1419,66\text{cm}^{-1}$  dan  $898,86\text{cm}^{-1}$  adalah  $\beta$ -glikosidik. Berdasarkan literatur, Avicel sebagai acuan menunjukkan puncak vibrasi selulosa sebagai berikut:  $3445\text{cm}^{-1}$  berhubungan dengan regangan OH intramolekul, termasuk ikatan hidrogen,  $2898\text{cm}^{-1}$  akibat regangan CH dan  $\text{CH}_2$ ,  $1650\text{cm}^{-1}$  berhubungan dengan OH dari air terserap,  $1430\text{cm}^{-1}$  akibat ikatan simetris  $\text{CH}_2$ ,  $1375\text{cm}^{-1}$  akibat pembengkokan CH,  $1330\text{cm}^{-1}$  akibat pembengkokan bidang OH,  $1161\text{cm}^{-1}$  akibat tarikan asimetris C-O-C,  $1061\text{cm}^{-1}$  karena Peregangan C-O-C, dan  $898\text{cm}^{-1}$  sesuai dengan getaran asimetris (goyang) C1 (hubungan  $\beta$ -glikosidik) keluar dari bidang peregangan (Rojas *et al.*, 2011).



**Gambar 3.** Hasil pengujian FTIR MCCCKBL



**Gambar 4.** Hasil pengujian Avicel PH 102

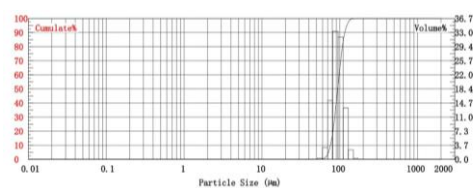
**Tabel 3.** Pengujian FTIR Avicel PH 102 dan serbuk MCCCKBL

| Gugus Fungsi             | Avicel PH 102 (/cm) | MCC-D (/cm) |
|--------------------------|---------------------|-------------|
| -OH                      | 3335.65             | 3311,75     |
| C-H Ulur                 | 2902.11             | 2891,03     |
| OH dari air terserap     | 1637.29             | 1644,66     |
| C-OH, C-H, $\text{CH}_2$ | 1375                | 1365,44     |
| C-O-C asimetri           | 1160.32             | 1157,12     |
| $\beta$ -glikosida       | -                   | 893,37      |

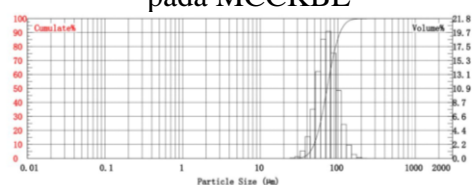
Pada uji FTIR didapatkan kemiripan MCC Limpasu dengan MCC Avicel, dan pada pengujian komersial didapatkan hasil Berdasarkan spektrum infra merah dapat dilihat beberapa gugus fungsi. Misalnya pada panjang gelombang  $3500\text{cm}^{-1}$  pita lebar menunjukkan adanya gugus OH. Pada panjang gelombang  $2895,25\text{cm}^{-1}$  terdapat ikatan alifatik C-H dan pada panjang gelombang  $1647,26\text{cm}^{-1}$  terdapat frekuensi vibrasi deformasi  $\text{CH}_2$ . Keberadaan C-O-C glikosidik

ditunjukkan pada pita 1419,66  $\text{cm}^{-1}$  dan 898,86  $\text{cm}^{-1}$  adalah  $\beta$ -glikosidik.

Berdasarkan literatur, Avicel sebagai acuan menunjukkan puncak vibrasi selulosa sebagai berikut: 3445 $\text{cm}^{-1}$  berhubungan dengan regangan OH intramolekul, termasuk ikatan hidrogen, 2898 $\text{cm}^{-1}$  akibat regangan CH dan CH<sub>2</sub>, 1650 $\text{cm}^{-1}$  berhubungan dengan OH dari air terserap, 1430 $\text{cm}^{-1}$  akibat ikatan simetris CH<sub>2</sub>, 1375 $\text{cm}^{-1}$  akibat pembengkokan CH, 1330 $\text{cm}^{-1}$  akibat pembengkokan bidang OH, 1161 $\text{cm}^{-1}$  akibat tarikan asimetris C-O-C, 1061 $\text{cm}^{-1}$  karena Peregangan C-O-C, dan 898 $\text{cm}^{-1}$  sesuai dengan getaran asimetris (goyang) C1 (hubungan  $\beta$ -glikosidik) keluar dari bidang peregangan (Suryadi *et al.*, 2019).



**Gambar 5.** Hasil Pengujian PSA pada MCKKBL



**Gambar 6.** Hasil Pengujian PSA pada Avicel pH 102

Hasil karakterisasi dengan menggunakan PSA ditunjukkan pada Gambar 5 dan 6. Hasil karakterisasi PSA menunjukkan MCC kulit buah limpasu pada penelitian ini memiliki ukuran partikel MCC terbaik memiliki diameter 95.118  $\mu\text{m}$  yang merupakan hasil dari proses hidrolisis asam dengan larutan HCl, dan pengujian pada senyawa komersial avicel ph 102 didapat ukuran partikel 75.912  $\mu\text{m}$ . Dari literatur diketahui bahwa MCC yang baik akan memiliki ukuran diameter berkisar antara 1-100  $\mu\text{m}$  (Ina Widia, 2017).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian randemen  $\alpha$ -selulosa didapatkan 14,14%, dan pada randemen MCKKBL sebesar 11,48%, dan karakterisasi serbuk MCKKBL meliputi reaksi warna, organoleptis, kelarutan, dan pH menunjukkan kemiripan karakteristik dengan Avicel® PH 102 sebagai pembanding, titik lebur 256° C, sudut diam 30.52 °, laju alir 0,47 g/s, susut pengeringan 16%, dan kompresibilitas 25%. Kadar air 5.11%. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, karakteristik

serbuk MCCCKBL memiliki kemiripan dengan Avicel® PH 102.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jendral Pembelajaran dan Kemahasiswaan (BELMAWA) yang telah membiayai pelaksanaan penelitian ini melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) 2023. Terimakasih pula kepada Universitas Muhammadiyah Banjarmasin sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abu Bakar, M.F. *et al.* (2014) 'Phytochemicals and antioxidative properties of borneo indigenous liposu (*Baccaurea lanceolata*) and tampoi (*Baccaurea macrocarpa*) fruits', *Antioxidants*, 3(3), pp. 516–525. Available at: <https://doi.org/10.3390/antiox3030516>.
- Ina Widia, N.W. (2017) 'Riview Artikel Selulosa Mikrokrystal : Isolasi, Karakterisasi, Dan Aplikasi Dalam Bidang Farmasetik', *Farmaka*, 15(2).
- Irwan Mulyadi (2019) 'Isolasi Dan Karakterisasi Selulosa : Review', *Jurnal Sainatika UNPAM*, 1(2), pp. 177–182.
- Lachman, L. *et al.* (1986) *The Theory and Practice of Industrial Pharmacy*. Available at: [www.webofpharma.com](http://www.webofpharma.com)
- Mauizatul Hasanah, , Muhamad Rizkyah. A.P, Kiki Amelia (2016) 'Potensi Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Daun Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) yang Berasal dari Salah Satu Rawa di Palembang, Indonesia', *Jurnal Penelitian Sains*, 18(3).
- Ode Jumiarni and Komalasari (2017) 'Eksplorasi Jenis Dan Pemanfaatan Tumbuhan Obat Pada Masyarakat Suku Muna Di Permukiman Kota Wuna Inventory Of Medicinal Plants As Utilized By Muna Tribe In Kota Wuna Settlement', *Traditional Medicine Journal*, 22(1), pp. 45–56.
- Rachmawaty, R., Meriyani, M. and Slamet Priyanto, I. (2013) *Sintesis Selulosa Diasetat Dari Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Dan Potensinya Untuk Pembuatan Membran*, *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. Available at: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtki>
- Ratih Kharismawati (2017) 'Pengembangan Dan Karakterisasi Selulosa Mikrokrystal Dari Nata Singkong (Nata De Cassava) Sebagai Eksipien Tablet'.
- Raymond C Rowe, P.J.S.M.E.Q. (2009) *Handbook of Pharmaceutical Excipients*.

- Rojas, J. *et al.* (2011) 'Evaluation of several microcrystalline celluloses obtained from agricultural by-products', *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*, 2(3), p. 144. Available at: <https://doi.org/10.4103/2231-4040.85527>.
- Suryadi, H. *et al.* (2019) 'Potential of cellulase of *Penicillium vermiculatum* for preparation and characterization of microcrystalline cellulose produced from  $\alpha$ -cellulose of kapok pericarpium (*ceiba pentandra*)', *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 11(4), pp. 92–97. Available at: <https://doi.org/10.22159/ijap.2019v11i4.31094>.
- Yang, T. *et al.* (2009) '*Penicillium expansum* YT01: A lignocellulose-degrading fungal strain isolated from China Gaoligong Mountain humus soil', *Journal of Biobased Materials and Bioenergy*, 3(4), pp. 348–353. Available at: <https://doi.org/10.1166/jbmb.2009.1055>.
- Yulianita Pratiwi Indah Lestari, Y.F.U.C.D.W.K.M.B. (2022) 'Isolasi A-Selulosa, Pembuatan & Karakterisasi Mikrokristalin Selulosa (Mcc) Dari Limbah Kulit Jeruk Baby (*Citrus sinensis*)', *Original Article MFF*, 26(3), pp. 119–123. Available at: <https://doi.org/10.20956/mff.v26i3.22070>.
- Zamzani, I. and Triadisti, N. (2021) 'Limpasu Pericarpium: an Alternative Source of Antioxidant From Borneo with Sequential Maceration Method', *Jurnal Profesi Medika: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 15(1). Available at: <https://doi.org/10.33533/jpm.v15i1.2820>.