

# Original Article

e-ISSN: 2581-0545 - <https://journal.itera.ac.id/index.php/jsat/>

## Karakteristik dan aplikasi selulosa kulit jagung pada pengembangan hidrogel

Received 12nd December 2019

Accepted 8th June 2020

Published 1st December 2020

Open Access

DOI: 10.35472/jsat.v4i2.252

Lucky Wahyu Nuzulia Setyaningsih \*<sup>a</sup>, Tintin Mutiara <sup>a</sup>, Clara Yusticia Hapsari <sup>a</sup>, Nabila Kusumaningtyas <sup>a</sup>, Haris Munandar <sup>a</sup>, Romy Jefry Pranata <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Indusri, Universitas Islam Indonesia

\*Corresponding E-mail: [lucky.nuzulia@uii.ac.id](mailto:lucky.nuzulia@uii.ac.id)

**Abstract:** Corn is one of the staple food crops widely consumed by Indonesians, thus has potential in producing an abundant amount of corn husk waste. Cellulose contained in corn husk is about 44%, so the material has the potential to be source of natural fiber cellulose. The development of hydrogels from natural polymers such as cellulose is very promising especially for biomaterial application. Cellulose fiber was obtained through several stages: dewaxing, pulping, delignification, bleaching and cellulose purification. This study aimed to determine the most effective solvent in cellulose extraction of corn husk, the research carried out with different solvent such as, hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ), sodium hypochlorite (NaOCl) and hydrochloric acid (HCl). Based on the functional group formed on the analysis of FTIR, shows that the extraction method using  $H_2O_2$  as solvent can remove hemicellulose and lignin from the cellulose structure and the most white cellulose fiber obtained from the extraction with  $H_2O_2$  solvent. Cellulose obtained from previous step was used for hydrogel production. The hydrogel showed different absorption capacity depend on temperature and ratio of glutaraldehyde to cellulose. The highest water absorption capacity of 250% obtained by hidrogel with ratio 1:2 at 25°C.

**Keywords:** cellulose, corn husk, glutaraldehyde, hydrogel, solvent

**Abstrak:** Jagung merupakan salah satu sumber makanan pokok yang cukup banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia, sehingga menghasilkan limbah kulit jagung dalam jumlah yang berlimpah. Kandungan selulosa kulit jagung berkisar sekitar 44%, sehingga tanaman ini memiliki potensi sebagai bahan baku pembuatan hidrogel berbasis polimer alam. Pengembangan hidrogel dari polimer alami seperti selulosa sangat menjanjikan terutama untuk aplikasi dalam bidang biomaterial. Serat selulosa dari kulit jagung diperoleh dengan serangkaian perlakuan kimiawi seperti *dewaxing*, *pulping*, *delignifikasi*, *bleaching* dan pemurnian selulosa. Pada penelitian ini digunakan tiga variasi yaitu jenis pelarut pada ekstraksi selulosa serta jenis dan konsentrasi agen pengikat silang pada proses pembuatan hidrogel. Berdasarkan hasil analisa FTIR dan warna serat, dapat disimpulkan bahwa pelarut  $H_2O_2$  merupakan pelarut paling efektif untuk ekstraksi selulosa pada kulit jagung. Pencampuran antara selulosa dan glutaraldehyde sebagai agen pengikat silang dengan perbandingan 1:2 menghasilkan hidrogel dengan kemampuan daya serap air terbesar yaitu 250% pada suhu 25°C.

**Kata Kunci :** glutaraldehyde, hidrogel, kulit jagung, selulosa, variasi pelarut

### Pendahuluan

Jagung merupakan salah satu sumber makanan pokok yang cukup banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia, sehingga limbah kulit jagung yang dihasilkan cukup besar [1]. Berdasarkan data BPS produksi jagung nasional pada tahun 2010 sebesar 18,3 juta ton dan mengalami kenaikan sebesar 4% pada tahun 2012. Setiap tanaman jagung menghasilkan limbah yang cukup besar yaitu 95% dari keseluruhan bagian tanaman, sedangkan bagian yang dimanfaatkan untuk pangan hanya sebesar 5% [2]. Pengolahan limbah kulit jagung yang dihasilkan dari pertanian masih belum maksimal, padahal sebagian besar limbah pertanian seperti jerami, kulit

jagung dan kulit buah mengandung selulosa sebesar 44% [3]. Dengan demikian kulit jagung memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku selulosa.

Fungsi dasar dari selulosa adalah menjaga struktur dan kekakuan bagi tanaman. Selulosa bertindak sebagai kerangka untuk memungkinkan tanaman menahan kekuatan mereka dalam berbagai bentuk dan ukuran yang berbeda. Penelitian Putra [4] menyatakan serat dari kulit jagung dapat diperoleh dengan kombinasi ekstraksi selulosa dengan perlakuan kimia. Serat selulosa didapatkan melalui proses ekstraksi dari kulit jagung. Perlakuan kimiawi dan mekanik yang dilakukan antara lain penghilangan kandungan zat lilin (*dewaxing*) yaitu



## Original Article

dengan cara ekstraksi kulit jagung menggunakan alat *soxhlet*, penghilangan hemiselulosa (hidrolisis), penghilangan lignin (delignifikasi), pengikatan serat (*pulping*) dan pemutihan serat (*bleaching*). Pada penelitian ini dilakukan variasi jenis pelarut  $H_2O_2$ , NaOCl dan HCl untuk mengetahui pelarut yang lebih baik serta konsentrasi pelarut yang digunakan untuk menghasilkan produk selulosa yang maksimal.

Hidrogel merupakan material polimer hidrofilik dengan jaringan tiga dimensi yang mampu menyerap dan melepaskan sejumlah air. Proses mendapatkan jaringan polimer yang saling bertautan dalam hidrogel dapat dilakukan dengan menggunakan agen pengikat silang, dimana jumlah dari zat tersebut akan menentukan sifat mekanik dan daya serapnya terhadap air. Dewasa ini aplikasi hidrogel telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri, seperti kosmetik, industri makanan dan *drug delivery system*. Dibandingkan dengan hidrogel yang terbuat dari polimer sintesis, hidrogel dari bahan alami seperti kitosan, pati dan selulosa lebih menguntungkan karena memiliki sifat biokompatibilitas, biodegradabilitas dan permeabilitas yang baik. Selain itu hidrogel dari polimer alami memiliki faktor friksi dan toksitas yang rendah dibandingkan hidrogel dari selulosa sintetis [5], [6].

Karena memiliki keunggulan sifat biokompatibilitas, biodegradabilitas, toksitas dan ketersediaan yang melimpah, pengembangan hidrogel dari polimer alami seperti selulosa sangat menjanjikan terutama untuk aplikasi dalam bidang biomaterial. Selain dapat didegradasi dan mudah dimodifikasi, selulosa juga dikenal dengan sifat termal dan mekaniknya yang sangat baik. Beberapa peneliti telah mengembangkan hidrogel superabsorben dengan memanfaatkan selulosa dari sumber yang berbeda, seperti kayu [7], sekam padi [8], serat bambu [9] dan kulit nanas [10]. Namun belum ada penelitian yang menggunakan selulosa dari kulit jagung dalam produksi hidrogel. Pada penelitian ini digunakan variasi jenis pelarut untuk mengetahui pengaruh pelarut ( $H_2O_2$ , HCl dan NaOCl) terhadap *yield* selulosa yang dihasilkan pada proses ekstraksi serta variasi konsentrasi glutaraldehyde untuk mendapatkan komposisi optimum yang menghasilkan hidrogel dengan kemampuan daya serap air terbaik.

**Metode****Bahan Penelitian**

Bahan penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu kulit jagung kering yang telah dijemur selama 3 hari, etanol 99,8%, toluena 99,9%, asam asetat, asam nitrat, natrium hidroksida, sodium sulfit, hidrogen peroksida, natrium

**Journal of Science and Applicative Technology**

hipoklorit, asam klorida, glutaraldehida dan  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$  yang di beli dari Merck, Jerman.

**Prosedur Penelitian**

Kulit jagung diperkecil ukurannya dengan *grinder* kemudian disaring menggunakan ayakan sehingga didapat ukuran 1 mm. Tahap selanjutnya adalah ekstraksi untuk menghilangkan kandungan lilin pada kulit jagung (*dewaxing*) menggunakan etanol dan toluena dengan perbandingan volum 2:2 selama 6 jam pada suhu 75°C. Kemudian sampel dihidrolisis untuk menghilangkan hemiselulosa (*pulping*) dalam gelas beaker yang berisi larutan  $HNO_3$  3,5% v/v selama 2 jam pada suhu 90°C. Kandungan lignin pada kulit jagung dihilangkan (delignifikasi) dengan merendam sampel dalam campuran larutan NaOH 2% dan  $Na_2SO_3$  2% dengan perbandingan 1:1 diatas *magnetic stirrer* pada suhu 50°C selama 1 jam. Selanjutnya sampel melalui tahap *bleaching* yang berfungsi untuk menghilangkan kandungan lignin yang masih tersisa dalam sampel menggunakan pelarut ( $H_2O_2$  10% v/v, NaOCl 8% v/v dan HCl 3% v/v) selama 15 menit pada suhu 60°C. Pada akhir proses sampel dioven pada suhu 110°C selama 2 jam untuk menghilangkan air dan sisa pelarut yang masih menempel.

Selulosa yang dihasilkan pada proses sebelumnya dilarutkan ke dalam larutan NaOH 8,5% v/v dan dibekukan selama 24 jam. Selanjutnya dicairkan kembali dan ditambahkan agen pengikat silang dengan perbandingan (1:2, 1:4 dan 1:6) dan dilakukan pengadukan selama 30 menit. Hidrogel yang terbentuk kemudian dicetak menggunakan cetakan kaca dan dioven selama 6 jam pada suhu 50°C.

**Analisis Hasil**

Pada setiap akhir proses ekstraksi selulosa, dilakukan pengamatan perubahan warna dan pengurangan massa dari sampel untuk mengetahui presentase penurunan. Karakteristik kimia dari selulosa dan hidrogel dianalisa dengan menggunakan Shimadzu FTIR spektrofotometer dengan melihat gugus fungsi penyusunnya. Serta dilakukan uji daya serap air pada hidrogel yang dihasilkan dengan menggunakan persamaan berikut:

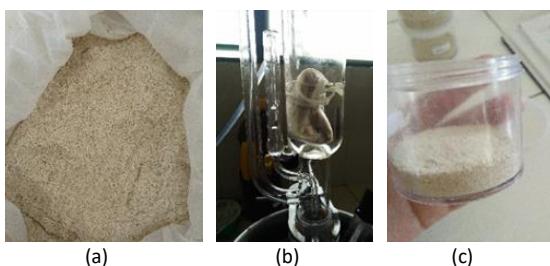
$$SR = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan: SR adalah daya serap hidrogel;  $W_s$  adalah berat hidrogel setelah menyerap air; dan  $W_d$  menunjukkan berat hidrogel kering.

**Hasil dan Pembahasan**

### Proses Isolasi Selulosa Kulit Jagung

Sebelum dilakukan proses isolasi selulosa, kulit jagung yang telah dikeringkan diperkecil ukurannya hingga 1 mm dengan tujuan untuk memperbesar luas transfer massa pada proses *dewaxing* sehingga perlakuan pada proses selanjutnya dapat berjalan optimal. Pada proses *dewaxing* terjadi perubahan warna pelarut dari kuning kehijauan menjadi bening, dimana hal ini mengindikasikan bahwa terjadi penghilangan kandungan lilin dan warna sampel berubah menjadi coklat lebih terang seperti yang terlihat pada **Gambar 1**. Pada tahap ini rendemen massa sampel berkurang menjadi 76%. Hal serupa juga dilaporkan oleh Putera [11] pada proses ekstraksi selulosa dari eceng gondok.



**Gambar 1.** (a) Kulit jagung setelah dihaluskan (b) Proses akhir *dewaxing* (c) Sampel setelah proses *dewaxing*

Proses selanjutnya adalah penghilangan hemiselulosa dengan  $\text{HNO}_3$  yang merupakan pelarut asam sehingga diharapkan asam dapat memutus rantai polimer hemiselulosa menjadi monomer-monomer sederhana. Pada proses ini terjadi perubahan warna pelarut dari bening menjadi kuning karena  $\text{NO}_2$  yang larut dalam  $\text{HNO}_3$  akan berwarna kuning pada suhu tinggi dan warna sampel dari coklat muda menjadi kuning. Setelah pencucian sampel memiliki tekstur kental dan halus. Pada proses ini terjadi pengurangan massa rata-rata sebesar 65% dengan rendemen massa sampel menjadi 23-29%.

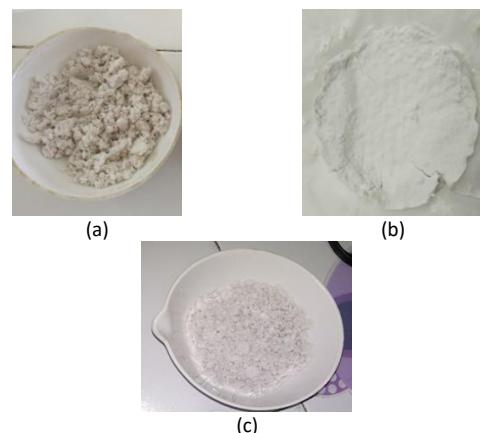


**Gambar 2.** (a) Sampel setelah hidrolisis (b) Sampel setelah delignifikasi  
Langkah ketiga merupakan proses penghilangan lignin menggunakan campuran larutan  $\text{NaOH}$  2% dan  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  2%. Larutan  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  merupakan larutan *buffer* yang bertujuan

menetralkan kandungan asam yang masih terdapat pada hasil akhir proses hidrolisis sedangkan pelarut  $\text{NaOH}$  merupakan basa kuat yang digunakan untuk mendegradasi polimer lignin yang ada pada sampel. Pada proses ini terjadi perubahan warna pelarut dari bening menjadi coklat tua karena lignin berperan sebagai pemberi warna pada tumbuhan sehingga saat bereaksi dengan pelarut warna filtrat berubah menjadi coklat dan warna sampel dari kuning menjadi abu-abu muda seperti yang terlihat pada **Gambar 2**. Prosentsase rata-rata pengurangan massa sampel pada proses ini sebesar 20% dengan rendemen massa sekitar 21%.

Langkah terakhir adalah proses pemutihan serat (*bleaching*) menggunakan variasi pelarut  $\text{H}_2\text{O}_2$  10% v/v,  $\text{NaOCl}$  8% v/v dan  $\text{HCl}$  3% v/v. Sebelum dicampur dengan pelarut, sampel ditetesasi asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) hingga mencapai pH 3. Penambahan asam asetat berfungsi untuk melepaskan  $\alpha$ -selulosa yang terikat pada lignin sehingga diperoleh serat dengan kadar  $\alpha$ -selulosa yang lebih banyak.

Pada proses ini terjadi perubahan warna pelarut dari bening menjadi putih sedangkan sampel berubah warna dari abu-abu muda menjadi putih. Perbedaan warna pada sampel ditunjukkan pada **Gambar 3** dimana setelah dilakukan proses *bleaching* sampel dengan pelarut  $\text{NaOCl}$  berwarna lebih putih dari sampel dengan pelarut  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Sedangkan sampel dengan pelarut  $\text{HCl}$  berwarna putih namun tidak lebih putih dari sampel pelarut  $\text{NaOCl}$ . Pada percobaan ini prosentase rendemen massa akhir dari masing-masing sampel untuk pelarut  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaOCl}$  dan  $\text{HCl}$  berturut-turut adalah 18,12%, 15,44% dan 16,44%.



**Gambar 3.** (a) Sampel dengan pelarut  $\text{H}_2\text{O}_2$  (b) Sampel dengan pelarut  $\text{NaOCl}$  (c) Sampel dengan pelarut  $\text{HCl}$

Presentase rendemen massa sampel pada keseluruhan proses dapat dilihat pada **Tabel 1**. Dapat dilihat bahwa presentase penurunan massa terbesar terdapat pada proses

hidrolisis menggunakan pelarut asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ). Hal ini dikarenakan hemiselulosa memiliki rantai yang pendek dan mudah dihidrolisis sehingga asam dapat memecah polimer hemiselulosa menjadi monomer sederhana dibandingkan selulosa dan lignin. Untuk proses *bleaching*, rendemen massa akhir selulosa terkecil terdapat pada variasi pelarut  $\text{NaOCl}$  karena memiliki kandungan kimia yang kuat sehingga dapat mendegradasi selulosa cukup tinggi. Sedangkan rendemen massa selulosa terbesar terdapat pada variasi pelarut  $\text{H}_2\text{O}_2$  karena jenis pelarut ini cenderung tidak merusak selulosa serta lebih ramah lingkungan.

**Tabel 1.** Presentase rendemen massa keseluruhan proses.

Tahapan Proses Isolasi Selulosa	Rendemen Massa (%)		
	Pelarut $\text{H}_2\text{O}_2$	Pelarut $\text{NaOCl}$	Pelarut HCl
Dewaxing	76,83	76,93	76,73
Hidrolisis	25,86	29,43	23,99
Delignifikasi	21,95	21,76	19,82
Pulping	19,46	19,27	18,32
Bleaching	18,12	15,44	16,44

### Karakteristik Selulosa

Pada penelitian ini, analisa FTIR dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsional dari bahan baku kulit jagung dan serat selulosa yang diekstrak dari kulit jagung. Hasil spektra untuk pelarut  $\text{H}_2\text{O}_2$  menunjukkan munculnya puncak pada panjang gelombang  $3418,34 \text{ cm}^{-1}$  dan  $2899,43 \text{ cm}^{-1}$  yang mengindikasi peregangan ikatan grup O-H dan C-H. Hasil spektra pada serat selulosa kulit jagung juga menunjukkan adanya puncak pada panjang gelombang  $1163,58 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1112,74 \text{ cm}^{-1}$  yang memiliki intensitas lebih besar dibanding spektra yang dihasilkan kulit jagung mentah. Hal serupa juga terjadi pada ekstraksi selulosa dari sekam padi dan sekam biji gandum yang dilakukan oleh Oliveira [8]. Menurut Halal [12], panjang gelombang  $1163,58 \text{ cm}^{-1}$  merupakan indikasi adanya getaran karbon C3 dan panjang gelombang  $1163 \text{ cm}^{-1}$  mengindikasi getaran dari ikatan glycosidic C-O-C pada selulosa. Adanya gugus fungsi dari komponen penyusun selulosa juga terlihat dengan munculnya puncak pada panjang gelombang  $1060,15 \text{ cm}^{-1}$  dan  $897,21 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan getaran dari ikatan C-O dan C-H, namun spektra dari serat selulosa kulit jagung menghasilkan resolusi puncak yang lebih baik dibanding spektra dari kulit jagung mentah [13].

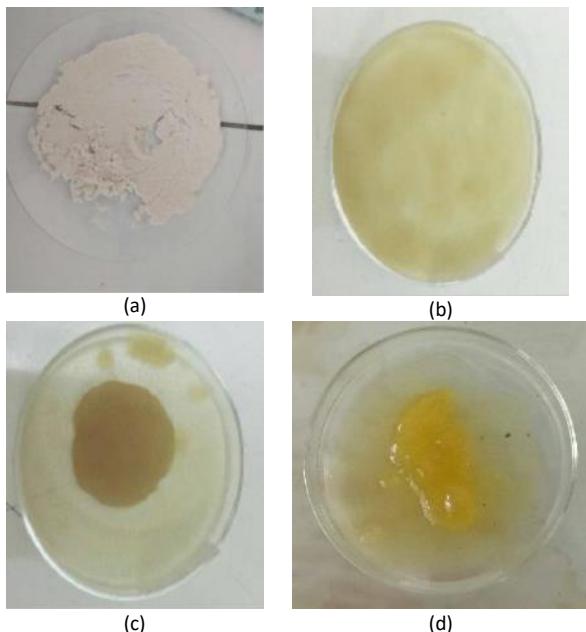
Berdasarkan puncak gelombang yang terbaca dapat diketahui bahwa hasil akhir percobaan dengan pelarut  $\text{H}_2\text{O}_2$  masih terdapat selulosa ditandai dengan adanya ikatan O-H, C-H, C-O dan C-H. Sedangkan puncak pada panjang gelombang  $897,21 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan masih adanya  $\beta$  selulosa karena konsentrasi NaOH yang digunakan pada percobaan ini adalah 4% sehingga  $\beta$  selulosa belum larut.  $\beta$  selulosa larut dalam NaOH dengan konsentrasi 17,5 %.

Menurut Hassan [14] puncak pada panjang geombang  $1500-1600 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus fungsi cincin aromatik dan gugus karbonil yang merupakan struktur penyusun lignin. Sedangkan puncak pada daerah serapan sekitar  $1700 \text{ cm}^{-1}$  mengindikasi adanya gugus asetil dan ester sebagai bagian dari hemiselulosa atau gugus asam karboksil sebagai bagian dari senyawa lignin. Jika dilihat dari grafik spektra FTIR yang dihasilkan, tidak menunjukkan adanya puncak yang berada di sekitar panjang gelombang  $1700 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1500-600 \text{ cm}^{-1}$ . Hal ini menunjukkan bahwa metode ekstraksi selulosa yang telah dilakukan dengan menggunakan pelarut  $\text{H}_2\text{O}_2$ , kandungan serat non selulosa seperti hemiselulosa dan lignin telah hilang karena telah larut oleh pelarut yang digunakan.

Hasil serupa juga ditunjukkan pada sampel yang diekstraksi menggunakan pelarut  $\text{NaOCl}$  dan HCl. Dari **Gambar 4**, terlihat puncak pada  $3410,99 \text{ cm}^{-1}$  dan  $3416,91 \text{ cm}^{-1}$  untuk pelarut  $\text{NaOCl}$  dan HCl yang menunjukkan ikatan gugus C-H. Puncak yang terbentuk pada panjang gelombang  $2900,25 \text{ cm}^{-1}$  untuk sampel pelarut  $\text{NaOCl}$  dan  $2900,18 \text{ cm}^{-1}$  untuk sampel pelarut HCl mengacu pada terdapatnya vibrasi peregangan ikatan O-H pada struktur selulosa. Ikatan C-O dan ikatan glycosidic C-O-C pada selulosa juga dijumpai pada kedua sampel, hal ini ditandai dengan terbentuknya puncak pada  $1060,43 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1162,95 \text{ cm}^{-1}$  untuk pelarut  $\text{NaOCl}$  serta puncak pada  $1060,26 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1164,10 \text{ cm}^{-1}$  untuk pelarut HCl. Keberadaan  $\beta$  selulosa juga masih dijumpai pada kedua sampel pelarut  $\text{NaOCl}$  dan HCl yang ditandai dengan terbentuknya puncak pada panjang gelombang  $897,68 \text{ cm}^{-1}$  dan  $897,35 \text{ cm}^{-1}$ . Hasil ini menunjukkan bahwa komponen selulosa tidak hilang akibat dilakukannya perlakuan secara kimiawi dengan pelarut. Sedangkan komponen seperti hemiselulosa dan lignin yang ingin dihilangkan sudah tidak terdapat pada sampel yang ditandai dengan tidak adanya puncak pada panjang gelombang antara  $1500-1600 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan ikatan asam karboksil pada lignin dan tidak adanya puncak pada panjang gelombang sekitar  $1700 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan gugus ester pada hemiselulosa.

### Sintesis Hidrogel

Pada penelitian ini selulosa digunakan sebagai bahan baku pembuatan hidrogel dengan metode ikat silang kimia. Lembaran hidrogel dibentuk dari selulosa melalui proses polimerisasi menggunakan agen pengikat silang berupa  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dan glutaraldehid.



**Gambar 4** (a) Hidrogel dengan agen pengikat silang  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (b) Hidrogel dengan agen pengikat silang glutaraldehid 1:2 (c) Hidrogel dengan agen pengikat silang glutaraldehid 1:4 (d) Hidrogel dengan agen pengikat silang glutaraldehid 1:6

Pada penggunaan  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , menghasilkan lembaran yang pecah-pecah, hal ini disebabkan karena tidak terjadi reaksi silang antara selulosa dan agen pengikat silang. Sedangkan pada penambahan glutaraldehid, hidrogel yang dihasilkan dapat membentuk lembaran bertekstur gel, berwarna putih dan lentur. Rasio antara selulosa dan glutaraldehid yang digunakan diketahui memberikan pengaruh terhadap tekstur hidrogel yang dihasilkan, dimana semakin besar rasionalnya maka secara visual hidrogel yang dihasilkan semakin menggumpal dan tidak membentuk lembaran. Hal ini disebabkan karena jumlah agen pengikat silang yang diperlukan untuk membentuk ikatan silang antara selulosa tidak mencukupi, sehingga hidrogel yang terbentuk cenderung lebih menggumpal dan berukuran kecil. Nomor persamaan dituliskan dalam tanda kurung dan diletakkan pada margin kanan seperti contoh berikut.

### Karakteristik Hidrogel

Hasil uji gugus fungsional menggunakan spektrofotometer FT-IR diketahui bahwa pada penambahan glutaraldehid terjadi reaksi silang antara selulosa dan agen pengikat silang. Ikatan silang yang terbentuk ditunjukkan pada panjang gelombang 1712,49 dan  $1504,68 \text{ cm}^{-1}$  yang merupakan gugus fungsi C=O. Perbandingan antara selulosa dan glutaraldehide

yang digunakan juga memberikan pengaruh terhadap kemampuan serap air (*swelling*) dari hidrogel yang dihasilkan. Pada proses *swelling* ketika hidrogel berkontak dengan air, maka molekul air akan terjebak diantara batas-batas jaringan polimer yang saling berhubungan, hal ini menyebabkan hidrogel membengkak, dimana jarak antara rantai polimer yang terhubung meningkat. Daya serap air merupakan perbandingan antara berat hidrogel yang mengembang terhadap berat kering hidrogel. Daya serap air dari hidrogel dilakukan pada suhu 25°C. Seperti yang terlihat pada **Tabel 2**, terlihat bahwa semakin besar perbandingannya, maka kemampuan serap hidrogel terhadap air semakin mengecil.

**Tabel 2.** Daya serap hidrogel pada suhu 25°C

Rasio Glutaraldehide : Selulosa	Daya serap air (%)
1:2	250
1:4	213
1:6	169

Pengaruh temperatur terhadap daya serap hidrogel juga diamati dengan menggunakan hidrogel perbandingan 1:2 pada suhu 15°C, 25°C dan 45°C seperti yang terlihat pada **Tabel 3**. Daya serap hidrogel terhadap air mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya temperatur. Hal ini disebabkan karena terjadinya pergerakan rantai pada matriks hidrogel dan melemahnya ikatan hidrogen antara air dan hidrogel yang mengakibatkan ikatan silang tiga dimensi pada hidrogel menjadi lebih longgar. Namun pada suhu 45°C daya serap air mengalami penurunan menjadi 202%. Menurut Oliveira [8], hal tersebut terjadi akibat terputusnya ikatan hidrogen antara molekul air dan rantai pada matriks hidrogel. Peningkatan suhu lebih lanjut mengakibatkan komposit hidrogel menyusut disertai dengan terjadinya interaksi hidrofobik antara kelompok cairan, sehingga penurunan daya serap air terjadi. Pada suhu rendah, molekul air akan membentuk ikatan hidrogen dengan gugus fungsi yang bersifat polar dari hidrogel, namun pada suhu tinggi susunan tersebut berkurang sehingga kemampuan hidrogel untuk menyerap air berkurang [15].

**Tabel 3.** Daya serap hidrogel 1:2 pada berbagai variasi suhu

Suhu, °C	Daya serap air
15	136%
25	250%
45	202%

## Kesimpulan

Dengan menggunakan tiga variasi pelarut yaitu  $H_2O_2$  10% v/v, NaOCl 8% v/v dan HCl 3% v/v, metode ekstraksi selulosa yang digunakan pada percobaan ini terbukti dapat menghilangkan hemiselulosa dan lignin yang terdapat pada kulit jagung. Pelarut yang paling efektif dalam ekstraksi serat selulosa kulit jagung yaitu  $H_2O_2$  karena karena menghasilkan intensitas pada puncak gelombang  $\beta$  selulosa lebih rendah dan menghasilkan sera t dengan warna lebih putih jika dibandingkan dengan pelarut yang lain. Selain itu pelarut tersebut memiliki sifat yang ramah lingkungan serta tidak merusak struktur asli selulosa. Hidrogel yang dihasilkan antara selulosa dengan glutaraldehid menunjukkan perbedaan daya serap berdasarkan suhu dan perbandingan selulosa terhadap agen pengikat silang. Semakin banyak jumlah glutaraldehid yang digunakan akan menghasilkan hidrogel yang lebih stabil dengan kemampuan daya serap air yang lebih tinggi. Peningkatan suhu akan memperbesar daya serap hidrogel, namun pada suhu terlalu tinggi daya serap akan menurun akibat rusaknya ikatan hidrogen dalam matriks hidrogel.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DPPM) Universitas Islam Indonesia sebagai penyedia dana pada penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- [1] A. Ginting, "Industri kreatif berbahan baku pilinan kulit jagung hasil limbah industri dan rumah tangga dapat menutup siklus panjang rantai produksi dan pemanfaatan tanaman jagung . Pada umumnya hanya sedikit dari hasil limbah jagung yang dimanfaatkan secara maksimal ,," pp. 51–62, 2015.
- [2] Faesal, "Pengolahan Limbah Tanaman Jagung Untuk Pakan Ternak Sapi Potong," *Semin. Nas. Inov. Teknol. Pertan.*, no. 19, pp. 181–190, 2013.
- [3] T. K. Fagbemigun, O. D. Fagbemi, O. Otitoju, E. Mgbachiuor, and C. C. Igwe, "Pulp and paper-making potential of corn husk," *Int. J. AgriScience*, vol. 4, no. 44, pp. 209–213, 2014.
- [4] W. M. Putra, A. Fathony, F. I. Sari, S. A. Satyawardhani, and S. Bakti, "Pemanfaatan Limbah Kulit Jagung (*Zea Mays*) sebagai komposit pembuatan sumpit makan," Depok, 2012.
- [5] S. S. Kwon, B. J. Kong, and S. N. Park, "Physicochemical properties of pH-sensitive hydrogels based on hydroxyethyl cellulose-hyaluronic acid and for applications as transdermal delivery systems for skin lesions," *Eur. J. Pharm. Biopharm.*, vol. 92, no. March, pp. 146–154, 2015, doi: 10.1016/j.ejpb.2015.02.025.
- [6] N. Masruchin, B. D. Park, and V. Causin, "Influence of sonication treatment on supramolecular cellulose microfibril-based hydrogels induced by ionic interaction," *J. Ind. Eng. Chem.*, vol. 29, pp. 265–272, 2015, doi: 10.1016/j.jiec.2015.03.034.
- [7] K. Abe and H. Yano, "Formation of hydrogels from cellulose nanofibers," *Carbohydr. Polym.*, vol. 85, no. 4, pp. 733–737, 2011, doi: 10.1016/j.carbpol.2011.03.028.
- [8] J. P. de Oliveira et al., "Cellulose fibers extracted from rice and oat husks and their application in hydrogel," *Food Chem.*, vol. 221, pp. 153–160, 2017, doi: 10.1016/j.foodchem.2016.10.048.
- [9] X. Zhang, Y. Wang, C. Lu, and W. Zhang, "Cellulose hydrogels prepared from micron-sized bamboo cellulose fibers," *Carbohydr. Polym.*, vol. 114, pp. 166–169, 2014, doi: 10.1016/j.carbpol.2014.08.012.
- [10] X. Hu, K. Hu, L. Zeng, M. Zhao, and H. Huang, "Hydrogels prepared from pineapple peel cellulose using ionic liquid and their characterization and primary sodium salicylate release study," *Carbohydr. Polym.*, vol. 82, no. 1, pp. 62–68, 2010, doi: 10.1016/j.carbpol.2010.04.023.
- [11] R. D. Putera, "Ekstraksi serat selulosa dari tanaman eceng gondok (*eichornia crassipes*) dengan variasi pelarut," Universitas Indonesia, 2012.
- [12] S. L. M. El Halal et al., "Films based on oxidized starch and cellulose from barley," *Carbohydr. Polym.*, vol. 133, pp. 644–653, 2015, doi: 10.1016/j.carbpol.2015.07.024.
- [13] A. Alemdar and M. Sain, "Isolation and characterization of nanofibers from agricultural residues - Wheat straw and soy hulls," *Bioresour. Technol.*, vol. 99, no. 6, pp. 1664–1671, 2008, doi: 10.1016/j.biortech.2007.04.029.
- [14] M. L. Hassan, A. P. Mathew, E. A. Hassan, and K. Oksman, "Effect of pretreatment of bagasse pulp on properties of isolated nanofibers and nanopaper sheets," *Wood Fiber Sci.*, vol. 42, no. 3, pp. 362–376, 2010.
- [15] E. Kayalvizhy and P. Pazhanisamy, "Swelling behavior of poly(N-cyclohexylacrylamide-co-acrylamide/AMPSNa) gold nanocomposite hydrogels," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 86, pp. 721–727, 2016, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2016.01.047.