

Karakterisasi Selulosa dari Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) pada Berbagai Konsentrasi Hidrogen Peroksida dan Suhu Proses Bleaching  
*Characterization of Cellulose from Cocoa Pod Husk (Theobroma cacao L.) on various concentration of Hydrogen Peroxide and Bleaching Temperature*

**Putu Widya Sena, G.P. Ganda Putra\*, Lutfi Suhendra**

PS Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Kode pos : 80361; Telp/Fax : (0361) 701801

Diterima 12 Juli 2021 / Disetujui 06 Agustus 2021

**ABSTRACT**

*Cocoa pod husk (CPH) is a byproduct of cocoa processing that is abundant and has a low economical value. CPH cellulose can be obtained using the delignification and bleaching process. This study aimed to determine the effect of hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) concentration and bleaching process temperature on the characteristics of CPH cellulose and to determine the best treatment to extract CPH cellulose. This research uses a factorial randomized block design, consists of two factors. The first factor is H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> concentration, which consists of 10%, 20%, and 30%. The second factor is bleaching temperature, which consists of 60°C, 80°C, and 100°C. The data were analyzed by analysis of variance and continued with the Tukey test. The observed variables were yield, whiteness index, cellulose, hemicellulose, and lignin content. Best treatments were determined using the effectiveness index. The results showed that H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> concentration and bleaching process temperature had a significant effect on yield, whiteness index, cellulose, and lignin content of a bleached CPH. Bleaching temperature had a significant effect, but H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> concentration had an insignificant effect on hemicellulose content. Interactions between treatments had a significant effect on whiteness index and cellulose content but had no significant effect to yield, hemicellulose, and lignin content of a bleached CPH. The best treatment was obtained using a combination of 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and 100°C bleaching temperature, resulting in 16.88±0.12% yield, 59.67±0.50% whiteness index, 70.40±0.44% cellulose, 6.33±0.19% hemicellulose, and 4.49±0.46% lignin content.*

**Keywords :** *cellulose, cocoa pod husk, bleaching, hydrogen peroxide, temperature*

**ABSTRAK**

Kulit buah kakao merupakan hasil samping pengolahan kakao yang cukup banyak dan memiliki nilai ekonomis rendah. Selulosa kulit buah kakao dapat diisolasi dengan proses delignifikasi dan bleaching. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi hidrogen peroksida dan suhu proses bleaching terhadap karakteristik selulosa yang dihasilkan, serta untuk menentukan kombinasi konsentrasi hidrogen peroksida dan suhu proses bleaching terbaik untuk menghasilkan selulosa kulit buah kakao. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, terdiri dari 10%, 20% dan 30%. Faktor kedua yaitu suhu proses bleaching, terdiri dari 60°C, 80°C dan 100°C. Data dianalisis dengan analisis varian dan dilanjutkan dengan uji BNJ. Variabel yang diamati antara lain rendemen, derajat putih,

---

\*Korespondensi Penulis:

Email: gandaputra@unud.ac.id

kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin. Penentuan perlakuan terbaik dilakukan dengan uji indeks efektivitas. Konsentrasi hidrogen peroksida dan suhu proses bleaching berpengaruh terhadap rendemen, derajat putih, kandungan selulosa dan lignin hasil bleaching kulit buah kakao. Suhu proses bleaching berpengaruh, namun konsentrasi hidrogen peroksida tidak berpengaruh terhadap kandungan hemiselulosa hasil bleaching kulit buah kakao. Interaksi antar perlakuan berpengaruh terhadap derajat putih dan kandungan selulosa, namun tidak berpengaruh terhadap rendemen, kandungan hemiselulosa dan lignin hasil bleaching kulit buah kakao. Perlakuan terbaik proses bleaching untuk menghasilkan selulosa kulit buah kakao dengan karakteristik terbaik yaitu dengan konsentrasi hidrogen peroksida 30% dan suhu proses bleaching 100°C. Karakteristik selulosa kulit buah kakao yang dihasilkan yaitu dengan rendemen, derajat putih, kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin masing-masing sebesar  $16,88 \pm 0,12\%$ ,  $59,67 \pm 0,50\%$ ,  $70,40 \pm 0,44\%$ ,  $6,33 \pm 0,19\%$  dan  $4,49 \pm 0,46\%$ .

**Kata kunci :** selulosa, kulit buah kakao, bleaching hidrogen peroksida, suhu

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara penghasil kakao terbesar ketiga didunia, setelah Pantai Gading dan Ghana. Jumlah produksi kakao Indonesia pada tahun 2018 tercatat sebesar 577.039 ton (BPS, 2019). Tingginya produksi kakao berbanding lurus dengan hasil samping yang dihasilkan. Buah kakao terdiri atas 75% kulit buah kakao, 22% kulit biji kakao dan 3% plasenta (Darwis *et al.*, 1999). Proses pengolahan buah kakao menghasilkan 70-75% kulit buah kakao (Cruz *et al.*, 2012). Kulit buah kakao memiliki karakteristik tekstur kasar, tebal dan keras yang menyelimuti biji kakao. Keberadaan hasil samping kulit buah kakao sebagian besar belum dimanfaatkan dengan baik, bahkan dibiarkan begitu saja, sehingga dapat mencemari lingkungan (Departemen Perindustrian, 2017). Melihat kondisi tersebut diperlukan pengolahan lebih lanjut terhadap kulit buah kakao agar dapat bermanfaat dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi.

Kulit buah kakao telah diteliti dan memiliki manfaat sebagai sumber selulosa (Hutomo *et al.*, 2012) antioksidan (Pratyaksa *et al.*, 2020), antimikroba (Santos *et al.*, 2014), anti fungi (Munisa *et al.*, 2018), pengharum (Norliza *et al.*, 2006), enkapsulan (Hutomo *et al.*, 2012), pemanis xylitol (Santana *et al.*, 2018), pektin (Yapo *et al.*, 2013; Susilowati *et al.*, 2017), pakan ternak

(Puastuti *et al.*, 2014) dan berbagai senyawa bioaktif lainnya (Campos *et al.*, 2018). Kulit buah kakao juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran papan partikel (Pradana *et al.*, 2018).

Pemanfaatan kulit buah kakao agar memiliki nilai ekonomis salah satunya adalah dengan cara mengisolasi selulosanya. Menurut Daud *et al.* (2013) kulit buah kakao mengandung 35,4% selulosa, 37% hemiselulosa dan 14,7% lignin. Beberapa penelitian menyatakan selulosa kulit buah kakao dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan *carboxymethyl cellulose* (CMC) (Nisa *et al.*, 2013; Ogunneye, 2020) dan bahan baku pembuatan kertas (Daud *et al.*, 2013).

Selulosa terikat sangat kuat dengan komponen hemiselulosa dan dilindungi oleh struktur lignin. Adanya ikatan struktur yang kuat inilah, dibutuhkan proses delignifikasi yang efektif untuk melepaskan komponen selulosa dari struktur kompleks lignin (Mosier *et al.*, 2005). Isolasi selulosa dari serat tumbuhan dapat dilakukan dengan metode pemanasan alkali (Haafiz *et al.*, 2013). Selulosa dapat diisolasi dengan beberapa tahap yaitu preparasi, delignifikasi, dan bleaching (Nawang Sari *et al.*, 2019).

Delignifikasi bertujuan untuk mendegradasi struktur lignin pada biomassa lignoselulosa, sehingga mempermudah pemisahan lignin dengan serat (Permatasari *et al.*, 2014). Delignifikasi dapat dilakukan

menggunakan larutan alkali seperti natrium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi rendah. Larutan NaOH dengan konsentrasi rendah efektif mendegradasi lignin yang membungkus selulosa dengan cara menyerang dan merusak struktur lignin bagian kristalin dan amorf, mendegradasi lignin dan hemiselulosa serta menyebabkan pengembangan struktur selulosa (Gunam *et al.*, 2019). Hutomo *et al.* (2012) menyatakan konsentrasi NaOH 12% merupakan pelarut yang baik untuk mengekstraksi selulosa dari kulit buah kakao pada suhu 100°C.

Bleaching merupakan proses pemutihan yang dilakukan untuk mendegradasi sisa lignin pada bahan lignoselulosa. Bahan kimia yang umum digunakan dalam proses bleaching adalah jenis oksidator seperti natrium hipoklorit (Hutomo *et al.*, 2015) dan hidrogen peroksida (Silitonga *et al.*, 2019; Rivai *et al.*, 2018) dalam kondisi alkali. Oksidator dalam proses bleaching berfungsi untuk mendegradasi lignin dari gugus kromofor. Hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) mempunyai kemampuan melepaskan oksigen yang cukup kuat dan mudah larut dalam air. Keuntungan penggunaan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dalam proses bleaching antara lain lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan kimia berbasis klorin (Fitriana *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2011; Mussatto *et al.*, 2008).

Bleaching dengan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10% efektif dilakukan pada pelepah sawit (Silitonga *et al.*, 2018) dan konsentrasi 20% efektif dilakukan pada batang padi (Rivai *et al.*, 2018). Semakin tinggi konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, maka selulosa yang dihasilkan akan semakin cerah (Fitriana *et al.*, 2020; Lestari *et al.*, 2016), namun bleaching dengan konsentrasi yang terlalu tinggi akan menyebabkan penurunan rendemen (Onggo *et al.*, 2015).

Selain konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, suhu merupakan salah satu faktor lain yang mempengaruhi proses bleaching. Suhu yang tinggi akan mempercepat laju reaksi,

sehingga mempercepat proses pemutihan (Fitriana *et al.*, 2020). Penelitian Lestari *et al.* (2016) menyatakan proses pemutihan selulosa eceng gondok dengan suhu 60°C menghasilkan derajat putih sebesar 62,45% dan penelitian Rianma *et al.* (2012) bleaching pada mahkota nanas dengan suhu 80°C menghasilkan derajat putih sebesar 82,40%. Kenaikan suhu proses bleaching diikuti dengan peningkatan derajat putih sampel (Abdel *et al.*, 2011)

Penelitian mengenai karakterisasi selulosa kulit buah kakao sampai saat ini masih berkisar pada proses delignifikasi. Penelitian proses bleaching selulosa kulit buah kakao belum banyak dilakukan, dan bleaching dengan variasi konsentrasi hidrogen peroksida dan suhu proses belum dilakukan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian mengenai bleaching kulit buah kakao dengan kombinasi konsentrasi hidrogen peroksida dan suhu proses bleaching perlu dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh konsentrasi hidrogen peroksida dan suhu proses bleaching terhadap karakteristik selulosa yang dihasilkan, serta menentukan kombinasi konsentrasi hidrogen peroksida dan suhu proses bleaching terbaik untuk menghasilkan selulosa dari kulit buah kakao.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit buah kakao (jenis *Forastero*/lindak) dengan karakteristik berwarna kuning kecoklatan, berasal dari PT. Cau Cokelat Internasional (Cau *Chocolate*) Tabanan, Bali. Bahan-bahan kimia yang digunakan antara lain akuades, natrium hidroksida (Asahimas), hidrogen peroksida 50% (Bratachem) dan asam sulfat 97% (Merck).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain timbangan analitik

(*Sartorius*), kompor listrik (*Maspion*), grinder, oven (*Blue M*), *muffle furnace* (*Nabertherm*), *colorimeter* (*PCE Instruments*), gelas ukur (*Iwaki*), gelas beaker (*Pyrex*), thermometer kaca, batang pengaduk, ayakan 20 mesh, membran nylon 50  $\mu\text{m}$ , baskom, cawan aluminium, cawan porselen, dan kertas saring.

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama yaitu konsentrasi  $\text{H}_2\text{O}_2$  (K), terdiri dari 3 taraf, 10%, 20% dan 30%. Faktor kedua yaitu suhu proses bleaching (S), terdiri dari 3 taraf, 60°C, 80°C, 100°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ). Taraf tersebut dipilih berdasarkan penelitian Fitriana *et al.* (2020) dengan sedikit modifikasi. Berdasarkan faktor tersebut, diperoleh 9 kombinasi perlakuan. Masing-masing perlakuan dikelompokkan menjadi 2 kelompok berdasarkan waktu pelaksanaannya, sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Data hasil pengamatan akan dianalisis dengan analisis variansi (ANOVA) dan apabila perlakuan berpengaruh akan dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ) menggunakan software Minitab 17. Penentuan perlakuan terbaik dari semua parameter yang diukur dilakukan dengan uji efektifitas (De Garmo *et al.*, 1984).

### Pelaksanaan Penelitian

Preparasi serbuk kulit buah kakao mengacu pada prosedur yang telah dilakukan Haeruddin *et al.* (2019) dengan sedikit modifikasi. Kulit buah kakao dicuci, diiris dengan ketebalan  $\pm 0,5$  cm, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari sampai kering dan rapuh. Sampel kering selanjutnya dihancurkan menggunakan grinder hingga ukuran partikelnya 20 mesh. Serbuk diayak kembali menggunakan ayakan 35 mesh, untuk memisahkan partikel yang ukurannya terlalu kecil.

Proses delignifikasi dalam penelitian

ini mengacu pada prosedur yang telah dilakukan Tristarini *et al.* (2017) dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 100g serbuk kulit buah kakao dimasukkan kedalam gelas beaker, ditambahkan 1000 mL larutan NaOH 12% dan dipanaskan pada suhu  $95 \pm 5^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Waktu terhitung setelah suhu sudah mencapai  $95 \pm 5^\circ\text{C}$ . Sampel disaring dengan membran 50 $\mu\text{m}$ , residu dicuci dengan air hingga tidak tersisa warna kecoklatan pada air cucian, kemudian dikeringkan. Residu merupakan selulosa kulit buah kakao hasil delignifikasi.

Proses bleaching dalam penelitian ini mengacu pada prosedur yang telah dilakukan Fitriana *et al.* (2020) dengan modifikasi. Sebanyak 15 gram selulosa kulit buah kakao hasil delignifikasi dimasukkan kedalam gelas beaker, kemudian ditambahkan 300 mL larutan  $\text{H}_2\text{O}_2$  dengan konsentrasi 10%, 20% dan 30%, sesuai perlakuan. Sampel selanjutnya dipanaskan selama 1 jam dengan suhu sesuai perlakuan. Waktu pemanasan terhitung ketika larutan sudah mencapai suhu pada perlakuan (60°C, 80°C dan 100°C). Sampel disaring dengan membran 50  $\mu\text{m}$ , residu dicuci dengan air, kemudian dikeringkan. Serbuk selulosa hasil bleaching yang sudah dikeringkan selanjutnya ditimbang dan disimpan dalam plastik klip untuk dilakukan analisis.

### Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati dalam penelitian ini yaitu rendemen (Rodsamran *et al.*, 2015), derajat putih dengan menggunakan colorimeter (Meliko *et al.*, 2019), serta kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin dengan metode Chesson-Datta (Fitriana *et al.*, 2020).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Rendemen

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi  $\text{H}_2\text{O}_2$  dan suhu proses bleaching berpengaruh sangat nyata

( $p \leq 0,01$ ), sedangkan interaksinya berpengaruh tidak nyata ( $p \geq 0,05$ ) terhadap rendemen selulosa kulit buah kakao hasil

bleaching. Nilai rata-rata rendemen selulosa kulit buah kakao hasil bleaching dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Nilai rata-rata rendemen (%) selulosa kulit buah kakao hasil bleaching pada perlakuan konsentrasi  $H_2O_2$  dan suhu

Suhu (°C)	Konsentrasi $H_2O_2$ (%)			Rata-rata
	10	20	30	
60±2	23,23	23,01	22,51	22,92±0,30 <sup>a</sup>
80±2	19,80	19,35	18,85	19,33±0,39 <sup>b</sup>
100±2	17,56	17,44	16,88	17,29±0,30 <sup>c</sup>
Rata-rata	20,20±2,56 <sup>a</sup>	19,93±2,58 <sup>a</sup>	19,41±2,58 <sup>b</sup>	

Keterangan: huruf yang berbeda di belakang nilai pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada taraf kesalahan 5% ( $p \leq 0,05$ )

Hasil pada Tabel 1 menunjukkan adanya penurunan persentase rendemen pada setiap kenaikan suhu proses bleaching. Nilai rata-rata rendemen selulosa kulit buah kakao hasil bleaching tertinggi diperoleh dari perlakuan suhu 60°C yaitu 22,92±0,30%, diikuti dengan suhu 80°C yaitu 19,33±0,39% dan yang terendah diperoleh dari suhu 100°C yaitu 17,29±0,30%. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu, maka persentase rendemen selulosa kulit buah kakao hasil bleaching semakin menurun. Hal tersebut disebabkan karena seiring meningkatnya suhu, komponen hemiselulosa dan lignin akan lebih mudah terdegradasi (Rodsamran *et al.*, 2015), sehingga terjadi penurunan persentase rendemen.

Perlakuan konsentrasi  $H_2O_2$  menunjukkan adanya penurunan persentase rendemen pada setiap kenaikan konsentrasi  $H_2O_2$ . Nilai rata-rata rendemen selulosa kulit buah kakao hasil bleaching tertinggi diperoleh dari perlakuan konsentrasi  $H_2O_2$  10% yaitu 20,20±2,56%, tetapi tidak berbeda nyata dengan konsentrasi  $H_2O_2$  20% yaitu 19,93±2,58%, sedangkan rendemen terendah diperoleh dari konsentrasi  $H_2O_2$  30%, yaitu 19,41±2,58%. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi  $H_2O_2$ , maka rendemen selulosa kulit buah kakao hasil bleaching semakin menurun. Hasil serupa diperoleh dalam penelitian Sunardi *et al.*

(2021) yaitu bleaching dengan konsentrasi  $H_2O_2$  10%, 15% dan 20% menghasilkan rendemen berturut turut sebesar 21,88%, 19,58% dan 19,02%. Hal tersebut disebabkan karena seiring meningkatnya konsentrasi  $H_2O_2$ , kemampuan  $H_2O_2$  untuk mengoksidasi oksidasi semakin kuat, sehingga lebih banyak komponen hemiselulosa dan lignin yang terdegradasi (Onggo *et al.*, 2005).

## 2. Derajat Putih

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi  $H_2O_2$  dan suhu proses bleaching berpengaruh sangat nyata ( $p \leq 0,01$ ), sedangkan interaksinya berpengaruh nyata ( $p \leq 0,05$ ) terhadap derajat putih selulosa kulit buah kakao hasil bleaching. Nilai rata-rata derajat putih selulosa kulit buah kakao hasil bleaching dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata derajat putih selulosa kulit buah kakao hasil bleaching tertinggi diperoleh dari kombinasi perlakuan konsentrasi  $H_2O_2$  30% dan suhu 100°C, yaitu sebesar 59,67±0,71%. Derajat putih terendah diperoleh dari kombinasi perlakuan konsentrasi  $H_2O_2$  10% dan suhu 60°C, yaitu sebesar 44,27±0,52%. Semakin tinggi konsentrasi  $H_2O_2$  dan suhu proses bleaching, terjadi peningkatan derajat putih pada selulosa kulit buah kakao hasil bleaching. Hal tersebut disebabkan karena larutan  $H_2O_2$

sebagai oksidator dapat lebih banyak memutus ikatan molekul lignin sisa di bahan, sehingga derajat putihnya meningkat. (Jayanudin *et al.*, 2009). Derajat putih yang tinggi menandakan residu pigmen alami dan lignin yang tersisa dalam bahan telah

terdegradasi (Rodsamran *et al.*, 2015). Hasil ini serupa dengan penelitian Fitriana *et al.* (2020) dan Lestari *et al.* (2016) yang menyatakan semakin tinggi konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan suhu, maka selulosa hasil bleaching yang dihasilkan akan semakin cerah.

Tabel 2. Nilai rata-rata derajat putih (%) selulosa kulit buah kakao hasil bleaching pada perlakuan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan suhu

Suhu (°C)	Konsentrasi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (%)		
	10	20	30
60±2	44,27±0,52 <sup>f</sup>	46,09±0,74 <sup>ef</sup>	47,22±0,31 <sup>def</sup>
80±2	47,79±0,74 <sup>de</sup>	50,87±1,07 <sup>d</sup>	55,05±0,66 <sup>bc</sup>
100±2	54,40±0,18 <sup>c</sup>	58,05±0,62 <sup>ab</sup>	59,67±0,71 <sup>a</sup>

Keterangan: huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada taraf kesalahan 5% ( $p \leq 0,05$ )

### 3. Selulosa

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan suhu proses bleaching berpengaruh sangat nyata ( $p \leq 0,01$ ), sedangkan interaksinya

berpengaruh nyata ( $p \leq 0,05$ ) terhadap kandungan selulosa kulit buah kakao hasil bleaching. Nilai rata-rata kandungan selulosa kulit buah kakao hasil bleaching dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata kandungan selulosa (%) kulit buah kakao hasil bleaching pada perlakuan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan suhu

Suhu (°C)	Konsentrasi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (%)		
	10	20	30
60±2	50,17±0,40 <sup>c</sup>	51,96±0,49 <sup>de</sup>	54,02±0,64 <sup>d</sup>
80±2	58,95±0,77 <sup>c</sup>	59,47±0,49 <sup>c</sup>	61,17±0,63 <sup>c</sup>
100±2	64,48±0,19 <sup>b</sup>	67,91±0,64 <sup>a</sup>	70,40±0,62 <sup>a</sup>

Keterangan: huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada taraf kesalahan 5% ( $p \leq 0,05$ )

Hasil pada Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kandungan selulosa kulit buah kakao hasil bleaching tertinggi diperoleh menggunakan kombinasi perlakuan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% dan suhu 100°C, yaitu sebesar 70,40±0,62%. Kandungan selulosa terendah diperoleh menggunakan kombinasi perlakuan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10% dan suhu 60°C, yaitu sebesar 50,17±0,40%. Semakin tinggi konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan suhu proses bleaching, cenderung terjadi peningkatan kandungan selulosa pada kulit buah kakao hasil bleaching. Hal tersebut terjadi karena konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan suhu proses bleaching yang semakin tinggi akan memberikan energi yang lebih besar pada reaksi sehingga reaksi

pemutusan ikatan pada rantai lignin dan hemiselulosa berjalan lebih baik sehingga lebih banyak ikatan selulosa yang dapat terbebas (Lismeri *et al.*, 2019). Degradasi parsial komponen hemiselulosa dan lignin pada saat proses bleaching tersebut kemudian menyebabkan peningkatan persentase kandungan selulosa. (Fitriana *et al.*, 2020).

Kandungan selulosa yang dihasilkan juga mempengaruhi derajat putih hasil bleaching kulit buah kakao. Semakin tinggi kandungan selulosa, derajat putih yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hal tersebut terjadi karena residu pigmen alami yang tersisa pada bahan lebih sedikit. Pada penelitian ini, derajat putih dan kandungan

selulosa tertinggi dihasilkan dengan kombinasi perlakuan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10% dan suhu 100°C.

#### 4. Hemiselulosa

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu pada proses bleaching

berpengaruh sangat nyata ( $p \leq 0,01$ ), sedangkan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan interaksinya berpengaruh tidak nyata ( $p \geq 0,05$ ) terhadap kandungan hemiselulosa kulit buah kakao hasil bleaching. Nilai rata-rata kandungan hemiselulosa kulit buah kakao hasil bleaching dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata kandungan hemiselulosa (%) kulit buah kakao hasil bleaching pada perlakuan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan suhu

Suhu (°C)	Konsentrasi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (%)			Rata-rata
	10	20	30	
60±2	13,63	12,82	12,25	12,90±0,69 <sup>a</sup>
80±2	8,88	8,71	8,35	8,65±0,27 <sup>b</sup>
100±2	6,85	6,78	6,33	6,65±0,28 <sup>c</sup>
Rata-rata	9,79±3,48 <sup>a</sup>	9,44±3,08 <sup>a</sup>	8,98±3,01 <sup>a</sup>	

Keterangan: huruf yang berbeda di belakang nilai pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada taraf kesalahan 5% ( $p \leq 0,05$ )

Hasil pada Tabel 4 menunjukkan adanya penurunan persentase kandungan hemiselulosa pada setiap kenaikan suhu proses bleaching. Nilai rata-rata kandungan hemiselulosa kulit buah kakao hasil bleaching tertinggi diperoleh dari perlakuan suhu 60°C yaitu 12,90±0,69%, diikuti dengan suhu 80°C yaitu 8,65±0,27% dan yang terendah diperoleh dari suhu 100°C yaitu 6,65±0,28%. Semakin tinggi suhu proses bleaching, terjadi penurunan kandungan hemiselulosa pada kulit buah kakao hasil bleaching. Hal tersebut terjadi karena semakin meningkatnya suhu, terjadi percepatan reaksi, sehingga menyebabkan semakin banyaknya hemiselulosa dan lignin yang terdegradasi (Meliko *et al.*, 2019). Hasil serupa diperoleh dalam penelitian Lismeri *et al.* (2019) yaitu bleaching dengan suhu 60°C dan 80°C pada batang pisang selama 60 menit menghasilkan persentase kandungan hemiselulosa masing-masing 35,51% dan 34,37%. Suhu lebih tinggi menyebabkan kandungan hemiselulosa lebih rendah.

Konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan hemiselulosa hasil bleaching kulit buah kakao. Hal tersebut diduga karena komponen hemiselulosa pada

serbuk kulit buah kakao lebih banyak terdegradasi pada saat proses delignifikasi. Fitriana *et al.* (2020) melaporkan hasil serupa yaitu konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 5%, 10% dan 15% tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan hemiselulosa hasil bleaching serat aren pada suhu 60°C.

#### 5. Lignin

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan suhu proses bleaching berpengaruh sangat nyata ( $p \leq 0,01$ ), sedangkan interaksinya berpengaruh tidak nyata ( $p \geq 0,05$ ) terhadap kandungan lignin kulit buah kakao hasil bleaching. Nilai rata-rata kandungan lignin kulit buah kakao hasil bleaching dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil pada Tabel 5 menunjukkan adanya penurunan persentase kandungan lignin pada setiap kenaikan suhu proses bleaching. Nilai rata-rata kandungan lignin kulit buah kakao hasil bleaching tertinggi diperoleh dari perlakuan suhu 60°C yaitu 8,48±0,70%, diikuti dengan suhu 80°C yaitu 6,98±0,54% dan yang terendah diperoleh dari suhu 60°C yaitu 5,23±0,86%. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan, maka kandungan lignin kulit

buah kakao hasil bleaching semakin menurun. Hal tersebut terjadi karena semakin meningkatnya suhu, terjadi percepatan

reaksi, sehingga menyebabkan semakin banyaknya hemiselulosa dan lignin yang terdegradasi (Meliko *et al.*, 2019).

Tabel 5. Nilai rata-rata kandungan lignin (%) kulit buah kakao hasil bleaching pada perlakuan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan suhu

Suhu (°C)	Konsentrasi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (%)			Rata-rata
	10	20	30	
60±2	8,90	8,86	7,67	8,48±0,70 <sup>a</sup>
80±2	7,40	7,17	6,37	6,98±0,54 <sup>b</sup>
100±2	6,18	5,02	4,49	5,23±0,86 <sup>c</sup>
Rata-rata	7,49±1,36 <sup>a</sup>	7,02±1,92 <sup>a</sup>	6,18±1,60 <sup>b</sup>	

Keterangan: huruf yang berbeda di belakang nilai pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada taraf kesalahan 5% ( $p \leq 0,05$ )

Hasil serupa diperoleh dalam penelitian Lismeri *et al.* (2019) yaitu bleaching dengan suhu 60°C dan 80°C pada batang pisang selama 60 menit menghasilkan persentase lignin masing-masing 8,86% dan 6,86%. Suhu lebih tinggi menyebabkan kandungan lignin lebih rendah.

Perlakuan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> menunjukkan adanya penurunan persentase kandungan lignin pada konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%. Nilai rata-rata kandungan lignin kulit buah kakao hasil bleaching tertinggi diperoleh dari perlakuan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10% yaitu 7,49±1,36%, tetapi tidak berbeda nyata dengan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 20% yaitu 7,02±1,92%, sedangkan kandungan lignin terendah diperoleh dari konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%, yaitu 6,18±1,60%. Semakin tinggi konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yang digunakan, maka kandungan lignin kulit buah kakao hasil bleaching semakin menurun. Hal tersebut disebabkan karena seiring meningkatnya konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, kemampuan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> untuk mengoksidasi semakin kuat, sehingga lebih banyak komponen hemiselulosa dan lignin yang terdegradasi (Onggo *et al.*, 2005).

Degradasi tersebut disebabkan karena larutan hidrogen peroksida memproduksi radikal -OH dan -O<sub>2</sub> yang akan bereaksi dengan cincin aromatik dan struktur fenolik lignin. Reaksi tersebut meningkatkan kelarutan lignin serta membuat lignin menjadi hidrofilik, sehingga kandungan lignin berkurang (Arnata *et al.*, 2019).

## 6. Indeks Efektivitas

Uji indeks efektivitas dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik dalam menghasilkan selulosa kulit buah kakao. Variabel yang diamati pada pengujian ini adalah rendemen, derajat putih, kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin. Hasil uji indeks efektivitas selulosa kulit buah kakao dapat dilihat pada Tabel 6.

Perlakuan terbaik ditunjukkan dengan jumlah nilai hasil (Nh) tertinggi. Data pada Tabel 6 menunjukkan perlakuan bleaching terbaik untuk menghasilkan selulosa dari kulit buah kakao adalah perlakuan K3S3, yaitu kombinasi konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% dan suhu 100°C.



Tabel 6. Data hasil pengujian indeks efektivitas untuk menentukan perlakuan terbaik.

Perlakuan	Variabel						Jumlah
	BV	Rendemen	Derajat putih	Selulosa	Hemiselulosa	Lignin	
	BN	0,24	0,24	0,32	0,13	0,07	
K1S1	Ne	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Nh	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24
K2S1	Ne	0,97	0,12	0,09	0,11	0,01	
	Nh	0,23	0,03	0,03	0,01	0,001	0,30
K3S1	Ne	0,89	0,19	0,19	0,19	0,28	
	Nh	0,21	0,05	0,06	0,02	0,02	0,36
K1S2	Ne	0,46	0,23	0,43	0,65	0,34	
	Nh	0,11	0,05	0,14	0,08	0,02	0,41
K2S2	Ne	0,39	0,43	0,46	0,67	0,39	
	Nh	0,09	0,10	0,15	0,09	0,03	0,46
K3S2	Ne	0,31	0,70	0,54	0,72	0,57	
	Nh	0,07	0,17	0,17	0,09	0,04	0,55
K1S3	Ne	0,11	0,66	0,71	0,93	0,62	
	Nh	0,03	0,16	0,23	0,12	0,04	0,57
K2S3	Ne	0,16	0,89	0,88	0,94	0,88	
	Nh	0,04	0,21	0,28	0,12	0,06	0,72
K3S3	Ne	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
	Nh	0,00	0,24	0,32	0,13	0,07	<b>0,76</b>

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Konsentrasi hidrogen peroksida dan suhu proses bleaching berpengaruh terhadap rendemen, derajat putih, kandungan selulosa dan kandungan lignin hasil bleaching kulit buah kakao. Suhu proses bleaching berpengaruh, namun konsentrasi hidrogen peroksida tidak berpengaruh terhadap kandungan hemiselulosa hasil bleaching kulit buah kakao. Interaksi antar perlakuan berpengaruh terhadap derajat putih dan kandungan selulosa, namun tidak berpengaruh terhadap rendemen, kandungan hemiselulosa dan kandungan lignin hasil bleaching kulit buah kakao.

2. Perlakuan terbaik proses bleaching untuk menghasilkan selulosa dari kulit buah kakao yaitu dengan konsentrasi hidrogen peroksida 30% dan suhu proses bleaching 100°C. Karakteristik selulosa kulit buah kakao yang dihasilkan yaitu rendemen, derajat putih, kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin berturut-turut sebesar  $16,88 \pm 0,12\%$ ,  $59,67 \pm 0,50\%$ ,  $70,40 \pm 0,44\%$ ,  $6,33 \pm 0,19\%$  dan  $4,49 \pm 0,46\%$ .

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan menggunakan konsentrasi hidrogen peroksida 30% dan suhu 100°C pada proses bleaching untuk menghasilkan selulosa kulit buah kakao dengan karakteristik terbaik.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut

mengenai bleaching menggunakan suhu diatas 100°C atau menggunakan bleaching ganda untuk mendegradasi lebih lanjut hemiselulosa dan lignin yang tersisa pada selulosa kulit buah kakao sehingga dapat meningkatkan kandungan selulosanya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdel, E.S. dan S.S. Al-Deyab. 2011. Low temperature bleaching of cotton cellulose using peracetic acid. *Carbohydrate Polymers*. 86(2):988-994.
- Arnata, I.W., F. Fahma., N. Richana dan T.C. Sunarti. 2019. Cellulose production from sago frond with alkaline delignification and bleaching on various types of bleach agents. *Orient J. Chem*. 35(1):8-19.
- Badan Pusat Statistik. 2019. Statistik Kakao Indonesia 2018. Badan Pusat Statistik, Jakarta
- Campos-Vega, R., K.H. Nieto-Figueroa dan B.D. Oomah. 2018. Cocoa (*Theobroma cacao* L.) pod husk: renewable source of bioactive compounds. *Trends in Food Science & Technology*. 81(1):172-184.
- Cruz, G., M. Piriñá, M. Huuhtanen, L. Carrión, E. Alvarenga dan R.L. Keiski. 2012. Production of activated carbon from cocoa (*Theobroma cacao* L.) pod husk. *Journal Civil and Environmental Engineering*. 2(2):1-6.
- Darwis, A.A., E. Sukara, R. Purwati dan T. Tedja. 1999. Biokonversi limbah lignoselulosa oleh *Trichoderma viride* dan *Aspergillus niger*. Laporan Penelitian PAU Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Daud, Z., A.S.M. Kassim, A.M. Aripin, H. Awang dan M.Z.M Hatta. 2013. Chemical composition and morphological of cocoa pod husk and cassava peels for pulp and paper production. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 7(9):406-411
- Departemen Perindustrian. 2017. Gambaran Sekilas Industri Kakao. Pusat Data dan Informasi, Jakarta.
- Fitriana, N.E., A. Suwanto, T.H. Jatmiko, S. Mursiti dan D.J. Prasetyo. 2020. Cellulose extraction from sugar palm (*Arenga pinnata*) fibre by alkaline and peroxide treatments. *Earth & Environmental Science*. 462(1):12-15.
- Gunam I.B.W., N.S. Antara, A.A.M.D. Anggreni, Y. Setiyo, I.P.E. Wiguna, I.M.M. Wijaya dan I.W.W.P. Putra. 2019. Chemical pretreatment of lignocellulosic wastes for cellulase production by *Aspergillus niger* FNU 6018. *AIP Conference Proceedings International*.
- Haafiz, M.M., A. Hassan, Z. Zakaria, I.M. Inuwa, M.S. Islam dan M. Jawaid. 2013. Properties of polylactic acid composites reinforced with oil palm biomass microcrystalline cellulose. *Carbohydrate polymers*. 98(1):139-145.
- Haeruddin, H. dan A. Haetami. 2019. Karakterisasi selulosa dari limbah kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan variasi waktu pemanasan. *Jurnal Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo*. 4(3):212-216.
- Hutomo, G.S., D.W. Marseno dan S. Anggrahini. 2012. Synthesis and characterization of sodium carboxymethylcellulose from pod husk of cacao (*Theobroma cacao* L.). *African Journal of Food Science*. 6(6):180-185.

- Hutomo, G.S., D.W. Marseno, S. Anggrahini dan S. Supriyanto. 2012. Ekstraksi selulosa dari pod husk kakao menggunakan sodium hidroksida. *Agritech*. 32(3):223-229.
- Li, L., S. Lee., H. Lee dan H. Youn. 2011. Hydrogen peroxide bleaching of hardwood kraft pulp with adsorbed birch xylan and its effect on paper properties. *BioResources*. 6(1):721-736.
- Lestari, R.S.D. dan D.K. Sari. 2016. Pengaruh konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> terhadap tingkat kecerahan pulp dengan bahan baku eceng gondok melalui proses organosolv. *Jurnal Integrasi Proses*. 6(2):45-49
- Lismeri, L., L. Lia. dan Y. Darni. 2019. Pengaruh suhu dan waktu pretreatment alkali pada isolasi selulosa limbah batang pisang. *Journal of Chemical Process Engineering*. 1(4):19-22.
- Meliko, A.Y., S.E. Bilek dan S. Cesur. 2019. Optimum alkaline treatment parameters for the extraction of cellulose and production of cellulose nanocrystals from apple pomace. *Carbohydrate Polymers*. 215(1):330-337.
- Mosier, N., C. Wyman, B. Dale, R. Elander, Y.Y Lee, M. Holtzapple dan M. Ladisch, M. 2005. Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology*. 96:673-686.
- Munisa, A., H. Pagarra dan Z. Maulana. 2018. Active compounds extraction of cocoa pod husk (*Thebroma Cacao* L.) and potential as fungicides. *Journal of Physics: Conference Series*. 102(1):12-13
- Mussatto, S.I., G.J. Rocha dan I.C. Roberto. 2008. Hydrogen peroxide bleaching of cellulose pulps obtained from brewer's spent grain. *Cellulose*. 15(4):641-649.
- Nawang Sari, D. 2019. Isolasi dan karakterisasi selulosa mikrokristal dari ampas tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Pharmakon: Jurnal Farmasi Indonesia*. 16(2):67-72.
- Nisa, D. dan W.D.R. Putri. 2013. Pemanfaatan selulosa dari kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai bahan baku pembuatan cmc (carboxymethyl cellulose). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(3):34-42.
- Norliza, A.W., S. Rozita dan M.C. Board. 2006. Volatile flavour and fragrance components analysis in fermented cocoa pod husks (cph). *Malaysian International Cocoa Conference 4. Malaysian Cocoa Board*.
- Ogunneye, A.L., A.A. Ibikunle, N.O. Sanyaolu, S.T. Yussuf, M.R. Gbadamosi, O.A. Badejo dan O.S. Lawal. 2020. Optimized carboxymethyl cellulose preparation from cocoa pod husks by surface response methodology. *Journal of Chemical Society of Nigeria*, 45:1-13
- Onggo, H. dan J.T. Astuti. 2005. Pengaruh sodium hidroksida dan hidrogen peroksida terhadap rendemen dan warna pulp dari serat daun nanas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. 3:37-43.
- Puastuti, W. dan I.W.R. Susana. 2014. Potensi dan pemanfaatan kulit buah kakao sebagai pakan alternatif ternak ruminansia. *Wartazoa*. 24(3):151-159.
- Permatasari, H.R., F. Gulo dan B. Lesmini. 2014. Pengaruh konsentrasi h<sub>2</sub>so<sub>4</sub> dan naoh terhadap delignifikasi serbuk bambu (*Gigantochloa apus*). *Jurnal Pendidikan Kimia FKIP Universitas*

- Sriwijaya 6(1):131-140.
- Pratyaksa, I.P.L., G.P. Ganda Putra dan L. Suhendra. 2020. Karakteristik ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai sumber antioksidan pada perlakuan ukuran partikel dan waktu maserasi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 8(1):139-149
- Pradana, I.G.M.T., B.A. Harsojuwono dan A. Hartiati. 2018. Karakteristik papan partikel kulit buah kakao (*Theobroma Cacao* L.) pada variasi konsentrasi perekat polyvinyl acetate. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*. 6(1): 82-91.
- Riama, G., A. Veranika dan P. Prasetyowati. 2011. Pengaruh  $H_2O_2$ , konsentrasi naoh dan waktu terhadap derajat putih pulp dari mahkota nanas. *Jurnal Teknik Kimia*. 18(3):25-34
- Rivai, H., A.S. Hamdani, R. Ramdani, R.S. Lalfari, R. Andayani, F. Armin dan A. Djamaan. 2018. Production and characterization of alpha cellulose derived from rice straw (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. 52(1):45-48.
- Rodsamran, P., dan R. Sothornvit. 2015. Renewable cellulose source: isolation and characterisation of cellulose from rice stubble residues. *International Journal of Food Science & Technology*. 50(9):1953-1959.
- Santana, N.B., J.C.T. Dias, R.P. Rezende, M. Franco, L.K.S. Oliveira dan L.O. Souza. 2018. Production of xylitol and bio-detoxification of cocoa pod husk hemicellulose hydrolysate by *Candida boidinii* XM02G. *Plos one*. 13(4): 195-206.
- Santos, R.X., D.A. Oliveira, G.A. Sodr , G. Gosmann, M. Brendel dan C. Pungartnik. 2014. Antimicrobial activity of fermented *Theobroma cacao* pod husk extract. *Genetics and Molecular Research*. 13(3):7725-7735.
- Silitonga, N., N. Tarigan dan G. Saragih. 2019. Pengaruh konsentrasi naoh pada karakterisasi  $\alpha$ -selulosa dari pelepah kelapa sawit. *Ready Star*. 2(1):103-108.
- Susilowati, P.E., A. Fitri dan M. Natsir. 2017. Penggunaan pektin kulit buah kakao sebagai edible coating pada kualitas buah tomat dan masa simpan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 6(2):1-4
- Tristantini, D., D.P. Dewanti dan C. Sandra. 2017. Isolation and characterization of  $\alpha$ -cellulose from blank bunches of palm oil and dry jackfruit leaves with alkaline process naoh continued with bleaching process  $H_2O_2$ . *AIP Conference Proceedings*.
- Yapo, B.M. dan K.L. Koffi. 2013. Extraction and characterization of gelling and emulsifying pectin fractions from cocoa pod husk. *Journal of Food and Nutrition Research*. (4):46-51.