

ISOLATION OF CELLULOSE FROM COCONUT FIBER (*Cocos nucifera* L.) AT VARIATION OF TEMPERATURE AND TIME OF BLEACHING PROCESS WITH PERACETIC ACID

ISOLASI SELULOSA DARI SERAT SABUT KELAPA (*Cocos nucifera* L.) PADA VARIASI SUHU DAN WAKTU PROSES BLEACHING DENGAN ASAM PERASETAT

Manika Santhi, I W. Arnata*, L. P. Wrasiasi

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

Diterima 7 Juli 2022 / Disetujui 2 Agustus 2022

ABSTRACT

Coco fiber is one of the natural sources of cellulose in Indonesia whose potential has not been utilized optimally. This study aims to determine the effect of temperature and time of bleaching process using peracetic acid (PAA) on the characteristics of cellulose produced, as well as to determine the best combination of temperature and time for bleaching process with PAA to produce coco fiber cellulose. This study used a randomized block design with two factors, that were temperature (60°C, 80°C, 100°C) and time (30 minutes and 60 minutes). Variables observed were yield, whiteness index, cellulose, hemicellulose, and lignin content. Data were analyzed by analysis of variance and continued with Duncan's multiple comparison test. The results showed that temperature of bleaching process had a very significant effect on yield, whiteness index, cellulose, hemicellulose, and lignin content of coco fiber. The time of bleaching process had a very significant effect on whiteness index, cellulose, hemicellulose, also lignin content, and had a significant effect on yield of coco fiber. The interaction between temperature and time of bleaching process had a very significant effect on whiteness index, cellulose, hemicellulose, and lignin content, but had no significant effect on yield content of coco fiber. The best treatment to produce cellulose was obtained by using PAA at a temperature of 100°C and a time of 60 minutes. The characteristics were 35.38±0.32% yield, 84.77±0.81% whiteness index, 83.14±0.22% cellulose, 6.60±0.51% hemicellulose, and 4.23±0.55% lignin.

Keywords : Cellulose, coconut fiber, bleaching temperature and time, peracetic acid

ABSTRAK

Serat sabut kelapa merupakan salah satu sumber selulosa alami di Indonesia yang potensinya belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu proses pemutihan menggunakan asam perasetat (PAA) terhadap karakteristik selulosa yang dihasilkan, serta untuk mengetahui kombinasi suhu dan waktu terbaik untuk proses pemutihan dengan PAA untuk

* Korespondensi Penulis:

Email: arnata@unud.ac.id

menghasilkan selulosa serat sabut kelapa. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok dengan dua faktor yaitu suhu (60 °C, 80 °C, 100 °C) dan waktu (30 menit dan 60 menit). Variabel yang diamati adalah rendemen, indeks keputihan, selulosa, hemiselulosa, dan kadar lignin. Data dianalisis dengan analisis varian dan dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu proses pemutihan berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, indeks keputihan, selulosa, hemiselulosa, dan kadar lignin serat sabut kelapa. Lama proses pemutihan berpengaruh sangat nyata terhadap indeks keputihan, selulosa, hemiselulosa, serta kadar lignin, dan berpengaruh nyata terhadap rendemen serat sabut kelapa. Interaksi suhu dan waktu proses pemutihan berpengaruh sangat nyata terhadap indeks keputihan, selulosa, hemiselulosa, dan lignin, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar rendemen serat sabut kelapa. Perlakuan terbaik untuk menghasilkan selulosa diperoleh dengan menggunakan PAA pada suhu 100°C dan waktu 60 menit. Karakteristik tersebut adalah rendemen 35,38±0,32%, indeks keputihan 84,77±0,81%, selulosa 83,14±0,22%, hemiselulosa 6,60±0,51%, dan lignin 4,23±0,55%.

Kata kunci : Selulosa, serat sabut kelapa, suhu dan waktu bleaching, asam perasetat

PENDAHULUAN

Selulosa merupakan polimer dengan rumus kimia $(C_6H_{10}O_5)_n$ yang dapat ditemukan pada sebagian besar dinding sel dan bagian berkayu dari tumbuh-tumbuhan. Selulosa murni menjadi komponen kimia dari bahan kompleks lignoselulosa dalam tumbuhan yang paling banyak dimanfaatkan dibandingkan hemiselulosa dan lignin. Penelitian terkait isolasi selulosa pada beberapa jenis tumbuhan sudah pernah dilaporkan, yaitu pada jerami padi dengan kandungan selulosa 33,63% dan lignin 2,42% (Umaningrum *et al.*, 2018), tanda kosong kelapa sawit dengan kandungan selulosa 84,49%, hemiselulosa 6,32%, dan lignin 5,69% (Zuidar dan Hidayati, 2014), kulit buah kakao dengan kandungan selulosa 70,40±0,44%, hemiselulosa 6,33±0,19%, dan lignin 4,49±0,46% (Sena *et al.*, 2021), dan serat sabut kelapa dengan kandungan selulosa 43,44%, hemiselulosa 0,25%, dan lignin 45,44% (Verma *et al.*, 2012).

Serat sabut kelapa (*coco fiber*) merupakan salah satu komponen pada sabut kelapa yang sudah dipisahkan dengan bagian serbuk sabut kelapa (*coco peat*) sehingga hanya tersisa serat-serat panjang berwarna kuning kecoklatan. Produksi buah kelapa Indonesia rata-rata 15,5 milyar butir/tahun dengan kandungan serat sabut kelapa mencapai 75% atau sekitar 525 gram/butir kelapa, sehingga setara dengan 1,8 juta ton serat sabut kelapa/tahun. Potensi serat sabut kelapa yang sangat tinggi umumnya dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan seperti keset, karpet, karung, kasur, bantal, *hardboard*, jok, *dashboard* kendaraan, media tanam, pot sabut kelapa, alat peredam suara, dan papan serat, serta diekspor sebagai bahan mentah (Indahyani, 2011). Kandungan selulosa pada serat sabut kelapa yang cukup tinggi dilaporkan oleh (Verma *et al.*, 2012), yaitu sebesar 43,44%, sehingga berpotensi menjadi produk selulosa. Selulosa sebagai produk antara (*intermediate product*) dapat dimanfaatkan pada produksi selulosa asetat, karboksimetil selulosa (Fatriasari *et al.*, 2019), *edible coating film* (Malmiri *et al.*, 2011), *bioplastic* (Prasetya *et al.*, 2016; Pratiwi *et al.*, 2016; Tamiogy *et al.*, 2018), *biodegradable film* (Elean *et al.*, 2018; Hidayati *et al.*, 2019), *anti caking agent*, emulsifier, stabilizer, *frozen dessert*, dan produk *beverage* (Asmoro *et al.*, 2017).

Isolasi komponen selulosa dilakukan melalui 2 tahapan, yaitu delignifikasi dan *bleaching* (Nawang Sari, 2019). Delignifikasi merupakan proses melarutkan kandungan lignin dan hemiselulosa pada tumbuhan untuk meningkatkan kandungan selulosa yang dihasilkan. Proses delignifikasi pada lignoselulosa dapat dilakukan dengan perlakuan asam, alkali, dan reagen pelarut selulosa. Agen delignifikasi (*delignifier*) yang umum digunakan, diantaranya natrium hidroksida (NaOH) (Saleh *et al.*, 2009), asam sulfat (H_2SO_4) (Wardani dan Kusumawardini, 2012), dan ammonia (NH_3) (Kurniaty

et al., 2017). Larutan NaOH dipilih karena cukup efektif dalam meningkatkan hasil hidrolisis, relatif lebih murah dibandingkan dengan reagen kimia lainnya, mampu merusak struktur lignin yaitu bagian kristalin dan amorf, memisahkan sebagian lignin dan hemiselulosa yang terkandung, serta menyebabkan pengembangan struktur selulosa (Gunam *et al.*, 2009; Gunam *et al.*, 2010). Penelitian pada Saleh *et al.* (2009) menggunakan larutan NaOH 10% dengan lama proses delignifikasi 60 menit pada suhu 100°C mampu menghasilkan selulosa sabut kelapa muda sebesar 73,03%.

Bleaching pada isolasi selulosa dilakukan untuk meningkatkan derajat putih serat terdelignifikasi, menghilangkan komponen lignin, hemiselulosa, kromofor, abu, dan pektin yang tidak terdelignifikasi secara sempurna sehingga dihasilkan selulosa yang kemurniannya tinggi (Wildan, 2010). Agen *bleaching* yang umum digunakan pada proses isolasi selulosa, diantaranya asam perasetat atau PAA (Chattopadhyay *et al.*, 2020; Hidayati *et al.*, 2019; Mantovan *et al.*, 2021; Zandrato, 2021), hidrogen peroksida (Sena *et al.*, 2021), dan alkali hidrogen peroksida (Arnata *et al.*, 2019). Penelitian ini menggunakan larutan PAA karena larutan ini memiliki bilangan oksidasi lebih tinggi dan kuat dibandingkan dengan hidrogen peroksida (Hidayati dan Zuidar, 2010), serta cenderung tidak merusak selulosa dan bebas klor sehingga lebih aman bagi lingkungan dibandingkan menggunakan senyawa klorin (Maharani, 2012; Sofian, 2011). Faktor-faktor yang mempengaruhi proses *bleaching*, yaitu konsentrasi bahan *bleaching*, lama proses *bleaching*, suhu, pH, dan rasio antara bahan *bleaching* dengan *pulp*.

Peningkatan suhu pada proses *bleaching* menyebabkan peningkatan kecepatan reaksi pemutihan. Umumnya suhu proses *bleaching* berkisar antara 40-100°C (Van Dam, 2002). Penelitian menggunakan larutan PAA oleh Chattopadhyay *et al.* (2020) melaporkan bahwa proses *bleaching* pada jute dengan suhu 60°C memberikan hasil optimum derajat putih dengan nilai $L^* = 86,36$, $a^* = -0,36$, dan $b^* = 18,35$. Penelitian lain oleh Hidayati *et al.* (2019) melaporkan bahwa proses *bleaching* pada tandan kosong kelapa sawit dengan suhu 80°C menggunakan larutan PAA menghasilkan rendemen 79,6%, selulosa 51,08%, dan skor organoleptik terhadap warna yaitu 4,5 (putih). Menurut penelitian Saota (2017) menunjukkan bahwa peningkatan suhu pada proses *bleaching* menyebabkan penurunan nilai rendemen akibat pigmen yang terdegradasi.

Waktu proses *bleaching* menjadi salah satu faktor selain suhu yang mempengaruhi hasil dari proses *bleaching*. Penelitian Wildan (2010) menyebutkan bahwa semakin panjang waktu proses *bleaching* maka bahan kimia pemutih yang bereaksi terhadap serat akan menjadi semakin reaktif. Namun, waktu reaksi yang terlalu panjang dapat merusak rantai selulosa dan hemiselulosa pada serat. Penelitian Mantovan *et al.* (2021) melaporkan bahwa proses *bleaching* selama 30 menit menggunakan larutan PAA pada ampas jeruk menghasilkan selulosa $56,1 \pm 1,5\%$, lignin $22,3 \pm 1\%$, dan indeks kristalinitas 39%. Penelitian lain yang dilakukan oleh Zandrato (2021) melaporkan bahwa proses *bleaching* menggunakan larutan PAA dengan waktu 60 menit pada batang kecombrang menghasilkan rendemen 47,8%, lignin 0,15%, holoselulosa 98,84%, dan α -selulosa 64,78%.

Hasil penelitian-penelitian di atas menunjukkan bahwa variasi suhu dan waktu proses pada jenis bahan yang beragam akan menghasilkan karakteristik selulosa yang bervariasi. Namun, penelitian terkait isolasi selulosa serat sabut kelapa untuk menentukan suhu dan waktu proses *bleaching* optimum dengan asam perasetat (PAA) belum pernah dilaporkan. Oleh sebab itu, dilakukan penelitian mengenai pengaruh suhu dan waktu proses *bleaching* terhadap selulosa dari serat sabut kelapa sehingga menghasilkan selulosa dengan karakteristik terbaik.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat sabut kelapa (varietas kelapa dalam) dengan karakteristik buah kelapa tua yang berasal dari CV. Bali *Coco Fiber* di Kecamatan Mendoyo, Jembrana, Bali. Bahan-bahan kimia yang digunakan yaitu akuades, natrium hidroksida (*Asahi*), hidrogen peroksida 50% (*Evonik*), asam asetat 98% (PT Indo Acidatama), dan asam sulfat 96% (*Merck*).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain timbangan analitik (*Sartorius*), gelas ukur 500 mL (*Iwaki*), gelas ukur 100 mL (*Iwaki*), gelas beaker 500 mL (*Iwaki*), *thermometer* kaca, batang pengaduk, pipet tetes, kompor listrik (*Maspion*), ayakan 250 mesh, erlenmeyer 250 mL (*Iwaki*), *oven* (*Blue M*), *hot plate* (*JP Selecta*), *muffle furnace* (*Nabertherm*), *colorimeter* (*PCE Instruments*), *waterbath* (*JP Selecta*), *mixer* (*Miyako HM-620*), kertas lakmus, baskom, cawan petri, cawan porselen, dan plastik *High Density Polyethylene* (HDPE).

Rancangan percobaan

Rancangan percobaan dalam penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) Faktorial dengan dua faktor. Faktor I adalah suhu proses bleaching (S) yang terdiri atas 3 taraf yaitu $60\pm 2^{\circ}\text{C}$, $80\pm 2^{\circ}\text{C}$, dan $100\pm 2^{\circ}\text{C}$, dan faktor II adalah waktu proses bleaching (W) yang terdiri atas 2 taraf yaitu 30 menit dan 60 menit, sehingga diperoleh 6 kombinasi perlakuan. Masing-masing perlakuan dikelompokkan menjadi 3 berdasarkan waktu proses isolasi, sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Apabila perlakuan berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda Duncan.

Pelaksanaan Penelitian

a. Preparasi Sampel, Preparasi Larutan NaOH, dan Preparasi Larutan PAA

Sampel berupa serat sabut kelapa diperoleh dari CV. Bali *Coco Fiber* yang berada di Kecamatan Mendoyo, Jembrana, Bali. Serat sabut kelapa didapatkan dalam keadaan yang sudah dipisahkan dari bagian serbuk sabut kelapa (*coco peat*) sehingga hanya tersisa bagian serat-serat panjang berwarna kuning kecoklatan.

Preparasi larutan NaOH 10% (b/v) mengacu pada penelitian yang sudah dilakukan Sena *et al.* (2021). Kristal NaOH ditimbang sebanyak 100 gram dan dimasukkan ke dalam gelas beaker. Lalu ditambahkan akuades hingga mencapai volume 1000 mL (rasio bahan:akuades = 1:10 (b/v)). Larutan diaduk hingga seluruh kristal NaOH terlarut dan didiamkan hingga suhu larutan NaOH turun.

Preparasi larutan asam perasetat (PAA) mengacu pada penelitian yang sudah dilakukan Zendrato *et al.* (2021). Larutan H₂O₂ 50% ditambahkan ke dalam 400 mL akuades hingga volume larutan mencapai 1000 mL (rasio H₂O₂ 50%:akuades = 3:2 (v/v)) dan diaduk hingga homogen, sehingga dihasilkan larutan H₂O₂ 30%. Kemudian larutan H₂O₂ 30% ditambahkan ke dalam larutan asam asetat 98% dengan rasio 1:1 (v/v), lalu diaduk dan didiamkan selama 10 menit hingga larutan homogen.

b. Delignifikasi

Proses delignifikasi dalam penelitian ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Sena *et al.* (2021) dengan modifikasi. Larutan NaOH 10% diukur sebanyak 1000 mL dan dimasukkan ke dalam gelas beaker, kemudian gelas beaker diletakkan di atas kompor listrik. Serat sabut kelapa sebanyak 100 gram ditambahkan pada larutan NaOH dan kompor dinyalakan (rasio bahan:larutan = 1:10 (b/v)). Pemanasan bahan dilakukan selama 1 jam dengan waktu dihitung setelah suhu mencapai $95\pm 5^{\circ}\text{C}$. Setelah proses delignifikasi, residu serat sabut kelapa disaring lalu dicuci dengan air hingga pH residu netral, kemudian dikeringkan hingga beratnya konstan. Residu tersebut merupakan selulosa serat

sabut kelapa hasil delignifikasi.

c. Bleaching

Proses *bleaching* pada penelitian ini mengacu pada metode penelitian Arnata *et al.* (2019) dengan modifikasi. Larutan asam perasetat diukur sebanyak 1000 mL dan dimasukkan ke dalam gelas beaker, kemudian diletakkan di atas kompor listrik. Selulosa serat sabut kelapa hasil delignifikasi ditimbang sebanyak 50 gram lalu ditambahkan ke dalam larutan asam perasetat (rasio bahan:larutan = 1:20 (b/v)). Kompor listrik dihidupkan dan sampel dipanaskan dengan suhu dan waktu sesuai perlakuan yang diberikan. Suhu proses *bleaching* yang digunakan adalah $60\pm 2^\circ\text{C}$, $80\pm 2^\circ\text{C}$, $100\pm 2^\circ\text{C}$ dengan waktu perlakuan yaitu 30 menit dan 60 menit. Waktu proses *bleaching* mulai dihitung setelah suhu larutan mencapai masing-masing $60\pm 2^\circ\text{C}$, $80\pm 2^\circ\text{C}$, dan $100\pm 2^\circ\text{C}$. Setelah proses *bleaching* selesai, residu disaring menggunakan ayakan 250 mesh dan dicuci dengan air hingga pH residu netral, kemudian dikeringkan pada oven dengan suhu $50\pm 2^\circ\text{C}$ selama 24 jam.

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah rendemen (AOAC, 1999), derajat putih dengan metode uji indeks warna (L, a*, b*) menggunakan *color reader* (Weaver, 1996), kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Datta, 1981).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara suhu dan waktu proses *bleaching* berpengaruh tidak nyata ($p>0,05$), sedangkan perlakuan suhu proses *bleaching* berpengaruh sangat nyata ($p<0,01$) dan perlakuan waktu proses *bleaching* berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap rendemen serat sabut kelapa. Nilai rata-rata rendemen serat sabut kelapa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata rendemen (%) serat sabut kelapa pada perlakuan suhu dan waktu proses *bleaching*

Waktu <i>Bleaching</i>	Suhu <i>Bleaching</i>			Rata-rata
	60°C (S ₁)	80°C (S ₂)	100°C (S ₃)	
30 menit (W ₁)	58,51	39,81	36,54	44,96±0,61 ^a
60 menit (W ₂)	56,74	38,52	35,38	43,55±0,59 ^b
Rata-rata	57,63±0,23 ^a	39,17±0,45 ^b	35,96±0,05 ^c	

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

Hasil pada Tabel 1 menunjukkan adanya penurunan nilai rata-rata rendemen pada setiap kenaikan suhu proses *bleaching* menggunakan PAA. Nilai rata-rata rendemen serat sabut kelapa tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu 60°C, yaitu sebesar 57,63±0,23% dan rata-rata terendah pada suhu 100°C, yaitu sebesar 35,96±0,05%. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin meningkat suhu proses *bleaching* maka rendemen yang dihasilkan semakin menurun, sebaliknya semakin rendah suhu proses *bleaching* maka rendemen yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena peningkatan pada suhu proses *bleaching* dapat meningkatkan reaksi pemutusan ikatan pada rantai lignin dan hemiselulosa sehingga semakin banyak komponen yang terdegradasi dan larut pada pemutih sehingga rendemen menurun (Lismeri *et al.*, 2019). Penelitian dengan hasil serupa dilaporkan oleh Sena (Sena *et al.*, 2021) pada kulit buah kakao menggunakan H₂O₂ sebagai agen

bleaching pada variasi suhu proses *bleaching* 60°C, 80°C, dan 100°C dengan hasil rendemen berturut-turut sebesar 22,92±0,30%, 19,33±0,39%, dan 17,29±0,30%.

Perlakuan waktu menunjukkan adanya penurunan nilai rata-rata rendemen pada setiap kenaikan waktu proses *bleaching* menggunakan PAA. Nilai rata-rata rendemen serat sabut kelapa tertinggi diperoleh pada perlakuan waktu 30 menit yaitu sebesar 44,96±0,61%, sementara hasil terendah pada perlakuan waktu 60 menit yaitu sebesar 43,55±0,59%. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin meningkat waktu proses *bleaching* maka rendemen serat sabut kelapa yang dihasilkan akan semakin menurun, sebaliknya semakin rendah waktu proses *bleaching* maka semakin meningkat rendemen yang dihasilkan. Dikutip dari Onggo dan Astuti (2005), hal ini disebabkan karena waktu proses *bleaching* yang lama dapat melarutkan kandungan hemiselulosa, lignin, dan pektin pada media pemutih sehingga menyebabkan rendemen yang dihasilkan menjadi berkurang. Hasil serupa terjadi pada penelitian Arnata *et al.* (2019) yaitu proses *bleaching* dengan waktu 1 jam dan 2 jam pada pelepah sagu menggunakan PAA menghasilkan rendemen yang menurun yaitu dari 45,73% menjadi 26,29%.

Derajat Putih

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara suhu dan waktu proses *bleaching* berpengaruh nyata ($p < 0,05$), sedangkan perlakuan suhu dan waktu proses *bleaching* berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap derajat putih serat sabut kelapa. Nilai rata-rata derajat putih serat sabut kelapa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata derajat putih (%) serat sabut kelapa pada perlakuan suhu dan waktu proses *bleaching*

Waktu <i>Bleaching</i>	Suhu <i>Bleaching</i>		
	60°C (S ₁)	80°C (S ₂)	100°C (S ₃)
30 menit (W ₁)	33,12±0,68 ^d	62,04±0,57 ^c	81,74±0,85 ^b
60 menit (W ₂)	34,04±0,42 ^d	62,79±0,56 ^c	84,77±0,81 ^a

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

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata derajat putih serat sabut kelapa tertinggi dihasilkan pada kombinasi perlakuan suhu 100°C dan waktu 60 menit, yaitu sebesar 84,77±0,81% dengan nilai $L^* = 84,98$, $a^* = -0,22$, dan $b^* = 2,17$. Hasil terendah pada kombinasi perlakuan suhu 60°C dan waktu 30 menit, yaitu sebesar 33,12±0,68% dengan nilai $L^* = 39,13$, $a^* = 15,68$, dan $b^* = 22,01$. Hal ini menunjukkan bahwa semakin meningkat suhu dan waktu proses *bleaching* maka derajat putih yang dihasilkan semakin tinggi, sebaliknya semakin rendah suhu dan waktu proses *bleaching* maka derajat putih yang dihasilkan semakin rendah.

Hasil penelitian Hidayati *et al.* (2019) dan Maharani (2012) menyebutkan bahwa peningkatan suhu dan waktu proses *bleaching* menyebabkan proses oksidasi lignin akan berjalan lebih sempurna terutama dalam mengoksidasi gugus kromofor. Peningkatan derajat putih berbanding terbalik dengan rendemen, namun berbanding lurus dengan kandungan lignin. Rendemen dan kandungan lignin yang tinggi menghasilkan derajat putih yang rendah. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Arnata *et al.* (2019) pada perlakuan waktu 1 jam menghasilkan derajat putih 72,28%, rendemen 45,73%, dan kandungan lignin 8,46%, sementara perlakuan 2 jam menghasilkan derajat putih 77,76%, rendemen 26,29%, dan kandungan lignin 3,44%.

Selulosa

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara suhu dan waktu proses *bleaching*, serta perlakuan suhu dan waktu proses *bleaching* berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kandungan selulosa serat sabut kelapa. Nilai rata-rata kandungan selulosa serat sabut kelapa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata kandungan selulosa (%) serat sabut kelapa pada perlakuan suhu dan waktu proses *bleaching*

Waktu <i>Bleaching</i>	Suhu <i>Bleaching</i>		
	60°C (S ₁)	80°C (S ₂)	100°C (S ₃)
30 menit (W ₁)	56,68±1,16 ^d	71,89±0,28 ^b	82,58±0,14 ^a
60 menit (W ₂)	59,26±0,53 ^c	72,48±0,23 ^b	83,14±0,22 ^a

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

Hasil pada Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kandungan selulosa serat sabut kelapa tertinggi dihasilkan pada kombinasi perlakuan suhu 100°C dan waktu 60 menit, yaitu sebesar 83,14±0,22%, sementara hasil terendah pada kombinasi perlakuan suhu 60°C dan waktu 30 menit, yaitu sebesar 56,68±1,16%. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan waktu proses *bleaching* maka kandungan selulosa yang dihasilkan semakin meningkat, sebaliknya semakin rendah suhu dan waktu proses *bleaching* maka kandungan selulosa yang dihasilkan semakin menurun. Kandungan selulosa hasil *bleaching* yang semakin meningkat akibat perlakuan suhu dan waktu berkaitan dengan kandungan hemiselulosa dan lignin yang dihasilkan, yaitu relatif semakin rendah seperti yang terkonfirmasi pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Hasil penelitian serupa dilaporkan oleh Lismeri *et al.* (2019), yang menyebutkan bahwa peningkatan kandungan selulosa karena perlakuan suhu dan waktu *bleaching* yang semakin meningkat mengakibatkan penurunan pada kandungan lignin dan hemiselulosa. Pada penelitian tersebut, kandungan selulosa tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan suhu 80°C dan waktu 90 menit, yaitu sebesar 48,22%, sementara hasil terendah diperoleh pada kombinasi perlakuan suhu 60°C dan waktu 60 menit, yaitu sebesar 45,36%.

Hemiselulosa

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara suhu dan waktu proses *bleaching*, serta perlakuan suhu dan waktu proses *bleaching* berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kandungan hemiselulosa serat sabut kelapa. Nilai rata-rata kandungan hemiselulosa serat sabut kelapa dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata kandungan hemiselulosa (%) serat sabut kelapa pada perlakuan suhu dan waktu proses *bleaching*

Waktu <i>Bleaching</i>	Suhu <i>Bleaching</i>		
	60°C (S ₁)	80°C (S ₂)	100°C (S ₃)
30 menit (W ₁)	20,13±0,24 ^a	10,56±0,32 ^b	7,72±0,15 ^c
60 menit (W ₂)	19,56±0,33 ^a	7,24±0,19 ^c	6,60±0,51 ^d

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

Hasil pada Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kandungan hemiselulosa serat sabut kelapa tertinggi dihasilkan pada kombinasi perlakuan suhu 60°C dan waktu 30 menit, yaitu sebesar 20,13±0,24%, sementara hasil terendah pada kombinasi perlakuan suhu 100°C dan waktu 60 menit, yaitu sebesar 6,60±0,51%. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan waktu proses

bleaching maka kandungan hemiselulosa yang dihasilkan semakin rendah, sebaliknya semakin rendah suhu dan waktu proses *bleaching* maka kandungan hemiselulosa yang dihasilkan semakin meningkat.

Perlakuan suhu dan waktu *bleaching* yang semakin tinggi mengakibatkan kandungan hemiselulosa serat sabut kelapa yang tereduksi semakin banyak. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Lismeri *et al.* (2019) menggunakan bahan limbah batang pisang yang menghasilkan kandungan hemiselulosa tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan suhu 60°C dan waktu 60 menit, yaitu sebesar 35,51%, sementara hasil terendah diperoleh pada kombinasi perlakuan suhu 80°C dan waktu 90 menit, yaitu sebesar 33,64%.

Lignin

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara suhu dan waktu proses *bleaching*, serta perlakuan suhu dan waktu proses *bleaching* berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kandungan lignin serat sabut kelapa. Nilai rata-rata kandungan lignin serat sabut kelapa dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata kandungan lignin (%) serat sabut kelapa pada perlakuan suhu dan waktu proses *bleaching*

Waktu <i>Bleaching</i>	Suhu <i>Bleaching</i>		
	60°C (S ₁)	80°C (S ₂)	100°C (S ₃)
30 menit (W ₁)	17,60±0,23 ^a	8,83±0,57 ^c	7,58±0,34 ^d
60 menit (W ₂)	15,12±0,48 ^b	8,27±0,43 ^{cd}	4,23±0,55 ^e

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

Hasil pada Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kandungan lignin serat sabut kelapa tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu 60°C dan waktu 30 menit, yaitu sebesar 17,60±0,23%, sementara hasil terendah pada perlakuan suhu 100°C dan waktu 60 menit, yaitu sebesar 4,23±0,55%. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan waktu proses *bleaching* maka kandungan lignin yang dihasilkan semakin rendah, sebaliknya semakin rendah suhu dan waktu proses *bleaching* maka kandungan lignin yang dihasilkan semakin meningkat.

Semakin tinggi suhu dan semakin lama proses pemanasan, maka kecepatan reaksi delignifikasi pada proses *bleaching* akan semakin meningkat, sehingga lignin yang terkandung semakin sedikit (Coniwanti *et al.*, 2015; Jayanudin *et al.*, 2010). Pada penelitian Ronie (2011) menyebutkan bahwa semakin tinggi suhu, maka proses pembentukan gugus anion perhidroksil (OOH⁻) akan semakin cepat sehingga dapat berpengaruh pada proses penghilangan kandungan lignin dalam serat. Semakin rendah kandungan lignin maka kandungan hemiselulosa cenderung menurun yang terkonfirmasi pada Tabel 4, sebaliknya kandungan selulosa semakin meningkat yang terkonfirmasi pada Tabel 3. Hasil ini serupa dengan penelitian Coniwanti *et al.* (2015) pada bubur kertas bekas menggunakan larutan H₂O₂ menunjukkan hasil kandungan lignin tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan suhu 70°C dan waktu 30 menit, yaitu sebesar 0,13%, sementara hasil terendah diperoleh pada kombinasi perlakuan suhu 90°C dan waktu 90 menit, yaitu sebesar 0,09%.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Suhu proses *bleaching* berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, derajat putih, kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin serat sabut kelapa. Waktu proses *bleaching* berpengaruh sangat

nyata terhadap derajat putih, kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin, serta berpengaruh nyata terhadap rendemen serat sabut kelapa. Interaksi antara suhu dan waktu proses *bleaching* berpengaruh sangat nyata terhadap derajat putih, kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin serat sabut kelapa, namun berpengaruh tidak nyata terhadap rendemen serat sabut kelapa. Perlakuan terbaik proses *bleaching* menggunakan asam perasetat untuk menghasilkan selulosa serat sabut kelapa dengan karakteristik terbaik, yaitu pada suhu 100°C dan waktu 60 menit. Karakteristik selulosa serat sabut kelapa yang dihasilkan yaitu rendemen 35,38±0,32%, derajat putih 84,77±0,81%, selulosa 83,14±0,22%, hemiselulosa 6,60±0,51%, dan lignin 4,23±0,55%.

Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah peneliti lakukan, maka disarankan proses *bleaching* menggunakan asam perasetat pada suhu 100°C dan waktu 60 menit untuk menghasilkan selulosa serat sabut kelapa dengan karakteristik terbaik. Penelitian mengenai proses *bleaching* menggunakan asam perasetat pada waktu lebih dari 60 menit perlu dilakukan untuk mendegradasi kandungan hemiselulosa dan lignin yang masih tersisa sehingga dapat menghasilkan kandungan selulosa serat sabut kelapa yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. (1999). Official Methods of Analysis (15th Ed.). K. Helrich (Ed.). Virginia.
- Arnata, I.W., Suprihatin, F. Fahma, N. Richana, and T. C. Sunarti. (2019). Cellulose Production from Sago Frond with Alkaline Delignification and Bleaching on Various Types of Bleach Agents. *Oriental Journal of Chemistry*, 35(1), 8–19.
- Asmoro, N.W., Afriyanti, dan Ismawati. 2017. Ekstraksi Selulosa Batang Tanaman Jagung (*Zea mays*) Metode Basa. Prosiding Seminar Nasional Publikasi Hasil-Hasil Pertanian dan Pengabdian Masyarakat. Implementasi Penelitian dan Pengabdian Masyarakat untuk Peningkatan Kekayaan Intelektual:273-278. Semarang, 30 September 2017: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Chattopadhyay, S.N., N.C. Pan, A.N. Roy, K.K. Samanta, and A. Kha. (2020). Two-Step Bleaching of Jute Yarn and Fabric Using Hydrogen Peroxide and Peracetic Acid. *Journal of Natural Fibers*, 19(3), 1159–1167.
- Coniwanti, P., M.N.P. Anka, dan C. Sanders. (2015). Pengaruh Konsentrasi, Waktu dan Temperatur Terhadap Kandungan Lignin pada Proses Pemutihan Bubur Kertas Bekas. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(3), 47–55.
- Datta, R. (1981). Acidogenic fermentation of lignocellulose—acid yield and conversion of components. *Biotechnology and Bioengineering*, 23(9), 2167–2170.
- Elean, S., C. Saleh, dan N. Hindryawati. (2018). Pembuatan Film Biodegradable Dari Pati Biji Cempedak Dan Carboxy Methyl Cellulose Dengan Penambahan Gliserol. *Jurnal Atomik*, 3(2), 122–126.
- Fatriasari, W., N. Masruchin, dan E. Hermiati. (2019). Selulosa: Karakteristik dan Pemanfaatannya. Jakarta: LIPI Press.
- Gunam, I.B.W., N.S. Antara, dan A.A.M.D. Anggreni. (2009). Pemanfaatan Limbah Lignoselulosa sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol dengan Teknik Sel Terimobilisasi. Laporan Penelitian Hibah Strategis Nasional. Tidak Dipublikasikan. Universitas Udayana, Denpasar.
- Gunam, I.B.W., K. Buda, dan I.M.Y.S. Guna. (2010). Pengaruh Perlakuan Delignifikasi dengan Larutan NaOH dan Konsentrasi Substrat Jerami Padi terhadap Produksi Enzim Selulase dari *Aspergillus niger* NRRL A-II, 264. *Jurnal Biologi*, 14(1), 55–61.

- Hidayati, S., Zulferiyenni, dan W. Satyajaya. (2019). Optimasi pembuatan biodegradable film dari selulosa limbah padat rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan penambahan gliserol, kitosan, CMC dan tapioka. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(2), 340–354.
- Hidayati, S. dan A.S. Zuidar. (2010). Kajian Penggunaan Asam Perasetat untuk Pemutihan terhadap Sifat Kimia Pulp Bagasse Hasil Organosolv. *Jurnal Agroekotek*, 2(1), 53–58.
- Hidayati, S., R. Sugiharto, dan A.S. Zuidar. (2019). Karakteristik Pulp Hasil Pemutihan Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Hasil Pemasakan Yang Menggunakan Limbah Lindi Hitam Siklus Ketiga. *Journal of Tropical Upland Resources*, 1(1), 103–108.
- Indahyani, T. (2011). Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa pada Perencanaan Interior dan Furniture yang Berdampak pada Pemberdayaan Masyarakat Miskin. *Jurnal Humaniora*, 2(1), 15–23.
- Jayanudin, R. Hartono, dan N.H. Jamil. (2010). Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Pemutihan Serat Daun Nanas menggunakan Hidrogen Peroksida. Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses 2010, Semarang: Jurusan Teknik Kimia, Universitas Dipone.
- Kurniaty, I., H.H. Ummul, Y. Devi, dan F. M. Isnaini. (2017). Proses Delignifikasi menggunakan NaOH dan Amonia (NH₃) pada Tempurung Kelapa. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(4), 197–201.
- Lismeri, L., Y. Darni, dan M.D. Sanjaya. (2019). Pengaruh Suhu dan Waktu Pretreatment Alkali pada Isolasi Selulosa Limbah Batang Pisang. *Journal of Chemical Process Engineering*, 4(1), 18–22.
- Maharani, D. (2012). Aplikasi Asam Perasetat untuk Menghilangkan Zat Warna pada Kain Jeans. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Departemen Kimia UNAIR, Surabaya.
- Malmiri, H.J., A. Osman, C.P. Tan, and R.A. Rahman. (2011). Evaluation of Effectiveness of Three Cellulose Derivative-Based Edible Coatings on Changes of Physico-Chemical Characteristics of 'Berangan' Banana (*Musa sapientum* CV. Berangan) during Storage at Ambient Conditions. *International Food Research Journal*, 18(4), 1381–1386.
- Mantovan, J., G.A.G. Giraldo, B.M. Marim, J.O.F.K. Kishima, and S. Mali. (2021). Valorization of orange bagasse through one-step physical and chemical combined processes to obtain a cellulose-rich material. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 101(6), 2362–2370.
- Nawangsari, D. (2019). Isolasi dan karakterisasi selulosa mikrokristal dari ampas tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Farmasi Indonesia*, 16(2), 67–72.
- 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(1), 37–43.
- Prasetya, I., S.H. Istiqomah, dan Y. Yamtana. (2016). Pembuatan bioplastik berbahan bonggol pisang dengan penambahan gliserol. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), 73–80.
- Pratiwi, R., D. Rahayu, dan M.I. Barliana. (2016). Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) sebagai Bahan Bioplastik. *Jurnal Sains Dan Teknologi Farmasi Indonesia*, 3(3), 83–91.
- Ronie, A.S. (2011). Studi Proses Bleaching Serat Eceng Gondok sebagai Reinforced Fiber. *Jurnal Ilmiah Faktor Exacta*, 4(4), 282–292.
- Saleh, A., M.M.D. Pakpahan, dan N. Angelina. (2009). Pengaruh Konsentrasi Pelarut, Temperatur dan Waktu Pemasakan pada Pembuatan Pulp dari Sabut Kelapa Muda. *Jurnal Teknik Kimia*, 16(3), 35–44.
- Saota, T.A. (2017). Pengaruh Suhu Bleaching dengan Peracetic Acid pada Semi-refined Carageenan. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Departemen Teknologi Hasil Perairan IPB, Bogor.
- Sena, P.W., G.P. Ganda Putra, dan L. Suhendra. (2021). Karakterisasi selulosa dari kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) pada berbagai konsentrasi hidrogen peroksida dan suhu proses bleaching. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 9(3), 288–299.

- Sofian, M. (2011). Kajian pemutihan pulp acetosolve campuran ampas tebu dan batang pisang menggunakan hidrogen peroksida dalam media asam asetat. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Tamiogy, W.R., A. Kardisa, Hisbullah, dan S. Aprilia. (2018). Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Kulit Buah Pinang sebagai Filler pada Pembuatan Bioplastik. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*, 14(1), 63–71.
- Umaningrum, D., R. Nurmasari, M.D. Astuti, Mardhatillah, A. Mulyasuryani, D. Mardiana. (2018). Isolasi Selulosa dari Jerami Padi menggunakan Variasi Konsentrasi Basa. *Jurnal Sains Dan Terapan Kimia*, 12(1), 25–33.
- Van Dam, J.E.G. (2002). Coir Processing Technologies Improvement of drying, softening, bleaching and dyeing coir fibre or yarn and printing coir floor coverings. Technical Paper (6). Department of Fibres and Cellulose Agrotechnological Research Institute (ATO bv) Wageningen, Netherlands.
- Verma, D., P. Gope, and M.K. Maheshwari. (2012). Coir Fiber Reinforcement and Application in Polymer Composites: A Review. *Journal of Materials and Environmental Science*, 4(2), 263–276.
- Wardani, A.K., I. Kusumawardini. (2012). Pretreatment Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) sebagai Bahan Baku Bioetanol Generasi Kedua. Tesis. Tidak Dipublikasikan. Fakultas Teknologi Pertanian UB, Surabaya.
- Weaver, C. (1996). The Food Chemistry Laboratory. CRC Press, Boca Roton.
- Wildan, A. (2010). Studi Proses Pemutihan Serat Kelapa Sebagai Reinforced Fiber. Tesis. Tidak Dipublikasikan. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Zendrato, H. (2021). Karakterisasi Selulosa Batang Kecombrang Hasil Isolasi dengan Metode Alkali Hidrogen Peroksida – Asam Perasetat. Tesis. Tidak Dipublikasikan. Departemen Pascasarjana Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan IPB, Bogor.
- Zuidar, A.S., S. Hidayati, dan R.J.A. Pulungan. (2014). Kajian Delignifikasi Pulp Formacell dari Tandan Kosong Kelapa Sawit menggunakan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) dalam Media Asam Asetat. *Jurnal Teknologi Industri Dan Hasil Pertanian*, 19(2), 194–204.