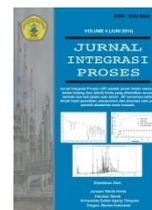




JURNAL INTEGRASI PROSES

Website: <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip>



Submitted : 28 June 2024

Revised : 26 July 2024

Accepted : 6 August 2024

PEMANFAATAN LIMBAH ECENG GONDOK MENJADI SELULOSA ASETAT SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN FILTER MASKER DENGAN METODE PELAT KACA SEDERHANA

Annisa Kurnia Pratiwi*, Sultan Tora Fattahu Majid, Titi Susilowati

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional
"Veteran" Jawa Timur, Surabaya, 60294, Indonesia

*Email: 20031010048@student.upnjatim.ac.id

Abstrak

Pembuatan filter masker dengan memanfaatkan selulosa asetat dari eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) bertujuan untuk mendapatkan bahan alternatif pembuatan filter masker selain kapas. Pemilihan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai bentuk pemanfaatan gulma perairan yang masih sedikit pengolahannya. Faktor perbandingan dalam penelitian ini untuk menghasilkan selulosa asetat yang sesuai dengan standar filter masker adalah kecepatan pengadukan dan waktu asetilasi saat proses asetilasi. Variasi kecepatan pengadukan yang digunakan adalah 350, 450, 550, 650, dan 750 rpm, serta waktu asetilasi pada rentang 15, 20, 25, 30, dan 35 menit. Kadar asetil yang dihasilkan dari selulosa asetat memiliki potensi sebagai bahan pembuatan filter masker dengan rentang 36,5%-42,2%. Penelitian ini berhasil memperoleh kadar asetil yang sesuai dengan standar pembuatan filter masker yaitu 550 rpm selama 15 menit dan 20 menit sebesar 39,45% dan 38,45%. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi kecepatan pengadukan maka kadar asetil yang terbentuk akan semakin kecil. Semakin lama waktu asetilasi maka kadar asetil yang terbentuk akan semakin kecil. Kedua kondisi tersebut berbanding lurus terhadap kadar asetil yang dihasilkan. Selulosa asetat dengan kadar asetil 39,45% dilakukan pencetakan dengan pelat kaca sederhana dan berhasil memperoleh nilai *particle filtration efficiency* (PFE) sebesar 83,6% dan sudah sesuai dengan SNI.

Kata Kunci: Asetilasi; Eceng gondok; Filter masker; Selulosa asetat

Abstract

Making filter masks by utilising cellulose acetate from water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) aims to obtain alternative materials for making filter masks other than cotton. The selection of water hyacinth plants (*Eichhornia crassipes*) here is a form of utilisation of aquatic weeds that are still rarely used. Comparative factors in this study to produce cellulose acetate in accordance with the standard filter mask were the stirring speed and acetylation time. Variation of stirring speed used was 350, 450, 550, 650, and 750 rpm, and acetylation time in the range of 15, 20, 25, 30, and 35 minutes. Acetyl content produced from cellulose acetate has the potential as a material for making filter masks with a range of 36.5% - 42.2%. This study succeeded in obtaining acetyl levels in accordance with the standard of making filter masks at 550 rpm for 15 minutes and 20 minutes at 39.45% and 38.45%. The results showed higher the speed of stirring the acetyl levels formed will be smaller. The longer the acetylation time, the more acetyl levels formed will be smaller. Both conditions are directly proportional to the resulting acetyl levels. Cellulose acetate with an acetyl content of 39.45% was printed with a simple glass plate and managed to obtain a Particle Filtration Efficiency (PFE) value of 83.6%. The efficiency value of this mask filter is in accordance with SNI.

Keywords: Acetylated; Cellulose acetate; Filter mask; Water hyacinth

1. PENDAHULUAN

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tumbuhan yang hidup di permukaan air khususnya di daerah Kali Tempel, Kecamatan Krian, Kabupaten Sidoarjo. Tumbuhan dengan pertumbuhan yang sangat cepat baik secara vegetatif dan generatif dengan melipat ganda dua kali dalam waktu 7–10 hari (Rizkiansyah, 2018). Hal ini menyebabkan eceng gondok menjadi gulma perairan karena begitu banyaknya populasi dari eceng gondok (Kusumawati, 2021). Kandungan yang terdapat di batang eceng gondok yaitu wax (lilin) 1,56%, α -selulosa 69,12%, hemiselulosa 17,9%, dan lignin 12,98%. Pembuatan selulosa asetat dilakukan dengan melakukan isolasi terlebih dulu pada eceng gondok untuk mendapatkan kemurnian α -selulosa yang baik sehingga dapat digunakan menjadi selulosa asetat sebagai bahan pembuatan filter masker.

α -selulosa adalah selulosa rantai panjang yang tidak larut dalam NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan DP lebih besar dari 200. α -selulosa digunakan sebagai perkiraan dan atau penentuan kemurnian selulosa (Mahmood, 2018). Pemilihan α -selulosa dalam pembuatan filter masker karena memiliki struktur kristal yang lebih rapat dan padat dengan serat yang halus, pori-pori yang teratur, dan ukuran yang konsisten yang dapat meningkatkan penyaringan partikel kecil lebih efisien (Gupta, 2019). Kadar α -selulosa sangat berpengaruh pada pembuatan selulosa asetat. Semakin besar kemurniannya, maka akan menghasilkan kadar asetil yang besar karena mutu bahan dalam pembuatan selulosa asetat semakin baik (Nadhila, 2021).

Metode yang digunakan pada proses isolasi α -selulosa yaitu *dewaxing*, delignifikasi, dan *bleaching*. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memperkuat kondisi terbaik dalam proses isolasi α -selulosa, diantaranya Mulyadi (2019) pada proses *dewaxing* menggunakan pelarut organik etanol 95% dan toluena. Kedua pelarut ini akan mengekstraksi senyawa yang terekstraksi berdasarkan sifatnya. Pelarut etanol akan mengekstrak senyawa bersifat polar dan pelarut toluena akan mengekstrak senyawa bersifat non polar. Proses ini dilakukan selama 3 jam sehingga diperoleh kadar terbuang sebanyak 2,38%. Zulfikar (2020) pada proses delignifikasi menggunakan waktu terbaik yang diperlukan selama 40 menit agar lignin dan hemiselulosa tersebut dapat terpisahkan dan larut dalam pelarut NaOH 17,5%, sehingga didapatkan kandungan selulosa sebesar 53,5%, lignin sebesar 2,2%, dan hemiselulosa sebesar 30,2%. Penggunaan larutan basa NaOH untuk membantu pemisahan lignin dari serat selulosa. Larutan NaOH mampu menghilangkan lignin secara selektif tanpa mendegradasi karbohidrat. Natrium Hidroksida (NaOH) terpisahkan menjadi ion Na^+ dan OH^- . Ion Na^+ mengikat lignin membentuk natrium fenolat yang bersifat polar. Gupta (2019) pada proses *bleaching* menggunakan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) meluruhkan lignin secara hidrolisis dan membantu pelarutan lignin untuk pada proses pemutihan. waktu pemasakan pada setiap proses akan berbeda dimana, semakin besar

kadar lignin dan hemiselulosa, maka membutuhkan waktu pemasakan yang lama untuk meluruhkan dinding lignin dan hemiselulosa (Wang, 2021).

Karakteristik selulosa asetat komersial menurut SNI 06-2115 (1991) disebutkan bahwa, selulosa asetat berbentuk padatan putih, tak beracun, tak berasa, dan tak berbau dengan kadar asetil 39–40%. Sedangkan dalam pembuatan membran, benang, dan filter membutuhkan rentang kadar asetil sebesar 36,5–42,2% (Mulyadi, 2019). Pemilihan selulosa asetat dilakukan karena memiliki kualitas sangat baik dengan transparansi yang baik, kekuatan tarik, tahan panas, daya serap air rendah dan mudah terbiodegradasi, sehingga struktur tersebut dapat membantu menyaring partikel-partikel kecil di udara (Suhaimi, 2022). Metode yang digunakan dalam pembuatan selulosa asetat adalah asetilasi dimana proses ini merupakan tahap penggantian gugus hidroksil selulosa dengan gugus asetil baik secara sebagian maupun keseluruhan sehingga dihasilkan produk selulosa asetat dengan variabel peubah waktu asetilasi dan kecepatan pengadukan (Nurnasari, 2017).

Penelitian ini menggunakan metode asetilasi emulsi. Keuntungan dari proses ini adalah asam fosfat encer yang dihasilkan sebagai produk sampingan lebih mudah diperoleh dibandingkan asam asetat encer pada proses lainnya (Rahmatullah, 2020). Terdapat masa aktivasi antara serat selulosa dan asam fosfat sebagai pelarut, serta perlu dilakukan penyesuaian waktu dan suhu aktivasi karena mempengaruhi depolimerisasi serat selulosa pada saat asetilasi. Selain itu, penggunaan asam asetat glasial sebagai zat asetilasi lebih murah dan lebih mudah diperoleh dibandingkan asam asetat anhidrat. (Anjarwati, 2023). Penelitian lain yang telah dilakukan Asparingga (2020) didapatkan bahwa asetilasi dengan emulsi heuser, volume asam asetat sebesar 20 mL didapatkan kadar asetil sebesar 26,69%, namun pada volume asam asetat 40 mL kadar asetil yang didapat sebesar 39,68% dan pada volume asam asetat 60 mL kadar asetil yang didapat 50,87%. Keberhasilan proses ini dapat diketahui dengan melakukan analisis kadar asetil pada selulosa asetat yang terbentuk di serat batang eceng gondok.

Pemanfaatan limbah tanaman eceng gondok menjadi selulosa asetat sebagai bahan pembuatan filter masker belum pernah dilakukan sebelumnya. Tujuan pemanfaatan tanaman eceng gondok ini yaitu untuk mendapatkan bahan alternatif pembuatan filter masker selain kapas dengan mengetahui dan mempelajari pengaruh kecepatan pengadukan dan waktu asetilasi pada pembuatan selulosa asetat. Pemilihan variabel peubah ini dikarenakan kecepatan pengadukan dan waktu asetilasi dapat mempengaruhi seberapa baik asam asetat bercampur dengan substrat dan memastikan kontak yang baik dengan reaktan, serta agar tidak menyebabkan selulosa asetat mengalami degradasi sehingga dapat meningkatkan kadar asetil sesuai dengan standar pembuatan filter masker.

Meninjau dari penelitian terdahulu pembuatan filter masker hanya dilakukan oleh Fitriyano (2016) dengan menggunakan selulosa asetat kulit pisang

menjadi masker asap rokok. Kadar selulosa yang dihasilkan pada penelitian tersebut hanya 11,74% setelah dilakukan isolasi selulosa dengan yield paling tinggi 50% pada waktu reaksi 6 jam pada proses asetilasi. Hal ini menyebabkan masker asap rokok dari kulit pisang memiliki kemampuan penyaringan yang lebih rendah karena kadar selulosa yang rendah. Tanaman eceng gondok memiliki kandungan selulosa 69,12% sebelum dilakukan isolasi selulosa maka dengan adanya penelitian ini, dapat menghasilkan kadar selulosa yang lebih baik, dengan itu dapat meningkatkan kadar asetil sehingga standar pembuatan filter masker akan terpenuhi dan menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi dari penelitian sebelumnya.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah eceng gondok yang diperoleh dari Kali Tempel Jalan Tanjungsari, Desa Badas Kecamatan Krian Kabupaten Sidoarjo. Bahan larutan yang digunakan yaitu hidrogen peroksida (H_2O_2) 3%, natrium hidroksida (NaOH) 17,5% dari Chemindo, akuades, asam asetat glasial (CH_3COOH) 98%, asam fosfat (H_3PO_4) 85% dari Merck, etil eter 99%, aseton (C_3H_6O), toluena 99%, dan etanol 95% dari Chemindo.

2.1 Prosedur Penelitian

Preparasi bahan baku eceng gondok dimulai dengan pencucian lalu eceng gondok dipisahkan dari daun eceng gondok. Batang eceng gondok di potong kecil dengan ukuran 5 cm. Pengeringan dilakukan dengan oven suhu $100^\circ C$ selama 4 jam. Batang eceng gondok kering kemudian dihaluskan dan disaring dengan saringan 50 mesh. Bubuk eceng gondok kemudian dibungkus dengan kertas saring untuk diletakkan pada alat soxhlet.

Proses isolasi selulosa diawali dengan *dewaxing*. 500 mL larutan yaitu toluen 300 mL dan etanol 95% 200 mL diletakkan pada labu leher tiga selama 6 jam dengan suhu *hot plate* $110^\circ C$. Bubuk eceng gondok yang telah di-*dewaxing* warna hijaunya akan luntur dan pelarut pada labu leher tiga akan berubah warna menjadi hijau kehitaman.

Proses dilanjutkan dengan delignifikasi menggunakan 100 mL NaOH 17,5% berat selama 60 menit dengan suhu $70^\circ C$. Padatan kemudian di oven pada suhu $100^\circ C$ dengan waktu 1 jam. Padatan eceng gondok setelah delignifikasi diuji kadar selulosa, hemiselulosa, dan ligninnya. Padatan eceng gondok dari proses delignifikasi dilanjutkan pada proses bleaching dengan penambahan larutan 100 mL H_2O_2 3% pada suhu $90^\circ C$ selama 90 menit. Padatan dikeringkan menggunakan oven dengan waktu 1 jam pada suhu $100^\circ C$. Padatan eceng gondok setelah proses *bleaching* dianalisis selulosa, hemiselulosa, dan ligninnya berdasarkan SNI 0444:2009.

Setelah mendapatkan kemurnian yang cukup baik, dilanjutkan dengan pembuatan selulosa asetat melalui proses asetilasi. Padatan eceng gondok ditambahkan dengan asam fosfat 85% sebanyak 100 mL dan asam asetat glasial 98% sebanyak 60 mL kemudian

dipanaskan pada suhu $45^\circ C$. Kecepatan pengadukan yang digunakan yaitu 350, 450, 550, 650, 750, dan waktu asetilasi 15, 20, 25, 30, dan 35 menit. Setiap variasi akan ditambahkan dengan etil eter 99% sebanyak 10 mL dengan suhu $55^\circ C$ selama 10 menit sebagai presipitasi. Padatan yang telah dicuci dengan akuades 100 mL kemudian dikeringkan di oven dengan suhu $100^\circ C$ selama 1 jam. Hasil selulosa asetat dilakukan analisis kadar asetil berdasarkan ASTM D871-96, serta analisis FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk mengetahui keberadaan selulosa asetat yang dibentuk yang telah tersubstitusi dari selulosa murni menjadi selulosa asetat.

Kadar asetil yang sesuai untuk diaplikasikan pada filter masker yaitu 36,5–42,2 % dengan derajat substitusi 2,2–2,7 (Mulyadi, 2019). Apabila kadar asetil sudah memenuhi dari persyaratan dalam pembuatan filter masker, maka selulosa asetat dapat diaplikasikan menjadi filter masker. Selulosa asetat ditambahkan dengan larutan aseton 10 mL hingga menjadi larutan dope kemudian dapat dicetak di atas pelat kaca sederhana dan dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari selama 1–4 jam. Kondisi filter masker yang telah kering memiliki bau aseton sedikit. Perlakuan terakhir pada masker dengan melakukan pencucian dan perendaman kembali sebanyak 2–3 kali, lalu dijemur di bawah sinar matahari (Davies, 2020) Filter masker kemudian dimasukkan ke dalam masker kain biasa, sebagai filter dari masker kain tersebut, selanjutnya dilakukan uji efisiensi filter.

2.2 Karakteristik Selulosa Asetat Sebagai Bahan Filter Masker

Pembuatan selulosa asetat sebagai bahan pembuatan filter masker, harus diawali dengan melakukan analisis kemurnian dari selulosa asetat. Serat selulosa yang dihasilkan dari proses isolasi limbah eceng gondok harus memenuhi tingkat kemurnian yang baik sehingga dapat dilakukan pembuatan selulosa asetat dengan kadar asetil yang sesuai dengan standar pembuatan filter masker.

2.2.1 Kemurnian selulosa

Analisis kemurnian selulosa diuji sesuai dengan SNI 0444:2009. Pengujian ini meliputi α -selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui apakah kemurnian α -selulosa telah berhasil meningkat dan mengurangi kadar dari lignin dan hemiselulosa.

2.2.2 Kadar asetil

Pengujian ini dilakukan berdasarkan ASTM D871-96. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kadar asetil dalam kondisi terbaik untuk pembuatan filter masker yang sesuai dengan syarat dan karakteristik yang sudah ditentukan. Rumus yang digunakan dalam pengujian ini sebagai berikut:

$$\%Asetil = [(D - C)Na + (A - B)Nb]x \left(\frac{F}{W}\right) \quad (1)$$

Dimana %Asetil adalah nilai persen kadar asetil; A adalah volume dari NaOH untuk titrasi sampel (mL); B adalah volume dari NaOH untuk titrasi blanko (mL); C

adalah volume HCl yang digunakan untuk titrasi sampel (mL); D adalah volume HCl yang digunakan untuk titrasi blanko (mL); Na adalah normalitas dari HCl; Nb adalah normalitas dari NaOH; F adalah nilai 4,305 untuk kadar asetil, dan W adalah bobot sampel.

2.2.3 Efisiensi filter masker

Uji Efisiensi masker bertujuan untuk mengetahui efisiensi filtrasi dari masker tersebut. Analisis dilakukan dengan menggunakan alat kinerja filtrasi masker. Sebagai acuan nilai efisiensi menggunakan SNI EN 14683:2001+A1:2009. Filter masker yang telah dicetak harus memiliki nilai *Particle Filtration Efficiency* (PFE) < 80%. Pengujian PFE dilakukan dengan ASTM *standard method* F2299 melalui penyemprotan partikel aerosol ke masker yang dikenakan pada manekin pada bahan uji dan untuk mengukur seberapa banyak partikel yang berhasil disaring oleh masker.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi selulosa bertujuan untuk mendapatkan kemurnian dari α -selulosa yang baik untuk dilakukan pembuatan selulosa asetat. Berikut ini hasil analisis kandungan batang eceng gondok setelah dilakukan isolasi selulosa.

Tabel 1. Kandungan batang eceng gondok

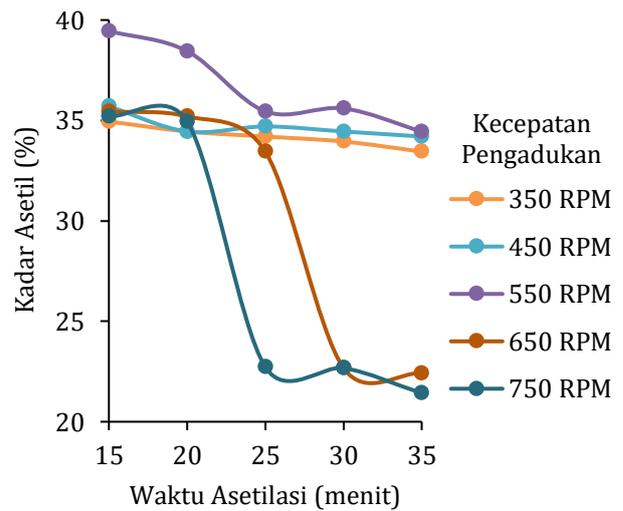
Kandungan	(%)
α -selulosa	92,97
Hemiselulosa	5,36
Lignin	1,71

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa lignin dan hemiselulosa berkurang selama proses isolasi, sedangkan kandungan dari α -selulosa mengalami peningkatan sebesar 92,97%. Hasil ini diperoleh karena batang eceng gondok telah melalui proses isolasi dengan baik, yaitu proses *dewaxing*, *delignifikasi*, dan *bleaching* sehingga dapat mengurangi kandungan hemiselulosa dan lignin pada batang eceng gondok dengan terdegradasinya kandungan hemiselulosa dan lignin melalui pelarut yang digunakan sehingga meningkatkan kemurnian dari α -selulosa. Semakin tinggi kadar α -selulosa, maka semakin baik mutu bahan yang digunakan untuk pembuatan selulosa asetat (Tutus, 2018). Selulosa dengan derajat kemurnian α -selulosa < 92 % dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan filter ataupun industri kertas (Nadhila, 2021). Selulosa yang telah berhasil diisolasi akan dilakukan pembuatan selulosa asetat untuk menghasilkan kadar asetil yang sesuai dengan standar dengan variabel peubah atau faktor pembanding kecepatan pengadukan dan waktu asetilasi.

3.1 Selulosa Asetat Batang Eceng Gondok

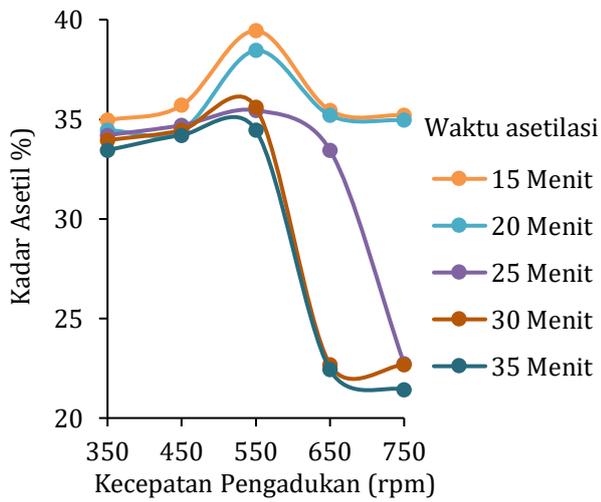
Selulosa asetat batang eceng gondok dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan filter masker, hal ini karena selulosa asetat memiliki sifat tidak mudah terbakar jika dibandingkan dengan selulosa jenis lain seperti

selulosa nitrat. Berdasarkan standar pendukung pembuatan filter masker yaitu kadar asetil dari selulosa asetat dapat menjadikan selulosa asetat menjadi bahan baku pembuatan filter yang memiliki tingkat komersial lebih tinggi. Pengujian kadar asetil dilakukan dengan ASTM D-871. Tujuan dilakukan analisis ini adalah untuk mengetahui kadar asetil yang dapat terbentuk dengan dipengaruhi oleh variabel peubah yaitu waktu pengadukan dan kecepatan pengadukan. Pengaruh variasi kecepatan pengadukan pada berbagai waktu reaksi terhadap kadar asetil disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap kadar asetil

Berdasarkan Gambar 1, kecepatan pengadukan mempengaruhi jumlah asetil yang dihasilkan, dimana kecepatan pengadukan dari 350 sampai 550 rpm cenderung meningkat, sedangkan kecepatan pengadukan di atas 550 rpm menurun secara signifikan pada beberapa waktu asetilasi tertentu. Keadaan ini sesuai dengan teori bahwa kecepatan pengadukan yang terlalu tinggi menghasilkan jumlah asetil yang rendah karena dapat merusak serat selulosa dan terurai bersama pelarut. Hal ini juga terjadi pada penelitian Siswati (2021), dimana kecepatan pengadukan 550 rpm mengalami penurunan pada waktu 10 hingga 35 menit. Kecepatan pengadukan berperan penting pada proses homogenisasi larutan untuk membentuk selulosa asetat, dimana semakin tinggi kecepatan pengadukan maka semakin rendah kandungan asetil yang terbentuk. Pengaruh waktu asetilasi pada berbagai kecepatan pengadukan terhadap kadar asetil disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh waktu asetilasi terhadap kadar asetil

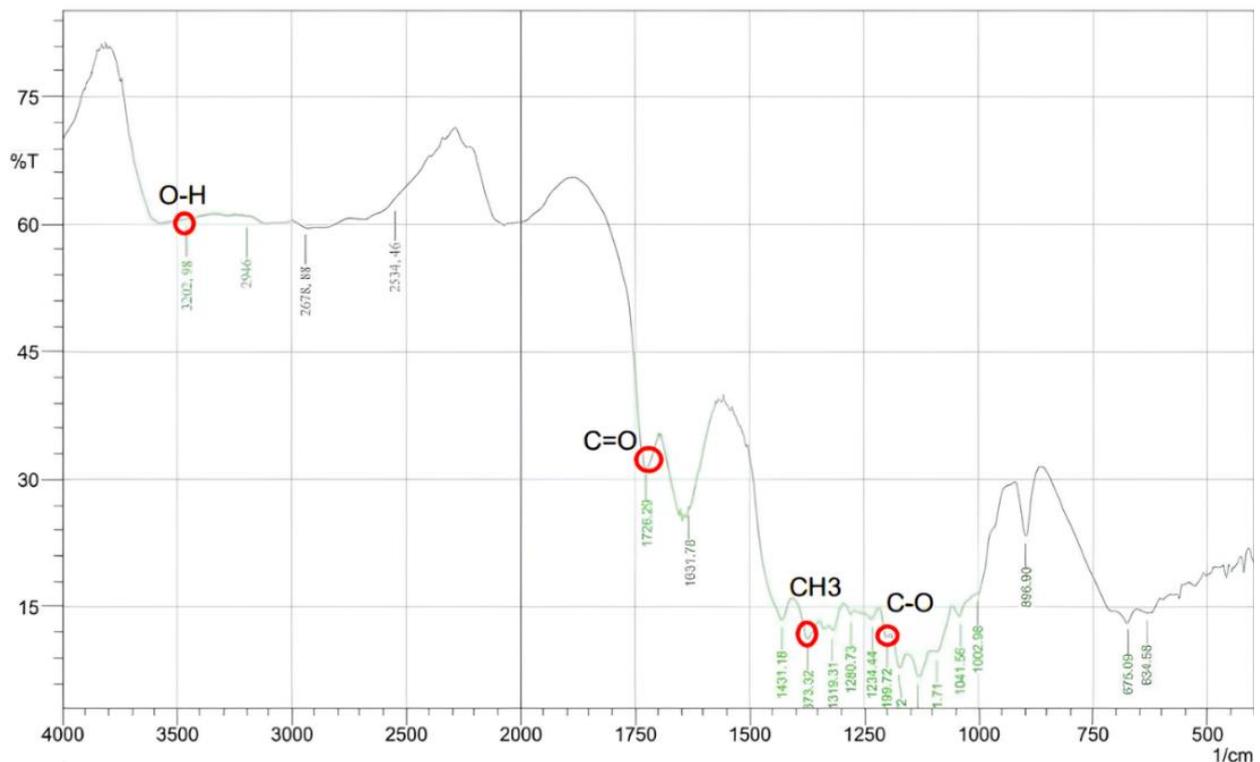
Berdasarkan Gambar 2, waktu asetilasi mempunyai pengaruh yang besar karena semakin lama waktu asetilasi maka selulosa asetat larut dan terurai semakin banyak. Pengamatan ini dibuktikan dengan kondisi waktu asetilasi 15 menit cenderung bertambah atau berkurang ketika waktu asetilasi dari 20 menit menjadi 35 menit. Keadaan selulosa asetat yang dihasilkan relatif baik pada waktu asetilasi 15 menit, sedangkan pada waktu asetilasi 20 dan 35 menit terjadi penurunan namun tidak signifikan, karena jika waktu asetilasi terlalu lama maka asetat menguap dan terjadi dekomposisi yang berlebihan. Keadaan ini sesuai dengan teori dimana waktu asetilasi memegang peranan penting terhadap waktu yang dibutuhkan

larutan untuk membentuk selulosa asetat. Semakin lama waktu asetilasi maka semakin rendah kandungan asetil yang terbentuk karena degradasi dan penguapan yang berlebihan.

Penelitian oleh Asparingga (2020) melakukan asetilasi sabut kelapa dengan volume terbaik dari asam asetat yang digunakan sebanyak 60 mL dengan kadar asetil 50,87% dengan waktu 15 menit dan kecepatan pengadukan 200 RPM, sedangkan pada penelitian ini asetilasi batang eceng gondok dengan volume asam asetat 60 mL berhasil memperoleh kadar asetil yang terbaik 39,45% pada kondisi waktu asetilasi 15 menit dan kecepatan pengadukan 550 RPM. Hasil kadar asetil yang berbeda tersebut dapat dipengaruhi oleh tahapan isolasi selulosa murni yang belum baik, serta bahan baku substrat yang digunakan. Selulosa yang melewati proses asetilasi yang terlalu lama tidak dapat bereaksi sempurna karena memungkinkan terjadi penguapan yang berlebihan, sehingga mengakibatkan bahan yang tersisa menjadi rusak. Selulosa asetat yang awalnya sudah terbentuk pada menit awal dapat menurun karena penambahan waktu pada proses, dan terjadi penguapan berlebihan (Siswati, 2021).

3.2 Analisis *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Analisis gugus asetil dengan metode *fourier transform infrared* (FTIR) untuk mengetahui keberadaan selulosa asetat yang dibentuk dari selulosa murni batang eceng gondok. Analisis gugus asetat (C=O) 1690-1760 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus karbonil pada gugus asetat. Puncak ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan grup asetat dalam selulosa asetat. Gugus (C-O) 1050-1300 cm^{-1} , menunjukkan ikatan antara karbon dan oksigen dalam



Gambar 3. FTIR selulosa asetat eceng gondok

gugus selulosa asetat. Gugus metil (CH₃) 1315-1375 cm⁻¹, menunjukkan keberadaan gugus metil dalam selulosa asetat (Fauziah, 2019). Puncak ini sering terlihat pada senyawa selulosa asetat yang mengandung tingkat substitusi metal yang tinggi. Gugus hidroksil (O-H) 3200-3600 cm⁻¹, menunjukkan adanya gugus hidroksil pada selulosa asetat (Anjarwati, 2023).

Berdasarkan Gambar 3 diperoleh bahwa gugus hidroksil sudah tersubstitusi dengan baik menjadi selulosa asetat. Selulosa asetat komersial memiliki serapan gelombang pada selulosa asetat komersial sebesar 3486 cm⁻¹ (Faizal, 2020). Gugus hidroksil (O-H) yang terdeteksi pada penelitian ini memiliki bilangan gelombang sebesar 3202,98 cm⁻¹ dengan tingkat kedalaman puncak yang cukup rendah dan intensitasnya lemah, maka hasil selulosa asetat eceng gondok mendekati dengan serapan gelombang pada selulosa asetat komersial, hanya saja gugus O-H pada selulosa asetat komersial memiliki serapan yang lebih tinggi dibandingkan selulosa asetat eceng gondok. Hal tersebut dapat membuktikan bahwa gugus O-H yang disubstitusi oleh gugus asetil lebih banyak yang ditandai dengan peningkatan jumlah kadar asetil dan serapan dari bilangan gelombang gugus O-H (Bhattacharjee, 2020).

3.3 Pengaplikasian Selulosa Asetat Menjadi Bahan Filter Masker

Penelitian ini melakukan pengaplikasian selulosa asetat batang eceng gondok sebagai filter masker, dikarenakan selulosa asetat memiliki karakteristik sesuai dengan filter. Selulosa asetat mempunyai kualitas yang sangat baik dengan transparansi yang baik, kekuatan tarik, tahan panas, daya serap air rendah, dan mudah terbiodegradasi (Kusumawati, 2021). Pengaplikasian ini didasarkan pada ketentuan karakteristik selulosa asetat yang dapat digunakan sebagai filter masker yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik selulosa asetat sebagai filter masker

Karakteristik	Nilai
Kadar Asetil	36,5 – 42,2 %
Pelarut	Aseton
Derajat Substitusi	2,2 – 2,7

Karakteristik tersebut menyebutkan bahwa selulosa asetat dengan kadar asetil 36,5–42,2% (Mulyadi, 2019), dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan membran, benang, dan filter. Kadar asetil yang terbaik pada penelitian ini yaitu 39,45% dengan derajat substitusi 2,4. Kadar tersebut telah memenuhi persyaratan pembuatan filter masker. Gambar 4, menunjukkan pembuatan larutan dope selulosa asetat yang sudah dicetak di atas pelat kaca, dan hasil filter setelah dilakukan pengeringan dengan sinar matahari.



Gambar 4. Pencetakan serat selulosa asetat menjadi filter masker dengan pelat kaca sederhana

Filter masker kemudian dilakukan analisis uji efisiensi filter masker sesuai dengan SNI EN 14683:2001+A1:2009. Pengujian dilakukan pada Laboratorium Udara Institut Teknologi Bandung. Berdasarkan hasil pengujian efisiensi filter masker dengan kadar asetil 39,45% memperoleh *particle filtration efficiency* (PFE) sebesar 83,6%, hal ini telah memenuhi standar efisiensi sesuai dengan Standar Nasional Indonesia akan tetapi nilai tersebut berada pada batas minimum efisiensi filter masker yang layak. Peningkatan dan penurunan efisiensi filter masker dapat dipengaruhi oleh karakteristik dari bahan yang digunakan, dan metode yang digunakan dalam pencetakan masker (Lee, 2021). Penelitian ini hanya menggunakan metode pelat kaca sederhana yang menyebabkan permukaan filter masker tidak rata dan masih terdapat beberapa lubang kecil karena pengerjaan dilakukan secara manual. Untuk mendapatkan serat yang lebih rapat, lebih baik menggunakan alat *electrospinning* (Rasekh, 2022).

4. KESIMPULAN

Kandungan selulosa yang terdapat dalam eceng gondok memiliki potensi sebagai bahan pembuatan filter masker, dimana waktu asetilasi dan kecepatan pengadukan berpengaruh pada proses asetilasi pembuatan selulosa asetat batang eceng gondok. Semakin tinggi kecepatan pengadukan maka kadar asetil yang terbentuk akan semakin kecil. Semakin lama waktu asetilasi maka kadar asetil yang terbentuk akan semakin kecil, kedua kondisi tersebut berbanding lurus terhadap kadar asetil yang dihasilkan. Kondisi terbaik didapatkan pada kecepatan pengadukan 550 rpm selama 15 menit dan 20 menit sebesar 39,45% dan 38,45%. Filter masker yang telah dibuat menggunakan selulosa asetat dengan kadar asetil 39,45% berhasil memperoleh nilai *particle filtration efficiency* (PFE) sebesar 83,6%.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada pihak Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur dan semua pihak yang telah memberikan kontribusi terhadap penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan baik.

6. DAFTAR PUSTAKA

Anjarwati, S., M., Meidinariasty, A., & Yerizam. (2023). Sintesis Selulosa Asetat dari Ampas Tebu sebagai

- Bahan Baku Biodegradable Foam. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(4), 7160-7167.
- Asparingga, H., Syahbanu, I., & Alimuddin. (2019). Pengaruh Volume Anhidrida Asetat pada Sintesis Selulosa Asetat dari Sabut Kelapa (*Cocos nucifera* L.). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7(3), 10-17.
- Bhattacharjee, S. (2020). Last-resort strategies during mask shortages: optimal design features of cloth masks and decontamination of disposable masks during the COVID-19 pandemic. *Journal BMJ Respiratory*, 7(10), 1-11.
- Davies, A. (2020). Testing the Efficacy of Homemade Masks. *Journal Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 7(4), 413-418.
- Faizal, M., Jaksen, & Fadarina. (2020). Sintesis Dan Karakterisasi Selulosa Asetat Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Bioplastik. *Jurnal Teknologi Kimia*, 1(1), 1-7.
- Fauziah, A., Rodiansono, R., & Sunardi. (2019). Analysis of Fourier Transforms Infrared Spectroscopy (FTIR) and the Changes In The Colour Of *Imperata Cylindrica* Lignocellulose After Pretreatment Using Diluted Acid. *Jurnal Konversi*, 1(8), 10-17.
- Fitriyano, G., & Abdullah. (2016). Sintesis Selulosa Asetat Dari Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Diaplikasikan Sebagai Masker Asap Rokok. *Jurnal Teknik Kimia*, 9 (1), 1-7
- Gupta. (2019). An Update on Overview of Cellulose. Its Structure and Applications. *IntechOpen. USA*
- Kusumawati, E., & Haryadi. (2021). Ekstraksi Dan Karakterisasi Serat Selulosa Dari Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*). *Jurnal Fluida*, 14(1), 1-7.
- Lee, H. (2021). A Study on Performance and Reusability of Certified and Prices Uncertified Face Masks. *Aerosol and Air Quality Research*, 22(2), 1-12.
- Mahmood, Z. (2018). Lignin as Natural Antioxidant Capacity. *Intechopen. USA*
- Mulyadi, I. (2019). Isolasi dan karakteristik Selulosa: Review. *Jurnal Saintika Unpam*, 1(2), 177-182.
- Nadhila, H. (2021). Identifikasi Jenis Dan Kadar Selulosa Pada Kulit Buah Pinang (*Areca Catechu* L.) Asal Aceh Utara. *Universitas Islam Negeri Ar-Raniry*
- Nurnasari, E. (2017). Karakteristik Kimia Serat Buah, Serat Batang, dan Serat Daun. *Jurnal Buletin Tanaman Tembakau Serat & Minyak Industri*, 9(2), 64-72.
- Rahmatullah, R., Putri, W., & Rainaldi. (2020). Pemanfaatan Limbah Kertas Sebagai Bahan Baku Pembuatan Selulosa Asetat. *Jurnal Teknik Kimia*, 3(26), 108-112.
- Rasekh, M. (2022). Materials analysis and image based modelling of transmissibility and strain behaviour in approved face mask microstructures. *Scientific Reports*, 12(17), 1-17.
- Rizkiansyah, R. (2018). Pengaruh Variasi Konsentrasi Hidrolisis Asam Sulfat Terhadap Sifat Mekanik Plastik Selulosa Diregenerasi Dari Kapas Limbah Tekstil Dengan Pelarut Naoh/ Urea. *Jurnal sains materi Indonesia*, 19(3), 105-112.
- Siswati, D. N., Aprilia N. W., & Ariyani P. E. (2021). Selulosa Asetat Dari Ampas Sagu. *Jurnal Teknik kimia*, 15(2), 90-95.
- Suhaimi, L., Zahra, A., & Pradipta. (2022). The Fabrication of Cellulose Acetate Fiber based on Empty Fruit Bunches (EFB) using Electrospinning Technique. *Journal Kim.Terap Indonesia*, 24(1), 15-22.
- Tutus, A. (2018). Bleaching of Rice Straw Pulps with Hydrogen Peroxide. *Pakistan Journal of Biological Science*, 7(8), 1327-1329.
- Wang, T., & Zhao, Y. (2021). Optimization Of Bleaching Process For Cellulose Extraction From Apple And Kale Pomace And Evaluation Of Their Potentials As Film Forming Materials. *Journal Carbohydrate Polymer*, 1(1), 1-11.
- Zulfikar, A., Putri, K., & Tajalla. (2020). Studi Pengaruh Waktu Alkalisasi pada Ekstraksi Selulosa Berbasis Serat Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *SPECTA Journal of Technology*, 4(2), 1-12.