

Research Paper

Potensi Mikroalga Air Tawar dalam Biodegradasi Masker Sekali Pakai

Potential of Freshwater Microalgae in Biodegradation of Disposable Face Masks

Deviany Deviany^{*a}, Gabriela Nainggolan^a, Luluinaita Br Pelawi^a

^aProgram Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Lampung Selatan 35365

Artikel Histori : Submitted 3 August 2024, Revised 28 October 2024, Accepted 13 November 2024, Online 30 November 2024

 <https://doi.org/10.33096/jcpe.v9i2.1002>

ABSTRAK: Penggunaan masker sekali pakai dapat mengurangi penularan Covid-19 melalui percikan air liur dari penderita yang terinfeksi. Namun penggunaan masker ini menyebabkan timbulnya sampah yang berpotensi melepaskan serat mikroplastik ke lingkungan. Biodegradasi oleh mikroalga air tawar dapat menjadi solusi penanganan limbah masker sekali pakai. Mikroalga diisolasi dari Embung Institut Teknologi Sumatera (ITERA) menggunakan pupuk Walne dan limbah cair nanas (LCN) sebagai media alternatif pertumbuhan. Isolat mikroalga kemudian digunakan untuk mendegradasi potongan masker tiga lapis dengan rasio media Walne:LCN sebesar 1:0, 0:1 dan 1:1 serta media Walne tanpa penambahan isolat sebagai kontrol. Analisis hasil degradasi masker dilakukan dengan metode gravimetri dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Analisis gravimetri menunjukkan terjadinya penurunan massa masker setelah degradasi untuk perlakuan kontrol, 1:0, 0:1, 1:1 secara berturut-turut, yaitu sebesar 0,0004 gram, 0,0054 gram, 0,0088 gram dan 0,0193 gram. Analisis FTIR menunjukkan gugus fungsi baru, yaitu O-H, peningkatan %transmitansi C=C dan penurunan % transmitansi C-H pada masker setelah degradasi. Dapat disimpulkan dari hasil analisis, isolat mikroalga dari Embung C dan Embung Sumatera mampu mendegradasi masker sekali pakai, yang ditandai dengan penurunan massa masker dan perubahan %transmitansi gugus fungsi C=C dan C-H. Penambahan LCN tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap degradasi masker dibandingkan variasi tanpa LCN, dibuktikan dengan hasil FTIR pada variasi 1:1 tidak muncul gugus alkena dan puncak spektrum gugus alkil yang tidak jauh berbeda dengan kontrol.

Kata kunci: biodegradasi; Covid-19; Limbah cair nanas; Masker sekali pakai; Mikroalga

ABSTRACT: The use of disposable face masks can reduce the transmission of Covid-19 through saliva splashes from infected patients. However, the use of these masks causes waste generation that has the potential to release microplastic fibers into the environment. Biodegradation by freshwater microalgae can be a solution to handling disposable face mask waste. Microalgae were isolated from retention ponds in Institut Teknologi Sumatera (ITERA) using Walne fertilizer and pineapple liquid waste (LCN) as alternative growth media. Selected isolate was used to degrade three-ply mask pieces with Walne:LCN media ratios of 1:0, 0:1, and 1:1 as well as Walne media without the addition of isolate as a control. Analysis of the masks degradation results was carried out using gravimetric and *Fourier Transform Infrared* (FTIR) methods. Gravimetric analysis showed a decrease in mask mass after degradation for the control, 1:0, 0:1, 1:1 treatments, which were 0.0004 grams, 0.0054 grams, 0.0088 grams and 0.0193 grams, respectively. FTIR analysis showed new functional groups (O-H), increased C=C, and decreased C-H % transmittance of the masks after degradation. It can be concluded from the analysis that microalgae isolated from ITERA's retention basin was able to degrade disposable masks, which is characterized by a decrease in mask mass and changes in % transmittance of C=C and C-H functional groups. The addition of LCN did not show a significant effect on mask degradation compared to variations without LCN, as evidenced by the FTIR results in the 1:1 variation where no alkene groups appeared and the alkyl group spectrum peaks were not much different from the control.

Keywords: Biodegradation; Covid-19; Pineapple liquid waste; Disposable face masks; Microalgae.

1. PENDAHULUAN

World Health Organization (WHO) secara resmi menetapkan virus corona sebagai penyakit pandemi. Informasi yang ada menyatakan virus corona atau Covid-19 dapat menular melalui dua cara, yaitu dengan kontak langsung dan percikan yang dihasilkan saat sedang batuk atau bersin [1]. Untuk mengurangi terjadinya penularan Covid-19 maka diterapkan protokol kesehatan, seperti pemakaian *hand sanitizer*, menjaga jarak (*social distancing*), dan menggunakan masker [2].

Published by
Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI) Makassar- Sulawesi Selatan
e-mail : jcpe@umi.ac.id

Corresponding Author *
deviany@tk.itera.ac.id



Penggunaan masker sekali pakai (*disposable face mask*) yang semakin meningkat menyebabkan masker banyak dibuang sembarangan pada berbagai tempat. Hal ini dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan, contohnya polusi air dan tanah. Masker sekali pakai umumnya tersusun dari jenis polimer *polypropylene* [3]. Jenis polimer tersebut merupakan salah satu bahan kimia dalam plastik dan memiliki sifat yang sulit untuk terurai [4]. Untuk meminimalisir jumlah limbah masker sekali pakai di lingkungan dapat dilakukan dengan mencari kandidat mikroorganisme pendegradasi polimer dengan biodegradasi [5]. Biodegradasi akan menguraikan senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana tanpa merusak lingkungan [6]. Dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme, maka akan terjadi perubahan struktur penyusunan masker sekali pakai. Mikroorganisme umumnya menghasilkan enzim yang dapat mendegradasi plastik yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH, temperatur, berat dan ukuran molekul substrat [7].

Penelitian mengenai degradasi masker sekali pakai masih jarang dilakukan, sehingga kami mengambil acuan berdasarkan penelitian yang melakukan degradasi polipropilena (PP) menggunakan mikroorganisme. Hal ini dikarenakan polipropilena merupakan bahan penyusun dari masker sekali pakai yang sulit untuk terurai. Berdasarkan beberapa jurnal diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Heliyan et al [8] dijelaskan bahwa mikroplastik polipropilen dapat didegradasi menggunakan mikroalga *Spirulina sp.*, hal tersebut dapat dibuktikan dengan adanya kemunculan gugus baru seperti karbonil, vinil dan hidroksil sebagai efek utama degradasi polipropilen. Selain itu pada penelitian Wajeeha [9], film plastik yang diberi perlakuan dengan mikroalga *Chlorella vulgaris* dapat didegradasi. Hal ini dibuktikan dengan adanya penurunan berat film plastik sebesar 5,57%.

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian dengan judul “Potensi Mikroalga Air Tawar Sebagai Pendegradasi Masker Sekali Pakai (*Disposable Face Mask*)”. Proses degradasi masker akan dilakukan dengan menggunakan isolat mikroalga terpilih dari Embung A, B, C, D dan Sumatera di Institut Teknologi Sumatera (ITERA). Embung A, B, C, D dan Sumatera adalah tempat untuk menampung air dengan ukuran yang lebih kecil dari waduk/bendungan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan mikroalga air tawar dari Embung ITERA dalam mendegradasi masker sekali pakai dan untuk mengetahui pengaruh penambahan Limbah Cair Nanas (LCN) sebagai media pertumbuhan mikroalga terhadap proses degradasi masker sekali pakai. Pemilihan mikroalga sebagai agen biodegradasi dikarenakan mikroalga mudah ditemukan di lingkungan perairan, dapat berkembangbiak dengan cepat, memiliki rentang toksisitas yang luas, dapat meremediasi berbagai jenis limbah, dan bersifat non-patogen [7]. Mikroalga menggunakan limbah sebagai sumber nutrisi dan menggunakan enzim untuk memecah polutan, dimana nitrogen dan fosfor menjadi sumber utama nutrisi [10]. Pada penelitian ini, terdapat dua media pertumbuhan yang digunakan, yaitu Pupuk Walne dan Limbah Cair Nanas. Pupuk Walne merupakan media pertumbuhan yang sudah biasa digunakan untuk kultur mikroalga dengan kandungan N (NaNO_3) sebanyak 100,09 g/L dan P (NaH_2PO_4) sebanyak 20 g/L [11]. Limbah Cair Nanas (LCN) merupakan polutan dengan kandungan bahan organik dan padatan tersuspensi yang tinggi digunakan sebagai media alternatif pertumbuhan mikroalga. Pemanfaatan ini bisa menjadi solusi untuk mengurangi peningkatan limbah yang sebelumnya menyebabkan pencemaran lingkungan [12].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi dan Teknik Kimia, Institut Teknologi Sumatera. Bahan baku yang digunakan, yaitu masker sekali pakai 3 ply (SENSI), air Embung A, B, C, D dan Sumatera ITERA, pupuk walne (Alpha Chemical), Limbah Cair Nanas PT. Great Giant Pineapple. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah aerator (Amara AA-222), neraca analitik (Mettler Toledo), lampu LED putih 32 watt (Hannochs), oven (Mettler), inkubator (Mettler), erlenmeyer 250 mL (PIREX).

2.1. Pretreatment Masker Sekali Pakai

Masker sekali pakai digunting dengan ukuran 1 cm x 1 cm, lalu tali dan penyangga dipisahkan dari masker yang telah digunting, masker dikumpulkan dalam plastik HDPE, kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf dengan temperatur 121°C selama 15 menit dan setelah itu masker disimpan dalam wadah tertutup.

2.2. Isolasi dan Screening Mikroalga

Sampel air embung sebanyak 150 mL dicampur dengan media cair walne sebanyak 30 mL dan 0,5 gram masker dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL lalu ditutup dengan aluminium foil serta *plastic wrap*. Selanjutnya dilakukan aerasi menggunakan aerator selama 7 hari dengan pencahayaan lampu LED 32 watt dengan kondisi 12 jam gelap dan 12 jam terang, setelah proses aerasi selesai dilakukan pemilihan air embung hasil aerasi yang akan diinokulasi pada media agar. Air embung hasil aerasi terpilih dituangkan menggunakan mikropipet sebanyak 1 mL ke dalam cawan petri, lalu media diratakan dengan membentuk pola angka delapan (metode *pour plate*). Setelah rata media agar dituangkan ke dalam cawan petri dan diratakan kembali seperti tahap sebelumnya, selanjutnya media diinkubasi selama 3×24 jam dalam inkubator. Kemudian dipilih mikroalga yang tumbuh dalam media agar dan diambil menggunakan jarum ose, lalu digoreskan di atas *object glass* dan ditambahkan sedikit akuades. Sampel ditutup dengan kaca preparat dan ditetaskan minyak imersi pada permukaan kaca. Setelah itu dilakukan identifikasi dengan mikroskop binokuler dengan perbesaran 100×.

2.3. Adaptasi dengan Media Pertumbuhan Alternatif

Isolat terpilih dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan media LCN serta media cair walne dengan perbandingan 1:5. Selanjutnya dilakukan aerasi menggunakan aerator dengan pencahayaan lampu LED 32 Watt dengan kondisi 12 jam gelap dan 12 jam terang.

2.4. Tahap Degradasi

Media walne dan LCN dimasukkan ke dalam masing-masing erlenmeyer yang berisi isolat mikroalga sesuai dengan rasio walne : LCN, yaitu 1:0 (walne 100 mL), 0:1 (LCN 100 mL), 1:1 (Walne 50 mL : LCN 50 mL) dan kontrol (Walne 100 mL tanpa diberi isolat mikroalga), lalu ditambahkan masker 0,17 gram. Media tersebut diaerasi di bawah pencahayaan lampu LED 32 watt selama 7×24 jam dengan kondisi 12 jam gelap dan 12 jam terang.

2.5. Analisis Gravimetri

Sampel masker yang telah didegradasi dicuci menggunakan aquades selama 10 menit, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 60°C selama 5×24 jam. Untuk mengetahui berat setelah proses degradasi dilakukan penimbangan sampel menggunakan neraca analitik Mettler Toledo. Berat awal sebelum dilakukan degradasi juga ditimbang menggunakan neraca analitik. Setelah dilakukan penimbangan, selanjutnya dilakukan perhitungan massa sampel masker dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{penurunan massa} = \text{massa sebelum degradasi} - \text{massa setelah degradasi} (1)$$

2.6. Analisis Fourier Transform Infra-Red (FTIR)

Sampel masker yang telah didegradasi dicuci menggunakan aquades selama 10 menit, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 60°C selama 5×24 jam. Potongan masker yang telah kering dimasukkan ke dalam *plastic ziplock*. Selanjutnya sampel akan dikirim ke UPT Laboratorium ITERA untuk dianalisis menggunakan Spektrofotometri *Infra-red* dengan rentang frekuensi 4000-600 cm⁻¹. Data hasil analisis kemudian diolah untuk mengetahui pengelompokkan gugus fungsi sesuai bilangan gelombangnya, dimana **Tabel 1** dijadikan sebagai acuan.

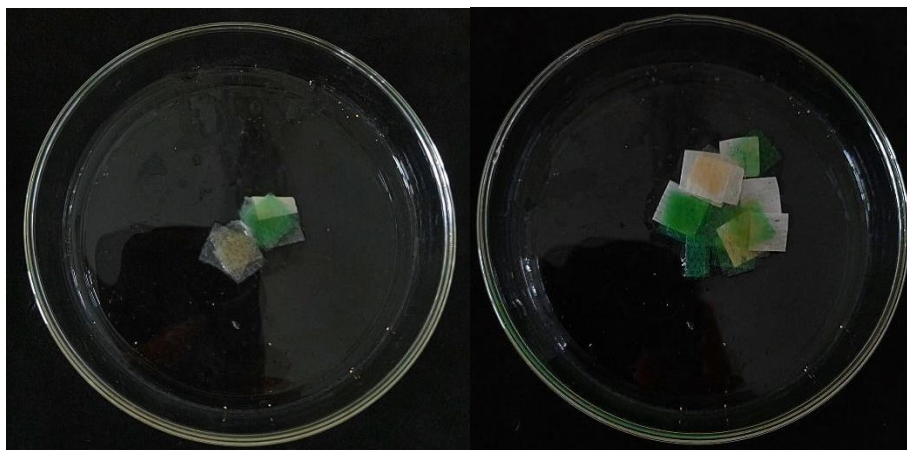
Tabel 1. Data gugus fungsi dan bilangan gelombang [13]

Bilangan Gelombang, cm ⁻¹	Gugus Fungsi	Tipe Senyawa
3650-3200	O-H	Alkohol
3100-3010	C-H	Aromatic rings
3095-3010	C-H	Alkena
2900-2800	C-H	Alkana
1680-1600	C=C	Alkena
1615-1500	C=C	Aromatic rings
1480-1450	C-H	Alkana (-CH ₂)
1370-1365	C-H	Alkana (-CH ₃)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Isolasi dan *Screening* Mikroalga dari Embung Institut Teknologi Sumatera

Sampel air Embung A, B, C, D, dan Sumatera dari Institut Teknologi Sumatera (ITERA) diisolasi untuk mendapatkan isolat mikroalga terpilih. Setelah aerasi selama 7 hari, permukaan sampel masker dari Embung C dan Sumatera ditumbuhi koloni sedangkan Embung A, B, dan D tidak terlihat ada koloni yang tumbuh. Secara makroskopis, koloni yang tumbuh dari Embung C dan Sumatera sama dan memiliki bentuk seperti lumut berwarna hijau kekuningan. Masker dari Embung C dan Sumatera yang ditumbuhi koloni disajikan dalam Gambar 1.

**Gambar 1.** Masker hasil isolasi (a) Embung C, (b) Embung Sumatera

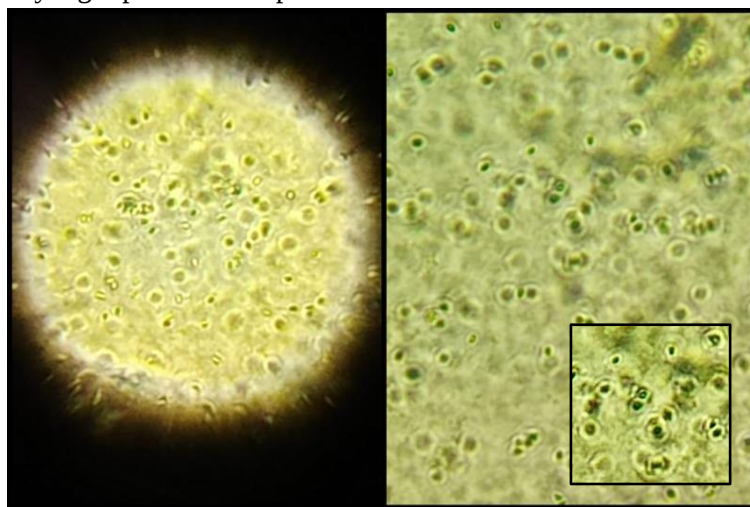
Setelah dilakukan isolasi dan *screening*, isolat terpilih diadaptasi dengan Limbah Cair Nanas. Sebelumnya LCN dianalisis kandungan unsur CNPK di Laboratorium Analisis POLINELA sehingga diketahui kandungan LCN seperti pada **Tabel 2**. Dalam penelitian yang dilakukan Agus dan Arifah [14], diketahui kandungan C, N, P dan K secara berurutan adalah 0,14%; 26,71 ppm; 31,78 ppm; 134,08 ppm.

Tabel 2. Hasil analisis kandungan CNPK LCN

Parameter	Result (%)
Nitrogen	0,05
P-total	<0,02
Kalium	0,18
C-organik	43,13

3.2. Karakterisasi Isolat Mikroalga Terpilih

Sampel air embung yang terpilih kemudian diinokulasi ke media agar dan diinkubasi selama 5×24 jam dengan temperatur 31°C. Inokulan kemudian diamati menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 100×. Hasil pengamatan yang diperoleh terdapat dalam Gambar 2.



Gambar 2. Hasil pengamatan isolat mikroalga terpilih

Berdasarkan karakterisasi secara morfologi, isolat mikroalga terpilih diduga adalah *Chlorella* sp. Dalam buku *Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators* disebutkan *Chlorella* sp merupakan alga hijau berbentuk bulat/elips, dengan satu kloroplas yang hampir mengisi seluruh selnya [15]. Selain itu identifikasi mikroalga secara morfologi oleh Elke et al mendapatkan hasil serupa, yaitu *Chlorella* sp dengan warna hijau dari kloroplas, bentuknya bulat, tidak memiliki flagel dan tidak ada motilitas sel [16]. Dalam penelitian yang telah dilakukan, *Chlorella* sp. memiliki potensi dalam bioremediasi [17], anti-microbial [18], anti-oksidan [19] dan menjadi bahan baku biodiesel serta bioetanol [20]. Wajeeha et al juga membuktikan bahwa *Chlorella vulgaris* mampu mendegradasi jenis polimer *polyethylene terephthalate* dari botol plastik [9].

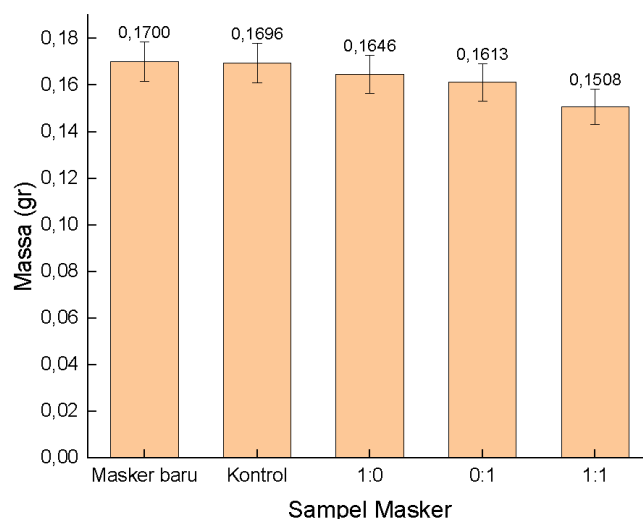
3.3. Degradasi Masker Sekali Pakai dengan Isolat Terpilih dari Embung C dan Sumatera ITERA

Tahapan degradasi masker dilakukan di dalam erlenmeyer dengan variasi rasio media Walne:LCN yaitu 1:0; 0:1; dan 1:1 serta 1:0 sebagai kontrol dengan tanpa penambahan isolat. Degradasi berlangsung selama 7 hari menggunakan aerator dan pencahayaan 12 jam gelap dan 12 jam terang (12:12) dengan lampu LED Hannochs. Setelah degradasi, sampel kemudian dianalisis dengan metode gravimetri dan FTIR.

Dalam analisis gravimetri dilakukan penimbangan massa masker sebelum dan setelah degradasi [9]. Masker baru merupakan masker yang tidak melewati tahapan degradasi sebagai patokan untuk massa masker sebelum degradasi. Hasil analisis gravimetri disajikan dalam Tabel 3 dan Gambar 4.

Tabel 3. Massa masker sebelum dan setelah tahapan degradasi

Sampel	Sebelum Degradasi (gr)	Setelah Degradasi (gr)
Masker baru	0,1700	-
Kontrol	0,1700	0,1696
1:0	0,1700	0,1646
0:1	0,1700	0,1613
1:1	0,1700	0,1508



Gambar 4. Grafik batang analisis gravimetri

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara massa masker dengan perlakuan kontrol tanpa penambahan mikroalga dan dengan mikroalga dalam variasi rasio media pertumbuhan mikroalga Walne (1:0), LCN (0:1) serta Walne:LCN (1:1). Penurunan signifikan pada massa masker terjadi setelah degradasi. Masker variasi kontrol mengalami sedikit penurunan, yaitu 0,0004 gram yang mengindikasikan terjadi degradasi akibat perlakuan fisik seperti pemberian sinar/panas serta gesekan gelombang air dari aerasi [21]. Penurunan massa masker yang sedikit ini dapat dikarenakan tidak ada penambahan isolat mikroalga dalam media degradasi. Variasi 1:0; 0:1 dan 1:1 mengalami penurunan massa secara berurutan sebesar 0,0054 gram, 0,0088 gram dan 0,0193 gram. Dari variasi 1:0 dan 0:1, media yang hanya menggunakan walne memiliki penurunan massa lebih kecil daripada media hanya LCN. Faktor yang dapat mempengaruhi adalah nutrisi dalam media, dimana walne masih memiliki unsur N dan P lebih besar dibandingkan LCN sehingga menyebabkan pertumbuhan biomassa yang lebih optimal terjadi pada variasi 1:0. Hal ini dibuktikan melalui pengamatan mikroskop pada lapisan masker pada Gambar 5.



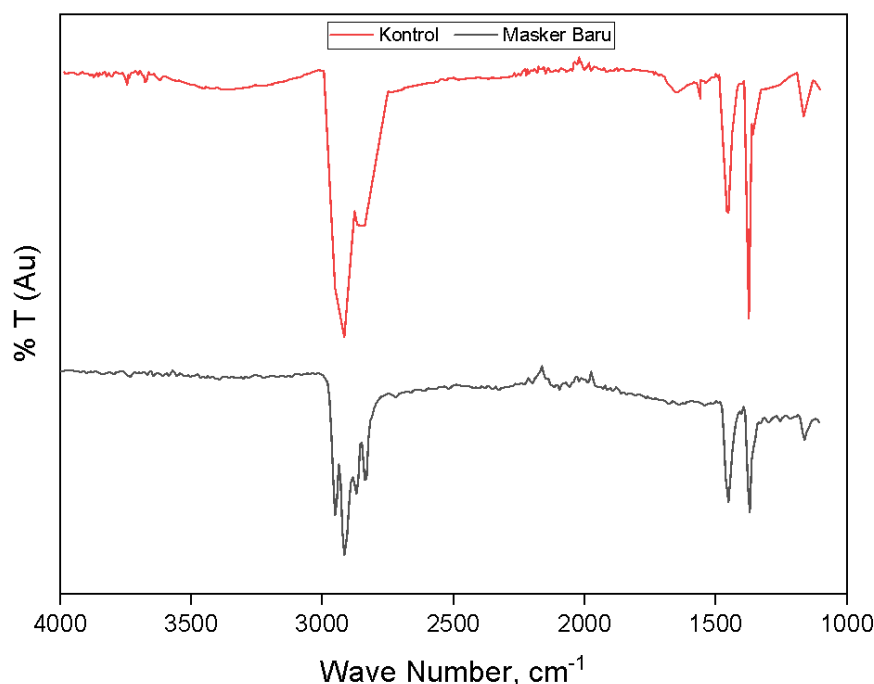
Gambar 5. Hasil pengamatan masker setelah degradasi variasi (a) 0:1 (b) 1:0

Hasil pengamatan masker variasi 0:1 dan 1:0 pada Gambar 5(b) menunjukkan adanya biomassa yang masih menempel pada lapisan masker 1:0, meskipun telah dilakukan pencucian dan pengeringan. Sedangkan variasi 0:1 tidak terlihat ada biomassa yang menempel pada lapisan maskernya. Ini membuktikan bahwa pertumbuhan mikroalga sangat optimal dalam media hanya walne. Biomassa yang masih menempel pada lapisan masker mengakibatkan penurunan massa setelah degradasi lebih kecil. Penurunan massa terbesar

terjadi pada variasi 1:1, yaitu 0,0193 gram. Hal ini dapat disebabkan oleh nutrisi isolat mikroalga yang tercukupi dari media walne dan LCN sehingga pertumbuhan mikroalga optimal pada variasi 1:1. Pertumbuhan yang optimal membuat mikroalga dapat menempel dan mengurai susunan masker. Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi adalah pencucian dan pengeringan yang dilakukan sebelum penimbangan sudah baik.

Penelitian sebelumnya yang melakukan degradasi dengan *Chlorella vulgaris* menunjukkan hasil yang kurang lebih sama. Hasil degradasi menunjukkan bahwa film plastik tanpa penambahan kultur mikroalga tidak terjadi penurunan massa, sedangkan dengan penambahan kultur mikroalga dan perlakuan fisik menghasilkan penurunan massa yang signifikan. Hal ini membuktikan bahwa perlakuan fisik dengan penambahan mikroalga dapat menyebabkan kerusakan struktur film plastik [9].

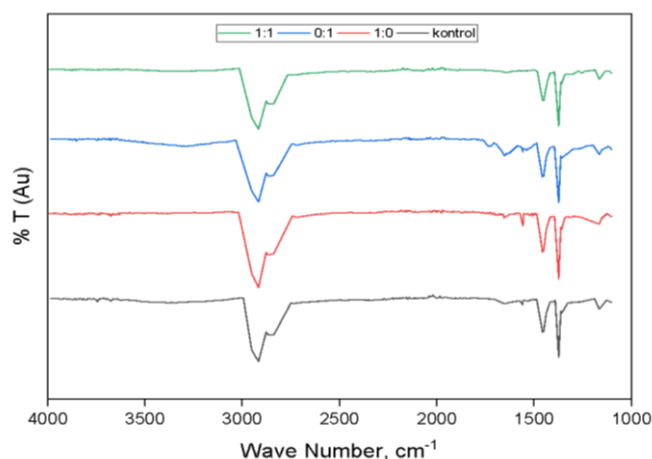
Selain dari penurunan massa masker, indikasi terjadinya degradasi dapat dilihat melalui perubahan gugus fungsi pada analisis FTIR. Hasil analisis FTIR menunjukkan kemunculan atau pergeseran dan perubahan transmitansi gugus fungsi [22], seperti yang tersaji dalam Gambar 6. Analisis FTIR menggunakan lapisan tengah masker, menunjukkan bahwa lapisan tersebut disusun oleh *polypropylene* dengan gugus alkana (C-H) pada bilangan gelombang 3000-2800 cm^{-1} , alkena (C=C) di rentang 1650-1550 cm^{-1} , serta rantai panjang dan berulang alkana (CH_3 dan CH_2) di bilangan gelombang 1455-1300 cm^{-1} . Melalui Gambar 6, terlihat perbedaan yang cukup signifikan pada masker baru dan masker kontrol. Pada masker kontrol terindikasi kemunculan gugus fungsi baru pada rentang bilangan gelombang 3500-3300 dan 1700-1500 cm^{-1} , yaitu gugus hidroksil (O-H) dan gugus alkena (C=C). Selanjutnya, hasil analisis menunjukkan intensitas serapan yang kuat di bilangan gelombang 2900-2700 dan 1660-1550 cm^{-1} , yaitu gugus alkil (C-H).



Gambar 6. Perbandingan hasil FTIR masker baru dan kontrol setelah degradasi

Gambar 7 menampilkan perbandingan antara setiap variasi dan kontrol. Hasil analisis FTIR menunjukkan munculnya gugus hidroksil pada seluruh variasi degradasi. Puncak gugus alkena terlihat muncul untuk variasi 1:0 dan 0:1 sedangkan variasi 1:1 tidak ada kemunculan gugus alkena. Selain itu, perlu diperhatikan bahwa variasi 1:0 memiliki puncak spektrum gugus alkil paling tajam diantara variasi lainnya yang mengindikasikan adanya intensitas serapan kuat gugus alkil pada bilangan gelombang tersebut. Sedangkan variasi 0:1 dan 1:1 terlihat tidak ada perbedaan dengan kontrol. Hal tersebut menunjukkan

penambahan LCN pada walne tidak jauh berbeda daripada variasi kontrol, yang tanpa penambahan isolat mikroalga. Nutrisi utama berupa N dari amonia atau nitrat dan P dari fosfat memiliki peran yang sangat besar terhadap pertumbuhan mikroalga [23]. Semakin banyak unsur N dan P dalam media kultur maka akan semakin tinggi produksi mikroalganya [24]. Hal ini akan berbanding lurus mempengaruhi degradasi masker. Media LCN memiliki unsur N dan P sebesar 26,71 ppm dan 31,78 ppm dibandingkan dengan media walne sebesar 100 g/L dan 20 g/L. Umumnya mikroalga membutuhkan nutrisi N sekitar 0,14-0,7 g/L dan P kisaran 0,015-0,62 g/L [10]. Hasil ini mengindikasikan media LCN tidak mencukupi nutrisi mikroalga untuk pertumbuhan yang optimal.



Gambar 7. Perbandingan hasil FTIR control dan variasi degradasi

Menurut penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Heliyan et al [8], terdapat kemunculan gugus baru seperti karbonil, vinil dan hidroksil sebagai efek utama degradasi polipropilena. Selain itu, degradasi ditunjukkan dengan peningkatan %T gugus alkana yang mengindikasikan penurunan intensitas gugus dan kemunculan gugus alkena. Hasil serupa juga diperoleh dari penelitian Hadiyanto yang menyatakan bahwa terjadi peningkatan konsentrasi karbonil karena degradasi oksidatif HDPE oleh mikroalga dan diikuti kemunculan gugus alkohol primer [25].

4. KESIMPULAN

Melalui penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa isolat mikroalga terpilih dari Embung C dan Sumatera ITERA mampu mendegradasi masker sekali pakai selama 7 hari. Keberhasilan degradasi dapat dibuktikan dengan hasil analisis gravimetri yang menunjukkan penurunan massa masker setelah degradasi. Hasil FTIR juga mengindikasikan kemunculan gugus fungsi hidroksil dan alkena serta intensitas serapan kuat pada gugus alkil. Berdasarkan hasil penelitian ini disimpulkan bahwa penambahan LCN pada media walne tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap degradasi masker, yang dibuktikan dari tidak adanya kemunculan gugus alkena pada variasi 1:1. Selain itu hasil FTIR menunjukkan gugus alkil variasi 1:1 dengan kontrol tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Bhatt, V. Kumar, S. Pande, R. Malik, A. Khamparia, and D. Gupta, "A Review on COVID-19," *Stud. Comput. Intell.*, vol. 924, no. April, pp. 25–42, 2021, doi: 10.1007/978-3-030-60188-1_2.
- [2] R. Rijal, D. Darlin, and M. Haz, "Penerapan Protokol Kesehatan dalam Pelayanan Publik Sebagai Upaya Pencegahan Covid-19 di Kampung Yafdas," *Pengabdi*, vol. 2, no. 1, pp. 66–83, 2021, doi: 10.26858/pengabdi.v2i1.23639.
- [3] A. Khoironi, H. Hadiyanto, E. Hartini, I. Dianratri, F. A. Joelyna, and W. Z. Pratiwi, "Impact of disposable mask microplastics pollution on the aquatic environment and microalgae growth," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 30, no. 31, pp. 77453–77468, 2023, doi: 10.1007/s11356-023-27651-5.

- [4] S. Victory, R. E. Putri, S. Sakhila, S. Desbait Hutagalung, A. Amelia, and A. Fabiani, "The Utilization of Medical Mask Waste as a High-Quality Nanofiber Material: a Review," *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 10, no. 2, pp. 89–94, 2021, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs/article/view/49538>
- [5] A. N. Islami, "Biodegradasi Plastik Oleh Mikroorganisme," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- [6] J. Oliveira *et al.*, "Marine Environmental Plastic Pollution: Mitigation by Microorganism Degradation and Recycling Valorization," *Front. Mar. Sci.*, vol. 7, no. December, 2020, doi: 10.3389/fmars.2020.567126.
- [7] F. S. Purnamawat, T. R. Soeprbowati, and M. Izzati, "Potensi *Chlorella vulgaris* Beijerinck Dalam Remediasi Logam Berat Cd Dan Pb Skala Laboratorium," *Bioma Berk. Ilm. Biol.*, vol. 16, no. 2, p. 102, 2014, doi: 10.14710/bioma.16.2.102-113.
- [8] H. Hadiyanto, A. Khoironi, I. Dianratri, S. Suherman, F. Muhammad, and S. Vaidyanathan, "Interactions between polyethylene and polypropylene microplastics and *Spirulina* sp. microalgae in aquatic systems," *Heliyon*, vol. 7, no. 8, p. e07676, 2021, doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e07676.
- [9] W. Falah *et al.*, "Polyethylene terephthalate degradation by Microalga *Chlorella vulgaris* along with pretreatment," *Mater. Plast.*, vol. 57, no. 3, pp. 260–270, 2020, doi: 10.37358/MP.20.3.5398.
- [10] Y. Andriani, D. F. Shiyam, Z. Hasan, and F. M. Pratiwy, "The Use of Various Natural Fertilizers in the Cultivation of *Chlorella* sp.," *J. Agroqua Media Inf. Agron. dan Budid. Perair.*, vol. 21, no. 1, p. 33, 2023, doi: 10.32663/ja.v21i1.3238.
- [11] M. K. Prihardianto, D. Chilmawati, and Subandiyono, "Pola pertumbuhan *Thalassiosira* sp. pada media walne dengan rasio N/P berbeda," *J. Sains Akuakultur Trop.*, vol. 2, pp. 196–206, 2023.
- [12] L. Triana and A. Sutanto, "PENGARUH LIMBAH CAIR NANAS (LCN) TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN LEMAK *Chlorella* sp.," *J. Lentera Pendidik. Pus. Penelit.*, vol. 1, no. 2, pp. 170–178, 2016.
- [13] A. B. D. Nandiyanto, R. Oktiani, and R. Ragadhita, "How to read and interpret ftir spectroscopy of organic material," *Indones. J. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 97–118, 2019, doi: 10.17509/ijost.v4i1.15806.
- [14] A. Sutanto and A. Qurniani, "Variasi Dosis Pupuk Cair Lcn (Limbah Cair Nanas) terhadap Pertumbuhan Anggrek *Dendrobium* Sp untuk Menyusun Panduan Praktikum," *J. Bioedukatika*, vol. 3, no. 1, p. 1, 2015, doi: 10.26555/bioedukatika.v3i1.4129.
- [15] L. E. Richter, A. Carlos, and D. M. Beber, *Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators*. Oxford: Wiley-Blackwell, 2010.
- [16] E. Gildantia, R. S. Ferniah, A. Budiharjo, A. Supriyadi, M. Zainuri, and H. P. Kusumaningrum, "Identifikasi Spesies Mikroalga dari BBPBAP Jepara secara Morfologi dan Molekuler menggunakan 18S rDNA," *Bul. Oseanografi Mar.*, vol. 11, no. 2, pp. 167–176, 2022, doi: 10.14710/buloma.v11i2.39703.
- [17] E. R. S. Dewi and R. Nuravivah, "Potential of Microalgae *Chlorella vulgaris* As Bioremediation Agents of Heavy Metal Pb (Lead) On Culture Media," *E3S Web Conf.*, vol. 31, pp. 3–6, 2018, doi: 10.1051/e3sconf/20183105010.
- [18] L. P. Acurio *et al.*, "Antimicrobial potential of *Chlorella* algae isolated from stacked waters of the Andean Region of Ecuador," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 151, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1755-1315/151/1/012040.
- [19] S. S. Sawant and V. K. Mane, "Nutritional profile, antioxidant, antimicrobial potential, and bioactives

- profile of chlorella emersonii kj725233,” *Asian J. Pharm. Clin. Res.*, vol. 11, no. 3, pp. 220–225, 2018, doi: 10.22159/ajpcr.2018.v11i3.21990.
- [20] J. L. da Maia *et al.*, “Microalgae starch: A promising raw material for the bioethanol production,” *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 165, pp. 2739–2749, 2020, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.10.159.
- [21] A. Cesaro, F. Pirozzi, A. Zafirakou, and A. Alexandraki, “Microplastics in sewage sludge destined to anaerobic digestion: The potential role of thermal pretreatment,” *Chemosphere*, vol. 309, p. 136669, Dec. 2022, doi: 10.1016/J.CHEMOSPHERE.2022.136669.
- [22] E. Dwicania, J. T. Lingkungan, A. Lanskap, and T. Lingkungan, “Biodegradasi Limbah Plastik Oleh Mikroorganisme,” 2014.
- [23] J. I. Nurdiana, N. Candrahanifa, N. Kamilalita, and E. N. Hidayah, “Perbandingan Antara Mikroalga Chlorella sp dan Spirulina plantesis dalam Penurunan Nitrat Fosfat pada Air Limbah Domestik Menggunakan Oxidation Ditch Algae Reactor (Odar),” *Pros. ESEC*, vol. 2, no. 1, pp. 14–19, 2021.
- [24] R. Rubiyah, M. Muliani, M. Mahdaliana, R. Rusydi, and M. Mainisa, “Application of liquid organic fertilizer from wild banana stem waste (*Musa acuminata*) and coconut husk as a culture medium for *Spirulina platensis*,” *Acta Aquat. Aquat. Sci. J.*, vol. 10, no. 3, p. 235, 2023, doi: 10.29103/aa.v10i3.12200.
- [25] H. Hadiyanto, A. Khoironi, I. Dianratri, K. Huda, S. Suherman, and F. Muhammad, “Biodegradation of oxidized high-density polyethylene and oxo-degradable plastic using microalgae *Dunaliella salina*,” *Environ. Pollut. Bioavailab.*, vol. 34, no. 1, pp. 469–481, 2022, doi: 10.1080/26395940.2022.2128884.