
ANALISIS MEKANIK LEMBARAN PLASTIK HASIL PENGOLAHAN LIMBAH MASKER MEDIS TIGA LAPIS DENGAN VARIASI BERAT

Ahmad Satria Budiman*, Rina Afiani Rebia, Febrianti Nurul Hidayah,
Dwi Wulan Septyan, Syifa Ainul Isla

Program Studi Rekayasa Tekstil, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,5 Umbulmartani, Ngemplak, Sleman, DIY 55584

*Email: as.budiman@uui.ac.id

Abstrak

Penggunaan masker sekali pakai terkait pandemi Covid-19 di satu sisi melindungi pemakainya dari virus, namun di lain sisi menimbulkan permasalahan terhadap lingkungan. Oleh karena itu, dilakukan sejumlah upaya daur ulang limbah masker, salah satunya dengan mengolahnya menjadi material baru, seperti produk interior, bijih plastik, dan adsorben pada limbah cair industri laundry. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat mekanik lembaran plastik hasil pengolahan limbah masker sekali pakai jenis masker medis tiga lapis (3 ply) dengan variasi berat. Metode yang digunakan adalah tekan panas (hot press) dengan variasi berat 10 gr, 20 gr, 30 gr, 40 gr, 50 gr, dan 60 gr. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik, mulur, dan ketebalan sampel. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa pertambahan berat meningkatkan kekuatan tarik, mulur, dan ketebalan. Sampel dengan berat 10 gr memiliki kekuatan tarik, mulur, dan ketebalan terendah, yaitu masing-masing 0,001 MPa, 0,311%, dan 0,143 mm. Sedangkan sampel dengan berat 60 gr memiliki kekuatan tarik, mulur, dan ketebalan tertinggi, yaitu masing-masing 0,023 MPa, 1,155%, dan 0,837 mm.

Kata kunci: mulur, ketebalan, kekuatan tarik, limbah masker, tekan panas

PENDAHULUAN

Polipropilena (*polypropylene*) merupakan polimer jenis termoplastik yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Aplikasinya antara lain pada serat dan kain nirtenun, lembaran plastik, botol plastik, perlengkapan rumah tangga, plastik pembungkus, perangkat medis, elemen elektronik, hingga komponen otomotif. Karakter utama dari polimer termoplastik adalah meleleh/melunak saat dipanaskan dan mengeras saat didinginkan dimana hal ini dapat menjadi kelebihan tersendiri dalam proses manufaktur polimer seperti ekstrusi (*extrusion*) dan cetak injeksi (*injection moulding*). Selain itu, hal yang juga menjadi kelebihan lain dari karakter tersebut adalah daur ulang terhadap produk polimer termoplastik bisa untuk dilakukan meskipun dapat menyebabkan penurunan sifat. Taktisitas polipropilena ditemukan dalam bentuk isotaktik, sindiotaktik, dan ataktik. Sejumlah sifat umum dari polipropilena isotaktik ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini (Maddah, 2016).

Tabel 1. Sifat-sifat Umum Polipropilena Isotaktik

Jenis Sifat	Unit Satuan	Nilai
Massa Jenis	g/cm ³	0,91-0,94
Kuat Tarik	MPa (N/mm ²)	22,06-34,47
Mulur	%	3-700
Suhu Transisi Gelas (Tg)	°C	140-150
Titik Leleh (Tm)	°C	160-166
Volume Spesifik	cm ³ /lb	30,4-30,8

Sumber: Maddah, 2016

Masker sekali pakai yang dikenal dengan masker medis atau masker bedah (*surgical mask*) sudah umum digunakan masyarakat sebagai alat pelindung diri terkait pandemi Covid-19. Masker medis ini pada umumnya terdiri dari tiga lapisan (3 *ply*) berjenis material poliolefin yang sebagian besar adalah polipropilena dalam bentuk kain nirtenun (*nonwoven fabric polypropylene*). Ketiga lapisan tersebut terdiri atas lapisan dalam untuk menyerap cairan dari mulut dan hidung, lapisan tengah untuk menangkal bakteri dan partikel-partikel lain, serta lapisan luar atau depan yang

bersifat hidrofobik dan biasanya diberi variasi warna agar lebih menarik. Diketahui bahwa karakteristik masker di pasaran memiliki standarisasi yang hampir sama, baik yang dijual relatif mahal maupun terbilang murah. Perbedaan harga jual bukan menunjukkan kualitas filter, melainkan karena faktor eksternal seperti karet masker, tampilan kemasan, dan lain-lain (Rahmayanti dkk., 2018).

Penggunaan masker sekali pakai menimbulkan dilema. Di satu sisi, masker dapat melindungi penggunanya dari paparan virus, namun di lain sisi, limbah masker merugikan lingkungan. Menurut laporan dari Oceans Asia sebuah lembaga nonprofilt di bidang konservasi laut, sebanyak 1,6 miliar masker bekas yang setara 5,5 ribu ton sampah plastik atau 7% pusaran sampah Pasifik berakhir di lautan. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan limbah masker di antaranya menyiapkan tempat sampah khusus oleh pihak berwenang, membuat inovasi masker sekali pakai yang lebih ramah lingkungan, dan mengolah limbah masker itu sendiri (Katadata, 2021). Sejumlah penelitian tentang pengolahan limbah masker telah dilakukan. Dengan mencacah limbah masker menjadi serpihan yang berukuran lebih kecil, lalu mengeksplorasinya dengan teknik material komposit, daur ulang kertas, dan pemanasan, limbah masker dapat diolah menjadi material interior dengan ketahanan kuat seperti terhadap api dan beban (Tantiono dan Kattu, 2022).

Melalui uji spektrofotometer FT-IR, diketahui bahwa masker sekali pakai tiga lapis yang banyak beredar di pasaran merupakan polipropilena isotaktik. Limbah masker tersebut dapat didaur ulang dengan cara desinfeksi menggunakan NaOCl 0.5%, pembilasan dengan air, pemisahan masker dan tali masker, dan pengeringan dalam oven suhu 80°C. Setelah itu, limbah masker dapat dijadikan bijih plastik (*recycled-plastic pellets*) melalui proses ekstrusi pada suhu 180°C dengan kecepatan 100 rpm dan pemotongan dengan panjang 3-5 mm. (Saraswaty dkk., 2021). Limbah masker juga dapat diolah bersama plastik polietilena untuk menjadi adsorben guna menurunkan kandungan fosfat dan deterjen yang melebihi standar baku mutu pada limbah cair industri *laundry*. Pengolahan yang dimaksud dilakukan dengan cara pencucian menggunakan air, pemotongan menjadi ukuran kecil, pengeringan dalam oven suhu 110°C, pembakaran pada suhu 350°C selama 2 jam, serta aktivasi menggunakan HCl 1M dan pencucian dengan aquades (Silalahi dan Hendrasarie, 2021).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk menguji coba teknik lain pengolahan limbah masker dan melakukan analisis sifat mekanik dari material baru yang dihasilkan. Teknik yang digunakan di sini adalah tekan panas (*hot press*) untuk terlebih dahulu melelehkan limbah masker dan mendinginkannya menjadi lembaran plastik. Adapun variasi berat dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat mekanik yang terdiri dari kekuatan tarik, mulur, dan ketebalan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah baskom/ember, mesin cuci, gunting, timbangan digital, penggaris, alat *hot press*, sarung tangan tahan panas, dan *timer*. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah masker sekali pakai jenis masker medis tiga lapis dengan lapisan luar berwarna biru dan hijau yang dikumpulkan dari SMK Muhammadiyah 2 Sleman, sabun cuci pakaian (sabun colek), dan kertas alumunium.

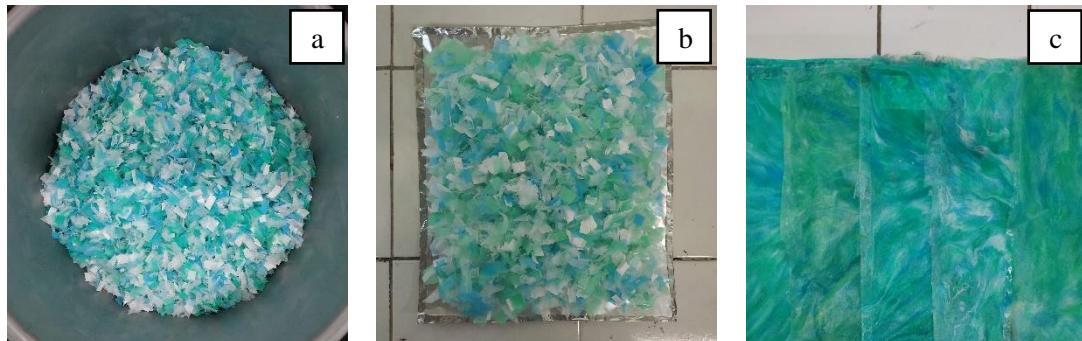
Variabel Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Tekstil Fungsional, Program Studi Rekayasa Tekstil FTI UII. Terdapat tiga variabel penelitian, yaitu variabel bebas, variabel kontrol/tetap, dan variabel terikat. Adapun variabel bebas berupa berat potongan sampel limbah masker dengan variasi A (10 gr), variasi B (20 gr), variasi C (30 gr), variasi D (40 gr), variasi E (50 gr), dan variasi F (60 gr). Sedangkan variabel kontrol adalah suhu 200°C, tekanan 100 bar, dan waktu 5 menit. Kemudian untuk variabel terikat dalam penelitian ini adalah kuat tarik, mulur, dan ketebalan sampel.

Pembuatan Sampel

Limbah masker yang telah dipisahkan antara masker dan talinya dicuci menggunakan sabun colek. Limbah masker direndam selama 30 menit, dikucek, dibilas, diputar di mesin cuci (*spin*),

dan dikeringkan di bawah terik sinar matahari. Limbah masker yang telah kering dipisahkan menjadi tiga lapis, yaitu lapisan dalam, tengah, dan luar, lalu dipotong-potong kecil. Potongan tersebut kemudian ditimbang dengan variasi berat yang telah ditentukan. Cetakan dari kertas alumunium foil dibuat dengan ukuran 25 cm x 25 cm yang setiap sisinya dilipat untuk menjadi pembatas agar lelehan tidak meluber. Potongan limbah masker yang telah ditimbang lalu diletakkan dan diratakan di atas cetakan. Kertas alumunium foil berukuran serupa diletakkan di atasnya kemudian potongan limbah masker dimasukkan ke alat *hot press* dengan suhu 200°C dan tekanan 100 bar selama 5 menit.



Gambar 1. Langkah Pembuatan Sampel: (a) Limbah masker yang telah dipotong-potong kecil, (b) Potongan limbah masker di atas cetakan alumunium foil untuk dimasukkan ke alat *hot press*, dan (c) Material baru berupa lembaran plastik yang dihasilkan dari alat *hot press*.

Pengujian Sampel

Pengujian dalam penelitian ini dilakukan di Laboratorium Manufaktur dan Pengujian Tekstil, Program Studi Rekayasa Tekstil FTI UII. Sampel lembaran plastik dilakukan uji kekuatan tarik dan mulur menggunakan alat *tensile tester* dengan spesifikasi Mesdan Lab Model Tenso 300 Tipe 168E. Parameter yang digunakan antara lain *tension length* 150 mm, *test speed* 296,15 mm/min, dan *load cell* 300 N. Sampel dipotong berukuran 2,5 cm x 20 cm, lalu diletakkan pada klem penjepit. Setelah pengaturan pada komputer, penarikan sampel dimulai dan berlangsung hingga putus. Pengujian ini dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Sampel lembaran plastik dari limbah masker medis juga dilakukan uji ketebalan menggunakan alat *thickness gauge tester* dengan spesifikasi YG 1410. Sampel diletakkan pada bagian penjepit dan hasilnya akan muncul di layar. Pengujian ini dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan melalui beberapa sisi sampel di tempat yang berbeda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kekuatan Tarik dan Mulur

Pengujian kuat tarik dan mulur pada sampel lembaran plastik hasil pengolahan limbah masker medis tiga lapis bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik maksimal yang dapat dialami sampel dalam setiap perlakuan tekan panas pada suhu 200°C dan tekanan 100 bar selama 5 menit dengan variasi berat A (10 gr), B (20 gr), C (30 gr), D (40 gr), E (50 gr), dan F (60 gr). Pada pengujian ini diperoleh data yang merupakan nilai rata-rata dari pengulangan yang dilakukan dalam pengujian sampel sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Nilai Uji Kekuatan Tarik dan Mulur

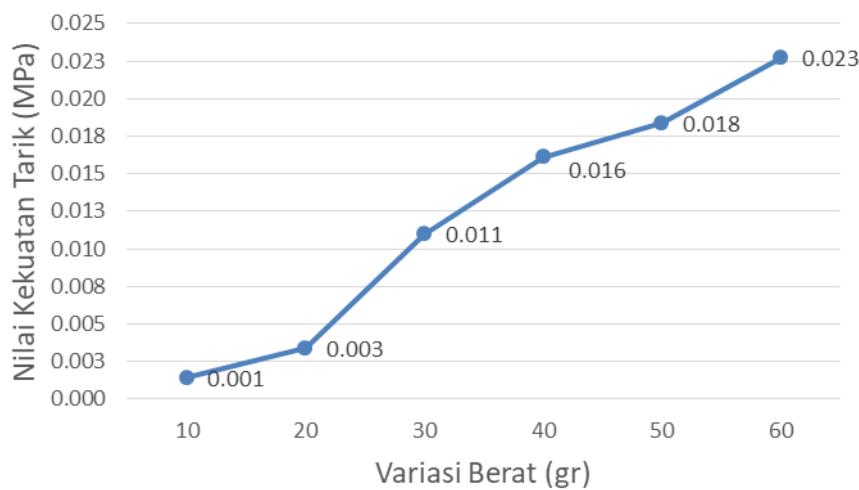
Kode Sampel	Variasi Berat (gr)	Nilai Kekuatan (N)	Nilai Kemuluran (%)
A	10	7,194	0,311
B	20	17,004	0,405
C	30	54,936	0,804
D	40	80,442	1,089
E	50	91,887	1,133
F	60	113,469	1,155

Oleh karena data yang diperoleh dari instrumen pengujian satunya adalah Newton (N), maka perlu dilakukan perhitungan lebih lanjut untuk mengetahui nilainya dalam satuan MPa (N/mm^2). Pada penelitian yang dilakukan oleh Prasojo (2017), kekuatan tarik atau tegangan penting diketahui untuk memahami bagaimana perilaku akhir dari suatu produk atau material. Kekuatan tarik dalam satuan MPa dapat dihitung menggunakan rumus atau persamaan 1 sebagai berikut:

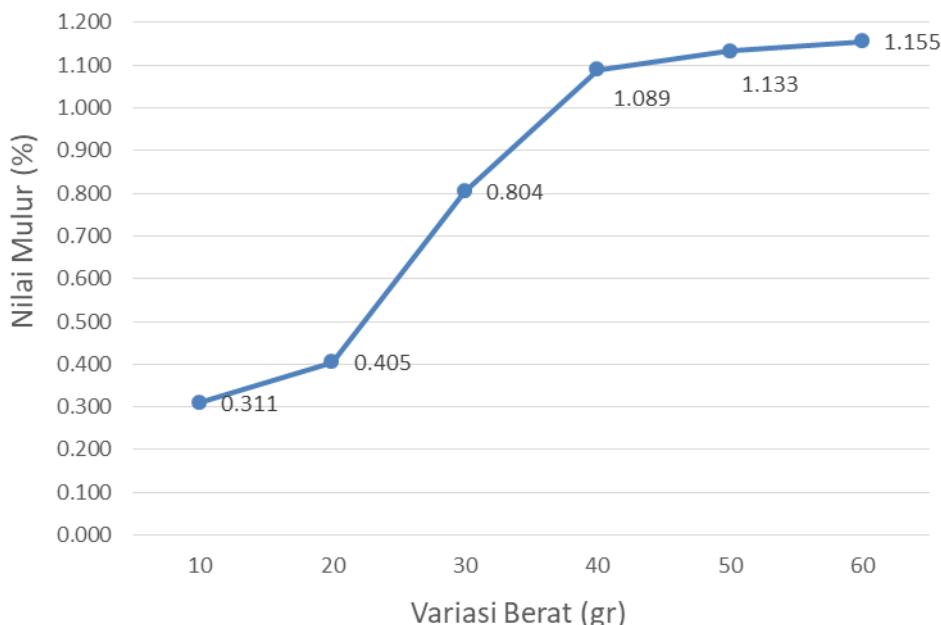
$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

dimana σ adalah kekuatan tarik material (N/mm^2), F adalah beban tarik maksimal yang mampu diterima material (N), dan A adalah luas penampang untuk material yang diuji (mm^2).

Berdasarkan persamaan 1, dapat diketahui dari Tabel 2 bahwa nilai kekuatan merupakan F. Sementara dari pengujian sampel melalui ukuran panjang dan lebar, dapat diketahui luas penampang yang merupakan A. Adapun nilai mulur atau regangan telah diperoleh secara langsung dari instrumen pengujian. Dengan demikian, dapat dihitung nilai kekuatan tarik dalam satuan MPa (N/mm^2) dan diketahui pula pengaruh variasi berat sebagai variabel bebas terhadap nilai kuat tarik dan mulur sebagai variabel terikat, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2 dan 3 di bawah ini.



Gambar 2. Pengaruh Variasi Berat terhadap Nilai Kekuatan Tarik



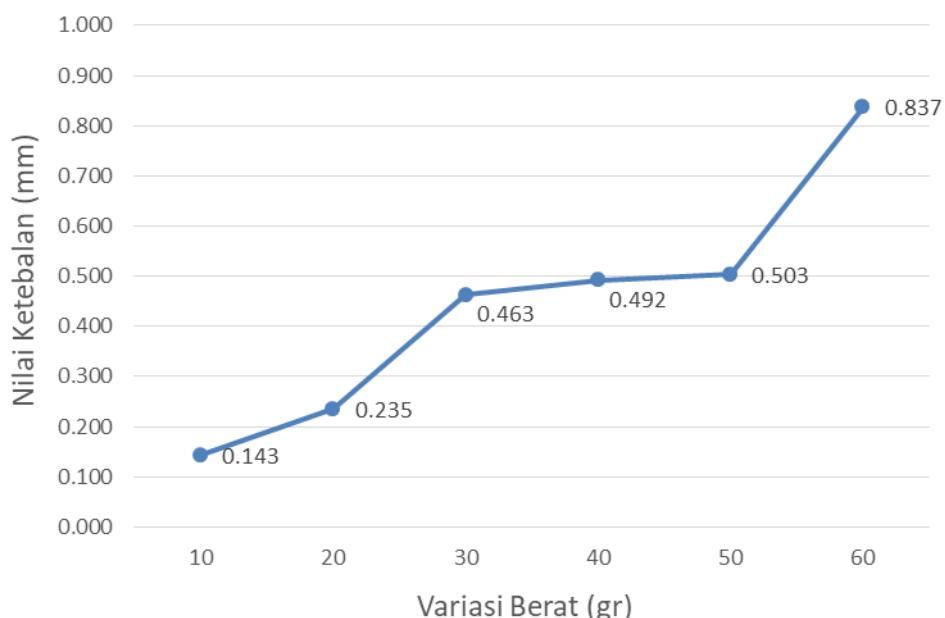
Gambar 3. Pengaruh Variasi Berat terhadap Nilai Mulur

Dari hasil uji kekuatan tarik dan mulur, dapat dianalisis bahwa pertambahan berat sampel akan meningkatkan sifat mekaniknya secara bertahap dimana sampel dengan variasi A (10 gr) memiliki kuat tarik dan mulur terendah masing-masing 0,001 MPa dan 0,311%, sedangkan sampel dengan variasi F (60 gr) memiliki kuat tarik dan mulur tertinggi masing-masing 0,023 dan 1,155%. Kenaikan ini disebabkan oleh meningkatnya volume material dalam area yang sama dimana membuat interaksi antar molekulnya menjadi lebih solid sehingga lebih kuat dalam menerima beban yang diberikan. Di samping itu, diketahui bahwa lembaran plastik yang dibuat dengan berat potongan limbah masker lebih rendah cenderung rapuh dan mudah patah, sedangkan lembaran plastik yang dibuat dengan berat potongan limbah masker lebih tinggi relatif padat dan sulit patah saat diteukuk biasa.

Adapun nilai hasil pengujian yang berbeda apabila dibandingkan Tabel 1, hal ini dikarenakan terjadi penurunan sifat pada produk daur ulang sehingga nilai hasil pengujian lebih rendah daripada referensi. Sebelumnya pada Tabel 1, ditampilkan sejumlah sifat umum polipropolena isotaktik dalam bentuk lembaran plastik dan botol/kotak yang bukan hasil daur ulang limbah dimana kuat tariknya berkisar 22,06-24,47 MPa dan mulurnya berada di rentang 3-700%. Dalam hal ini, kuat tarik dan mulur menjadi parameter yang penting untuk dianalisis dalam penelitian ini karena sebagian dari penggunaan material polipropilena terkait dengan kemampuan material tersebut untuk menahan beban (*load carrier*). Sebagai informasi tambahan dalam SNI 7818-2014 tentang kantong plastik mudah terurai, syarat mutunya adalah kuat tarik minimal 13,7 MPa dan mulur 400-1120%. Dengan demikian, kuat tarik dan mulur dari material daur ulang limbah yang diperoleh dalam penelitian ini masih perlu dilakukan uji coba lebih lanjut untuk memenuhi standar yang telah ditetapkan.

Uji Ketebalan

Pengujian tebal sampel lembaran plastik hasil pengolahan limbah masker medis tiga lapis bertujuan untuk mengetahui pegangan dan tampilan fisik sampel dalam setiap perlakuan tekan panas pada suhu 200°C dan tekanan 100 bar selama 5 menit dengan variasi berat A (10 gram), B (20 gram), C (30 gram), D (40 gram), E (50 gram), dan F (60 gram). Pada pengujian ini diperoleh data yang merupakan nilai rata-rata dari pengulangan melalui beberapa sisi berbeda yang dilakukan dalam pengujian sampel sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Pengaruh Variasi Berat terhadap Nilai Ketebalan

Dari hasil uji ketebalan, dapat dianalisis bahwa sampel dengan variasi A (10 gr) memiliki nilai ketebalan terendah sebesar 0,143 mm, sedangkan sampel dengan variasi F (60 gr) memiliki

ketebalan tertinggi sebesar 0,837 mm. Terjadi peningkatan ketebalan yang tidak begitu signifikan pada sampel dengan variasi C (30 gr), D (40 gr), dan E (50 gr), yaitu masing-masing 0,463 mm, 0,492 mm, dan 0,503 mm. Meski demikian secara keseluruhan dari Gambar 4, dapat diamati bahwa pertambahan berat akan meningkatkan ketebalan sampel. Hal ini juga disebabkan oleh meningkatnya volume material dalam area yang sama, namun dalam hal ini, selain membuat interaksi antar molekulnya lebih solid, susunan molekul lebih memuaskan sehingga lembaran plastik menjadi lebih tebal.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengolahan limbah masker dengan metode tekan panas (*hot press*) telah berhasil dilakukan karena sifat polipropilena sebagai bahan masker yang merupakan polimer termoplastik. Analisis sifat mekanik dari material baru yang dihasilkan menunjukkan bahwa pertambahan berat sampel diketahui meningkatkan sifat mekanik secara bertahap. Sampel dengan berat 10 gr memiliki kekuatan tarik, mulur, dan ketebalan terendah, yaitu masing-masing 0,001 MPa, 0,311%, dan 0,143 mm. Kekuatan tarik, mulur, dan ketebalan tersebut meningkat hingga sampel dengan berat 60 gr yang memiliki kekuatan tarik, mulur, dan ketebalan tertinggi, yaitu masing-masing 0,023 MPa, 1,155%, dan 0,837 mm. Meski demikian, nilai yang diperoleh masih belum memenuhi sejumlah standar yang telah ditetapkan. Saran untuk penelitian selanjutnya antara lain dapat dilakukan variasi lapisan untuk lebih mengetahui karakter setiap lapisan masker dalam pengaruhnya terhadap sifat mekanik serta dapat dilakukan pula variasi serat alam sebagai penguat pada lembaran plastik yang dihasilkan dari limbah masker.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UII) atas bantuan dana yang diberikan, serta kepada Program Studi Rekayasa Tekstil FTI UII dan SMK Muhammadiyah 2 Sleman atas kerjasama fasilitas yang disediakan.

DAFTAR PUSTAKA

Maddah, Hisham A., (2016), Polypropylene as a Promising Plastic – A Review, *American Journal of Polymer Science*, 6(1), pp. 1-11.

Tantiono, O. dan Kattu, G.S., (2022), Eksplorasi Teknik Pengelolaan Limbah Masker Bekas Menjadi Material Produk Interior, *Jurnal Desain Interior*, 7(1), pp. 1-10.

Prasojo, S., Respati, S.M.B., dan Purwanto, H., (2017), Pengaruh Alkalisisasi terhadap Kompatibilitas Serat Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*) dengan Matriks Polyester, *Jurnal Cendekia Eksakta*, 2(2), pp. 25-34.

Rahmayanti, H.D., Rahmawati, Sustini, E., dan Abdullah, M., (2018), Kajian Struktur Serat dan Porositas Masker Udara, *Jurnal Fisika*, 8(1), pp. 9-17.

Rizaty, A.M. & Yudhistira, A.W. Gunungan Sampah Masker selama Pandemi. www.katadata.co.id. Diakses: 06 September 2022, jam 21.30.

Saraswaty, V., Nissa, R.C., Firdiana, B., and Abdullah, A.H.D., (2021), The Physicochemical Characteristics of Recycled-Plastic Pellets Obtained from Disposable Face Mask Wastes, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 23(1), pp. 16-23.

Silalahi, A.S. & Hendrasarie, N., (2021), Pemanfaatan Limbah Masker Bedah 3 Ply dan Limbah Plastik Polyetilen sebagai Adsorben untuk Menurunkan Kandungan Deterjen dan Fosfat pada Limbah Industri Laundry, *Environmental Science and Engineering (ESEC) Proceeding*, 2(1), pp. 51-59.