

Pemanfaatan Limbah Masker Nonmedis sebagai Bahan Baku Pembuatan Komposit dengan Matrik Resin Poliester

Tina Martina^{1*}, Ilham Setiawan², dan Muhammad Zulfahmi Febriansyah²

¹Program Studi Produksi Garmen, Politeknik STTT Bandung; *e-mail: tina-martina@kemenperin.go.id

²Program Studi Teknik Tekstil, Politeknik STTT Bandung

ABSTRAK

Sejak 2019 di Wuhan, China mewabah virus *corona virus disease* (Covid-19). Hal ini tidak hanya menimbulkan masalah kesehatan, tetapi masalah lingkungan dengan munculnya timbulan limbah masker sekali pakai. Masker medis maupun nonmedis umumnya berbahan baku *nonwoven spunbond* atau *meltblown spunbond* dengan campuran polimer berupa poliester atau polipropilen. Tujuan dari penelitian ini adalah suatu rancang bangun material komposit alternatif dari limbah masker nonmedis berbahan baku polipropilen dalam mengurangi limbah masker nonmedis di lingkungan masyarakat. Pada penelitian ini pembuatan komposit menggunakan limbah masker sebagai bahan pengisi (*filler*) dan resin poliester sebagai perekat (*matrix*). Komposit dibuat menjadi dua jenis sampel yaitu komposit dengan *filler* panjang dan pendek untuk mengetahui pengaruh panjang pengisi *filler* komposit terhadap kekuatan tarik yang dimiliki komposit. Prosedur pembuatan komposit menggunakan metode *hand lay up* dengan menuangkan dan perataan secara bergantian *filler* dan *matrix* yang dituangkan ke dalam wadah. Sampel komposit yang telah dibuat dipotong menjadi 10 spesimen sesuai dengan standar ASTM D638-14 untuk dilakukan pengujian kekuatan tarik dan pengukuran ketebalan komposit. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa nilai kekuatan tarik komposit dengan *filler* panjang lebih besar dibandingkan komposit dengan *filler* pendek. Kesimpulan dari penelitian ini adalah limbah masker dapat dijadikan alternatif bahan komposit.

Kata kunci: Limbah Masker Nonmedis, Komposit, Matrik Resin Poliester

ABSTRACT

Since 2019 in Wuhan, China, there has been an outbreak of the coronavirus disease (Covid-19). This pandemic is causing health problems and environmental problems with the uncontrolled waste of disposable masks. Medical and non-medical masks are generally made from nonwoven spunbond or meltblown spunbond with a mixture of polymers in polyester or polypropylene. This research aims to design and build non-medical mask waste made from polypropylene as an alternative composite material. In this study, composites were manufactured using mask waste as a filler and polyester resin as an adhesive (matrix). Composites were made into two types of samples, composites with long and short fillers, which function to determine the effect of the length of the filler of a composite filler on the tensile strength of the composite. The procedure for making composites used the hand lay-up method. The composite sample was cut according to ASTM D638-14 standard. Based on the test results, the tensile strength value of the composite with long filler was greater than that of the composite with short filler. This study concluded that mask waste could be used as an alternative to composite materials such as structural particleboards.

Keywords: Non-medical Mask Waste, Composite, Polyester Resin Matrix

Citation: Martina, T., Setiawa, I., dan Febriansyah, M.Z. (2024). Pemanfaatan Limbah Masker Nonmedis sebagai Bahan Baku Pembuatan Komposit dengan Matrik Resin Poliester. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(4), 996-1000, doi:10.14710/jil.22.4.996-1000

1. PENDAHULUAN

Pada Desember 2019, infeksi virus corona (Covid-19) menyebar dengan cepat ke seluruh dunia, termasuk Indonesia. Seperti varian SARS lainnya yaitu MERS, Covid-19 juga menyerang sistem pernapasan manusia (Lai dkk., 2020). Hal ini membuat pemerintah Indonesia menginstruksikan penggunaan masker sebagai upaya pencegahan penularan Covid-19 pada tanggal 04 Agustus 2020 (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2019). Penggunaan masker sekali pakai memicu

bertambahnya limbah masker nonmedis yang terus meningkat. Muslina Handayani dari Tim Satuan Tugas Penanganan Covid-19 Sub Bidang Limbah Medis yang diliput oleh Harsono memaparkan, jumlah limbah medis pasien Covid-19 di Indonesia yang dilaporkan fasilitas kesehatan mencapai 158,5 ton per hari (Harsono, 2021). Berdasarkan laporan sebuah organisasi non-profit di bidang konservasi kelautan, Oceans Asia, yang dilansir pada 2020 itu menyebutkan bahwa gunung sampah masker itu diperkirakan menyumbang 4.680 ton sampai 6.240

ton sampah plastik di laut (Bondaroff, 2020). Hal itu terjadi karena masker, yang pada umumnya terbuat dari polipropilen, dengan mudah terurai menjadi mikroplastik. Terdapat 3 jenis plastik sebagai bahan masker yaitu poliester, poliuretan, dan polipropilen (Rebia, 2021). Setelah pandemi Covid-19 mulai mereda, masyarakat semakin sadar mengenai kesehatan dan ditambah dampak buruk polusi udara yang terjadi di kota-kota besar seperti di Jakarta yang dimulai sekitar Juli 2023 sehingga produksi masker kembali meningkat setelah pandemi. Pemerintah pun masih mewaspadai kenaikan kasus Covid dan tetap menghimbau penggunaan masker seperti pada Surat Edaran Kementerian Kesehatan no. HK.02.02/C/4815/2023. Sampah limbah masker saat pandemi dan setelah pandemi masih menjadi masalah lingkungan yang perlu diperhatikan.

Di dalam Siaran Pers Badan Riset dan Inovasi Nasional (2021), komposisi masker tersusun atas *Melt-blown* (MB) dengan bahan utamanya polipropilen kain nir-tenun dengan diameter serat 0,5-10 μm (Badan Riset dan Inovasi Nasional, 2021). Nir-tenun merupakan salah satu metode pembuatan kain dengan tidak dianyam atau dirajut dengan umunya menggunakan jenis serat berupa polimer poliester (PET) dan polipropilen (PP) (Fitinline, 2015). Pada penelitian Lou (2005), penggunaan limbah poliester dan polipropilen dimanfaatkan menjadi komposit peredam suara. Sementara itu, penelitian yang dilakukan (Yalcin, et al., 2013), memanfaatkan ragam limbah nir-tenun sebagai bahan penguat komposit. Berdasarkan penelitian tersebut, terungkap bahwa limbah nir-tenun dapat dimanfaatkan menjadi bahan penguat komposit. Mengacu pada beberapa peneliti seperti Yalcin, et al. (2013) dan Lou (2005) mengenai pemanfaatan limbah nir-tenun, maka pemanfaatan limbah nir-tenun dari bahan masker non-medis belum diteliti dengan lebih detail melalui pengujian kekuatan tarik yang sesuai dengan kriteria material dasbor mobil dan material papan partikel. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengkaji pemanfaatan limbah masker nonmedis dengan menjadikannya sebagai material komposit menggunakan resin poliester melalui variasi panjang *filler* masker menggunakan metode *hand lay up* untuk pembuatan material komposit yang berpotensi pada *dashboard* mobil. Kebaruan dari penelitian ini adalah bahwa rancang bangun masker nonmedis berbahan baku limbah nonmedis telah berhasil dikembangkan dengan pengujian kekuatan tarik yang sesuai dengan material dasbor mobil untuk pertama kali.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada hal berikut:

1. Bahan baku yang digunakan adalah limbah masker nonmedis KF94.
2. Matrik yang digunakan adalah resin poliester.
3. Perbandingan fraksi volume antara filler dengan matrik sebesar 30:70.

4. Katalis yang digunakan yaitu katalis MEKPO (Metil Etil Keton Peroksida).
5. Proses disinfeksi limbah masker dengan cara direndam ditergen disinfektan selama 60 menit.
6. Perlakuan variasi berupa perbedaan panjang filler komposit yakni filler dengan panjang rata-rata 15,5 cm dan 4,7 cm.
7. Pembuatan komposit dengan cara *hand lay up*.
8. Pengkajian pada penelitian secara makromekanis berupa pengujian kekuatan tarik.

2.2. Proses Dekontaminasi Limbah Masker

Sebelum limbah masker diolah kembali, maka hal pertama yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah melakukan proses dekontaminasi terhadap limbah masker, hal ini ditujukan untuk menghilangkan droplet atau virus yang terdapat pada masker. Pada penelitian ini, proses dekontaminasi masker dilakukan dengan cara perendaman di dalam larutan hidrogen peroksida atau ditergen yang mengandung disinfektan selama 60 menit sesuai dengan penelitian (Hong, 2020). Proses dekontaminasi ini dilakukan di Politeknik STTT Bandung, Indonesia menggunakan bahan larutan hidrogen peroksida atau ditergen yang dibeli di Cibaduyut, Indonesia.

2.3. Pembuatan Komposit dengan Metode *Hand Lay Up*

Pembuatan komposit dilakukan di Politeknik STTT Bandung, Indonesia. Pembuatan komposit pada penelitian ini menggunakan metode *hand lay-up* atau *way lay-up* yang merupakan sebuah metode pembuatan komposit yang dilakukan dengan cara mengisi resin dan bahan pengisi kedalam cetakan menggunakan tangan (Porwanto, 2009). Metode ini dipilih karena merupakan metode yang sederhana dan hanya perlu satu sisi yang memiliki permukaan halus (Gibson, 1994) dan metode ini memungkinkan membuat berbagai produk dengan kegunaan dan geometri yang bermacam-macam dengan investasi awal yang rendah (Kuppusamy, dkk., 2020). Perataan atau penekanan dilakukan terhadap campuran tersebut agar resin dan *filler* benar-benar menyatu. Proses ini dilakukan secara berulang kali sampai dengan ketebalan yang dibutuhkan terpenuhi. Limbah masker yang digunakan merupakan limbah masker nonmedis nir-tenun masker KF94 yang banyak dipakai saat pandemi karena kemampuan filtrasi masker yang baik dengan 4 lapisan karena semakin tebal filler pengisi komposit, kekuatan komposit yang dihasilkan semakin tinggi. Spesifikasi masker sebagai berikut:

1) Spunbond

- Ukuran (panjang x lebar) = $20 \times 16 \text{ cm}^2$
- Ketebalan (thickness) = 0.32 mm^2
- Rata-rata Kekuatan tarik = 3.485 kg
- Rata-rata Elongasi = 90.48%

2) Jumlah lapisan masker = 4 Lapisan

Pada tahap awal, limbah masker dipotong-potong menjadi ukuran yang lebih kecil. Hal ini dimaksudkan untuk memaksimalkan proses pengikatan *filler* dengan *matrix* karena berhasil tidaknya proses pembuatan komposit dilihat dari ikatan yang terjadi antara *filler* berupa limbah masker KF94 (Gambar 1) dengan resin. Resin yang digunakan merupakan resin polyester yang dibeli di daerah Cibaduyut, Indonesia dan menggunakan katalis MEKPO (Metil Etil Keton Peroksidayang dibeli di Cibaduyut, Indonesia). Resin poliester dipilih karena didasarkan pada prinsip resin poliester yakni orthophthalic (resin yang digunakan banyak orang) dan isophthalic yang menjadi material pilihan industri perkapalan, elektronik, dan otomotif karena kuat dan ringan (Bramantyo, 2008), hal ini membuat komposit tetap ringan meskipun perbandingan resin lebih tinggi daripada filler pengisi komposit. Resin ini menunjukkan penyusutan volumetrik yang tinggi (5% -12%) lebih besar dibandingkan resin epoksi (Navqi, dkk., 2022). Komposit kemudian dikeringkan selama 24 jam pada suhu ruangan.

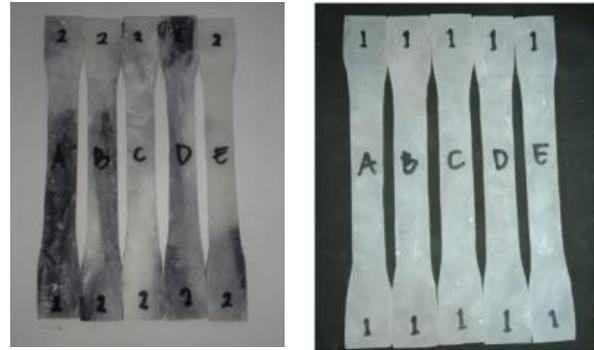


Filler limbah masker panjang Filler limbah masker pendek
Gambar 1. Filler Limbah Masker Nonmedis KF94

2.4. Pengujian Kekuatan Tarik Limbah Masker

Pengujian kekuatan tarik dilakukan untuk melihat kekuatan ikatan yang terjadi pada komposit sebagai syarat umum perbandingan spesifikasi produk, sehingga berikutnya dapat ditentukan pemanfaatan komposit ini dapat digunakan sebagai bahan dasar produk sesuai standar kekuatan tarik produk tersebut. Pengujian komposit dilakukan di Balai Besar Bahan dan Barang Teknik, Indonesia terhadap 10 spesimen (Gambar 2) yang telah dibuat yang sesuai

dengan standar ASTM D 638-14 Tipe I menggunakan *Tensolab Strength Tester* dan *Tensile properties tester*. Spesimen disiapkan dengan ukuran 2,5 x 16 cm² dengan jarak jepit diatur sebesar 7,5 ± 0,5 cm dan Jarak jepit diatur sebesar 7,5 ± 0,5 cm. Pengujian dilakukan hingga 5 kali pengujian.

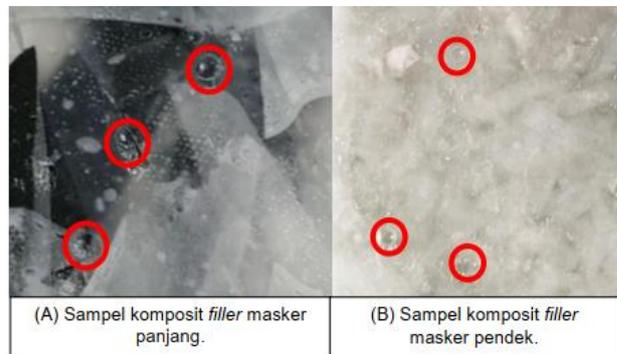


Spesimen Filler panjang Spesimen Filler Pendek
Gambar 2. Spesimen Pengujian Kekuatan Tarik

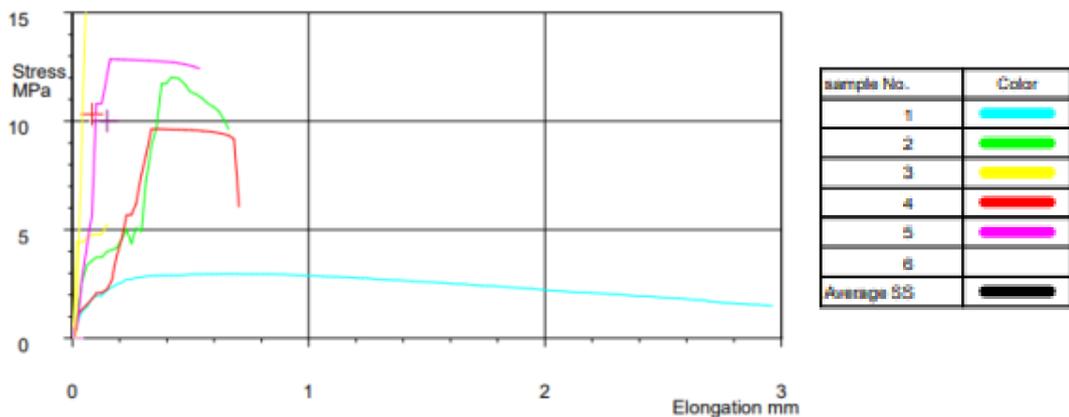
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengamatan Spesimen

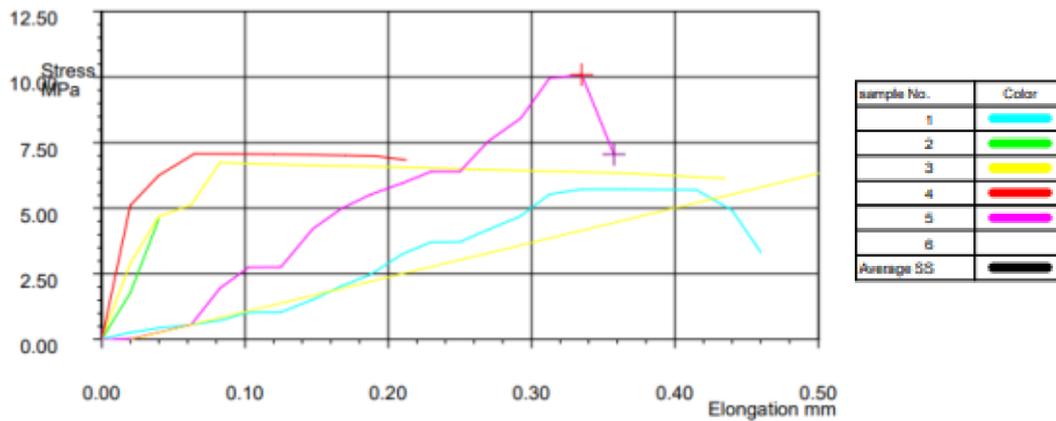
Dari hasil pengamatan visual pada spesimen, dijumpai adanya *void* atau celah di dalam material komposit sehingga menyisakan ruang kosong pada komposit (Gambar 3). Adanya celah ini mampu mengurangi kekuatan komposit. Sehingga semakin banyak void maka komposit semakin rapuh.



Gambar 3. Void pada Komposit: a) sampel komposit *filler* masker panjang, dan b) sampel komposit *filler* masker pendek



Gambar 4. Grafik Uji Kekuatan tarik sampel (a)



Gambar 5. Grafik Uji Kekuatan tarik sampel (b)

Saat komposit mampu menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah void sehingga akan mengurangi kekuatan komposit yang dapat mengakibatkan lepasnya serat dalam matrik. Hal ini terjadi karena ikatan interfacial antara matrik dan serat yang kurang baik. Pada penelitian ini, komposit dengan serat panjang maupun serat pendek memiliki void. Menurut (Schwartz, 1984) ketika komposit menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah void sehingga akan mengurangi kekuatan komposit yang dapat mengakibatkan lepasnya filler di dalam *matrix*. Hal ini terjadi karena ikatan di dalam komposit kurang baik yang disebabkan kurangnya proses perataan sehingga filler pengisi menekuk dan menimbulkan celah. Hal senada juga dikemukakan oleh (Tang, 2022) yang menyatakan bahwa void mengubah tren kurva tegangan-regangan yang menyebabkan penurunan kekuatan yang signifikan akibat pembebanan transversal dan geser.

3.2. Hasil Uji Kekuatan Tarik

Gambar 4 dan 5 menunjukkan hasil pengujian kekuatan tarik kedua sampel komposit *filler* panjang (a) dan sampel komposit *filler* pendek (b). Untuk masing-masing kelompok filler, sampel-sampel yang diuji dapat dikatakan memberikan hasil yang cukup seragam. Hasil uji kekuatan tarik pada sampel (a) memiliki rata-rata hasil pengujian 8,839 MPa sedangkan sampel (b) memiliki rata-rata hasil pengujian 6,8341 MPa. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil kajian Schwartz (1984), yang menyatakan bahwa panjang komposit dengan pengisi berupa *filler* panjang memiliki kekuatan lebih besar dibandingkan komposit dengan *filler* pendek. Jika dibandingkan dengan metode pengolahan limbah masker lainnya, pengolahan limbah masker menjadi komposit dengan metode *hand lay up* memiliki kekuatan hasil yang lebih baik (8,839 MPa dibandingkan dengan pengolahan dengan pembuatan lembar plastik metode hot press dengan berat 60 gram, suhu 200°C, tekanan 100 bar, dan waktu 5 menit (0,023 MPa) (Budiman, 2022), dan juga jika dibandingkan dengan pembuatan lembar plastik metode hot press dengan berat 30 gram lapisan luar

masker, suhu 200°C, tekanan 100 bar, dan waktu 5 menit (1,3 MPa) (Rebia, 2022). Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit dengan limbah masker medis KF94 dengan *matrix* resin poliester memiliki nilai kekuatan tarik yang melebihi standar untuk papan partikel structural yaitu lebih dari 3,1 MPa (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2006) namun belum cukup memadai untuk dasbor mobil yaitu sebesar 20-40 MPa (Herwandi, dkk., 2014). Hasil penelitian menunjukkan bahwa material komposit ini memiliki potensi sebagai material dasbor mobil melalui penelitian yang lebih lanjut dikarenakan kekuatan tarik komposit ini lebih dari kekuatan papan partikel structural.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah limbah seperti pada dasbor mobil atau papan partikel structural berdasarkan nilai kekuatan tarik komposit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai kekuatan tarik komposit *filler* limbah masker panjang dengan pendek yang mana nilai kekuatan tarik *filler* masker panjang sebesar 8,839 MPa dan Nilai kekuatan tarik *filler* masker pendek sebesar 6,8341 MPa. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa nilai kekuatan tarik komposit dengan limbah masker nonmedis KF94 berpotensi sebagai material papan partikel dan dasbor mobil. Kebaruan dari penelitian ini adalah bahwa rancang bangun masker nonmedis berbahan baku limbah nonmedis telah berhasil dikembangkan dengan pengujian kekuatan tarik yang sesuai dengan material papan partikel dan material dasbor mobil untuk pertama kali. Penerapan keilmuan penelitian ini adalah dapat digunakannya material komposit ini sebagai bahan baku alternatif yang ramah lingkungan dan dapat membantu dalam pengurangan sampah nonmedis.

DAFTAR PUSTAKA

ASTM International, (2003), ASTM D638-14 Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic, Philadelphia, America Society for Testing and Material.

- Badan Riset dan Inovasi Nasional, (2021), Potensi Komoditas Lokal Makroalga sebagai Masker-Filter Berbasis Selulosa Nanofiber pada Masker Kain Nonmedis, Jakarta: Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).
- Badan Standardisasi Nasional, (2006), Papan Partikel, Bogor: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional, (2020). SNI 8914:2020: Tekstil-Masker dari Kain. Jakarta, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Budiman, A., (2022), Analisis Mekanik Lembaran Plastik Hasil Pengolahan Limbah Masker Medis Tiga Lapis Dengan Variasi Berat, *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*, Vol 7, No 2.
- Bondaroff, T, (2020), Masks on the Beach: The Impact of COVID-19 on Marine Plastic Pollution, *OceansAsia*.
- Bramantyo, A., (2008), Pengaruh Konsentrasi Serat Rami Terhadap Sifat Mekanik aterial Komposit Poliester Serat Alam, Skripsi Departemen Teknik Metalurgi dan Material Universitas Indonesia.
- Naqvi, S. Z., Ramkumar, J., & Kar, K. K. (2022). Fly ash/glass fiber/carbon fiber-reinforced thermoset composites. *Handbook of Fly Ash*, 373–400.
- Rebia, S. M., (2021), Webinar Pengabdian Seri 2: Ketahuilah Pedoman dan Peluang Mengolah Limbah Masker Sekali Pakai, Yogyakarta: Program Studi Rekayasa Tekstil Universitas Islam Indonesia.
- Fitinline, (2015), Pengertian, Karakteristik dan Manfaat Bahan Nonwoven [Online] tersedia di www.fitinline.com (Diakses 6 Juni 2022).
- Gibson, R., (1994). *Principle of Composite Materials Mechanics*. Singapore: McGraw Hill Inc
- Kuppusamy, R. R. P., Rout, S., & Kumar, K. (2020). Advanced manufacturing techniques for composite structures used in aerospace industries. *Modern Manufacturing Processes*, 3–12.
- Harsono, F. H., (2021), Limbah Medis Pasien Covid-19 Capai 158,5 ton Per Hari, Jakarta: Liputan 6.
- Herwandi, Sugianto, Somawardi & Subhan, M., (2014), Pengaruh Volume Serat Rekel Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak Komposit sebagai Bahan Pembuatan Dashboard Mobil. Jakarta, Polman Negeri Bangka Belitung.
- Hong, M. C., (2020), Surgical mask decontamination for reuse by members of the public: feasibility study and development of home-based methods, s.l.: Research Square.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, (2019), *Infeksi Emerging*. [Online] tersedia di www.infeksiemerging.kemendes.go.id (Diakses 20 April 2022).
- Lai, C. dkk., (2020), severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and coronavirus disease-2019 (Covid-19). *International Journal of Antimicrobial Agents*, Volume III, p. 55.
- Lou. CW., (2005), Recycling Polyester and Polypropylene nonwoven selvages to produce functional sound absorption composite, *Textile Research Journal*, Volume 5, pp. 390-394.
- Porwanto, D. A. & ST.MT, L. J. M., (2009), Karakterisasi Komposit Berpenguat Serat Bambu dan Serat Gelas sebagai Alternatif Bahan Baku Industri, Surabaya: Institut Teknologi Surabaya.
- Porwanto, D. A., (2011). Karakterisasi Komposit Berpenguat Serat Bambu dan Serat Gelas sebagai Alternatif Bahan Baku Industri, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Rebia, RA., (2022), Preparasi dan Karakteristik Lembaran Plastik Limbah Masker Berdasarkan Variasi Lapisan Luar, Tengah, dan Dalam, *Jurnal Serambi Engineer*, Volume VII, No.4
- Schwartz, (1984), *Composite Material Handbook*. Singapore: McGraw Hill.
- Tang, Ziheng, dkk., (2022), A comparative study of void characteristics on the mechanical response of unidirectional composites, *Mechanics of Materials*, v.174.
- World Health Organization, (2020), *WHO Director-Generals opening remarks at the media briefing on Covid-19*. s.l., s.n.
- Yalcin, I., Sadikoglu, T. G., Berkalp, O. B. & Bakkal, M., (2013). Utilization of Various non-woven wate forms as reinforcement in polymeric composites. *Textile Research Journal*, p. 83.