

POTENSI LIMBAH MASKER MEDIS DALAM PEMBUATAN MATERIAL INTERIOR DAN EKSTERIOR

Suci Qadriana Ramadhani^{1*}

¹Jurusan Teknik Arsitektur

Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Jl. H.M. Yasin Limpo, Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia. 92118.

*E-mail: suci.qadriana@uin-alauddin.ac.id

Abstrak Peningkatan sampah masker medis pasca pandemi dapat menyebabkan dampak kerusakan lingkungan dan menjadi media penularan penyakit. Timbunan limbah masker sekali pakai membutuhkan waktu lama untuk dapat terdegradasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi limbah masker medis menjadi material interior maupun eksterior. Potensi limbah masker akan membantu mengurangi limbah masker yang tersebar dan dapat dimanfaatkan menjadi sesuatu yang memiliki nilai manfaat. Penelitian ini dilakukan di rumah praktisi dan dilaksanakan pada bulan Maret tahun 2022. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan eksperimental lalu mengobservasi hasil pendauran ulang masker. Data yang dikumpulkan adalah data mengenai jumlah masker yang digunakan untuk memanaskan masker hingga berbentuk *liquid* dan kembali mengeras hingga berbentuk lempengan dengan dimensi tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan dan dimensi masker dipengaruhi oleh banyaknya jumlah masker yang dilelehkan. Sebuah masker dapat menjadi lempengan polimer seluas $\pm 4 \text{ cm}^2$ dengan tebal $\pm 1 \text{ mm}$ dengan kurun waktu yang menyesuaikan dengan intensitas panas api.

Kata Kunci: limbah masker; interior dan eksterior; polimer; potensi limbah

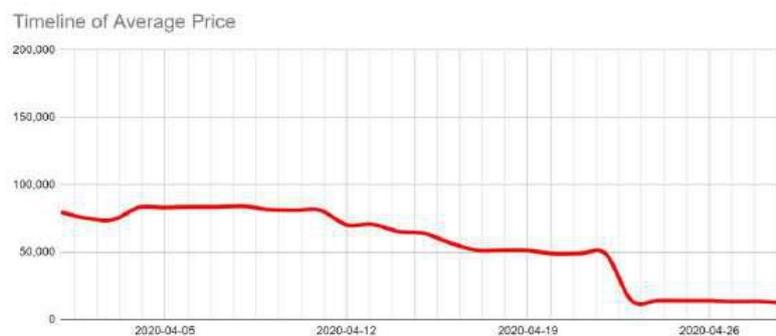
Abstract: The increase in medical mask waste post-pandemic can cause environmental damage and become a medium for disease transmission. Disposable mask waste piles take a long time to degrade. This study aims to determine the potential of medical mask waste to become interior and exterior materials. The potential for mask waste will help reduce the spread of mask waste and can be utilized into something that has beneficial value. This research was conducted at practitioners' homes and was carried out in March 2022. The data collection technique in this study was carried out experimentally and then observing the results of mask recycling. The data collected is data regarding the number of masks used to heat the mask until it is in liquid form and hardens again to form a plate with certain dimensions. The results showed that the thickness and dimensions of the masks were affected by the large number of melted masks. A mask can be made into a polymer plate $\pm 4 \text{ cm}^2$ wide and $\pm 1 \text{ mm}$ thick with a period of time that adjusts to the heat intensity of the fire.

Keywords: interior and exterior; mask waste; polymer; waste potential

PENDAHULUAN

Pandemi Covid-19 yang melanda seluruh dunia memberikan dampak yang besar terhadap kehidupan manusia, lingkungan serta hubungan antara keduanya. Wabah tersebut berasal dari Wuhan, Cina di akhir tahun 2019 secara perlahan menyebar ke penjuru negara-negara lainnya hingga organisasi kesehatan dunia yaitu WHO mengumumkan kondisi darurat kesehatan manusia. Sebaran Covid-19 yang cepat menyebabkan butuhnya pengambilan keputusan untuk tindakan darurat, di antaranya *lockdown*, penghentian sementara aktivitas tertentu seperti industri, sekolah, penutupan lokasi wisata dan tempat yang berpotensi banyak kerumunan (Siahaan, 2020).

Berbagai upaya dilakukan agar mencegah kemungkinan terburuk bagi kesehatan manusia dan lingkungan, termasuk pemerintah Indonesia. Salah satunya adalah dengan menerbitkan protokol kesehatan seperti sistem yang dikenal dengan 3M, yaitu menjaga jarak dan menghindari kerumunan, mencuci tangan sesering mungkin dengan sabun, dan menggunakan masker dengan tepat. Upaya pencegahan lebih digalakkan terutama untuk keselamatan diri dan orang-orang terdekat. Perwujudan salah satu protokol yaitu menggunakan masker, menaikkan tingkat penggunaan masker terutama masker medis. Ditambah lagi dengan adanya penurunan harga masker medis secara signifikan pada bulan Maret 2020 (Gambar 1), menyebabkan semakin meningkatnya pemakaian masker medis. Hal ini disebabkan karena masker medis lebih mudah dibawa, praktis dan hanya sekali pakai. Peningkatan penggunaan masker kemudian akhirnya juga ikut memengaruhi peningkatan sampah masker medis tersebut.



Gambar 1. Penurunan harga masker medis dan *hand sanitizer*
(Sumber: CNBC Indonesia, 2022)

Setelah dunia merasakan pandemi selama kurun waktu sekitar dua tahun, langkah preventif yang ditempuh manusia untuk dapat mencegah serangan virus COVID-19 adalah dengan penggunaan masker yang wajib diganti secara berkala. Namun, di sisi lain muncul masalah baru yaitu melimpahnya sampah masker medis bekas, baik di tempat sampah maupun di tempat-tempat lainnya yang dapat mencemari lingkungan sekitar. Peningkatan sampah masker medis, dapat menyebabkan dampak kerusakan lingkungan dan menjadi media penularan penyakit. Penelitian ini berangkat dari kekhawatiran penulis terhadap terjadinya degradasi lingkungan yang disebabkan oleh sampah masker medis tersebut. Timbunan limbah masker sekali pakai yang membutuhkan waktu lama untuk dapat terdegradasi.



Gambar 2. Peningkatan sampah masker medis
(Sumber: netray.id, 2022)

Pada Gambar 2 menunjukkan terjadinya peningkatan sampah masker medis. Melalui berbagai media, satuan tugas COVID-19 juga melakukan sosialisasi penanganan limbah masker agar limbah tersebut tidak menimbulkan permasalahan yang lebih serius pada waktu yang akan datang. Masker medis sekali pakai berfungsi sebagai pelindung diri dari virus, namun apabila masker bekas tidak diperhatikan pembuangannya maka bisa menjadi masalah dan membahayakan. Masker medis selain sulit untuk diurai oleh tanah/ darat juga dapat mengganggu ekosistem makhluk hidup di laut.



Gambar 3. Grafik lama terurainya (tahun) masker bekas pakai di laut
(Sumber: OceansAsia, Statista dan tempo.co, 2022)

Hasil pengamatan kelautan dari organisasi non-profit, Oceans Asia yang berjudul *Mask on the Beach* merilis laporan tahunan bahwa terdapat sekitar 1,6 miliar masker medis bekas pakai yang mengotori lautan pada tahun 2020 (Gambar 3). Laporan tersebut juga menyebutkan bahwa gunung limbah masker medis dan masker N95 diperkirakan menyumbang sekitar 4.680 hingga 6.240 ton sampah plastik ke lautan. Hal tersebut dapat disetarakan dengan 7% dari total keseluruhan pusaran sampah pasifik (*the great pasific garbage patch*) (Gambar 4).



Gambar 4. Pusaran sampah pasifik (*the great pasific garbage patch*)
(Sumber: Statisca, Oceans Asia, 2022)

Jumlah 1,6 miliar masker bekas pakai yang memasuki lautan pada tahun 2020 dan menyumbangkan sekitar 7% dari total keseluruhan pusaran sampah pasifik, disebabkan oleh bahan masker yang terbuat dari polipropilena, yang dapat dengan mudah terurai menjadi mikroplastik. Masker-masker bekas pakai tersebut diperkirakan membutuhkan waktu sekitar 450 tahun untuk dapat terurai di laut. Limbah masker yang masih utuh terbawa ke sistem air tawar dan lautan dapat mengakibatkan adanya pencemaran sumber air. Pada Perairan Mediterania, masker medis bekas mengambang dan bisa membahayakan biota laut hingga berujung kematian. Biota laut, darat maupun udara yang sumber makanannya berada pada laut dan pantai mengonsumsinya menjadikan mati tersedak atau apabila tercerna sampai perut, mengurangi asupan makanan hingga menyebabkan kematian (Katadata.co.id, 2022) (Gambar 5).

Hasil riset yang dipublikasikan pada jurnal *Frontiers of Environmental Science and Engineering*, rata-rata masker bekas yang hanya digunakan sekali pakai mencapai kurang lebih 2,8 juta masker per menit. Besaran volume limbah masker dengan komposisi plastik tersebut jika tidak didaur ulang dapat memicu ancaman lingkungan. Belum adanya panduan resmi mengenai daur ulang masker medis, sehingga terdapat kemungkinan bahwa masker bekas tersebut akan dibuang dengan cara yang kurang tepat (kompas.com, 2022). Permasalahan ini memerlukan solusi penanganan timbunan

sampah masker medis bekas dengan sistem daur ulang/*recycle* yang tepat. Hasil daur ulang (*recycle*) tersebut juga membutuhkan penanganan yang tepat agar dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat.



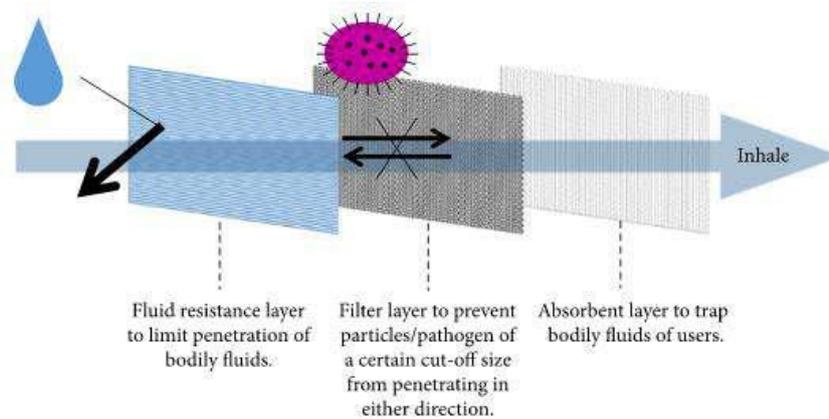
Gambar 5. Dampak limbah masker pada lingkungan, biota laut, darat dan udara
(Sumber: Pinterest.com, 2022)

Berdasarkan KBBI, masker merupakan jenis kain penutup hidung dan mulut yang digunakan oleh tenaga medis di rumah sakit. Definisi tersebut tertuju kepada *surgical mask* atau masker bedah yaitu masker yang digunakan oleh tenaga medis sewaktu melakukan aktivitas medis tertentu misalnya bedah dan persalinan (Rebmann dalam Firmansyah, 2008). Masker medis atau masker bedah utamanya dipakai untuk pasien dan tenaga medis. Masker ini mempunyai kemampuan memfilter udara lebih baik dibandingkan masker kain. Tetapi, masker tersebut hanya dapat digunakan sekali pakai. Jika telah terkena kotoran atau basah, maka diharuskan untuk disobek terlebih dahulu lalu dibuang agar tidak ada yang memakai kembali.

Masker medis/ bedah umumnya terdiri dari tiga lapisan bahan polimer dan polipropilena yang *non-woven* seperti kain (bukan tenunan), yang berbeda dengan masing-masing lapisan dan memiliki fungsi tertentu. Lapisan terluar sifatnya *waterproof* dan menolak cairan *droplet*. Kain tersebut berasal dari serat polipropilena. Bagian tengah merupakan penyaring, yang menangkal partikel atau sumber penyakit di atas ukuran tertentu menembus ke kedua arah yang terbuat dari kain hasil proses *meltblown*. Lapisan terdalam terbuat dari bahan penyerap untuk menjebak tetesan mukosa dari pengguna. *Layer* tersebut terbuat dari kain hasil proses *spunbond*. Lapisan tersebut juga menyerap lembab yang berasal dari hembusan nafas. Ketiga lapisan ini (Gambar 6) bersama-sama melindungi pemakainya dan orang-orang sekitar dengan membatasi penetrasi partikel dan patogen di kedua arah (Chua, 2020).

Virus Covid-19 mampu berada di permukaan benda mati dalam waktu lama seperti plastik logam, maupun kaca sampai 9 hari, tetapi bisa dimatikan secara efisien berdasarkan prosedur desinfeksi permukaan dengan penggunaan etanol, hidrogen peroksida atau natrium hipoklorit dalam 1 menit (Kampf, 2020). Virus Covid-19 yang

berada pada permukaan masker dapat dinonaktifkan dengan beberapa cara sederhana, di antaranya memanaskan masker hingga mencapai suhu 70°C dalam lima menit atau merendam masker tersebut ke larutan disinfektan selama lima menit. Cairan pemutih di rumah tangga juga dapat digunakan.



Gambar 6. Ilustrasi yang menunjukkan lapisan masker dan masing-masing fungsinya (Sumber: spj.sciencemag.org, 2022)

Pada lingkungan rumah tangga, sampah masker semestinya dikelola dengan tepat, lalu penanganannya dibedakan dengan limbah rumah tangga yang lain. Penggunaan masker tersebut diwajibkan pemerintah sebagai usaha mencegah penularan COVID-19 bagi siapapun yang beraktivitas di luar rumah. Di samping itu, limbah masker medis juga merupakan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) sehingga perlu adanya *treatment* khusus dalam pengelolaannya dibandingkan limbah yang lain. Pada skala rumah tangga, limbah masker medis sebaiknya digunting dulu dan dibungkus memakai kantong kresek sebelum dibuang. Apabila informasi mengenai cara membuang masker disampaikan dengan baik, maka akan mengurangi volume limbah rumah tangga sekaligus meminimalisir tingkat penyebaran virus. Diharapkan pengelolaan sampah tersebut bisa diterapkan dari skala kecil yaitu rumah tangga, tetapi dapat berdampak global (Adyani, 2019).

Polipropilen merupakan komposisi utama masker medis sehingga untuk mendaur ulang limbah masker hampir sama dengan cara mendaur ulang sampah PP (Fitria, 2022). PP memiliki daya tahan yang baik terhadap bahan kimia, kuat, dan memiliki titik leleh yang tinggi sehingga cocok untuk produk yang berhubungan dengan makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan, botol minum, tempat obat, dan botol minum untuk bayi, biasanya didaur ulang menjadi *casing* baterai, sapu, sikat, dan lainnya. Masker medis sepiantas terlihat seperti terbuat dari bahan tekstil tetapi pada kenyataannya kandungan masker medis berbeda dengan kain. Masker medis merupakan polimer dan tersusun atas polipropilen di mana kandungan tersebut merupakan plastik yang sifatnya sulit untuk terdegradasi. Karena ketahanan tersebut, maka jenis plastik ini memiliki kelebihan untuk digunakan sebagai bahan baku atau material pembuatan produk plastik seperti mainan anak, perabot rumah tangga, *box* atau papan elektronik dan lainnya. Alasannya adalah karena plastik memiliki banyak kelebihan dibandingkan material lainnya yaitu bahannya kuat ditarik ataupun dilendutkan/dilenturkan (*flexible*), tekstur mengkilat atau licin, anti rayap, anti air, anti karat, tahan terhadap bahan kimia, dan biaya produksi yang relatif murah (Sofiana, 2010)

1	2	3	4	5	6	7
PETE	HDPE	PVC	LDPE	PP	PS	OTHER
polyethylene terephthalate	high-density polyethylene	polyvinyl chloride	low-density polyethylene	polypropylene	polystyrene	other plastics, including acrylic, polycarbonate, polyactic fibers, nylon, fiberglass
soft drink bottles, mineral water, fruit juice container, cooking oil	milk jugs, cleaning agents, laundry detergents, bleaching agents, shampoo bottles, washing and shower soaps	trays for sweets, fruit, plastic packing (bubble foil) and food foils to wrap the foodstuff	crushed bottles, shopping bags, highly-resistant sacks and most of the wrappings	furniture, consumers, luggage, toys as well as bumpers, lining and external borders of the cars	toys, hard packing, refrigerator trays, cosmetic bags, costume jewellery, CD cases, vending cups	

Gambar 7. Simbol 7 jenis plastik
(Sumber: <http://sustainability.id/simbol-plastik/>, 2022)

Sifat plastik yang dimiliki oleh masker medis tersebut dapat dijadikan acuan untuk melihat pengolahan limbah plastik yang sudah pernah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian ini, limbah masker tersebut akan diolah dengan teknik pelelehan material masker tersebut menjadi bahan dalam pembuatan produk-produk interior dan eksterior. Beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait limbah masker dan penanganannya antara lain tinjauan kebijakan pengelolaan limbah medis (Nugraha, 2020). Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi limbah masker medis menjadi material interior maupun eksterior bangunan. Potensi limbah masker akan membantu mengurangi limbah masker yang tersebar dan dapat dimanfaatkan menjadi sesuatu yang memiliki nilai manfaat bahkan dapat berdaya jual dengan pengelolaan yang tepat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian campuran yaitu kualitatif dan kuantitatif. Pada tahapan awal dilakukan studi literatur yang merupakan tahapan peneliti dalam mengumpulkan dokumen, baik dalam bentuk digital maupun bentuk cetak. Dokumen yang dikumpulkan di antaranya adalah jurnal-jurnal ilmiah yang memiliki subjek pembahasan yang sama yaitu limbah masker dan jurnal-jurnal yang terkait dengan penanganan sampah plastik yang sifatnya sama dengan sifat plastik dari masker limbah medis. Setelah itu dilakukan eksperimen yang bertujuan untuk memperoleh gambaran yang komprehensif tentang mengoptimalkan pendauran ulang limbah masker medis menjadi produk interior maupun eksterior bangunan.

Penelitian ini dilakukan di rumah praktisi dan dilaksanakan pada bulan Maret tahun 2022. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan eksperimental lalu mengobservasi hasil pendauran ulang masker. Data yang dikumpulkan adalah data mengenai jumlah masker yang digunakan untuk memanaskan masker hingga berbentuk *liquid* dan kembali mengeras hingga berbentuk lempengan dengan dimensi tertentu. Teknik ini dilakukan dengan menghitung jumlah masker medis yang digunakan untuk menghasilkan material penyusun dalam interior dan eksterior bangunan. Hasil analisis dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah limbah masker yang dibutuhkan dalam menghasilkan produk interior atau eksterior.

Penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi (*identify*) lokasi pengambilan bahan masker medis. Pembahasan penelitian yang digunakan dengan mengikuti tahap analisis (*analyze*), yakni menganalisis jenis masker medis yang layak untuk digabungkan untuk didaur ulang, Pembersihan masker dengan cara pencucian dengan sabun ataupun cairan pembersih atau desinfektan untuk menghilangkan zat-zat kimia dan kotoran yang melekat. Pada tahapan pengolahan masker medis, diambil dan disimpulkan data berdasarkan observasi dari kegiatan yang dilakukan. Mengolah hasil akhir produk agar dapat dimanfaatkan sebagai papan polimer/ plastik untuk produk material interior maupun eksterior bangunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Polipropilen merupakan komposisi utama masker medis sehingga untuk mendaur ulang limbah masker hampir sama dengan cara mendaur ulang sampah PP. Sehingga akan dilakukan eksperimen dengan proses pelelehan bahan polipropilen tadi menjadi bahan yang dapat digunakan untuk membuat produk interior maupun eksterior bangunan, Tahap pertama, masker-masker dikumpulkan dari berbagai tempat, utamanya dari fasilitas umum dan dikarantina di suatu tempat selama minimal 10 hari. Kurun waktu tersebut mengacu kepada informasi seputar pandemik mengenai lama waktu yang dibutuhkan suatu bahan yang mengandung virus, dapat berpindah ke seseorang. Mengacu ke CDC, diinfokan bahwa 99% virus akan mati pada kondisi tidak tergeletak di tanah atau tekstur berpori selama 4 hari. Untuk keamanan dibutuhkan waktu ekstra lagi minimal 6 hari. Selanjutnya masker disortir dan dipisahkan dengan menggunakan sarung tangan untuk keamanan. Karet di samping masker dan kawat hidung semuanya dihilangkan agar tidak mengganggu proses peleburan bahan polipropilen masker tersebut. Setelah itu, siapkan sabun bercampur air atau siapkan cairan antiseptik untuk membersihkan masker. Semua masker dicuci dengan baik seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Langkah-langkah sterilisasi limbah masker medis sebelum proses *recycle*

Setelah semua masker selesai dicuci, masker dijemur untuk mendapatkan sinar ultraviolet (UV) dengan tujuan untuk mensterilkan masker dan membunuh mikroorganisme seperti virus dan bakteri atau bahan-bahan berbahaya termasuk bahan kimia, dan zat berbahaya lainnya. Perlu dipastikan bahwa potongan masker-masker sudah terdekontaminasi sebelum memulai proses *recycle*. Setelah masker selesai

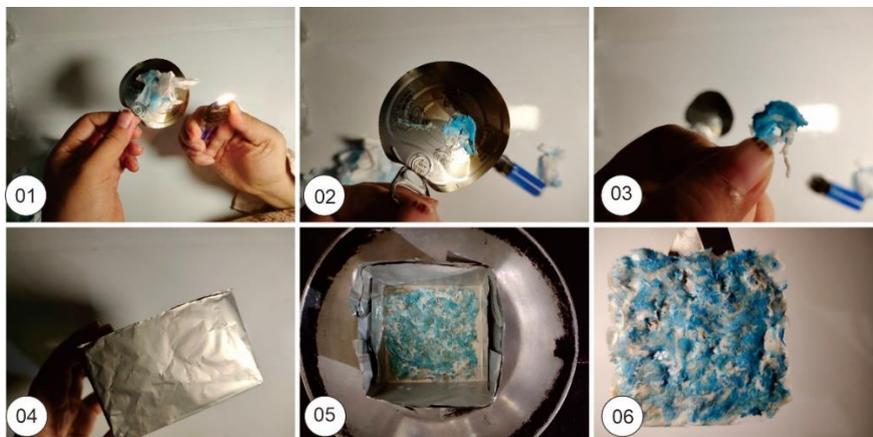
dikeringkan, baik secara manual (penjemuran di bawah terik matahari) maupun secara otomatis menggunakan bantuan *hairdryer*, selanjutnya diolah dengan cara manual yaitu masker dipisahkan antar layer-layernya. Selanjutnya masker disobek secara memanjang lalu digunting lagi menjadi potongan-potongan kecil.

Setelah masker menjadi potongan-potongan kecil, sisihkan dan buat wadah menggunakan *aluminium foil* atau bisa juga menggunakan wadah sekali pakai yang tahan untuk oven atau panci yang dipanaskan. Setelah itu tunggu beberapa menit sampai masker tersebut meleleh. Tunggu sampai lelehan tersebut merata mengikuti wadahnya. Dinginkan beberapa menit sampai lelehan tadi menjadi mengeras seperti terlihat pada Gambar 9.06.



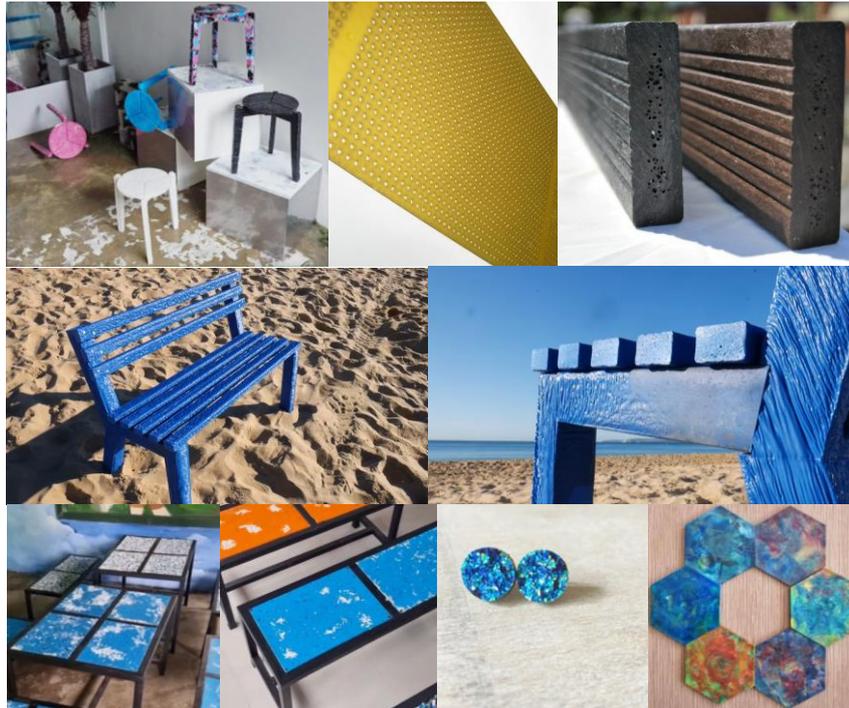
Gambar 9. Tahap proses *recycle* limbah masker metode pertama

Berdasarkan proses *recycle* masker pada Gambar 9, dengan menggunakan 16 buah masker yang dilelehkan pada wadah *aluminium foil* berukuran 8 cm x 8 cm diperoleh hasil berupa plat/ lembaran polimer setebal ± 1 mm dengan dimensi 8 cm x 8 cm atau dalam luasan 64 cm². Cara lain juga dapat dilakukan melalui alternatif teknik pelelehan secara langsung, yaitu masker yang dibakar secara langsung oleh api atau korek namun tetap diatur jaraknya agar tidak terbakar (Gambar 10). Pelelehan tadi bisa digabungkan lalu disatukan kembali dalam 1 wadah. Sehingga jika bahan baku ini digunakan, bahan ini dapat didaur ulang menjadi suatu bentukan yang lain.



Gambar 10. Tahap proses *recycle* limbah masker dengan metode alternatif

Berdasarkan proses pelelehan limbah masker pada Gambar 9 dan Gambar 10, diperoleh sejumlah hasil bahwa 1 buah masker dapat dilelehkan menjadi lempengan polimer dengan ketebalan ± 1 mm dengan ukuran 2 cm x 2 cm. Sementara pada kegiatan pelelehan sebelumnya diperoleh hasil bahwa 16 buah masker yang dilelehkan pada wadah *aluminium foil* berukuran 8 cm x 8 cm dapat menghasilkan plat/lembaran polimer setebal ± 1 mm dengan dimensi luasan 64 cm². Sehingga dapat disimpulkan bahwa ketebalan dan dimensi masker dipengaruhi oleh banyaknya jumlah masker yang dilelehkan, a 1 masker dapat menjadi lempengan polimer ± 4 cm² dengan tebal ± 1 mm.



Gambar 11. Contoh pengaplikasian pelehan limbah masker menjadi ragam benda fungsional (Sumber: pinterest, youtube dan kertasbumirecyclingcenter, 2022)

Hasil pelelehan limbah masker tersebut dapat menjadi produk atau material yang fungsional yang bisa dimanfaatkan lebih optimal dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya seperti perabot atau *furniture* interior rumah seperti kursi dan meja, atau dapat pula berupa papan polimer untuk panel dinding atau untuk *display* produk ataupun bisa menjadi produk pengganti kayu serupa papan atau balok (Gambar 11) yang dapat digunakan di eksterior atau luar ruangan karena sifatnya yang tahan terhadap air, korosi dan lendutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian potensi limbah masker dalam pembuatan material interior maupun eksterior bangunan dapat disimpulkan bahwa ketebalan dan dimensi masker dipengaruhi oleh banyaknya jumlah masker yang dilelehkan, sebuah masker dapat menjadi lempengan polimer ± 4 cm² dengan tebal ± 1 mm dengan kurun waktu yang menyesuaikan dengan intensitas panas api. Dimensi luasan yang didapatkan dari hasil penelitian cenderung relatif disebabkan oleh keterbatasan alat pres dan cetakan yang bisa membuat ukuran lebih presisi. Untuk itu dibutuhkan penelitian lanjutan yang dapat melanjutkan hasil penelitian dengan penggunaan alat yang lebih presisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adyani, V. (2019). "Pengelolaan Sampah Masker Sekali Pakai". <https://dlhk.jogjaprovo.go.id/>.
- Chua, M. H., Cheng, W., Goh, S. S., Kong, J., Li, B., Lim, J. Y. C., Mao, L., Wang, S., Xue, K., Yang, L., Ye, E., Zhang, K., Cheong, W. C. D., Tan, B. H., Li, Z., Tan, B. H., & Loh, X. J. (2020). Face masks in the new COVID-19 normal: materials, testing, and perspectives. *Research (Wash D C)*, 2020, 1-40.
- Dharmaraj, S., Munawaroh, H. S. H., & Ngamcharussrivichai, C. (2021). Pyrolysis: An effective technique for degradation of COVID-19 medical wastes. *Chemosphere*, 275, 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130092>.
- Fitria, H., Ahmad, T. L., & Rizaq, S. U. (2022). Pemanfaatan masker limbah COVID-19 sebagai upaya mengurangi pencemaran lingkungan. Metode: *Jurnal Teknik Industri*, 8(1), 41-50.
- Hasibuan, L. (2020). "Kabar Baik! Harga Masker & Hand Sanitizer Turun nih." *CNBC Indonesia*. 01 Mei.
- Kampf, G., Voss, A., & Scheithauer, S. (2020). Inactivation of coronaviruses by heat. *J Hosp infect*, 105(2), 348-349.
- Nugraha, R. V., Ridwansyah, H., & Atik, N. (2020). Traditional herbal medicine candidates as complementary treatments for COVID-19: A review of their mechanisms, pros and cons. *Hindawi: Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2020/2560645>.
- Siahaan, M. (2020). Dampak pandemi Covid-19 terhadap dunia pendidikan. *Jurnal Kajian Ilmiah*, 1(1), 73-80. <https://doi.org/10.31599/jki.v1i1.265>.
- Sofiana, Y. (2010). Pemanfaatan limbah plastik sebagai alternatif bahan pelapis (*upholstery*) pada produk interior. *Humaniora*, 1(2), 331-337.
- Trisutrisno, I., Romas, A. N., Nilasari, N., Situngkir, D., Styaningsih, N., Kusumawati, I., Ashari, A. E., & Firmansyah, Y. W. (2022). *Surveilans Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Medan: Kita Menulis.