

COAXYL-MASK: MASKER RAMAH LINGKUNGAN DARI SABUT KELAPA (*COCOS NUCIFERA*) DAN *ACETOBACTER XYLINUM*

Sinta Setyaningrum^{1*}, Zahra Nur Salsabila¹, Aisyah Auliya Rahmawati¹, Anindya Indrita Putri¹, Dhea Nurul Amalia¹, Syakira Athiya Tsany¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

*E-mail : sinta.setyaningrum@polban.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan masker bagi setiap orang dinilai efektif untuk membatasi penyebaran Covid-19. Namun, permasalahan lingkungan muncul akibat dari banyaknya penggunaan masker karena masker sekali pakai sulit untuk terurai secara alami. Maka dari itu, *Coaxyl-mask* merupakan inovasi masker sekali pakai yang terbuat dari biocelulosa hasil fermentasi *Acetobacter xylinum* dan sabut *Cocos nucifera*. Masker ini terdiri dari 3 lapisan yaitu film biocelulosa yang memiliki sifat *water repellent*, filter sabut kelapa, dan film biocelulosa sehingga mampu terdekomposisi dengan cepat jika dibandingkan dengan masker sekali pakai pada umumnya. Pada gagasan yang diusulkan ini, perancangan teknik implementasi *Coaxyl-mask* yaitu dengan melibatkan banyak pihak seperti, pedagang kelapa, produsen masker, tim riset perusahaan medis, dan pabrik independen. Diprediksi masker ini akan memiliki manfaat yang panjang sebagai alat pelindung pada saat pandemi dan mampu menjadi solusi dalam menangani pencemaran atau penimbunan masker seiring dengan jumlah pemakai yang banyak.

Kata kunci: Coaxyl-mask, masker, ramah lingkungan

ABSTRACT

Wearing masks has been proven to be the most effective in preventing and minimising the spread of Covid-19. However, there is an environmental risk along with the growing demand of single-use masks. This is caused as the single use mask waste cannot be degraded naturally. Therefore, *Coaxyl-mask* is a green innovation of masks that is made from biocellulose produced by fermentation of glucose using *Acetobacter xylinum* and coconut husk waste. This mask is made of three layers of water repellent biocellulose film, a filter made from coconut husk, and another biocellulose film that is non-irritative to the skin. As the materials were made of natural materials, this mask can degrade naturally faster compared to conventional single use masks, so it is environmentally friendly. To implement this idea, there need to be a lot of party involved such as coconut seller, mask producers, medical equipment research team, and independent factories. Because its biodegradable materials, this mask will be a revolutionary invention in medical industry and will be very useful in preventing diseases while saving the environment.

Keywords: Coaxyl-mask, mask, environmentally friendly

1. PENDAHULUAN

Penggunaan masker sangat penting dikala pandemi saat ini. Hal tersebut mengakibatkan produksi limbah masker sekali pakai menjadi tinggi. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan mencatat adanya peningkatan limbah

medis sebesar 30% - 50% selama pandemi COVID-19 di Indonesia. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) juga mencatat pada rentang bulan Maret hingga September tahun 2020, jumlah timbunan limbah medis

diperkirakan berjumlah 1.662,75 ton (Ameridya et al., 2021)

Studi terbaru memperkirakan penggunaan masker sekali pakai secara global mencapai 129 miliar buah per bulannya. Ahli toksikologi lingkungan Elvis Genbo Xu dari University of Southern Denmark dan profesor Zhiyong Jason Ren, seorang ahli teknik sipil dan lingkungan di Princeton University, mengatakan “Masker sekali pakai adalah produk plastik, yang tidak dapat dengan mudah terurai tetapi dapat terfragmentasi menjadi partikel plastik yang lebih kecil, yaitu mikro dan nanoplastik yang tersebar luas di ekosistem” (Cockburn, 2021).

Masker medis atau masker sekali pakai terbuat dari beberapa serat plastik, terutama polipropilen (PP), yang tidak akan terurai selama lebih dari 5-10 dekade. Jika tidak dikelola dan didaur ulang secara tepat, limbah masker dapat mencemari dan menjadi ancaman bagi lingkungan karena terbuat dari serat mikro plastik yang tidak dapat terurai secara biologis (Pratiwi, 2021). Akibatnya, mikro plastik yang tertimbun dalam tanah akan mempengaruhi kualitas air tanah dan menurunkan kesuburan tanah, serta racun dari partikel plastik dapat membunuh hewan pengurai di dalam tanah.

Sejak tahun 1995 Pemerintah Indonesia telah menekankan upaya pengelolaan limbah, terutama bagi limbah medis dan limbah B3 dalam kebijakan yang diatur pada Keputusan Kepala Badan Pengadalan Dampak Lingkungan Nomor : KEP/03/BAPEDAL/09/1995 Tentang Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Namun, dalam kebijakan tersebut masih dirasa adanya beberapa kendala dalam penjelasan upaya praktis pemerintah dalam penerapan pengelolaan dan optimalisasi limbah B3 medis. Salah satunya adalah masih ditemukannya

kesenjangan antara jumlah limbah yang terus meningkat dengan ketersediaan maupun kapasitas fasilitas pengolahan limbah medis yang telah beroperasi. Hingga saat ini, di Indonesia tercatat hanya memiliki 10 jasa pengelolaan limbah medis berizin dengan kapasitas pengelolaan limbah kurang lebih 170 ton/hari dan 87 rumah sakit yang memiliki alat *incinerator* untuk mengolah limbah medisnya secara mandiri (Rahno dkk., 2015 dalam Fatimah, 2022).

Untuk mencegah penumpukan limbah masker sekali pakai serta membantu pemerintah dalam pengolahan limbah yang belum optimal, penulis memiliki inovasi yaitu masker sekali pakai ramah lingkungan dengan menggunakan sabut kelapa dan bioselulosa yang terbuat dari bakteri *Acetobacter xylinum* sebagai bahan pengganti polipropilena yang biasanya digunakan pada masker medis. Terdapat penelitian yang menunjukkan bahwa komposisi kimia yang dimiliki oleh selulosa hasil produksi *Acetobacter xylinum* adalah sama dengan selulosa yang dihasilkan oleh tanaman, namun menunjukkan sifat fisik yang unik dan lebih unggul. Hingga saat ini, selulosa bakteri adalah selulosa yang paling murni yang ada di alam (Halijah, 2013). Selain itu, masker ini dilengkapi penambahan lapisan dari *Cocos nucifera* yang digunakan sebagai filter masker. Gagasan ini dinamakan Coaxyl-mask (*Cocos nucifera* dan *Acetobacter xylinum* mask). Diharapkan gagasan ini dapat memberikan solusi alternatif untuk mengatasi permasalahan limbah masker sekali pakai karena Coaxyl-mask ini bersifat ramah lingkungan, mudah terurai, dan tidak mengurangi keefektifan masker untuk melindungi diri.

2. METODE

Proses identifikasi masalah dilakukan dengan cara mengamati fenomena sekitar dan kebiasaan masyarakat yang berpotensi menyebabkan masalah terhadap lingkungan.

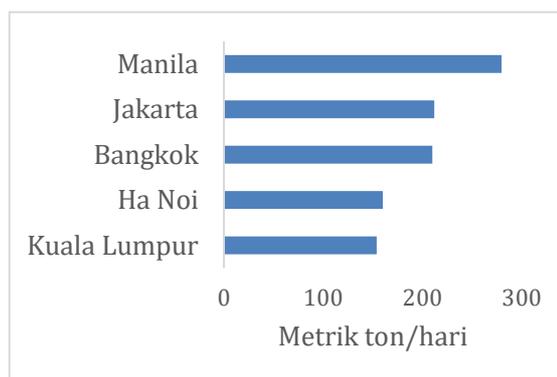
Kajian pustaka dilakukan untuk meninjau dan melihat upaya atau inovasi apa saja yang sudah pernah diusulkan untuk memecahkan permasalahan yang ada di masyarakat. Data-data yang didapatkan kemudian dijadikan acuan dalam pembuatan dan penulisan gagasan.

Selain itu, kajian pustaka juga dilakukan untuk menentukan karakteristik dari bioselulosa yang optimal, juga metode proses pembuatan bioselulosa oleh bakteri yang tepat dan pengolahan limbah sabut kelapa menjadi filter.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Kekinian

Sudah setahun lebih sejak kasus pertama *Coronavirus Disease* (Covid-19) pertama kali diumumkan oleh Pemerintah Indonesia pada 2 Maret 2020. Data statistik jumlah kasus Covid-19 pun terus bertambah hingga akhir tahun 2021. Dilatarbelakangi oleh hal tersebut, mengakibatkan tren kenaikan jumlah timbunan limbah medis. Salah satunya yaitu limbah masker sekali pakai (*disposable mask*) (Prasetiawan, 2020). Limbah masker sekali pakai ini merupakan suatu kendala bagi beberapa negara khususnya Indonesia. Masalah yang dihadapi yaitu dalam pengolahan limbah masker tersebut.



Gambar 1. Limbah medis harian di Ibu kota beberapa negara ASEAN (Asian Development Bank (ADB))

Dari data pada **Gambar 1** dapat terlihat bahwa Indonesia berada pada urutan kedua yang menghasilkan limbah medis terbanyak yaitu sekitar 215 metrik ton/hari. Berdasarkan data Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, jumlah timbunan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) di Indonesia, termasuk masker dan Alat Pelindung Diri (APD), mencapai 1.662,75-ton selama masa pandemi, yakni selama bulan Maret hingga September 2020. Di ibukota DKI Jakarta sendiri, terdapat lebih dari 1.500 kg limbah masker sekali pakai dari rumah tangga sejak pandemi pada bulan April 2020 lalu (Nufus, 2021). Penggunaan rata-rata masker sekali pakai sekitar 2,8 juta masker per menit, menurut penelitian yang dipublikasikan di jurnal *Frontiers of Environmental Science and Engineering* (Atoillah, 2022).

Saat ini dalam menangani limbah medis tersebut dilakukan proses pemusnahan dan pembakaran. Proses pembakaran ini akan berdampak pada lingkungan. Pembakaran sampah berbahan kimia tidak hanya akan mengakibatkan polusi udara, namun juga dapat melepaskan asap beracun. Beberapa bahan kimia hasil pembakaran antara lain, sulfur dioksida, nitrogen oksida, bahan kimia organik yang mudah menguap (*volatile organic compound*)

dan bahan organik polisiklik (*polycyclic organic compound*), serta bahan kimia karsinogenik *polyaromatic hydrocarbon* (PAH), dan *benzo(a)pyrene* (BAP) (Maulana, 2021).



Gambar 2. Ilustrasi lapisan masker tiga lapis (www.lensaindonesia.com)

Masker medis atau masker sekali pakai (**Gambar 2**) utamanya terbuat dari polipropilena yang merupakan salah satu jenis plastik (Oluniyi, 2020). Polipropilena tergolong ke dalam plastik sintetik yang tidak mampu didegradasi oleh mikroorganisme. Hingga saat ini belum ditemukan mikroorganisme yang dapat mensintesis enzim pendegradasi polimer petrokimia (Yuliana, 1996 dalam Anggara, 2001). Timbunan sampah plastik di dalam tanah akan mempengaruhi kualitas tanah dan air tanah, akibat dari hilangnya kandungan humus yaitu kandungan penyubur tanah. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan plastik yang bersifat nonpermeable akan menghambat sirkulasi udara dari dan ke dalam tanah (Sutiani, 2001). Produksi masal plastik biodegradabel merupakan salah satu usaha yang perlu ditingkatkan untuk mengatasi penimbunan sampah plastic konvensional yang sudah tidak terkendali. Oleh karena itu, limbah masker yang “berkeliraran” di sekitar masyarakat dapat berbahaya bagi kesehatan dan meningkatkan penyebaran Covid-19 (Chris, 2020).

Demi mengurangi limbah masker, beberapa mahasiswa mencetuskan

berbagai inovasi. Namun, inovasi tersebut berupa inovasi masker kain yang efektivitasnya lebih rendah dibandingkan masker sekali pakai (masker medis). Dengan menggunakan masker kain, 97% partikel dapat masuk, yang artinya tingkat perlindungannya hanya 3% saja (Rianto, 2020 dalam Ika, 2020). Oleh karena itu, sangat dibutuhkan inovasi yang tepat dengan tujuan mengurangi limbah masker sekali pakai tanpa mengurangi keefektifan masker yang digunakan.

Solusi yang Pernah Ditawarkan

1. Filter Karbon Masker dari Limbah Pisang

Masker ini merupakan inovasi dari mahasiswa Universitas Tanjungpura (Untan). Konsep masker tersebut yaitu memadukan filter karbon aktif yang dibuat dari limbah kulit pisang dengan masker kain pada umumnya (Dedi, 2020).

2. MaxMask

Masker ini merupakan inovasi dari mahasiswa Universitas Indonesia. Rancangan MaxMask bertumpu pada penambahan *filter pad* di dalam masker kain. Masker kain pada MaxMask dibuat celah sehingga dapat disisipkan filter pad tersebut. Filter pad berfungsi untuk menyaring partikel kotor pada udara, serta pada *filter pad* tersebut juga ditambahkan minyak atsiri aromatik yang berkhasiat sebagai aromaterapi. *Filter pad* ini terbuat dari komposisi pulps, karbon aktif, BMF Indikator 6-7%, Na_2CO_3 , pewarna alam, fragrance essence oil, kertas dengan artprint dan segel hologram (Farid, 2021).

Gagasan yang Diajukan



Gambar 3. Ilustrasi Rancangan Produk

Solusi yang pernah ditawarkan hanya sebatas masker kain yang ditambahkan filter karbon dan *filter pad*. Gagasan rancangan masker ramah lingkungan yang diajukan ditampilkan pada **Gambar 3**.

Bioselulosa yang dibuat melalui proses fermentasi oleh kultur bakteri *Acetobacter xylinum* yang merupakan bakteri *non-pathogen* memiliki diameter sekitar 50 nm, kekuatan mekanis yang tinggi, kristalinitas tinggi, daya serap air dan kemurnian yang tinggi ditunjukkan pada Tabel 1 (Mohammad, dkk., 2014). Dengan pori-pori berukuran 50 nm, masker yang berbahan dasar limbah ini dapat dengan cukup efektif menangkal penyebaran virus SARS-CoV-2 yang berukuran 120-160 nm (Susilo dkk., 2020).

Tabel 1. Sifat Fisik dan Kimia bioselulosa yang dibuat melalui proses fermentasi oleh kultur *Acetobacter xylinum*

FESEM (Morphology)	Fiber rapat dengan fibril silang (material yang kuat)
FTIR (Chemical moiety)	Karbonil, karboksil, hidroksil, C-H stretching dan C-O-C fungsional
XRD (Porositas/ Kristalinitas)	99.41%

Sumber: Syafiqah, 2018

Bioselulosa diproduksi dari fermentasi glukosa oleh kultur bakteri *Acetobacter xylinum*. Inokulum yang digunakan adalah air kelapa tua yang ditambahkan 5% sukrosa, 5% amonium sulfat, dan 1% asam asetat (Potivara dkk., 2019). Karena bioselulosa yang diproduksi memiliki daya serap air yang tinggi, sedangkan untuk lapisan pertama masker pada umumnya harus bersifat tahan air, maka pada fase produksi bioselulosa oleh kultur bakteri perlu dilakukan penambahan komponen/zat aditif lain ke dalam medium kultur untuk menambahkan sifat *water repellent* pada bioselulosa sehingga bisa digunakan sebagai pengganti *disposable mask*. Ada beberapa metode yang bisa diterapkan untuk menambahkan sifat anti air ini, salah satunya metode *disassembled* menggunakan metode *electrospinning*. Keunggulan dari metode *electrospinning* ini adalah film yang diproduksi memiliki struktur pori-pori yang lebih merata dibandingkan menggunakan metode *casting* (Azaredo, dkk., 2019). Film yang dibentuk menggunakan metode ini dapat ditambahkan bahan aditif lain yang dapat membuat film menjadi tahan air.

Modifikasi bioselulosa ini juga dapat dilakukan melalui proses *ex-situ* dengan merendam film yang sudah terbentuk di dalam larutan natural *rubber latex*. 0,5-10% selama 48 jam dalam temperatur 30-70°C. Setelah dilakukan uji coba, didapatkan film hasil modifikasi hanya dapat menyerap air sebesar 10,9%. Film hasil modifikasi ini pun dapat terdekomposisi secara alami dalam waktu 4-6 minggu berdasarkan hasil percobaan (Potivara dkk., 2019). Berdasarkan literatur, masker N95 memiliki daya serap air sebesar 46% dan *surgical mask* sebesar 0,17%. Sehingga bioselulosa yang sudah dimodifikasi layak untuk digunakan sebagai pengganti bahan

polipropilena pada masker sekali pakai pada umumnya.

Pada bagian lapisan kedua, digunakan filter yang terbuat dari sabut kelapa. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, dapat diperoleh nanokristal yang diekstrak dari kelapa hijau dengan diameter sekitar 8,10 nm hingga 5 nm (Cerqueira dkk., 2017; Rosa dkk., 2010). Nanokristal yang terbentuk dapat diubah menjadi lembaran-lembaran filter menggunakan metode *electrospinning* atau *casting* yang kemudian akan menyaring partikel-partikel debu halus dari udara yang lolos, dan juga berfungsi untuk menyaring partikel-partikel virus jika pengguna masker sedang sakit.

Lapisan ketiga yang merupakan lapisan yang lembut, tidak menyebabkan iritasi dan dapat menyerap air. Film bioselulosa yang terbuat dari mikroba dapat juga digunakan sebagai bahan untuk lapisan ketiga ini, namun yang digunakan adalah film yang tidak ditambahkan zat aditif sehingga film mampu untuk menyerap air/cairan dari pengguna masker.

Sabut kelapa dan bioselulosa yang digunakan bersifat *biodegradable* dalam waktu yang cukup singkat akan mengurangi jumlah limbah *disposable mask* maupun *surgical mask* yang bersifat sekali pakai pada lingkungan tanpa mengurangi kenyamanan konsumen saat menggunakan masker ramah lingkungan ini.

SIMPULAN

Gagasan yang diajukan merupakan inovasi masker sekali pakai dengan tiga lapisan yang tentunya memiliki kelebihan karena terbuat dari bahan baku yang bersifat ramah lingkungan dan mudah ditemukan dengan kandungan manfaat yang besar. Lapisan pertama, terdapat film bioselulosa yang bersifat *water repellent*, selain itu filter sabut kelapa

yang berbentuk lembaran-lembaran diletakkan pada lapisan kedua yang berfungsi menyaring partikel-partikel virus maupun debu halus yang lebih kecil dari udara, sedangkan lapisan ketiga masker ini menggunakan film bioselulosa yang bersifat mudah menyerap cairan dan lembut. Di sisi lain, pori-pori pada filter lapisan pertama lebih kecil dibanding ukuran virus SARS-CoV-2 sehingga efektif digunakan pada saat pandemi. Diprediksi harga Coaxyl-mask dapat sama dengan harga masker konvensional dengan kualitas yang lebih unggul.

Dengan membangun kerja sama antara pedagang kelapa, produsen masker, tim riset perusahaan medis, dan pabrik independen, maka terdapat beberapa hal yang diprediksi akan tercapai yaitu pertama, limbah masker yang dapat merusak lingkungan dapat berkurang seiring dengan penggunaan Coaxyl-mask bagi masyarakat. Kedua, sabut kelapa yang merupakan limbah akan memiliki nilai kegunaan yang lebih karena dimanfaatkan sebagai bahan baku Coaxyl-mask. Ketiga, terciptanya lapangan kerja yang baru dengan mengembangkan Coaxyl-mask ini menjadi produk unggul karya anak bangsa. Terakhir, masyarakat menjadi lebih tertarik memakai masker dengan adanya Coaxyl-mask karena unik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Rancangan produk berbasis teknologi ini didanai oleh Politeknik Negeri Bandung pada Program Kreativitas Mahasiswa - Gagasan Tertulis

DAFTAR RUJUKAN

Atoillah, Aat. (2022). *Dampak Limbah Masker Beserta Langkah Bijak Menanganinya*. URL: <https://www.kompasiana.com/ko/mpasiana.com.aat/61f0c6d18700>

- [00379f0a9514/dampak-limbah-masker-beserta-langkah-bijak-menanganinya](https://pon.antaranews.com/berita/1698158/mahasiswa-untan-manfaatkan-limbah-pisang-jadi-filter-karbon-aktif). Diakses 29 Mei 2022
- Ameridya, A., Pratama, A., Pudi, R. A., & Fickri Absyar, S. 2021. Limbah Masker Di Era Pandemi: Kejahatan Meningkat Atau Menurun? *Growth Dan Manajemen Lingkungan*, 10(1), 2597–8020.
- Asian Development Bank (2020). *Managing Infectious Medical Waste during the Covid-19 Pandemic*. URL: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/578771/managing-medical-waste-covid19.pdf>. Diakses 10 Agustus 2021.
- Azaredo, H. M. C., Barud, H., Farinas, C. S., Vasconcellos, V. M., dan Claro, A. M. (2019). Bacterial Cellulose as a Raw Material for Food and Food Packaging Applications. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 3
- Cerqueira, J. C., Penha, J. D. S., Oliveira, R. S., Guarieiro, L. L. N., Melo, P. D. S., Viana, J. D., dan Machado, B. A. S. (2017). Production of biodegradable starch nanocomposites using cellulose nanocrystals extracted from coconut fibers. *Polímeros*, 27(4), 320–329.
- Cockburn, H. (2021). *Disposable plastic face masks pose huge environmental risks, with 3 million used a minute, researchers warn*. URL: <https://www.independent.co.uk/news/science/face-masks-coronavirus-plastic-pollution-b1815823.html>. Diakses tanggal 11 Agustus 2021.
- Dedi (2020). *Mahasiswa Untan manfaatkan limbah pisang jadi filter karbon aktif*. URL: <https://pon.antaranews.com/berita/1698158/mahasiswa-untan-manfaatkan-limbah-pisang-jadi-filter-karbon-masker>. Diakses tanggal 13 Agustus 2021.
- Farid (2021). *Mahasiswa FTUP Rancang Masker Ramah Lingkungan*. URL: <https://www.gatra.com/news-512809-kesehatan-mahasiswa-ftui-rancang-masker-ramah-lingkungan.html>. Diakses tanggal 11 Agustus 2021
- Fatimah, N. 2022. Kebijakan Pemerintah dalam Pengelolaan Limbah Medis Akibat COVID-19. Skripsi. Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Muhammadiyah, Malang.
- Halijah. 2013. Potensi Bioselulosa yang Difortifikasi dengan Infusa The (*Camellia sinensis*) sebagai Masker Wajah. Skripsi. Fakultas Farmasi Universitas Hasanudin, Makassar.
- Ika, (2020). *Efektivitas Masker Kain Cegah Covid-19 Paling Rendah*. URL: <https://www.ugm.ac.id/id/berita/19280-efektivitas-masker-kain-cegah-covid-19-paling-rendah>. Diakses tanggal 13 Agustus 2021.
- Maulana, H.A. (2021). *Perhatikan, Ini Dampak Buruk Membakar Sampah Rumah Tangga*. URL: <https://www.kompas.com/homey/read/2021/07/06/200500976/perhatikan-ini-dampak-buruk-membakar-sampah-rumah-tangga?page=all>. Diakses tanggal 12 Agustus 2021.

- Mohammad, S., Rahman, N., Khalil, M., dan Abdullah, S. 2014. An Overview of Biocellulose Production Using *Acetobacter xylinum* Culture. *Advances in Biological Research*. 8(6): 307-313.
- Nufus, Wilda Hidayatun. (2021). *1,5 Ton Sampah Masker Bekas dari Rumah Tangga Terkumpul selama Pandemi*. URL: <https://news.detik.com/berita/d-5350288/15-ton-sampah-masker-bekas-dari-rumah-tangga-terkumpul-selama-pandemi>. Diakses 11 Agustus 2021
- Oluniyi, F., Elvis, O. (2020). Covid-19 face masks: A potential source of microplastic fibers in the environment. *Science of the Total Environment*. 737
- Potivara, K., dan Phisalaphong, M. (2019). Development and Characterization of Bacterial Cellulose Reinforced with Natural Rubber. *Materials (Basel)*. 12(14): 2323
- Prasetiawan, T. (2020). Permasalahan Limbah Medis Covid-19 di Indonesia. *Kajian Singkat Terhadap Isu Aktual dan Strategis*. 7 (9):13.
- Pratiwi, H.W. (2021). *Bahaya Plastik Terselubung pada Masker Medis*. URL: <https://kumparan.com/wijayantih-erlisp/bahaya-plastik-terselubung-pada-masker-medis-1wC546BXgs2/full>. Diakses tanggal 13 Agustus 2021.
- Rosa, M., Medeiros, E., Malmonge, J., Gregorski, K., Wood, D., Mattoso, L., Glenn, G., Orts, W., dan Imam, S. (2010). Cellulose nanowhiskers from coconut husk fibers: Effect of preparation conditions on their thermal and morphological behavior. *Carbohydrate Polymers*, 81(1), 83–92.
- Susilo, A., Rumende, CM., Pitoyo, CW., Santoso, WD., Yulianti, M., Herikurniawan, Sinto, R., Singh, G., Nainggolan, L., Nelwan, EJ., Chen, LK., Widhani, A., Wijaya, E., Wicaksana, B., Maksum, M., Annisa, F., Jasirwan, COM., and Yuniastuti, E. (2020). Coronavirus disease 2019: Tinjauan literatur terkini. *Jurnal Penyakit Dalam Indonesia*. 7(1): 45-67.
- Syafiqah, Nur. (2018). Comparative Study of Bio-Cellulose from *Acetobacter Xylinum* 0416 and Commercial Hard Gelatine Capsule. *International Journal of Applied Engineering Research*. 13(1): 743 – 748.