



Research Article



A Literature Review: Winogradsky Column sebagai Metode Biologis untuk Degradasi Masker Medis (*Disposable Mask*)

Tahri*¹, Savira Hidayanti², Nafi Atul Ummah³, Yusri Septiana⁴, Anugrah Dhuhana Yusuf⁵

¹²³⁴⁵Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

e-mail author korespondensi: 2224190039@untirta.ac.id, e-mail co-author: 2224190049@untirta.ac.id

Penerbit	ABSTRACT
Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri	<p>The Covid-19 pandemic has had many negative impacts on human life. One of them is the large amount of medical mask waste. The purpose of this article is to collect and analyze articles regarding the use of the Winogradsky column in the degradation of plastic waste and medical masks. The method used in making this article is a review article. The articles used are relevant research articles from the last 10 years. After conducting research on the article, it was concluded that the decomposition of plastic waste using the Winogradsky column method proved successful in reducing the quality of polyethylene.</p> <p>Key words: <i>Degradation, disposable mask, winogradsky column</i></p>
	ABSTRAK
	<p>Pandemi Covid-19 sudah banyak memberikan dampak negatif bagi kehidupan manusia. Salah satunya yaitu banyaknya limbah masker medis. Tujuan dibuatnya artikel ini yaitu mengumpulkan dan menganalisa artikel mengenai penggunaan winogradsky column dalam degradasi sampah plastik dan masker medis. Metode yang digunakan dalam pembuatan artikel ini yaitu artikel review. Artikel yang digunakan yaitu artikel penelitian 10 tahun terakhir yang relevan. Setelah dilakukan penelitian terhadap artikel disimpulkan bahwa penguraian sampah plastik melalui metode <i>winogradsky column</i> terbukti berhasil menurunkan kualitas <i>polietilen</i>.</p> <p>Kata kunci: Degradasi, masker medis, Winogradsky column</p>

PENDAHULUAN

Sejak awal tahun 2020 hingga saat ini, Covid-19 masih menjadi perhatian utama di banyak negara (World Health Organization, 2021). Covid-19 disebabkan oleh virus SARS Cov-2 yang termasuk kelompok virus single stranded RNA dari famili Coronaviridae. Virus Covid-19 dapat menyebabkan gangguan pada sistem pernapasan, pneumonia akut, hingga kematian (Khasanah et al., 2021). Virus ini dapat ditransmisikan melalui droplet (air liur) yang dihasilkan saat orang yang terinfeksi mengalami batuk, bersin, atau menghembuskan nafas (Lisni, 2021). Transmisi droplet lebih sering terjadi, dimana tetesan infeksi membentuk gas awan turbulen dan memungkinkan partikel virus lebih lama berada di udara (Atmojo et al., 2020), sehingga penggunaan masker menjadi wajib dan sangat penting sebagai bentuk pencegahan penularan Covid-19.

Masker dapat digunakan secara aman jika ditinjau dari segi kemampuannya untuk menyaring udara terutama mencegah masuknya bakteri maupun virus ke pernafasan (Aruan et al., 2020). Secara umum, terdapat dua jenis masker yang dapat digunakan secara komersial, yaitu masker bedah sekali pakai dan masker kain (Atmojo, 2020). Penggunaan masker bedah lebih disarankan karena dinilai lebih baik daripada menggunakan masker kain, dimana efikasi untuk masker bedah mencapai 98% sedangkan masker kain hanya mencapai 95,15% dalam memblokir virus flu burung yang mana sebanding dengan ukuran dan karakteristik fisik coronavirus (Feng et al., 2020). Berbagai studi eksperimental telah melaporkan bahwa masker bedah dapat melindungi pemakainya dari berbagai infeksi atau kemungkinan menularkan infeksi. Hasil ini tampak konsisten pada beberapa penelitian, sehingga dapat digunakan oleh para petugas layanan kesehatan dan masyarakat untuk melindungi diri terhadap virus Covid-19 ((Atmojo et al., 2020); (Dharmadhikari, 2012); (Lai et al., 2012); (MacIntyre, 2017)). Namun, dibalik keunggulan tersebut masker bedah yang hanya dapat dipakai sekali menimbulkan permasalahan baru, yakni adanya penumpukan dan peningkatan sampah medis pada masa pandemi Covid-19 (Saadat et al., 2020).

Limbah *disposable mask* yang digunakan sehari-hari oleh masyarakat umum kini menjadi permasalahan akibat banyak masker yang dibuang secara sembarangan sehingga dapat berpotensi mencemari lingkungan dan dapat menjadi media penularan penyakit ((Hayat & Zayadi, 2018); (Andina, 2019); (Juwono & Khuliyah, 2021)). Sampah medis mengandung bahan infeksius yang dapat menjadi potensi media penyebaran penyakit menular sehingga perlu dikelola secara tepat (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020). Bahan utama masker bedah adalah polipropilena dan katun. Polipropilena adalah polimer termoplastik yang hanya dapat terurai pada suhu tinggi (Jahiding, 2020). Namun, jika semua sampah masker bedah diatasi dengan cara dibakar maka akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Sehingga, perlu adanya sebuah solusi untuk mengurangi permasalahan limbah masker bedah.

Solusi yang dinilai tepat untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan menerapkan pengelolaan sampah yang mengarah pada pengurangan volume sampah (Ami & Khikmawati, 2022). Faktor yang menyebabkan belum adanya pemilahan sampah antara lain (1) ketidaktahuan masyarakat terhadap pentingnya memilah sampah, (2) belum adanya pembinaan dari pemerintah setempat untuk menggerakkan masyarakat dalam memilah sampah, (3) persepsi dan kemauan secara sadar belum terbentuk (Ramadani et al., 2020). Penguraian limbah secara alami atau dekomposisi organik yang ramah lingkungan menjadi pilihan terbaik guna menanggulangi sampah masker tersebut. Peneliti melakukan penelitian ini dengan melakukan studi literatur bagaimana memanfaatkan aktivitas bakteri untuk menurunkan kualitas dari bahan masker bedah sehingga memudahkan proses reduksi di lingkungan.

METODE PENELITIAN

Dalam penulisan artikel ini, metode yang digunakan adalah literature review. Metode literature ini memerlukan pencarian literatur dari berbagai database seperti, *Google scholar*, *Indonesian Scientific Journal Database*, dan *Directory of Open Access Journals (DOAJ)*. Pada tahap awal pencarian ditemukan ribuan jurnal dari rentang waktu 10 tahun terakhir, menggunakan kata kunci "*winogradsky column*", "*Bakteri winogradsky column*", dan "*winogradsky column sebagai pendegradasi*". Dari 4.073 jurnal yang ditemukan terdapat artikel jurnal yang dianggap relevan. Dari

jumlah artikel yang relevan terdapat 22 artikel yang memiliki kriteria penuh, dan sisanya memiliki kualitas menengah. Keseluruhan artikel yang ditemukan ada yang berisi full text dan ada yang bukan full text.

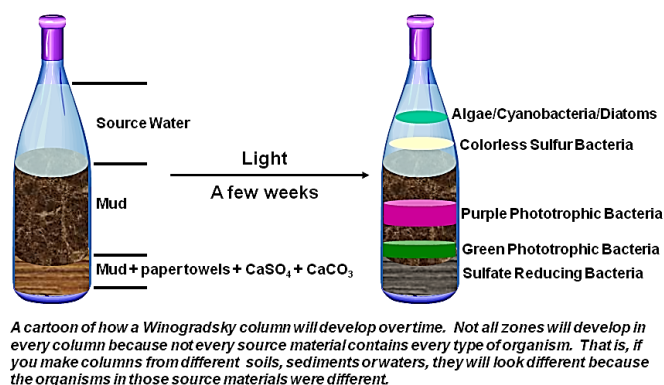
Pencarian literatur review dilakukan selama dua minggu secara online. Jurnal dan sumber informasi dipilih dan diseleksi berdasarkan relevan atau tidak dengan topik, dan juga berdasarkan penelitian terbaru. Sumber dari jurnal yang ditemukan difokuskan dari jurnal yang dipublikasi 10 tahun terakhir. Mengenai pemilihan bahasa, tidak dilakukan karena pada penelitian ini tidak mengharuskan sumber hanya dari jurnal bahasa inggris. Pada analisa data dalam artikel *literature review*, menggunakan pendekatan *simplified approach*. *Simplified approach* dilakukan dengan mengkompilasi sumber artikel yang didapat kemudian disederhanakan (Aveyard, 2010).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Media kultur mikroba dalam *Winogradsky column*

Winogradsky column merupakan suatu model ekosistem mikroba pada kolom kaca (wadah transparan) dengan menambahkan media yang diperkaya (nutrisi) dan diinkubasi dengan cahaya yang cukup ((Esteban et al., 2015) dan (Parks, 2015)). Cahaya berfungsi sebagai sumber energi bagi produsen primer dan ekosistem mikroba terstruktur berkembang, semua proses yang terjadi guna mempertahankan siklus nutrisi. Metode ini pertama kali diperkenalkan pada tahun 1888 oleh Sergei Winogradsky bersama Martinus Willem Beijerinck, akan tetapi pengembangan metode ini terus berlanjut dari tahun 1800-1900. Metode Winogradsky column merupakan sistem eksperimental yang telah digunakan secara luas untuk menyelidiki ekologi komunitas mikroba di tanah dan sedimen (Lalla et al., 2021). Selain itu juga banyak digunakan untuk studi keanekaragaman bakteri, bioremediasi dan produksi hidrogen (Lalla et al., 2021). Metode Winogradsky column juga metode untuk menghasilkan kultur mikroba.

Pembuatan metode ini juga cukup mudah hanya perlu mengisi wadah transparan dengan sedimen tanah, air dan ditambahkan dengan nutrisi tambahan (misalnya karbon, nitrogen dan sumber fosfor), setelah itu diinkubasi dalam kondisi yang terkendali (yaitu, suhu yang diatur, kegelapan atau siklus terang/gelap) (Lalla et al., 2021). Seiring waktu, aktivitas mikroba dan proses abiotik menghasilkan gradien kimia dan lingkungan dari atas ke bawah dan dari permukaan ke interior kolom, terbentuk beragam relung untuk pertumbuhan mikroba. Proses dekomposisi substrat berlumpur diawali dari produksi asam organik, alkohol dan H₂ sesuai dengan substrat dari bakteri SRB (*Sulfate Reducing Bacteria*). Produksi H₂S yang dihasilkan oleh mikroba pereduksi belerang menghasilkan H₂S tinggi di lapisan anoxic, yang berdifusi ke atas lapisan oxic. H₂S dari reduksi sulfat memicu perkembangan bakteri green sulfur yang menggunakan sulfide sebagai donor elektron dan seterusnya. Struktur komunitas mikroorganisme terbentuk dalam stratifikasi donor elektron masing-masing lapisan (Madigan et al., 2012). Relung oxic terbentuk di bagian atas dan relung bawah permukaan bersifat anoxic. Alga dan Cyanobacteria muncul dengan cepat di bagian atas kolom air pada zona oxic.



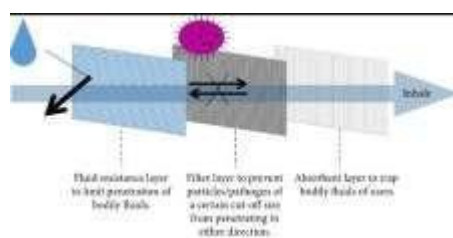
Gambar 1. Stratifikasi Winogradsky Column

Kolom Winogradsky juga dapat menjadi model ekosistem mikroba yang berguna untuk dipelajari pengaruh lingkungan pada struktur dan dinamika komunitas mikroba, sebagai komponen kompleks dapat dipertahankan atau dimanipulasi di bawah kondisi laboratorium yang dikontrol dengan hati-hati.

Bahan dasar Masker Medis (*Disposable mask*)

Masker merupakan salah satu jenis alat pelindung saluran pernapasan yang saat ini banyak digunakan karena adanya pandemi Covid-19. Masker yang banyak digunakan oleh masyarakat umum adalah jenis masker bedah sekali pakai. Maraknya penggunaan masker sekali pakai tersebut menjadi salah satu sumber permasalahan karena kurangnya edukasi terhadap masyarakat mengenai tata cara menangani limbah masker. Masker medis sekali pakai diproduksi dari polimer seperti polipropilen, poliuretan, poliakrilonitril, polistirena, polikarbonat, polietilen atau poliester (Potluri & Needham, 2005). Serat sintesis polipropilen (khususnya polipropilen berikat pintal yang tersedia dalam berbagai bobot: 18g/sqm, 20g/sqm, 25g/sqm) merupakan jenis serat yang biasa digunakan dipasaran.

Masker sekali pakai terdiri dari 3 lapisan yaitu lapisan dalam berupa serat lembut berguna sebagai bahan penyerap untuk menjebak tetesan mukosa dari pengguna. Lapisan ini juga menyerap kelembaban dari udara yang dihembuskan, sehingga meningkatkan kenyamanan. Lapisan tengah (*the melt blown-filter*) adalah filter, yang berguna mencegah partikel atau patogen dengan ukuran tertentu menembus dari kedua arah. Lapisan luar berupa serat non-woven, yang tahan air dan biasanya berwarna biru yang dapat membantu menahan cairan seperti tetesan mukosa. *The melt blown-filter* pada lapisan tengah masker merupakan lapisan filter utama dari masker yang dihasilkan oleh fabrikasi konvensional serat mikro dan nano, di mana polimer leleh diekstrusi melalui nozel kecil, dengan gas peniup berkecepatan tinggi. 3 lapisan ini secara efektif melindungi pengguna dan orang-orang di sekitarnya dengan membatasi penetrasi partikel dan patogen di kedua arah. Masker bedah 3 lapis ini dibuat melalui proses *spunbond* dan *melt-blown*. Berikut adalah ilustrasi dari 3 lapisan masker sekali pakai.



Gambar 2. Tiga lapisan masker medis sekali pakai

Degradasi limbah masker medis dalam media kultur bakteri dengan metode *Winogradsky column*

Berdasarkan analisis Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) dari masker sekali pakai yang terdegradasi dilakukan menggunakan PerkinElmer, UATR Two, USA, terhadap perpustakaan spektral khusus plastik (Perkin Elmer ATR Perpustakaan Polimer). Spektrum yang dihasilkan memperlihatkan puncak karakteristik berupa polipropilena untuk lapisan luar dan densitas tinggi polietilen untuk lapisan dalam. Spektrum tersebut menunjukkan sedikit bukti bahwa masker sekali pakai dapat meningkatkan akumulasi mikropartikel di lingkungan dalam waktu singkat. Salah satu cara yang diperlukan guna mempercepat proses degradasi masker sekali pakai dengan cara memanfaatkan mikroorganisme. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Damayanti, mikroorganisme yang dapat dimanfaatkan untuk degradasi polimer polietilen adalah *Pseudomonas aeruginosa* (Damayanti et al., 2020)

Proses biodegradasi plastik dengan modifikasi Winogradsky Column diharapkan terjadi secara aerobik dan anaerobik. Dalam kondisi aerobik, mikroorganisme menggunakan oksigen sebagai elektron akseptor. Sedangkan dalam keadaan anaerobik, mikroorganisme menggunakan akseptor elektron lain seperti NO_3^- , S, CO_2 dan Fe^{3+} . Proses biodegradasi menggunakan *P.aeruginosa* memperlihatkan bahwa bakteri tersebut dapat bertahan dalam modifikasi Winogradsky Column. *P. Aeruginosa* UKMCC1011 mampu memanfaatkan plastik sebagai sumber karbon dalam modifikasi Winogradsky Column. Plastik dan masker memiliki jenis polimer yang sama yaitu polietilen, oleh karena itu melalui beberapa modifikasi dalam penelitian diharapkan dapat digunakan untuk degradasi masker medis sekali pakai.

SIMPULAN

Penguraian limbah secara alami atau dekomposisi organik yang ramah lingkungan menjadi pilihan terbaik guna menanggulangi sampah *disposable mask*. Bahan yang terdapat pada *disposable mask* salah satunya yaitu *polietilen* juga terdapat pada plastik. Penguraian menggunakan metode *winogradsky column* terbukti berhasil menurunkan kualitas *polietilen*, sehingga diharapkan dapat memiliki dampak yang sama untuk menguraikan *disposable mask* dan menjadi solusi dari pencemaran lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini mampu diselesaikan dengan baik berkat, dorongan serta dukungan banyak pihak. Terima kasih penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang berperan dalam pembuatan artikel ilmiah ini.

RUJUKAN

- Ami, M. S., & Khikmawati, N. H. (2022). Perilaku Pengelolaan Sampah Berkelanjutan pada Mahasiswa Calon Guru Biologi. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 9(2), 69-75.
- Andina, E. (2019). Analisis Perilaku Pemilahan Sampah di Kota Surabaya. *Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 10(2), 119–138.
- Aruan, M., Khaerullah, M. R., & Prihatin, S. (2020). Perbedaan Efektifitas Masker *Buff* dan Masker *Surgical* untuk Mencegah Bakteri Menginfeksi Saluran Pernafasan Pengguna Motor di Jalan Daan Mogot. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 7(1), 15-18.
- Atmojo, J. K. (2020). Penggunaan Masker dalam Pencegahan dan Penangan Covid-19: Rasionalitas, Efektivitas, dan Isu Terkini. *Journal of Health Research*, 3(2), 84–95.
- Aveyard, H. (2010). *Doing a Literature Review in Health and Social Care: A Practical Guide*. 2nd ed. McGraw-Hill Open University Press.
- Damayanti, N., Sulaiman, N., & Ibrahim, N. (2020). Plastic Biodegradation by *Pseudomonas aeruginosa* UKMCC1011 Using A Modified Winogradsky Column. *Scientific Journal of PPI - UKM*, 7(2), 43–49.
- Dharmadhikari, A. S. (2012). Surgical face masks worn by patients with multidrug-resistant tuberculosis: Impact on infectivity of air on a hospital ward. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 1104(1109), 185–190. <https://doi.org/10.1164/rccm.201107-1190OC>
- Esteban, D. J., Hysa, B., & Bartow-McKenney, C. (2015). Temporal and Spatial Distribution of the Microbial Community of Winogradsky Columns. *PLOS ONE*, 10(8).
- Feng, S., & et al. (2020). Rational use of face masks in the COVID-19 pandemic. *The Lancet Respiratory Medicine*, 8(5), 434–436.
- Hayat, H., & Zayadi, H. (2018). Model Inovasi Pengelolaan Sampah Rumah Tangga. *Jurnal Ketahanan Pangan*, 2(2), 131–141.
- Jahiding, M. (2020). Analisis Pengaruh Temperatur Pirolisis terhadap Kualitas Bahan Bakar Minyak dari Limbah Plastik Polipropilena. *Gravitasi*, 19(1), 6–10.
- Juwono, K. F., & Khuliyah, C. D. (2021). Analisis Pengelolaan Sampah Rumah Tangga (Sampah Medis dan Non Medis) di Kota Surabaya Selama Pandemi Covid-19. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 20(1), 12– 20.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2020). *Pedoman Pengelolaan Limbah Masker di Masyarakat*. KEMENKES RI.
- Khasanah, K., et al. (2021). Edukasi Edukasi dan Evaluasi Tingkat Pengetahuan Warga Sekitar Masjid di Daerah Pekalongan Barat mengenai Penggunaan Handsanitizer Guna Pencegahan Covid-19. *Jurnal ABDIMAS*, 2(1), 47–55.
- Lai, A. C. K., Poon, C. K. M., & Cheung, A. C. T. (2012). Effectiveness of face masks to reduce exposure hazards for airborne infections among general populations. *Journal of the Royal Society Interface*, 9(70), 938–948.
- Lalla, C. (2021). Winogradsky columns as a strategy to study typically rare microbial eukaryotes. *European Journal of Protistology*.

- Lisni, I. (2021). Penyuluhan Protokol Kesehatan Pencegahan dan Pengendalian Covid-19 di Panti Asuhan Baitul Arief Kota Bandung. . *Jurnal Asta*, 1(1), 32–46.
- MacIntyre, C. R. (2017). The efficacy of medical masks and respirators against respiratory infection in healthcare workers. *Influenza and Other Respiratory Viruses*, 11(6), 511–517.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., Stahl, D. A., & Clark, D. P. (2012). Brock Biology of Microorganisms, 13th Edition. *Benjamin Cummings, San Francisco*, 134–139.
- Parks, S. (2015). Microbial life in a winogradsky column: from lab course to diverse research experience. *Journal of Microbiology and Biology Education*, 16(1), 82.
- Potluri, P., & Needham, P. (2005). *Technical textiles for protection* (R. A. Scott, Ed.). Woodhead Publishing.
- Ramadani, A. H., Taufik, M., & Fatonah, S. (2020). Kajian Dampak Bank Sampah Terhadap Perbaikan Lingkungan Negeri Hatu Maluku Tengah. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 7(2), 1-7.
- Saadat, S., Rawtani, D., & Hussain, C. (2020). Environmental perspective of Covid-19. *Science of the Total Environment*. Elsevier B.V, 728(1), 1–6.
- World Health Organization. (2021). *Epidemiological: Coronavirus disease (COVID-19)*. World Health Organization.