



Analisis Kualitas Masker Kain: Kajian Jenis Bahan Terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Antibakteri

Sayekti Wahyuningsih^{a,b*}, Ari Handono Ramelan^{a,b}, Selfi Handayani^{a,c}, Nanang Wiyono^{a,c}, Sentot Budi Rahardjo^{a,b}, Agus Supriyanto^a, Windy Ayu Lestari^{a,b}, Retno Hartati^d, Rahmat Hidayat^{e*}

^a Group Riset Material Elektronik dan Energi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret

^b Group Riset Material Anorganik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret

^c Fakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret

^d Laboratorium Terpadu Universitas Sebelas Maret

^e Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung, Lampung

*corresponding author : rahmathidayat@polinela.ac.id; sayekti@mipa.uns.ac.id

DOI : [10.20885/ijca.vol6.iss2.art3](https://doi.org/10.20885/ijca.vol6.iss2.art3)

ARTIKEL INFO

Diterima : 01 Mei 2023
 Direvisi : 06 Juli 2023
 Diterbitkan : 01 September 2023
 Kata kunci : Masker kain, Pengujian standard, Antibakteri

ABSTRAK

Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) merupakan salah satu persyaratan penting dalam mengendalikan dan mencegah penyebaran virus di masa pandemi Covid-19. Kesadaran pemakaian masker di kalangan masyarakat dan pengembangan metode uji masker kain sesuai dengan SNI seperti cara uji daya tembus udara pada kain (SNI 7648), uji aktivitas antibakteri produk (SNI 20743) menggunakan aerosol biologis *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, dan cara uji ketahanan terhadap pembasahan permukaan (uji siram) (SNI/ISO 4920) merupakan bentuk partisipasi masyarakat pada program pemerintah terhadap pengendalian Covid-19. Hasil kajian ini memberikan gambaran bahwa perlu untuk memilih dan memahami masker kain yang baik dan terstandarisasi. Perbedaan jenis kain juga menunjukkan sifat fisik, kimia, dan mikrobiologi yang berbeda.

ARTICLE INFO

Received : 01 May 2023
 Revised : 06 July 2023
 Published : 01 September 2023
 Keywords : Fabric mask, Standard testing, Antibacterial

ABSTRACT

Utilizing personal protective equipment (PPE) is the important requirement for controlling and preventing of Covid-19 virus spread. The awareness of mask-wearing among the citizen and the development of fabric mask testing methods based on Indonesian Standards through the implementation of SNI 7648: Textile – Test of the air permeability on fabric; SNI 20743: The evaluating method of antibacterial properties using biological aerosol S. aureus and E. coli; SNI/ISO 4920: The surface wetness testing. This study shows that we need to understand and choose fabric masks correctly besides being standardized. Fabric types influence the performance of the mask while protecting the user.

1. PENDAHULUAN

Alat Pelindung Diri (APD) adalah perlengkapan yang memiliki fungsi untuk melindungi pemakainya dari bahaya atau gangguan kesehatan tertentu, seperti infeksi virus atau bakteri. Jika



digunakan dengan baik dan benar, APD dapat mencegah masuknya virus atau bakteri ke dalam tubuh melalui mulut, hidung, mata, atau kulit [1]. Masker kain adalah salah satu bagian dari APD, dimana penggunaan masker kain berguna untuk mengendalikan dan mencegah infeksi virus Corona atau *severe acute respiratory syndrome coronavirus 2* (SARS-CoV-2), yaitu virus yang menyerang sistem pernapasan. Wabah virus Corona yang dikenal sebagai COVID-19 (*Corona Virus Disease 2019*), pertama kali ditemukan di kota Wuhan, China pada akhir Desember 2019 [2]. Pemerintah menghimbau masyarakat untuk wajib menggunakan masker untuk melindungi diri dan orang lain yang berinteraksi secara langsung sebagai upaya penanganan dan pencegahan penyebaran virus [3]. Sampai sekarang ini, pandemi COVID-19 belum mampu tertangani secara tuntas, sehingga cara pencegahan yang paling praktis dan murah ini, yaitu menggunakan masker kain terstandarisasi untuk semua kalangan masyarakat, atau menggunakan masker dobel yaitu masker non medis dan masker kain sekaligus direkomendasikan oleh kementerian Kesehatan RI.

Secara umum, masker yang dapat digunakan sebagai APD dalam penanganan pasien COVID-19 atau orang yang dicurigai terinfeksi virus COVID-19 dibagi menjadi dua jenis yaitu masker bedah dan masker respirator N95 [4]. Masker bedah merupakan masker penutup wajah yang tersusun atas tiga lapisan bahan yang bersifat hanya sekali pakai. Masker ini memiliki tingkat halauan yang relatif baik untuk mencegah masuknya virus Corona melalui mulut atau hidung, ketika ada percikan ludah penderita COVID-19 saat batuk, bersin, atau berbicara sehingga masker N95 lebih efektif untuk mencegah virus Corona [5]. Masker ini terbuat dari kombinasi bahan poliuretan dan polipropilen yang mampu menyaring hampir 95% partikel berukuran kecil [6]. Masker N95 memiliki bentuk yang dapat menutup area mulut dan hidung dengan lebih rapat, bila ukurannya sesuai (Direktorat Jendral Kefarmasian dan Alat Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020). Akan tetapi, persediaan masker N95 hanya diperuntukkan bagi tenaga medis yang sedang menangani pasien dengan penyakit menular tertentu, termasuk pasien COVID-19.

Bagi masyarakat yang bukan tenaga medis atau petugas kebersihan di rumah sakit, APD yang disarankan untuk digunakan hanyalah masker kain dan sarung tangan [7]. Masyarakat marak memproduksi dan menjual masker kain sebagai alternatif masker bedah yang semakin langka di pasaran. Secara khusus, dianjurkan agar masyarakat memilih masker tiga lapis. Salah satu jenis paling umum adalah masker dengan dua lapis kain dan bagian tengah bisa dilapis oleh tisu sebagai filter. Dengan maraknya pembuatan masker kain, perlu disadarkan kembali kepada produsen masker kain khususnya yang berbahan polietilen, kain katun, lines, atau nilon. Klaim masker berlabel antimikroba dan tahan air juga perlu dibuktikan dari pengujian laboratorium dengan metode standar. Kualitas atau mutu masker kain dapat diuji dengan mengacu pada SNI 8914:2020 dimana terdapat persyaratan mutu masker kain seperti yang ditunjukkan Tabel 1.

TABEL I. Persyaratan mutu masker dari kain berdasarkan SNI 8914:2020

No.	Parameter Metode pengujian	Acuan
1	Daya tembus udara pada kain	SNI 7648
2	Daya serap bahan tekstil	SNI 0279
3	Kadar formaldehida bebas	SNI/ISO 14184-1
4	Ketahanan luntur warna:	
	Terhadap pencucian	SNI/ISO 105-C06
	Terhadap keringat	SNI/ISO 105-E04
	Terhadap saliva	SNI 8105
5	Zat warna azo karsinogen	SNI/ISO 14362-1
6	Kadar logam terekstraksi	SNI 7334
7	Ketahanan terhadap pembasahan permukaan	SNI/ISO 4920
8	Kadar PFOS dan PFOA	SNI 8360
9	Aktivitas antibakteri produk	SNI/ISO 20743
10	Efisiensi Filtrasi Bakteri	SNI 8489
11	Tekanan diferensial	EN 15683
12	Efisiensi filtrasi partikulat	ASTM F2299

Persyaratan Mutu Masker Kain sesuai SNI 8914:2020 secara lengkap meliputi daya tembus udara, daya serap (lapisan dalam masker), kadar formaldehid bebas, ketahanan luntur warna terhadap pencucian dan asam-basa, zat warna azo karsinogenik, kadar logam (As, Pb, Cd, Co, Cu, Ni, Hg), ketahanan terhadap pembasahan permukaan (uji siram), kadar PFOS dan PFOA, nilai aktivitas antibakteri (*staphylococcus aureus*, *klebsiella pneumoniae*, efisiensi filtrasi bakteri, efisiensi filtrasi partikulat, dan tekanan differensial). Dengan persyaratan persyaratan tersebut maka masker kain minimal terdiri dari 2 lapis. Juga terdapat penggolongan tipe masker kain yaitu : (1) Tipe A, untuk penggunaan umum, (2) Tipe B, untuk penggunaan sebagai filtrasi bakteri, dan (3) Tipe C, yaitu untuk penggunaan filtrasi partikel.

Parameter daya tembus udara disyaratkan untuk masker kain tipe A (sebesar maksimal 15-65 cm³/cm²/detik), daya serap (lapisan dalam masker) berlaku untuk tipe A, tipe B dan tipe C dengan nilai ≤60 detik, kadar formaldehid bebas maksimum 75 mg/kg berlaku untuk tipe A, tipe B dan tipe C, ketahanan luntur warna terhadap pencucian minimal skala 4, penodaan warna minimal skala 3-4 masing masing untuk tipe A, tipe B dan tipe C, dan keringatan asam-basa untuk masker warna: perubahan warna minimal skala 4 dan penodaan warna minimal skala 3-4, saliva minimal skala 5 masing masing berlaku untuk tipe A, tipe B dan tipe C, tidak menggunakan zat warna azo karsinogenik untuk tipe A, tipe B dan tipe C, kadar logam (As maksimal 1 ppm, Pb maksimal 1 ppm, Cd maksimal 0,1 ppm, Co maksimal 4 ppm maksimal 0,1 ppm, Cu maksimal 5 ppm, Ni maksimal 4 ppm, Hg maksimal 0,02 ppm) untuk tipe A, tipe B dan tipe C, ketahanan terhadap pembasahan permukaan (uji siram) minimal skala ISO 2 untuk tipe A, tipe B dan tipe C, kadar PFOS dan PFOA tidak terdeteksi untuk tipe A, tipe B dan tipe C, nilai aktivitas antibakteri (*S. aureus* minimal 2,07, *K. pneumoniae* minimal 0,42) masing masing untuk tipe A, tipe B dan tipe C, efisiensi filtrasi bakteri ≥60% untuk tipe B, tekanan differensial ≤15% mm H₂O/cm² untuk tipe B dan ≤21% mm H₂O/cm² untuk tipe C dan efisiensi filtrasi partikulat ≥60% untuk tipe C. Analisis masker kain pada penelitian ini hanya mencakup pada sifat fisik berupa daya tembus udara dan kebasahan permukaan, sifat kimia berupa gugus fungsi senyawa bahan kain, dan sifat antibakteri terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*. Sifa-sifat tersebut dianalisis berdasarkan perbedaan jenis bahan kain yang digunakan sebagai bahan baku masker kain.

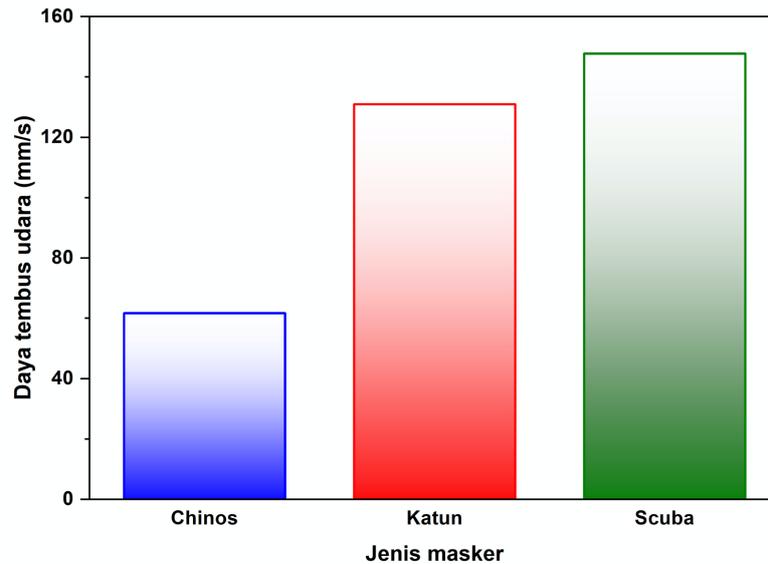
2. METODE

Beberapa Pengujian Kain masker untuk klasifikasi standardisasi SNI dilakukan di UPT Laboratorium Terpadu Universitas Sebelas Maret. Analisis ketahanan terhadap pembasahan permukaan (Uji siram) air dengan mengacu SNI ISO 4920:2010 Kain tekstil – cara uji ketahanan terhadap pembasahan permukaan (uji siram) dan daya tembus udara pada kain mengacu SNI 76498:2010 – Cara Uji daya tembus udara pada kain. Sedangkan analisis antibakteri/mikroba mengacu pada SNI ISO 20743:2011 Tekstil - Penentuan aktivitas antibakteri produk yang diproses penyempurnaan antibakteri. Kain masker yang digunakan diperoleh dari kain masker yang ada dipasaran dengan mengambil tiga jenis masker kain bahan berbeda yaitu chinis, katun, dan scuba.

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan Metode uji aktivitas antibakteri kain menggunakan metode difusi cakram [8]. Bahan yang digunakan untuk pengujian aktivitas antibakteri adalah akuades sebagai kontrol positif, nutrien agar broth (NAB), *muller hilton agar* (MHA), *E. coli* ATCC 25922 (Oxoid), *S. aureus* ATCC 259213 (oxoid). Gambar S1 menunjukkan peralatan yang digunakan untuk pengujian kebasahan (a) dan daya tembus udara (b).

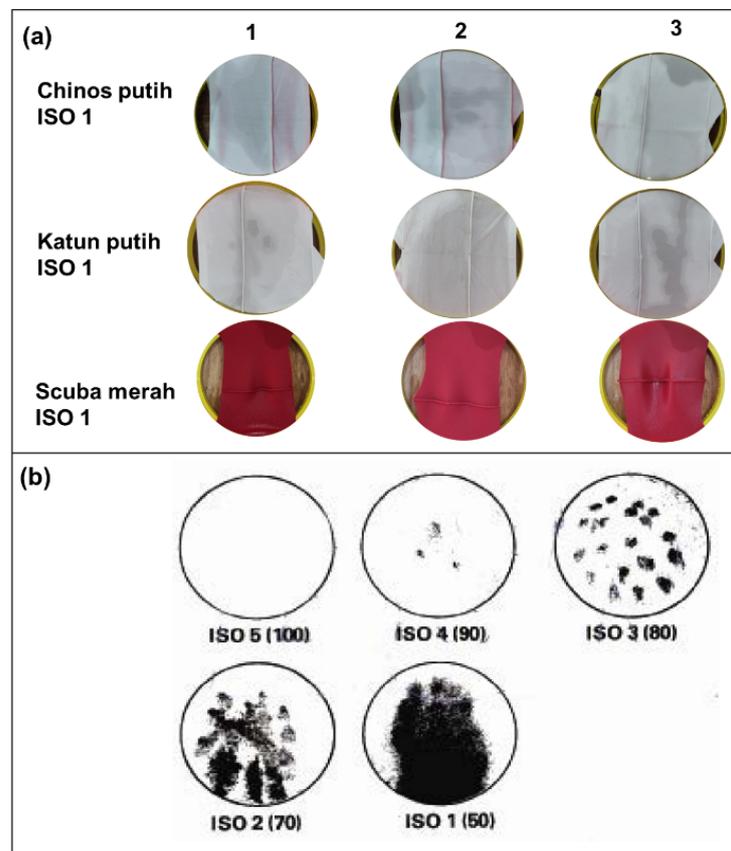
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian nilai kedapan air dan kedapan udara beberapa sampel masker menunjukkan bahwa bahan dan ketebalan menentukan tingkat kedapan udara dan kedapan air (*waterproof*) sebuah masker (Tabel 2). Dari hasil pengujian daya tembus udara (Gambar 1) menunjukkan bahwa kain scuba memiliki daya tembus udara tertinggi, diikuti oleh kain katun dan kain chinis. Hal itu mendeskripsikan bahwa kain scuba memiliki ketebalan yang sangat tipis sedangkan kain chinis memiliki ketebalan yang sangat tinggi.



Gambar 1. Grafik hasil pengujian daya tembus udara pada berbagai jenis masker kain

Pengujian daya tembus air dibandingkan dengan standar berikut: ISO 1 adalah pembasahan sempurna pada permukaan atas, ISO 2 adalah pembasahan sebagian pada seluruh permukaan atas, ISO 3 adalah pembasahan di permukaan atas pada titik siraman, ISO 4 adalah sedikit adanya penempelan atau pembasahan secara acak di permukaan atas, sedangkan ISO 5 adalah tidak ada penempelan atau pembasahan di permukaan atas. Dan disimpulkan secara semikuantitatif sample masker tergolong pada ISO 1 yaitu pembasahan sempurna pada permukaan atas yang ditunjukkan Gambar 2.



Gambar 2. (a) Hasil pengujian kekedapan air sampel masker kain dan (b) Standar ISO pembasahan pada permukaan atas kain masker

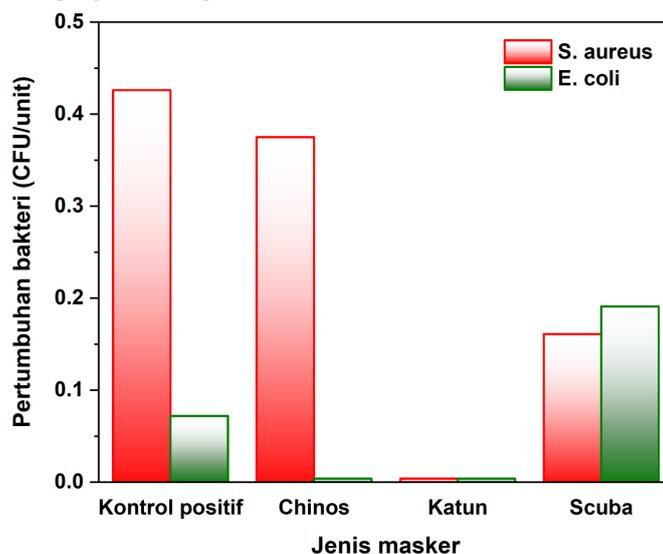
Studi awal dari sampel masker yang berbeda bahan menunjukkan dan menyarankan agar lebih utama menggunakan kain katun. Kain katun cenderung memiliki kualitas yang lebih baik dan serat yang rapat. Akan tetapi sifat *waterproof* katun lebih rendah dari pada bahan lain seperti campuran katun. Hasil studi menunjukkan bahwa masker buatan rumahan mempunyai kemampuan menyaring debu cukup baik, namun untuk hasil uji kedapan air dan udara masih gagal karena menunjukkan bahwa udara masih lewat dengan leluasa dan penyerapan air tinggi [9, 10]. Oleh karena itu, jika ingin membuat sendiri masker kain perlu pemilihan kain yang tepat dua lapis katun *quilting* berkualitas yang dilapis kembali pada bagian dalam dengan flanel atau lapisan katun lainnya. Pengujian dengan metode terstandarisasi akan memberikan kualitas produk berstandar SNI.

TABEL II. Hasil pengujian daya tembus udara sampel masker kain

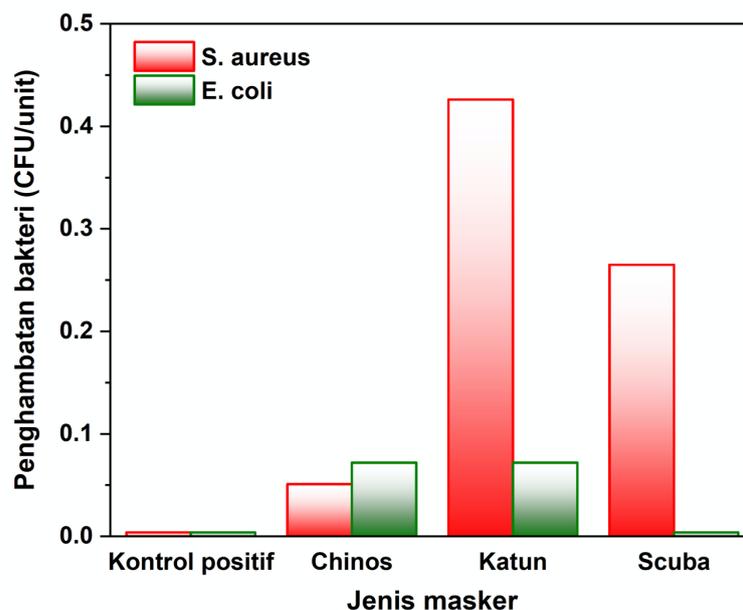
Jenis masker	Pengujian daya tembus			
	Daya tembus udara (mm/s)			
	1	2	3	Rata-rata
Chinos putih	62.34	64.12	58.5	61.65
Katun putih	128.53	131.48	132.67	130.89
Scuba merah	147.74	147.74	147.74	147.74

Untuk kain sebagai bahan masker, prinsip pemilihan kain awal adalah untuk mencegah droplet masuk ke hidung dan melaju ke sistem pernafasan atau melalui mulut saat kita berbicara, maka ukuran pori kain/tipe kain sangat penting diperhatikan. Namun bagaimanapun, masker bedah dengan lapisan hidrofobik di luar, dan hidrofilik di dalam, adalah jenis masker yang ideal.

Sifat antibakteri pada masker kain bermanfaat untuk menekan perkembangan bakteri pada masker sehingga lebih aman digunakan. Pengujian yang dilakukan menggunakan dua jenis bakteri yaitu *S. aureus* bakteri gram positif dan *E. coli* bakteri gram negatif. Berdasarkan hasil pengujian aktivitas antibakteri (Gambar 4) dapat disimpulkan bahwa kain katun memiliki nilai pertumbuhan bakteri yang kecil sehingga memiliki aktivitas antibakteri yang paling baik. Berdasarkan perhitungan aktivitas antibakteri, kain chinos memiliki sifat antibakteri yang tinggi terhadap bakteri gram negatif maupun gram positif. Sedangkan kain katun memiliki sifat anti bakteri yang paling kecil. Sifat anti bakteri dapat menjadi nilai tambah terhadap penentuan kualitas masker. Yang paling utama dalam menentukan kualitas masker yang sesuai dengan SNI adalah yang mampu menahan droplet (memiliki daya tembus air yang rendah) dengan mempertahankan ketebalan kain yang sesuai sehingga tetap nyaman dipakai.

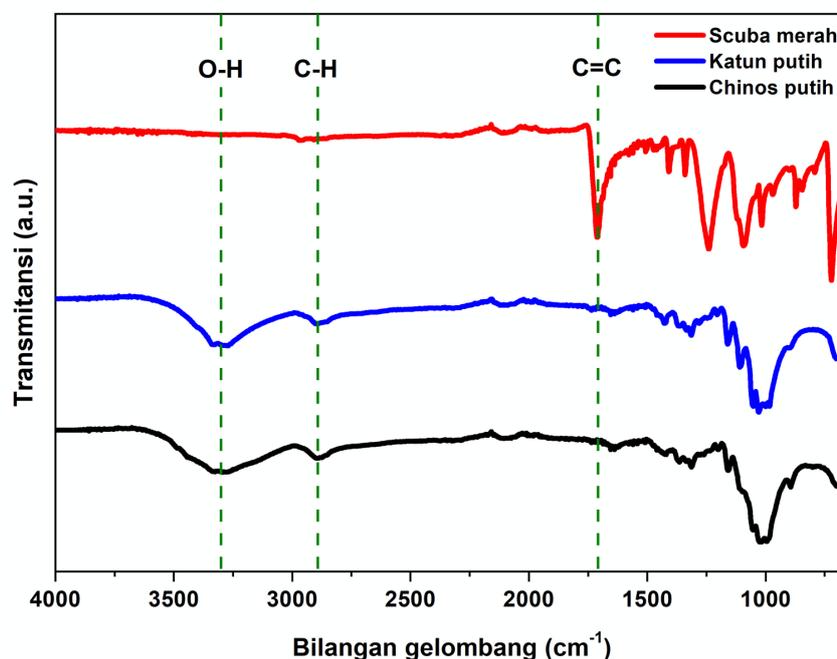


Gambar 3. Hasil pengujian pertumbuhan bakteri pada berbagai jenis masker kain



Gambar 4. Hasil pengujian sifat antibakteri berdasarkan nilai penghambatan pertumbuhan bakteri berbagai jenis masker kain

Dari studi efektivitas penangkalan virus dan tingkat kenyamanan saat digunakan, bahan terbaik untuk masker kain atau masker non-medis adalah kaus katun dan katun yang tidak gampang melar. Beragam jenis bahan masker kain mampu mencegah penularan virus atau bakteri. Kuman berukuran 0,02 mikron atau lima kali lebih kecil dari ukuran virus corona sebesar 0,1 mikron. Bahan masker kain rata-rata efektif menangkal serangan virus $\pm 51\%$.



Gambar 5. Perbandingan spektra FTIR dari berbagai jenis masker kain

Selain sifat fisik dan biologi dari kain masker, karakterisasi struktur internal dari masker juga diperlukan untuk mengetahui penyusun masker yang baik dan sesuai dengan SNI. Hasil studi internal struktur pembangun masker kain dilakukan dengan spektra FTIR dari spektrokopi ATR FTIR. Karakterisasi menggunakan FTIR, dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang

terkandung dalam masing-masing sampel masker kain. Material kain scuba terbuat dari senyawa kimia, kloropren. Kloropren sendiri merupakan monomer penyusun *polychloroprene* yang merupakan salah satu jenis karet sintetik [11]. Gambar 5 mengkonfirmasi bahwa pada spektra IR terdapat serapan pada bilangan gelombang 1713 cm^{-1} yang merupakan serapan dari C=C *double bond* [12, 13]. Kain katun dan chinos merupakan kain yang bahan penyusunnya hampir sama, yaitu 95% dari selulosa. Kain katun merupakan kain dari serat kapas. Komposisi kimia dari serat kapas sendiri adalah terdiri dari selulosa 95%, 1,3% protein, 1,2% abu, 1,6% lilin, 3% gula, dan asam organik, dan senyawa kimia lainnya yang membentuk sebanyak 3,1% [14]. Hal tersebut dapat dikonfirmasi dari spektra FTIR bahwa terdapat serapan -OH pada bilangan gelombang 3326 cm^{-1} [15, 16].

Bahan kain masker scuba telah dipastikan berbeda dengan masker katun (kandungan kapas tinggi). Di antara sekian banyak regulasi penggunaan masker yang benar, efektivitas masker kain didasarkan pada kekuatan filtrasi dan kebebasan bernapas penggunaannya. Bahan yang paling populer untuk masker kain adalah katun. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kapas memiliki serat-serat kecil yang dapat mengandung partikel virus sehingga mencegah virus masuk ke dalam kain dan terhirup saat digunakan. Permeabilitas udara kapas tebal adalah 61,65, sedangkan kapas tipis 2 lapis adalah 130,89. Bahan nilon 70D juga efektif dalam menyaring, karena dapat menahan 77 persen partikel besar dan 12 persen partikel kecil sekaligus memungkinkan pemakainya bernapas dengan mudah. Para peneliti juga menguji nilon 40D, yang memiliki tingkat filtrasi lebih tinggi tetapi kemampuan bernapasnya buruk, sebagai kain [17].

Kombinasi katun dan sutera alam atau sifon, jika berukuran sesuai, dapat menyaring partikel aerosol secara efektif. Kombinasi dua lapis kain, sifon poliester dan spandeks, dapat menyaring sebagian besar partikel aerosol (sekitar 80-99% tergantung ukuran partikel). Kemampuan ini mendekati keefektifan masker N95. Hasil serupa dapat dicapai dengan mengganti sifon dengan sutera atau flanel alami, atau hanya menggunakan selimut katun dan bantal katun-poliester. Kain tenun berstruktur padat seperti kapas bertindak sebagai penghalang mekanis terhadap partikel. Namun, kain yang menahan listrik statis seperti katun jenis sifon dan sutera alam bertindak sebagai penghalang statis [11].

4. KESIMPULAN

Penilaian kualitas bahan untuk masker perlu mempertimbangkan pemilihan bahan kain. Penggunaan kain tenun di atas rajutan maka semakin ketat tenunannya akan semakin baik perlindungannya. Penggunaan beberapa lapisan bahan atau bahan antimikroba meningkatkan proteksi terhadap mikroba. Konfirmasi bahan kain untuk masker scuba berbeda dengan masker jenis katun. Efektivitas masker kain dapat ditinjau berdasarkan kekuatan filtrasi dan keleluasaan pengguna untuk bernapas. Hasil kajian pada sampel masker menunjukkan bahwa kain katun memiliki karakteristik yang lebih baik. Kain katun cenderung memiliki kualitas yang lebih baik karena serat yang rapat. Akan tetapi sifat *waterproof* katun lebih rendah dibanding bahan lain seperti campuran katun. Sample masker buatan rumahan mempunyai kemampuan menyaring debu cukup baik, namun untuk hasil uji kedapan air dan udara tidak cukup baik karena daya tembus udara dan penyerapan air relatif tinggi. Pengujian dengan metode terstandarisasi dapat memastikan kualitas masker kain.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Sebelas Maret atas pendanaan PKM Hibah HRG kepada Riset Group Material Elektronik dan Energi sehingga kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat dan artikel penelitian ini dapat diselesaikan.

Daftar Pustaka

- [1] L. Hakim, M. K. Alwi, and A. Baharuddin, "Faktor Yang Berhubungan Dengan Kepatuhan Tenaga Kesehatan Menggunakan Alat Pelindung Diri (Apd) Di Era Pandemi Covid 19 Pada Puskesmas Makkasau Makassar Tahun 2020," *Journal of Muslim Community Health*, vol. 2, no. 1, pp. 133-143, 2021.

- [2] S. I. Putri, "Studi literatur: efektivitas penggunaan masker kain dalam pencegahan transmisi Covid-19," *Jurnal Kesehatan Manarang*, vol. 6, no. 10, 2020.
- [3] J. T. Atmojo, L. Hanifah, R. T. Handayani, R. Rejo, C. Setyorini, N. R. Widyaningrum, S. Maesaroh, I. Nurhayati, A. D. Lieskusumastuti, and A. N. Ningrum, "Efektivitas Masker Medis Dalam Mencegah Penularan COVID-19," *Avicenna: Journal of Health Research*, vol. 4, no. 2, 2021.
- [4] K. R. Hapsari, and H. A. Munawi, "Pemilihan Masker Kain dalam Mencegah Penularan Virus Covid-19," *Nusantara of Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 45-53, 2021.
- [5] U. F. Kusuma, N. Arsyad, M. S. Lavinia, S. Rahayu, M. K. K. Pasaribu, and R. A. Syakurah, "Analisis Penelusuran Masker Sebagai Protokol Kesehatan saat Pandemi Covid-19 di Indonesia: Studi Google Trends," *VISIKES: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 20, no. 1, 2021.
- [6] A. Azap, and F. Ş. ERDİNÇ, "Medical mask or N95 respirator: when and how to use?," *Turkish journal of medical sciences*, vol. 50, no. 9, pp. 633-637, 2020.
- [7] Y. Theopilus, T. Yogasara, C. Theresia, and J. R. Octavia, "Analisis risiko produk alat pelindung diri (apd) pencegah penularan covid-19 untuk pekerja informal di indonesia," *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 9, no. 2, pp. 115-134, 2020.
- [8] J. Ortez, "Disk Diffusion testing in manual of antimicrobial susceptibility testing," *Marie B. Coyle (Coord. Ed). American society for Microbiology*, vol. 29, pp. 61-65, 2005.
- [9] R. T. Ogulata, "Air permeability of woven fabrics," *Journal of Textile and Apparel, Technology and management*, vol. 5, no. 2, pp. 1-10, 2006.
- [10] F. W. Minor, A. M. Sookne, J. Simpson, and M. Harris, "The Use of Water-Permeability Measurements on Swelling-Type Fabrics," *Textile Research Journal*, vol. 16, no. 11, pp. 539-544, 1946.
- [11] A. V. Pocius, *Adhesion and adhesives technology: an introduction*: Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2021.
- [12] Tamrin, "Komposit Interpenetrasi Jaringan Polimer Antara Poliuretan Alam-Karet Sir-10 Dengan penambahan Montmorillonit Sebagai Bahan Pengisi," *Prosiding SEMIRATA Bidang MIPA*, pp. 1430-1446, 2017.
- [13] B. Smith, "The infrared spectroscopy of Alkenes," *Spectroscopy*, vol. 31, no. 11, pp. 28-34-28-34, 2016.
- [14] A. S. Mulyawan, A. W. Sana, and Z. Kaelani, "Identifikasi sifat fisik dan sifat termal serat-serat selulosa untuk pembuatan komposit," *Arena Tekstil*, vol. 30, no. 2, 2015.
- [15] C. M. Lee, J. D. Kubicki, B. Fan, L. Zhong, M. C. Jarvis, and S. H. Kim, "Hydrogen-bonding network and OH stretch vibration of cellulose: comparison of computational modeling with polarized IR and SFG spectra," *The Journal of Physical Chemistry B*, vol. 119, no. 49, pp. 15138-15149, 2015.
- [16] M. R. Lacroix, X. Gao, Y. Liu, and S. H. Strauss, "Unusually sharp FTIR ν (OH) bands and very weak OH \cdots F hydrogen bonds in M2 (H₂O) 1, 2B12F12 hydrates (MNaCs)," *Journal of Fluorine Chemistry*, vol. 217, pp. 105-108, 2019.
- [17] A. F. Parlin, S. M. Stratton, T. M. Culley, and P. A. Guerra, "A laboratory-based study examining the properties of silk fabric to evaluate its potential as a protective barrier for personal protective equipment and as a functional material for face coverings during the COVID-19 pandemic," *Plos one*, vol. 15, no. 9, pp. e0239531, 2020.