

Kajian Struktur Serat dan Porositas Masker Udara

Handika Dany Rahmayanti, Rahmawati, Euis Sustini dan Mikrajuddin Abdullah✉

Fisika Material dan Elektronik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima:
22 Maret 2018

Disetujui:
4 Juni 2018

Dipublikasikan:
5 Juni 2018

ABSTRAK

Ada banyak merek masker udara dijual di pasaran yang mempunyai harga beragam. Pada penelitian ini kami mengambil 6 sampel merek masker yang ada dipasaran. Semua masker di pasaran mempunyai 3 lapisan. Berdasarkan hasil pengujian mikroskop menunjukkan bahwa citra diameter serat semua merek masker pada lapisan 2 lebih kecil dibandingkan lapisan 1 dan 3. Secara umum, semua merek masker menunjukkan distribusi ukuran serat yang seragam. Dari hasil pengukuran porositas permukaan, masker Merek E mempunyai porositas yang lebih besar dari masker lain pada lapisan 1, 2 dan 3 yakni berturut-turut 60,64%; 42,95% dan 63,58%. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa perbedaan harga masker dipasaran bukan menunjukkan standar kualitas filter masker yang berbeda. Lebih jauh lagi, hasil dari penelitian ini dapat berkontribusi bagi berkembangnya penelitian mengenai masker.

ABSTRACT

There are many brands of air masks on the market which has various prices. In this study, we used 6 sample of air masks on the market. All masks on the market have 3 layers. Based on the results of microscopy testing showed that the fiber diameter image of all mask brands in layer 2 is smaller than layer 1 and 3. Generally, all brands of masks show a uniform fiber size distribution. From the surface porosity measurements, Merek E masks have a larger porosity than other masks in layers 1, 2 and 3 ie 60.64%, respectively; 42.95% and 63.58%. The results show that the difference in mask price in the market does not show the quality standards of different mask filters. Furthermore, the results of this study may contribute to the development of research on masks.

Keywords:

Masker, Diameter Serat dan Porositas

© 2018 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
E-mail: mikrajuddin@gmail.com

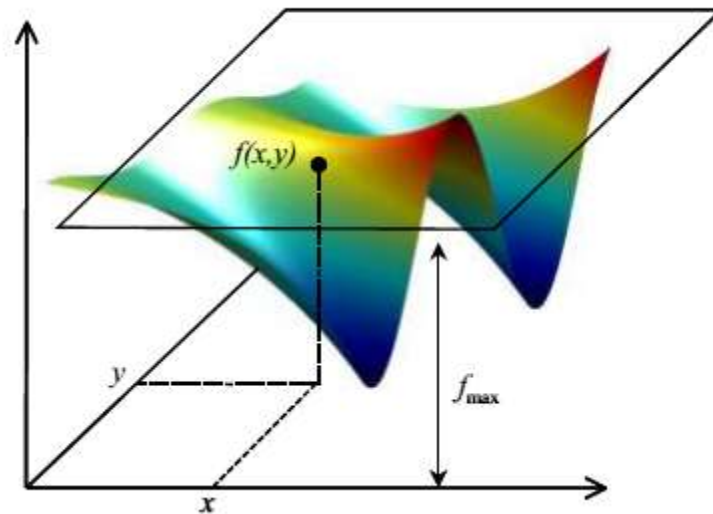
PENDAHULUAN

Masker digunakan untuk melindungi diri dari polutan di udara. Jenis polutan yang terkandung di udara secara umum terdiri dari senyawa kimia dan suspensi partikulat dengan berbagai ukuran. Partikulat udara yang berbahaya bagi pernapasan berukuran $\leq 10 \mu\text{m}$ dan $\leq 2,5 \mu\text{m}$ sehingga dibutuhkan *respirator* untuk mencegahnya masuk ke sistem pernapasan (Li dkk, 2016). Partikulat udara yang berukuran $\leq 2,5 \mu\text{m}$ juga dapat menerobos masuk ke tenggorokan dan paru-paru manusia (Liu dkk, 2015). Oleh karena itu, banyak masyarakat yang menggunakan masker sebagai perlindungan pertama dalam melawan partikulat debu yang dapat mengancam kesehatan saat bernapas (Jung dkk, 2014). Saat ini industri maupun transportasi sedang berkembang pesat namun berkembangnya industri juga diiringi dengan maraknya pencemaran udara sehingga memperburuk kualitas udara hirup (Santosa dkk, 2008), sehingga pemakaian masker seolah menjadi gaya hidup bagi sebagian besar masyarakat.

Masker biasa atau yang dikenal dengan nama masker bedah (*Surgical Mask*) yang sudah umum digunakan masyarakat umum, biasanya memiliki bagian luar berwarna hijau atau muda dan bagian dalamnya berwarna putih serta memiliki tali/karet untuk memudahkan terpasang ke bagian belakang kepala atau telinga. Harga yang ditawarkan pun berbeda-beda pada setiap merek masker meskipun tipe masker sama. Belum ada penelitian yang mempublikasikan tentang karakterisasi berbagai merek masker yang ada di pasaran. Informasi mengenai karakteristik setiap masker yang dijual di pasaran diperlukan untuk mengetahui apakah masker yang dijual di pasaran mempunyai standarisasi yang sama dan apakah terdapat perbedaan antara masker yang dijual dengan harga yang mahal maupun murah. Kajian mengenai karakteristik setiap masker juga penting dilakukan untuk berkembangnya penelitian mengenai masker.

METODE

Pada penelitian ini kami menggunakan 6 merek masker udara yang ada di pasaran. Karakterisasi dilakukan dengan menguji per bagian lapisan masker. Karakterisasi sampel meliputi sifat morfologi serta porositas. Untuk mengetahui morfologi, sampel dikarakterisasi menggunakan Mikroskop Optik Digital (National, DC3-163). Selanjutnya dilakukan prediksi porositas masker berdasarkan bayangan mikroskop sampel masker atau yang lebih dikenal dengan metode bayangan SEM. Porositas yang diukur merupakan porositas permukaan masker yang secara matematis dapat dimodelkan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi permukaan bahan.

Porositas didefinisikan sebagai permukaan yang diwakili fungsi dua dimensi $f(x,y)$ (Gambar 1) yang menyatakan tinggi permukaan pada koordinat x dan y yang berfungsi sebagai dasar diukur dari bidang datar (Abdullah dan Khairurrijal, 2010), volume ruang di bawah permukaan kurva dapat ditulis seperti persamaan 1

$$V_{padatan} = \int_{x_{min}}^{x_{max}} \int_{y_{min}}^{y_{max}} f(x, y) dx dy \quad (1)$$

dengan x_{min} , x_{max} , y_{min} , y_{max} merupakan koordinat-koordinat yang membatasi permukaan. Misalkan f_{maks} adalah ketinggian maksimum permukaan yang diukur pada bidang dasar, dimana untuk setiap x dan y berlaku $f(x, y) \leq f_{maks}$. Selanjutnya definisikan volume total material ketika pori tidak ada sebagai volume di bawah bidang yang berketinggian f_{maks} dan dibatasi oleh x_{min} , x_{max} , y_{min} dan y_{max} sehingga volume total ini memenuhi Persamaan 2

$$V_{total} = f_{max} (x_{max} - x_{min}) (y_{max} - y_{min}) \quad (2)$$

Porositas permukaan masker dapat didefinisikan sebagai Persamaan 3 (Abdullah dan Khairurrijal, 2010)

$$\phi = 1 - \frac{V_{padatan}}{V_{total}} \quad (3)$$

dengan ϕ merupakan porositas permukaan, $V_{padatan}$ adalah volume ruang di bawah permukaan kurva dan V_{total} merupakan volume total.

Prosedur untuk menghitung porositas permukaan dengan metode bayangan SEM ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *OriginPro*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Masker bedah umumnya terdiri dari 3 lapisan filter berjenis material polyolefin yang berserat, tegar dan bersifat hidrofobik (Dewi, 2016), seperti yang ditunjukkan Gambar 2. Dua lapisan terluar memiliki kerapatan serat yang lebih kecil dibandingkan lapisan tengah. Lapisan paling depan biasanya diberi variasi warna agar terlihat lebih menarik. Lapisan tengah berwarna putih yang merupakan lapisan filter untuk menangkai bakteri dan partikel-partikel lain yang berasal dari luar maupun dalam masker sedangkan lapisan terluar biasanya lebih transparan.

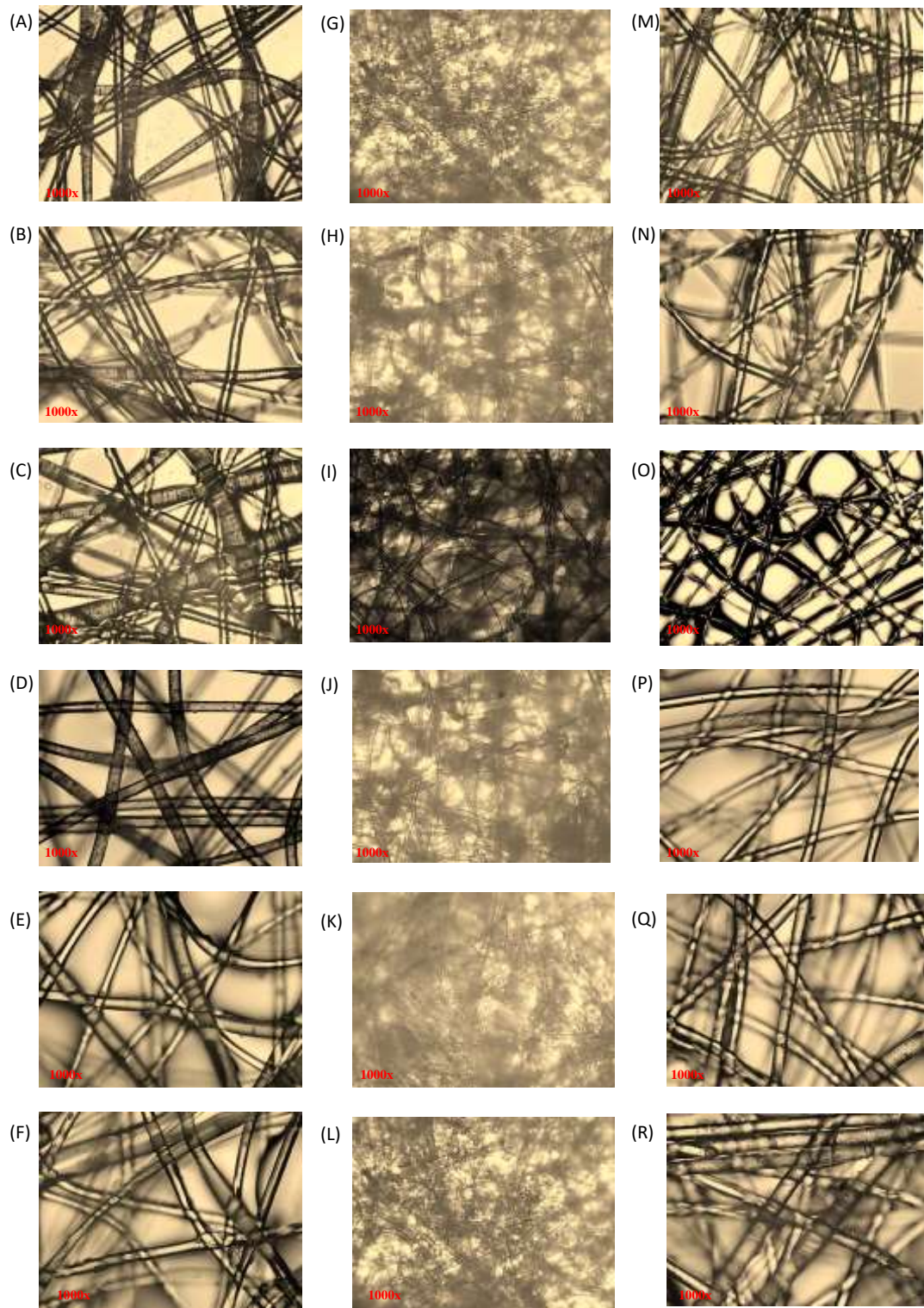


Gambar 2. Struktur lapisan penyaring masker bedah

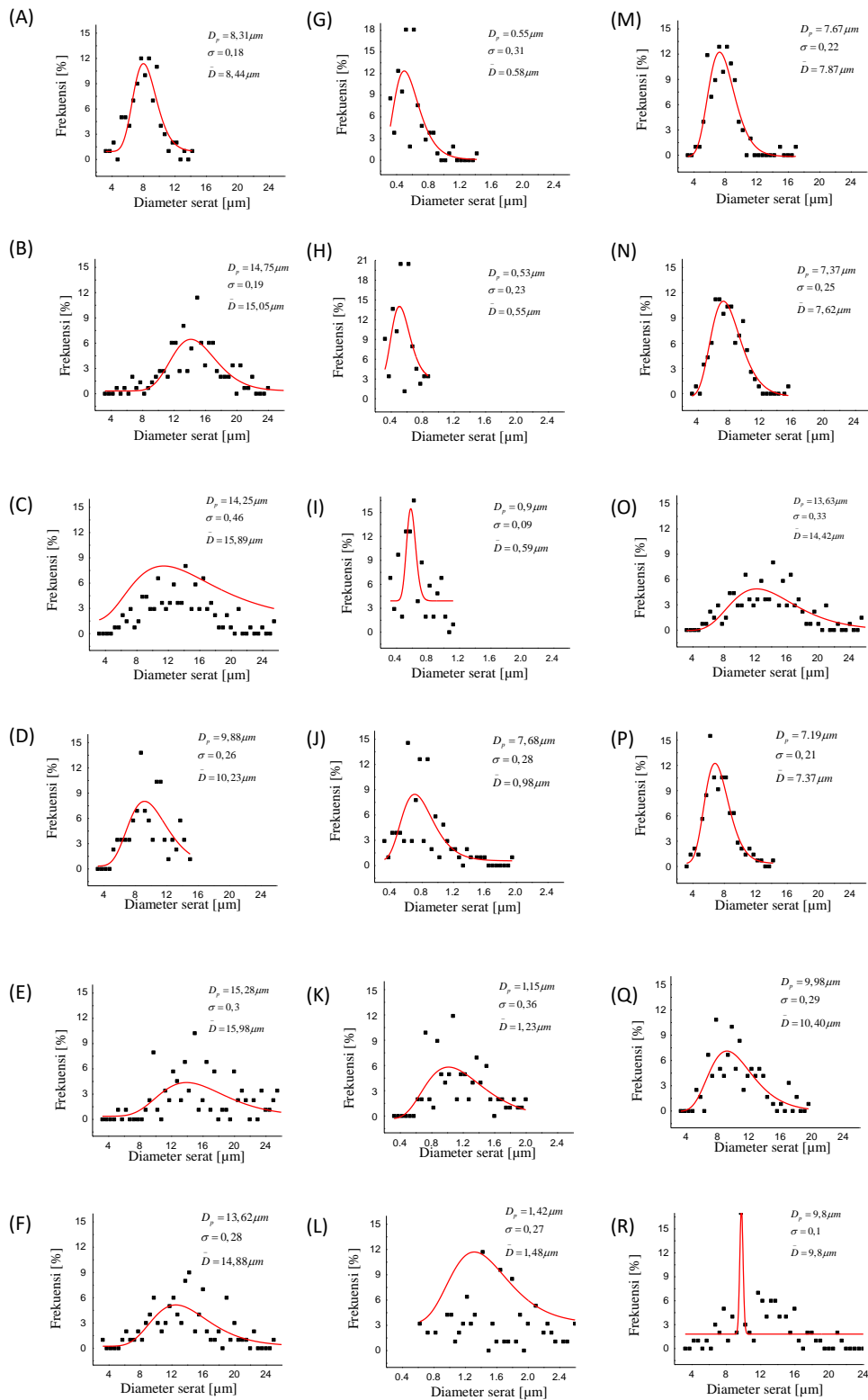
Struktur serat pada tiap lapisan masker maka diketahui dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 1000x. Hasil karakterisasi ditunjukkan oleh Gambar 3 serta kemudian didapatkan distribusi ukuran serat dan estimasi ukuran rata-rata serat seperti yang ditunjukkan Gambar 4.

Dari pengujian mikroskop menunjukkan bahwa citra diameter serat semua merek masker pada lapisan 2 lebih kecil dibandingkan lapisan 1 dan 3. Hal ini dibuktikan dengan hasil pengukuran diameter serat pada Gambar 4. Rata-rata diameter serat menunjukkan hasil bahwa lapisan 1 > lapisan 3 > lapisan 2 pada semua merek masker yang diuji. Dengan ukuran serat yang lebih kecil menyebabkan efisiensi filtrasi menjadi lebih tinggi (Dewi, 2016). Berdasarkan Gambar 4 diperoleh rata-rata diameter serat tertinggi pada lapisan 1 diperoleh oleh masker Merek E yakni sebesar 15,98 μm sedangkan yang terendah sebesar 8,44 μm diperoleh oleh masker Merek A. Pada lapisan 2 rata-rata diameter serat tertinggi diperoleh oleh masker Merek A yakni sebesar 1,48 μm dan nilai terendah diberikan oleh masker Merek F yakni sebesar 0,55 μm . Terakhir, pada lapisan 3 rata-rata diameter serat tertinggi diberikan oleh masker Merek C 14,4 μm dan yang terendah sebesar 7,37 μm diperoleh oleh masker Merek D. Apabila rasio antara standar deviasi diameter serat (σ) dengan rata-rata diameter (D) < 0,3 maka serat digolongkan pada kategori seragam (Matulevicius, 2016). Secara umum semua merek masker menunjukkan distribusi ukuran serat yang seragam.

Adapun pada penelitian ini, hasil citra mikroskop akan digunakan untuk mengetahui porositas permukaan sampel. Pengukuran porositas permukaan sampel dengan metode bayangan SEM dengan menggunakan Origin Pro8. Hasil perhitungan porositas semua lapisan masker seperti yang ditunjukkan Tabel 1. Kontur dari dimensi proyeksi permukaan sampel berdasarkan gambar Mikroskop seperti ditunjukkan Gambar 5.



Gambar 3. Morfologi serat lapisan 1 masker udara (A) Merek A, (B) Merek B, (C) Merek C, (D) Merek D, (E) Merek E, (F) Merek F; lapisan 2 masker (G) Merek A, (H) Merek B, (I) Merek C, (J) Merek D, (K) Merek E, (L) Merek F; dan lapisan 2 masker (M) Merek A, (N) Merek B, (O) Merek C, (P) Merek D, (Q) Merek E dan (R) Merek F



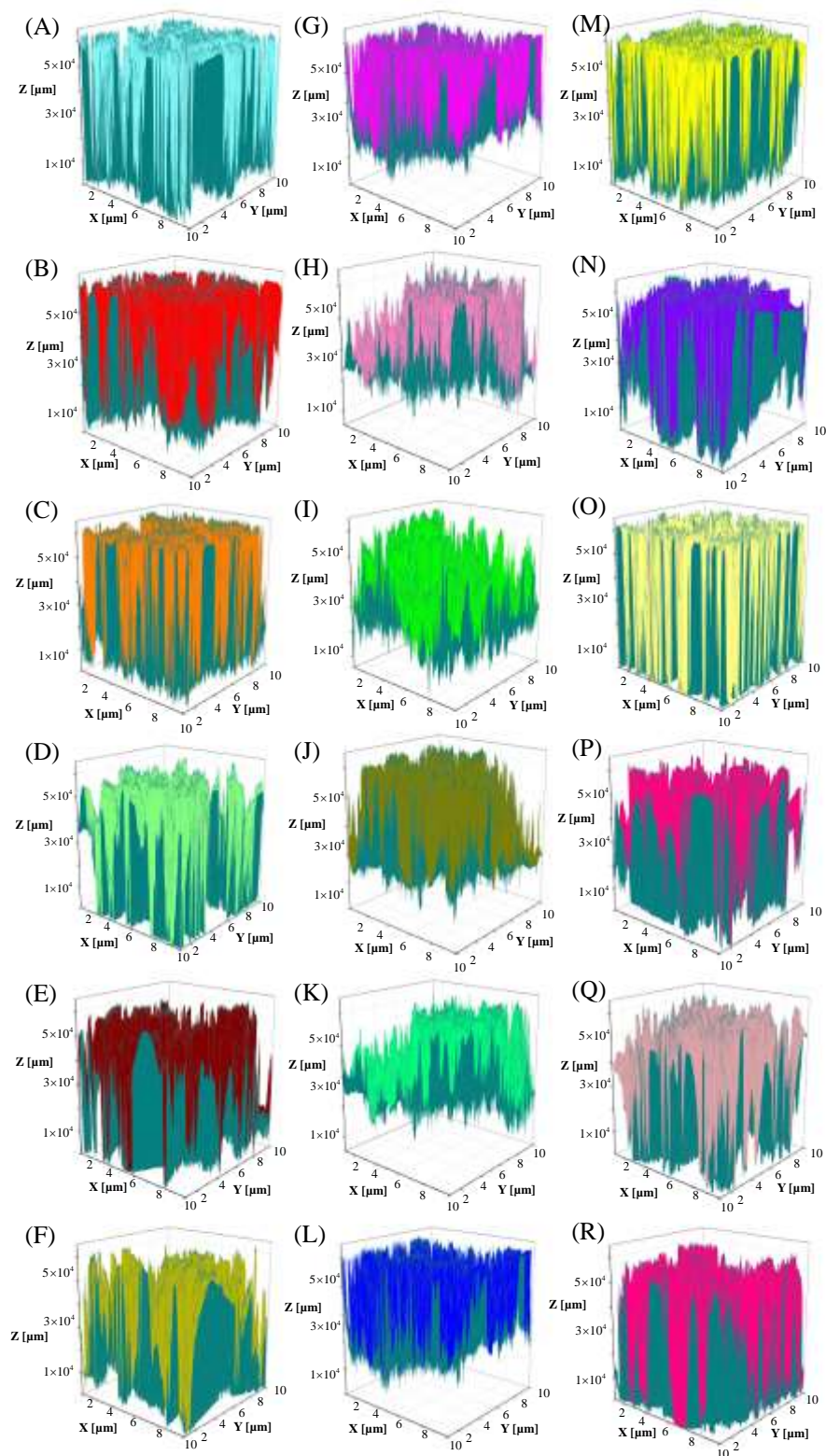
Gambar 4. Diagram distribusi diameter serat lapisan 1 masker (A) Merek A, (B) Merek B, (C) Merek C, (D) Merek D, (E) Merek E, (F) Merek F; lapisan 2 masker (G) Merek A, (H) Merek B, (I) Merek C, (J) Merek D, (K) Merek E, (L) Merek F; dan lapisan 2 masker (M) Merek A, (N) Merek B, (O) Merek C, (P) Merek D, (Q) Merek E dan (R) Merek F

Hasil yang diperoleh tidak lain merupakan dimensi proyeksi permukaan volume total ruang yang berada dibawah permukaan sebagai definisi porositas permukaan sampel yang diungkapkan oleh Persamaan 2.3. Data tentang pori sangat penting, mengingat pada penggunaan masker, pori-pori adalah bagian yang paling utama dalam proses sirkulasi udara dan penyaringan partikulat udara. Penentuan porositas dengan metode ini sangat mudah dan murah dibandingkan dengan menggunakan metode karakterisasi porositas umumnya yaitu BET (Abdullah, M dan Khairurrijal, 2010). Walaupun hasil yang diperoleh bukan sebenarnya namun nilai yang didapatkan cukup mendekati nilai yang didapatkan oleh BET (Priatama dkk, 2009; Priatama dkk, 2010).

Dari pengukuran porositas permukaan menunjukkan bahwa porositas semua merek masker pada lapisan 2 lebih kecil dibandingkan lapisan 1 dan 3. Porositas menunjukkan nilai bahwa lapisan 1 > lapisan 3 > lapisan 2 pada semua merek masker yang diuji. Adapun secara kasar mata terlihat pada lapisan 1 memiliki pori yang cukup besar sehingga udara mengalir dengan mudah. Hal ini dibuktikan juga dengan uji filtrasi lapisan 1 masker dengan variasi laju aliran udara menghasilkan penurunan tekanan yang sangat kecil berkisar pada nilai belasan pascal dan efisiensi filtrasi sebesar 8% untuk rata-rata ukuran aerosol sebesar 0,3 μm atau 300 nm (Dewi, 2016).

Tabel 1. Porositas Masker

Masker	Porositas [%]		
	Lapisan 1	Lapisan 2	Lapisan 3
Merek A	57,51	51,58	56,12
Merek B	58,61	43,34	53,55
Merek C	59,94	40,59	65,17
Merek D	63,88	41,31	54,50
Merek E	60,64	42,95	63,58
Merek F	56,06	48,49	52,46



Gambar 5. Kontur dari dimensi proyeksi permukaan sampel masker (A) Merek A, (B) Merek B, (C) Merek C, (D) Merek D, (E) Merek E, (F) Merek F; lapisan 2 masker (G) Merek A, (H) Merek B, (I) Merek C, (J) Merek D, (K) Merek E, (L) Merek F; dan lapisan 2 masker (M) Merek A, (N) Merek B, (O) Merek C, (P) Merek D, (Q) Merek E dan (R) Merek F

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian mikroskop menunjukkan bahwa citra diameter serat semua merek masker pada lapisan 2 lebih kecil dibandingkan lapisan 1 dan 3. Secara umum semua merek masker menunjukkan distribusi ukuran serat yang seragam, yang dibuktikan oleh hampir sebagian besar nilai rasio antara standar deviasi diameter serat (σ) dengan rata-rata diameter (\bar{D}) adalah $< 0,3$. Berdasarkan pengukuran porositas permukaan, masker Merek E mempunyai porositas yang lebih besar dari masker lain pada lapisan 1, 2 dan 3 yakni berturut-turut 60,64%; 42,95% dan 63,58%. Hal ini berarti udara dapat mengalir dengan mudah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik setiap masker yang dijual di pasaran mempunyai standarisasi yang hampir sama baik pada masker yang dijual mahal maupun murah. Perbedaan harga di pasaran bukan berarti menunjukkan kualitas filter masker yang berbeda-beda namun disebabkan karena faktor eksternal lain seperti kualitas karet masker, kemasan dan lain-lain.

REFERENSI

- Abdullah, M dan Khairurrijal. (2010): Karakterisasi Material Struktur Nano: Teori, Penerapan dan Pendolahan Data. Penerbit ITB. Bandung.
- Dewi, Y.C. 2016. Sintesis Material Transparan Berpori sebagai Filter Debu. Thesis. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Jung, H., Kim, J., Lee, S., Lee, J., Kim, J., Tsai, P., dan Yoon, C. (2014): Comparison of filtration efficiency and pressure drop in anti-yellow sand masks, quarantine masks, medical masks, general masks, and handkerchiefs, *Aerosol and Air Quality Research*, 14, 991 - 1002.
- Li, W., Shen, S., dan Li, H. (2016): Study and optimization of the filtration performance of multi-fiber filter, *Advance Powder Technology*, article in press, 1 –8.
- Liu, C., Hsu, P.C., Lee H.W., Ye, M., Zheng, G., Liu, N., Li, W., dan Cui, Y. (2015): Transparent air filter for high-efficiency PM2.5 capture, *Nature Publishing Group*, 1-11.
- Matulevicius, J., Kliucininkas, L., Prasauskas, T., Buivydiene, D., dan Martucevicius, D. (2016): The comparative study of aerosol filtration by eletrospun polyamide, polyvinyl acetate, polyacrylonitrile and cellulose acetate nanofiber media, *Journal of Aerosol Science*, 92, 27-37.
- Priatama, A., Abdullah, M., Khairurrijal, K., dan Mahfudz, H. (2009). Titanium Dioxide-based Reusable Microporous Water Filter Using Silicon Dioxide as Filler. *Jurnal NANOSAINS & NANOTEKNOLOGI*, 79-84.
- Priatama, A., Abdullah, M., Khairurrijal, K., & Mahfudz, H. (2010). Fabrication of Microporous Water Filter Using Titanium Dioxide Particles, Silica Particles, and Polyethylene Glycol. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 42(1), 39-52.
- Santosa, S.J., Okuda, T., dan Tanaka, S. 2008. Review: Air Pollution and Urban Air Quality Management in Indonesia. *Clean*, 36(5-6), pp. 466-475.