

ESTIMASI LUASAN POROSITAS PADA CITRA DIGITAL *FIBERMAT* POLY (VYNIL ALCOHOL) DENGAN *SOFTWARE* IMAGEJ 14.7v

Kuni Faizah

Institut Pertanian Stiper
Jl. Nangka II, Maguwoharjo Yogyakarta
Email: kuni@instiperjogja.ac.id

ABSTRAK

Estimasi porositas pada fibermat PVA dari citra digital fibermat telah berhasil dilakukan. Analisa dilakukan dengan memanfaatkan plug-in macro-tools jPOR yang tersedia pada software ImageJ 14.7v. jPOR memproses citra digital abu-abu 8-bit dengan men-thresholding citra digital untuk membedakan antara obyek dengan background. Obyek, dalam hal ini adalah fiber penyusun fibermat ditandai dengan greyscale bernilai 0 dan background yang merupakan daerah pori nilai greyscale 255.

Kata kunci : porositas. thresholding, jPOR, greyscale.

LATAR BELAKANG

Informasi mengenai ukuran dan distribusi pori-pori pada membran diperlukan untuk mengetahui performa membran ketika diaplikasikan, salah satu contohnya adalah ketika membran digunakan sebagai media penyaring. Ukuran pori pada membrane menentukan seberapa besar ukuran partikel yang dapat tertahan. Luas area, luas pori, serta distribusi dan ukuran pori pada membran dapat diketahui dengan instrumen *Surface Area Analyzer* (SAA). Instrumen ini menentukan luas area dan distribusi pori dengan menganalisis serapan gas inert oleh membrane (Zielinski and Kettle, 2013).

Karakterisasi morfologi membran dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) menghasilkan citra digital yang dapat memberikan informasi morfologi permukaan, diameter *fiber*

penyusun, serta keseragaman fiber pada membran. Selain itu, dengan bantuan *software* pengolah citra digital, salah satunya ImageJ, citra digital yang sudah ditransformasi ke dalam bentuk citra biner akan diatur nilai *thresholding*-nya agar didapatkan daerah pori dan daerah fiber. Pada penelitian ini telah berhasil mengestimasi luasan porositas dari citra digital *fibermat* Poly [Vynil Alcohol] (PVA) yang di fabrikasi dengan metode *electrospinning* (pemintalan elektrik).

Citra digital tersusun atas *array* kolom-N dan baris-M yang membentuk persegi. Satu elemen *array* persegi disebut sebagai piksel, yang menyimpan nilai bilangan biner tertentu. Misalkan, citra digital 8-bit akan memiliki *graylevel* dari 0 (hitam) hingga 255 (putih), diantara nilai tersebut, citra digital akan berwarna abu-abu. Citra digital berwarna akan memiliki

array [M,N] yang merepresentasikan masing-masing warna merah, hijau, dan biru. *Graylevel* dari citra digital berwarna merepresentasikan intensitas warna merah, biru, atau hijau.

Thresholding merupakan proses segmentasi citra digital yang digunakan untuk mengekstraksi suatu citra digital dengan cara membedakan antara objek dengan *background*. Citra digital merupakan *discrete quantities* berupa bilangan integer *graylevel* $G \{0,1,\dots, l-1\}$, yang tersimpan dalam sejumlah piksel N pada koordinat spasial (x,y) , sehingga citra digital terpetakan dalam fungsi $f = N \times N \rightarrow G$. *Graylevel* dari pixel dengan koordinat (x,y) dinotasikan sebagai $f(x,y)$. Jika $t \in G$ dan t merupakan *threshold*, maka koordinat *greylevel* $B = \{b_0, b_1\}$ dengan $b_0, b_1 \in G$. Hasil dari *thersholding* berupa fungsi $f(\dots,\dots)$, yang terdiri dari obyek terang dan *background* gelap, maka piksel obyek dan *background* mempunyai level intensitas yang dikelompokkan kedalam dua mode domain. Satu cara yang jelas untuk mengekstrak obyek dari *background* adalah dengan memilih *threshold* (t). Sembarang titik (x,y) dimana $f(x,y) \geq T$ merupakan *object point*, sedangkan yang lainnya adalah *background point*. Dengan kata lain citra yang di-*threshold* $B(x,y)$ didefinisikan sebagai :

$$B(x,y) = \begin{cases} b_1, & \text{jika } f(x,y) \geq t \\ b_0, & \text{jika } f(x,y) < t \end{cases} \quad (1)$$

Piksel yang diberi nilai 1 berkaitan dengan obyek, sedangkan piksel dengan nilai 0 berkaitan dengan *background* (Prasetyo, 2011).

ImageJ 1.47v merupakan *software* analisis *open source* yang digunakan untuk memproses dan menganalisa suatu citra digital, dan telah banyak digunakan dalam penelitian yang telah terpublikasi (Crawford and J.K, Mortensen, n.d.). ImageJ 1.47v memiliki *macro-tools* berupa jPOR yang dapat digunakan untuk menganalisa total porositas optis dari suatu citra digital dari lapisan yang memiliki pola berwarna biru. jPOR sangat mudah digunakan dan tidak memerlukan keahlian khusus dalam mengoperasikannya.(Dey, S.,Ghosh,S.,Debbarma,C.,Sarkar,P.,Marfai ,M.,Maiti,S., and Jerram, 2011).

Informasi distribusi dan ukuran pori dalam suatu membran sangat penting untuk diketahui. Karakterisasi mengenai porositas suatu membran umumnya dapat diketahui dengan analisa SAS (Zielkea et al., 2016). Kemajuan di bidang analisis citra digital memberikan cara baru untuk mengukur porositas optis suatu membran dengan lebih cepat dan akurat dibandingkan dengan metode pada umumnya. Agar dapat mengukur porositas dari citra digital, kuncinya terletak pada bagaimana caranya menandai daerah porositas dan *object point* dengan menggunakan *threshold*.

Total area porositas optis didapatkan dari Persamaan 2 (Alhosseini et al., 2011):

$$P = \left(1 - \frac{n}{N}\right) \times 100\% \quad (2)$$

dengan n mewakili piksel putih, N adalah total piksel pada citra biner, dan P adalah total luasan porositas membran dengan *threshold* tertentu

METODE PENELITIAN

Luas area porositas *fibermat* PVA diestimasi dengan jPOR *macro-tools* ImageJ diawali dengan preparasi sample *fibermat* PVA yang difabrikasi dengan metode *electrospinning*. Larutan PVA 15 wt% dan 20 wt % di-*electrospinning* dengan voltasae 15 kV dengan jarak antara elektroda dan kolektor 15 cm, untuk menghasilkan diameter *fiber* penyusun *fibermat* yang berbeda. Sampel yang diperoleh kemudian disimpan selama 48 jam sebelum diamati morfologinya dengan SEM.

Fibermat yang akan di-*electrospinning* dipreparasi di atas *holder* yang telah dipasang *carbon tape*, kemudian di-*coating* dengan platina pada kondisi hampa udara selama beberapa detik. Morfologi sampel kemudian diamati dengan *scanning electron microscope* (SEM) dengan perbesaran 10.000 kali.

Citra digital 8-bit sampel PVA hasil pengamatan dengan menggunakan SEM diubah ke dalam citra biner, kemudian

dianalisa porositas optisnya. Instalasi jPOR pada imageJ dengan cara menuju *plug in* > Macros > Install > kemudian menjalankan jPOR.txt (www.geoanalysis.org/jPOR.html). Analisis porositas dengan menekan F1, kemudian untuk mengatur *threshold* dengan menekan F2, untuk mengulangi proses dengan menekan F3, dan untuk mengakhiri proses dengan menekan F5.

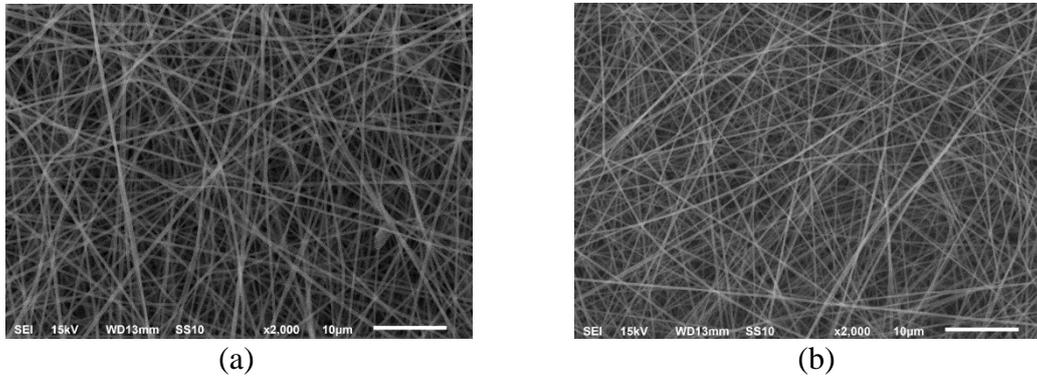
HASIL PENELITIAN

Metode pemintalan elektrik digunakan dalam fabrikasi *fibermat* PVA memanfaatkan fenomena elektrohidrodinamika, dimana cairan PVA terpolarisasi akan terbentuk *taylor cone* karena adanya beda potensial pada ujung *syring* dan kolektor. *Fibermat* terbentuk dari pancaran likuida yang terdeposisi pada plat kolektor.

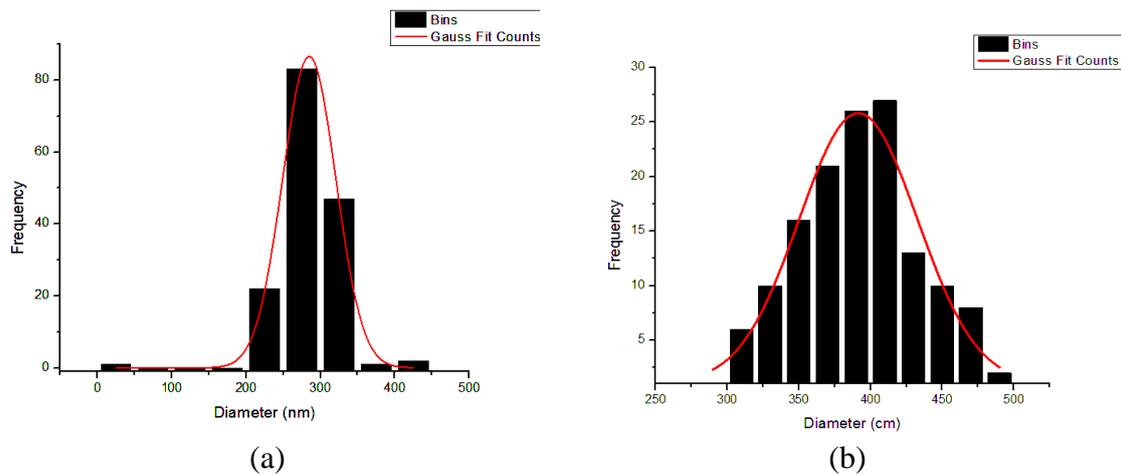
Pada penelitian ini dilakukan variasi voltase untuk mendapatkan diameter *fiber* penyusun *fibermat* yang berbeda. *Electrospinning* pada larutan PVA 15 wt % dihasilkan *fibermat* dengan diameter fiber 284 ± 71 nm, sedangkan pada PVA 20 wt % dihasilkan fiber dengan ukuran 391 ± 83 nm (Gambar 2). Voltase merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi hasil morfologi *fibermat* pada metode pemintalan elektrik. Keberhasilan metode *electrospinning* ditandai dengan munculnya *taylor cone* secara kontinyu. *Taylor cone* muncul ketika voltase yang

digunakan bernilai kritis. Voltase dibawah nilai kritis akan menghasilkan *beads* pada fiber, sedangkan voltase diatas nilai kritis akan mengakibatkan *taylor cone*

menghilang, sehingga terjadi ketidakteraturan diameter *fiber* penyusun *fibermat* (Aussawasathien, 2006).



Gambar 1. Morfologi *fibermat* PVA yang dihasilkan dengan teknik fabrikasi pemintalan elektrik (a) 15 wt% dan (b) 20 wt % , diamati dengan menggunakan SEM pada perbesaran 2000 kali



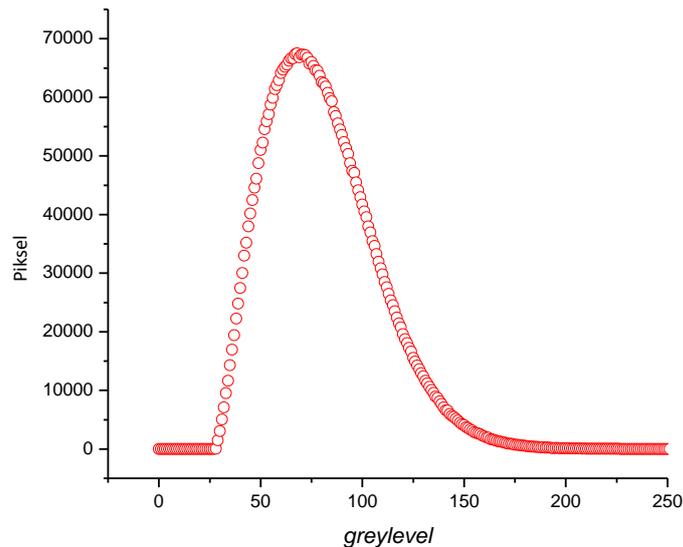
Gambar 2. Distribusi ukuran diameter fiber yang dihasilkan dari proses electrospinning pada larutan PVA (a) 15 wt% dan (b) 20 wt%

Gambar 1 merupakan *fibermat* PVA yang dihasilkan dengan metode pemintalan elektrik. Jika dilihat, *fibermat* yang dihasilkan pada konsentrasi larutan 20 wt% memiliki ukuran diameter yang tidak seragam. *Taylor cone* pada saat proses

pemintalan elektrik tidak terbentuk secara kontinyu, sehingga fiber yang dihasilkan tidak homogen. Namun, dalam penelitian ini tidak menitik beratkan pada *fibermat* dengan ukuran *fiber* yang seragam.

Karakterisasi morfologi *fibermat* yang dihasilkan pada proses pemintalan elektrik pada Gambar 1 tersusun dari anyaman fiber yang membentuk jaring-jaring. Fabrikasi lapisan dengan pemintalan elektrik ini memiliki morfologi yang unik

bila dibandingkan dengan lapisan yang dihasilkan dari teknik fabrikasi lainnya, dimana jaring-jaring tersebut membentuk pori-pori yang dapat diaplikasikan sebagai filter, baik filter likuida maupun gas.

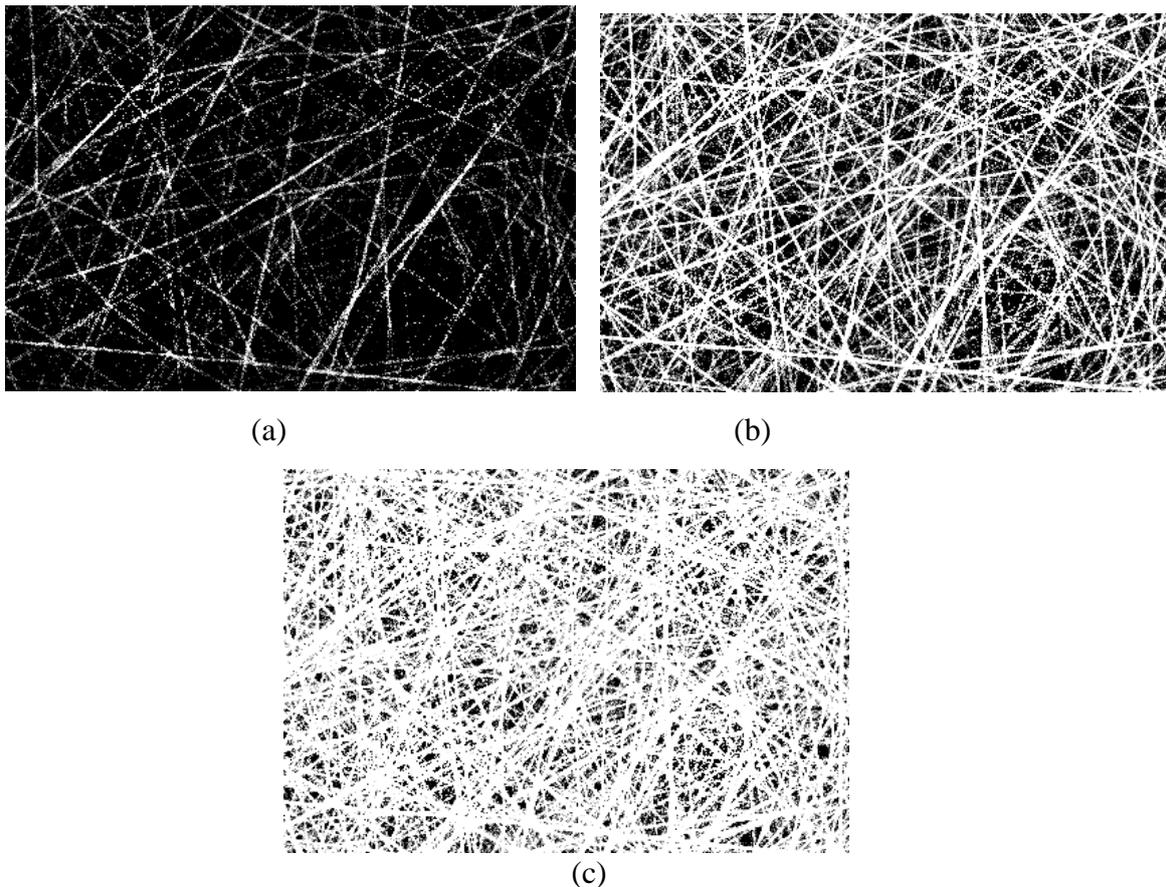


Gambar 3. Distribusi *grayscale level* pada citra digital hasil SEM morfologi *fibermat* PVA 15 wt %

Estimasi porositas dilakukan dengan menganalisa citra digital hasil SEM pada morfologi *fibermat* PVA, menggunakan *software* ImageJ 14.7. Citra digital SEM pada Gambar 1 (a) merupakan citra digital abu-abu 8-bit, dengan total 4481312 piksel, tingkat keabu-abuan ditunjukkan pada histogram yang mendistribusikan level *greyscale* pada tiap-tiap piksel. Level *greyscale* berkisar antara 0 hingga 255. Nilai 0 menunjukkan piksel ditempati warna hitam dan 255 piksel ditempati warna putih, nilai diantara 0 dan 255 menunjukkan warna abu-abu dengan

tingkat keabuabuan yang tertentu (Gambar 3).

Pemrosesan citra digital dengan *thresholding* bertujuan untuk menandai daerah fiber dan daerah kosong yang dibentuk oleh anyaman fiber, yang merupakan area berpori. Citra yang di-*threshold* akan terpecah menjadi dua bagian level keabuan, yakni hanya pada 0 dan 255. Daerah fiber akan ditandai dengan warna putih, sehingga pikselnya akan terkumpul pada daerah 255, dan daerah pori akan terkumpul pada 0.

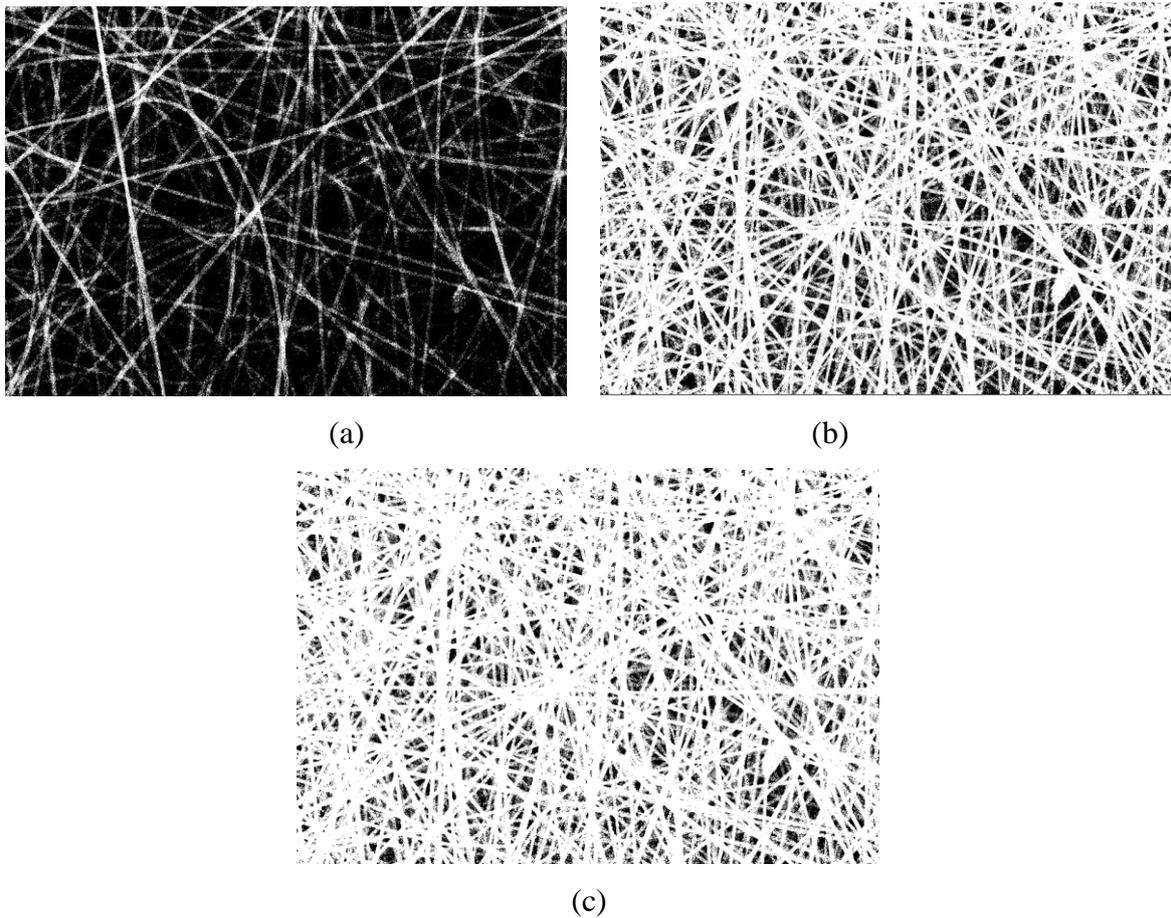


Gambar 4. *Thresholding* pada citra digital SEM *fibermat* PVA 15 wt% dengan perbesaran 2000 kali, dengan posisi pori (a) atas (b) bawah (c) atas dan bawah.

Thresholding dilakukan pada tiga posisi, yakni atas, bawah dan gabungan antara atas dan bawah. *Fibermat* tersusun dari tumpukan-tumpukan fiber yang terdeposisi pada kolektor, sehingga estimasi luasan porositas tidak bisa dilakukan pada satu sisi saja. Hasil *thresholding* pada citra Gambar 1 diperlihatkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Estimasi luasan porositas didapatkan dari persamaan 2. Bila hasil *thresholding* Gambar 1 (a) dibandingkan dengan (b)

maka dapat dikatakan bahwa fiber dengan diameter lebih kecil memiliki estimasi luasan porositas lebih besar. Pada konsentrasi PVA 20 wt% dihasilkan fiber dengan ukuran yang besar dikarenakan jarak antara ujung jarum dengan elektroda, serta voltase yang digunakan tidak cukup menghasilkan gaya tolak-menolak pada *whipping jet instability*, sehingga yang terdeposisi pada kolektor adalah fiber dengan ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan *fibermat* PVA 20 wt%.



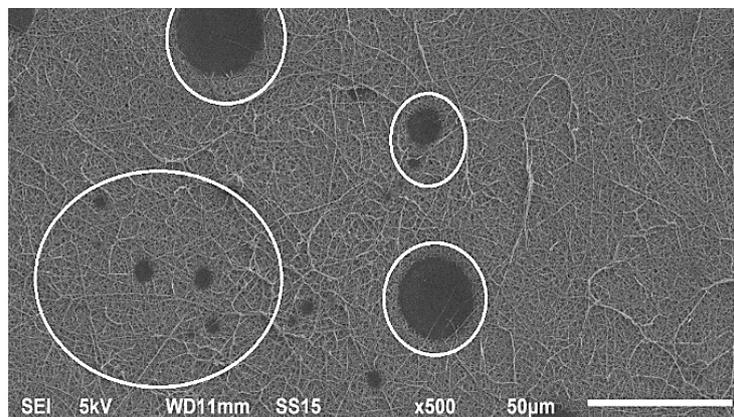
Gambar 5. *Thresholding* pada citra digital SEM *fibermat* PVA 20 wt% dengan perbesaran 2000 kali, dengan posisi pori (a) atas (b) bawah (c) atas dan bawah.

Tabel 1..Hasil estimasi porositas *fibermat* PVA (a) 15 wt% dan (b) 20wt% dengan *software* ImageJ 14.7v

PVA 15 WT%			
FIBERMAT	<i>Pixel</i>	<i>Pixel forming porosity</i>	<i>Estimate Porosity</i>
ATAS	4514870	4176583	93%
ATAS&BAWAH	4477440	2702332	60%
BAWAH	4488336	800026	18%
PVA 20 WT%			
FIBERMAT	<i>Pixel</i>	<i>Pixel forming porosity</i>	<i>Estimate Porosity</i>
ATAS	4467264	3281758	73%
ATAS&BAWAH	4453904	1123220	43%
BAWAH	4460240	735789	15%

Voltase yang digunakan harus disesuaikan dengan daerah kerja untuk setiap viskositas larutan. Voltase yang rendah akan menghasilkan tidak terbentuknya *taylor cone*. Voltase yang tinggi akan memunculkan medan magnet yang kuat untuk menarik larutan PVA yang terpolarisasi, dan terbentuk pancaran likuida yang lebih banyak tertarik, sehingga

fiber yang terdeposisi akan semakin banyak. Nilai voltase yang terlalu tinggi akan mengakibatkan ketidakstabilan proses pemintalan elektrik, ditandai dengan terbentuknya *beads* dan *spray*. Pengamatan morfologi *fibermat* PVA, yang difabrikasi dengan voltase tinggi, menggunakan SEM pada perbesaran 500x.



Gambar 6. *Spray* pada *fibermat* PVA 25 kV-15cm (lingkaran putih) diamati dengan menggunakan SEM pada perbesaran 500x.

Porositas fiber tidak hanya ditentukan oleh diameter fiber yang menyusun *fibermat*. Semakin kecil diameter belum tentu porositasnya akan semakin besar, banyaknya *fiber* yang terdeposisi juga dapat menentukan besarnya porositas *fibermat*. Aplikasi *fibermat* sebagai membran filtrasi menghendaki porositas tertentu tergantung ukuran dari benda yang ingin tertahan.

KESIMPULAN

Porositas dari suatu membran dapat diestimasi dari citra digital membran yang dianalisa dengan *software* ImageJ 1.47v dimana didalamnya terdapat fasilitas *plugin macro-tools* jPOR untuk menganalisa porositas suatu membran. Penggunaan citra digital 8-bit *grey* mempermudah dalam menganalisa porositas, selain itu kualitas gambar juga mempengaruhi analisis porositas membran. Semakin bagus kualitas citra digital akan semakin sedikit *noise* yang terkandung.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya peneliti menyarankan :

1. Perlu perbandingan antara nilai porositas yang didapatkan dari *Surface Area Analyzer* (SAA) dan metode pengolahan citra digital dengan *thresholding*, dengan tujuan agar didapatkan nilai korelasi antara keduanya.
2. Filtrasi *noise* pada citra digital perlu dilakukan untuk penelitian selanjutnya, sehingga nilai estimasi porositas mendekati porositas sebenarnya.
3. Perlu dilakukan penelitian mengenai estimasi pori pada citra digital RGB.

DAFTAR PUSTAKA

Alhosseini, S.N., Moztaizadeh, F., Mozafari, M., Asgari, S., Dodel, M., Samadikuchaksaraei, A., Kargozar, S., Jalali, N., 2011. Synthesis and Characterization of Electrospun Polyvinyl Alcohol Nanofibrous Scaffolds Modified by Blending with Chitosan for Neural Tissue Engineering. *Int. J. Nanomedicine* 6, 3509–3518.

Aussawasathien, D., 2006. Electrospun Conducting Nanofiber-Based

Materials and Their Characterizations: Effects of Fiber Characteristics on Properties and Applications. University of Akron, USA.

Crawford, E., J.K., Mortensen, n.d. An ImageJ plug in for the rapid morphological characterization of separated particles and an initial application to placer gold analysis. *Computers&Geosciences* 35, 347–359.

Dey, S., Ghosh, S., Debbarma, C., Sarkar, P., Marfai, M., Maiti, S., Jerram, D.A., 2011. jPOR: An ImageJ macro to quantify total optical porosity from blue-stained thin sections. *Comput. Geosci.* 37, 1850–1859.

Prasetyo, E., 2011. Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab. Penerbit Andi, Yogyakarta.

Zielinski, J.M., Kettle, L., 2013. Physical Characterization: Surface Area and Porosity. *Intertek* 1–7.

Zielkea, L., Vierratha, S., Moronia, R., Mondonc, A., Zengerlea, R., Thiele, S., 2016. Three-dimensional morphology of the interface between micro porous layer and catalyst layer in a polymer electrolyte membrane fuel cell. *R. Soc. Chem.* 6, 80700–80705.