

Analisis Morfologi Permukaan Lapisan Klorofil dengan *Atomic Force Microscopy*

Lidya Nur De Vega,* Suharyana, dan Budi Purnama[†]

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Kentingan, Surakarta 57126

Intisari

Karakteristik morfologi permukaan lapisan klorofil hasil AFM (*Atomic Force Microscopy*) telah dianalisis. Lapisan klorofil ditumbuhkan dengan metode spin coating pada substrat glass ITO. Hasil pengamatan morfologi dengan AFM menjelaskan bahwa lapisan dengan $N = 5$ memiliki permukaan yang lebih rata dibandingkan dengan $N = 3$ akibat adanya proses inter molekular interaksi. Ukuran molekul penyusun lapisan klorofil membentuk distribusi Gaussian. Hasil pengamatan kurva profil permukaan diperoleh ketebalan lapisan yang diperoleh yaitu berturut-turut sebesar 287,9 dan 372,6 nm untuk $N = 3$ dan 5.

Abstract

Surface morphological characteristic of chlorophyll layer have been analyzed. Chlorophyll layer deposited by spin coating methods on a glass coated ITO substrates. Results of morphological observation by AFM (*Atomic Force Microscopy*) explains that a thin layer with $N = 5$ has a flatter surface than with $N = 3$ due to inter molecular interaction process. The molecular size of the chlorophyll layers form a Gaussian distribution. From the profile curves, thickness of the layer were obtained as 287,9 and 372,6 nm for $N = 3$ and 5 respectively.

KATA KUNCI: chlorophyll layer, spin coating, surface morphology, AFM

I. PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir ini divais elektronika organik telah banyak dikaji oleh peneliti. Elektronika organik muncul sebagai bidang yang dinamis dalam hal penelitian dan pengembangan mencakup ilmu kimia, fisika dan teknologi [1]. Bahkan dewasa ini bahan semikonduktor organik juga dimanfaatkan menjadi bahan dasar pembuatan divais elektronika OLEDs (*Organic Light Emitting Diodes*) yang akan menampilkan warna lebih efisien [2].

Salah satu material organik yang banyak dikaji potensi elektroniknya adalah klorofil. Material ini membentuk lapisan diskrit ber-orde nanometer saat berinteraksi dengan substrat [3–5]. Material ini utamanya banyak diaplikasikan pada devais bio-fotovoltaic yang memanfaatkan tranfer cahaya menjadi listrik dalam proses fotosintesis. Mengingat ukuran berorde nanometer, maka klorofil menarik untuk dikembangkan menjadi bagian dalam devais elektro-nika berbasis sistem nano hibrid [6–8].

Selebihnya dengan perkembangan nanoteknologi, material dapat didesain dan disusun dalam orde atom per atom atau molekul per molekul sedemikian rupa sehingga karakteristik fisisnya sesuai dengan yang diprediksi. Sehingga, hasil dari rekayasa material ini akan memperoleh suatu bahan yang memiliki sifat unggul dan lebih baik dari bulk.

Pada eksperimen ini akan dilakukan penumbuhan lapisan klorofil *spirulina sp* berstruktur nano *pattern* dengan spin coating di atas substrat ITO. Karakteristik morfologi permukaan sampel selanjutnya diamati ketergantungannya dengan peningkatan jumlah pelapisan dengan menggunakan AFM.

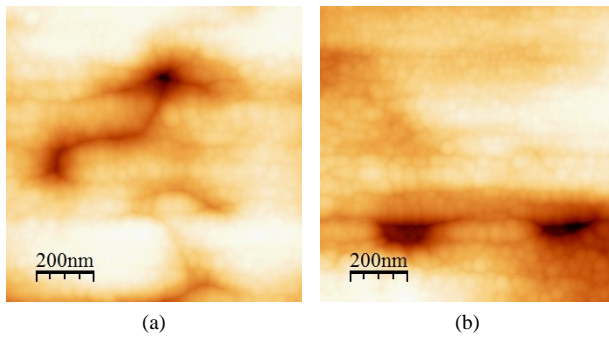
II. METODE EKSPERIMEN

Isolasi klorofil *spirulina sp*

Proses sintesis nanomolekular porphyrin alam yang akan dilakukan meliputi proses isolasi yaitu proses ekstraksi, evaporasi dan kromatografi serta evaporasi kembali untuk memperoleh larutan klorofil kemurnian tinggi yang akan ditumbuhkan pada substrat. Ekstraksi digunakan untuk memperoleh klorofil alam yang terkandung dalam serbuk *spirulina sp*. Jenis ekstraksi yang digunakan adalah ekstraksi padat-cair yaitu memisahkan klorofil dari campurannya dalam sampel padat menggunakan pelarut organik yaitu aseton. Perbandingan yang digunakan antara pelarut dan zat terlarut pada proses ini adalah 1 : 5 (1 gram serbuk *spirulina sp* dicampurkan dengan 5 ml aseton). Homogenisasi larutan dilakukan menggunakan magnetic stirrer selama 1 jam dengan kecepatan putar 200 rpm. Tahap selanjutnya adalah proses penyaringan untuk memisahkan padatan dan cairan menggunakan kertas saring Whatman dengan ukuran $2\mu\text{m}$.

*E-MAIL: lidyadvega@gmail.com

[†]E-MAIL: bpurnama@mipa.uns.ac.id



Gambar 1: Morfologi permukaan lapisan klorofil *spirulina sp* hasil karakterisasi AFM dengan scan range 1 μm pada (a) $N = 3$ (b) $N = 5$.

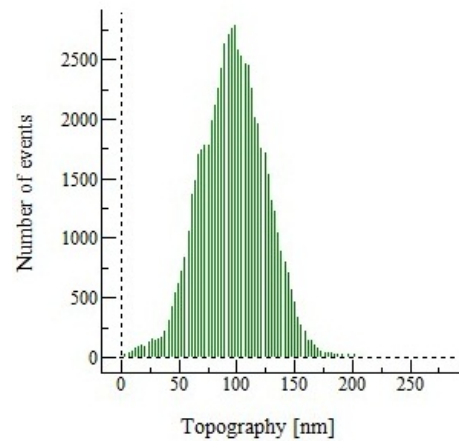
Larutan yang telah diekstraksi kemudian melalui proses evaporasi, proses ini digunakan untuk memisahkan hasil ekstraksi yaitu antara aseton sebagai pelarut dan klorofil sebagai terlarut. Temperatur yang digunakan adalah 45°C dengan tekanan yang digunakan adalah 0,05 MPa selama ± 1 jam.

Proses selanjutnya setelah evaporasi adalah kromatografi. Kromatografi digunakan untuk memisahkan komponen penyusun suatu larutan. Teknik yang digunakan adalah kromatografi cair untuk memisahkan molekul terlarut yaitu klorofil yang terlarut dalam larutan hasil evaporasi. Pemisahan ini didasarkan pada perbedaan fase gerak dan fase diam. Pada proses kromatografi digunakan silika gel dengan ukuran 30 μm sebagai fase diam dan pelarut N-heksan 100 ml yang kemudian diisikan kedalam kolom kromatografi. Posisi silika gel pada kolom harus rapat dan tidak ada rongga udara diantara silika gel. Larutan hasil evaporasi kemudian dimasukkan ke dalam kolom kromatografi dan bergerak turun melewati silika gel sehingga akan terjadi pemisahan dari komponen-komponen terlarutnya.

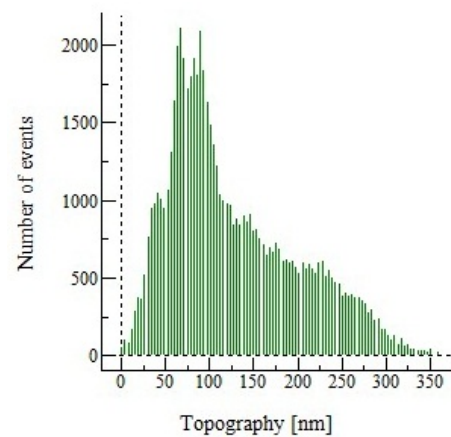
Proses evaporasi kembali dilakukan untuk memperoleh endapan klorofil murni. Pada proses ini larutan hasil kromatografi dipisahkan dari pelarut N-heksan yang digunakan pada proses kromatografi dengan evaporator. Temperatur yang digunakan adalah 60°C dengan tekanan yang digunakan adalah 0,05 MPa selama ± 4 jam. Setelah itu, endapan klorofil murni tersebut kemudian diambil sebanyak 0,1 gram dilarutkan dengan 10 ml kloroform dan diaduk hingga homogen dengan magnetic stirrer selama 1 jam.

Penumbuhan lapisan klorofil *spirulina sp*

Penumbuhan lapisan dilakukan menggunakan metode spin coating untuk mendapatkan permukaan lapisan yang merata pada substrat. Substrat yang digunakan adalah kaca ITO yang telah dibersihkan menggunakan aseton pada ultrasonic cleaner. Kondisi operasional spin coater yang digunakan adalah kecepatan putar 1000 rpm, dengan waktu putar 20 sekon dan temperatur *post heating* 40°C selama 60 sekon. Penumbuhan lapisan dilakukan dengan variasi jumlah pelapisan sebanyak $N = 3$, dan $N = 5$. Lapisan yang terbentuk kemudian diamati morfologi permukaannya menggunakan AFM.



(a)



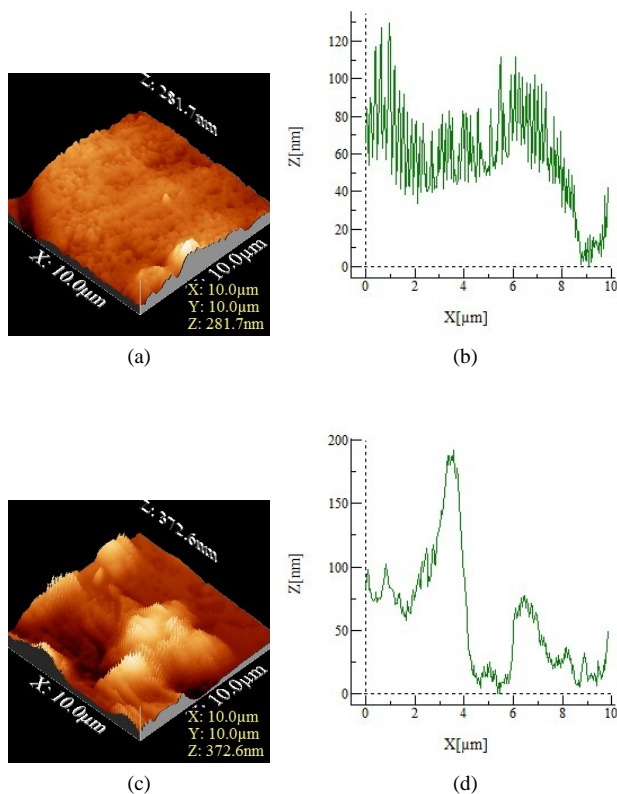
(b)

Gambar 2: Histogram kejadian ditemukan sebaran ukuran partikel yang diungkapkan dari nilai topografi dievaluasi pada sampel dengan (a) $N = 3$ (b) $N = 5$.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menampilkan gambar 2 dimensi dari lapisan *spirulina sp.* dengan jumlah perulangan lapisan $N = 3$ dan $N = 5$. Kecepatan putar yang digunakan adalah 1000 rpm. Teramati dengan jelas pada gambar bahwa lapisan tersusun dari molekular berbentuk lingkaran. Ukuran molekular pada kedua sampel menunjukkan nilai yang hampir sama. Hal ini menegaskan bahwa kenaikan jumlah perulangan lapisan tidak secara signifikan menentukan ukuran molekular.

Lebih detail analisis dengan software WSxM 5.0 Develop 7.0 [9], sebaran ukuran molekular membentuk distribusi menyerupai Gaussian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Untuk sampel $N = 3$, distribusi ukuran molekular (dari nilai topografi) membentang hingga 200 nm dengan ukuran terbesar jadi paling banyak ditemukan adalah 100 nm. Sedangkan sampel dengan $N = 5$, ukuran molekular dengan peluang paling besar untuk ditemukan sama dengan sampel $N = 3$. Namun bentangan ukuran molekular menjadi lebih lebar yaitu hingga 350 nm dan kurva melebar disisi kanan puncak dis-



Gambar 3: Hasil karakterisasi AFM untuk 3D (3 dimensi) sampel klorofil *spirulina sp* dengan (a,b) $N = 3$ dan (c,d) 5 serta representasi profile permukaannya.

tribusi. Kenyataan hasil ini memberi informasi bahwa ikatan antar molekular klorofil *spirulina sp* lebih kuat sehingga terbentuk molekul dengan ukuran lebih besar untuk N lebih besar. Hal lain yang diamati dari grafik bahwa derajat kekasaran meningkat dengan kenaikan jumlah perulangan lapisan. Untuk sampel dengan $N = 3$, derajat kekasaran sebesar 29 diperoleh dan menjadi 72 ketika $N = 5$.

Pada Gambar 3 memperlihatkan morfologi permukaan

lapisan *spirulina sp* dalam tampilan 3 dimensi untuk (a) $N = 3$ dan (b) $N = 5$. Scan profil permukaan masing-masing sampel ditampilkan untuk posisi pengukuran ditengah-tengah sampel. Teramati secara jelas bahwa bentuk permukaan sampel $N = 3$ lebih rata dibandingkan dengan $N = 5$. Hal ini semakin menegaskan sinyalemen sebelumnya bahwa interaksi antar molekular klorofil *spirulina sp* lebih kuat dibandingkan dengan substrat. Dengan hasil kenaikan jumlah perulangan lapisan tidak memberikan peningkatan ketebalan secara homogen keseluruhan luasan. Grafik profil untuk $N = 3$ dan 5 memberi nilai ketebalan secara kasar sampel lapisan klorofil *spirulina sp* yang diperoleh dari penentuan selisih bagian teratas dan terbawah. Keacakan grafik profil untuk perubahan posisi menandakan bahwa ukuran individu molekular klorofil *spirulina sp* untuk sampel $N = 3$ berorde nanometer. Bentuk kurva profil sedikit lebih halus untuk $N = 5$ dikaitkan interaksi inter-molekular klorofil seketika terdeposit pada permukaan substrat atau bahkan sebelumnya. Dengan mengangap perbedaan permukaan tertinggi dan terendah sebagai ketebalan, maka sampel $N = 3$ memiliki tebal 287,9 nm dan 372,6 nm untuk $N = 5$.

IV. SIMPULAN

Telah dilakukan analisis morfologi permukaan lapisan klorofil menggunakan AFM. Lapisan klorofil ditumbuhkan di atas substrat ITO dengan metode spin coating. Larutan klorofil disintesis melalui proses ekstraksi, evaporasi, kromatografi sampel serbuk *spirulina sp*. Kemudian hasil kromatografi dievaporasi ulang untuk memperoleh klorofil kemurnian tinggi sebelum ditambah dengan larutan kloroform yang kemudian ditumbuhkan pada substrat ITO. Hasil pengamatan morfologi dengan AFM menjelaskan bahwa pelapisan dengan $N = 5$ memiliki permukaan yang lebih merata dibandingkan dengan $N = 3$ akibat adanya proses inter molekular interaksi. Ukuran molekul penyusun lapisan klorofil membentuk distribusi Gaussian. Hasil pengamatan kurva profil permukaan diperoleh ketebalan lapisan yang diperoleh yaitu berturut-turut sebesar 287,9 dan 372,6 nm untuk $N = 3$ dan 5.

[1] L.S. Hung, and C.H. Chen, Journal Material Science Engineering, **R39**, 143-222 (2002).
 [2] S. Tiwari, and C.G. Greenham, Journal Opt. Quant. Electron, **41**, 69-89 (2009).
 [3] S. Boussad, A. Tazi, and R.M. Leblanc, Journal of Colloid and Interface Science, **209**, 341-346 (1999).
 [4] S. Boussad, J.A. DeRose, and R.M. Leblanc, Chemical Physics Letter, **246**, 107-113 (1995).
 [5] M. Crevecoeur, *et al.*, Protoplasma, **212**, 46-55 (2000).

[6] P. Bombelli, *et al.*, Phys. Chem. Chem. Phys., **12**, 12221-12229 (2012).
 [7] S.-Y. Chen, *et al.*, Carbon, **63**, 23-29 (2013).
 [8] Patrascu, *et al.*, Beilstein Journal of Nanotechnology, **5**, 2316-1325 (2014).
 [9] I. Horcas, *et al.*, Review of Scientific Instruments, **78**, 013705 (2007).