

Ketergantungan Mobilitas pada Temperatur Pengukuran Lapisan Porphyrin Alam

Elly Fatmawati,^{1,*} Utari,¹ Budi Purnama,^{1,†} dan Kamsul Abraha²

¹Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A Kentingan Surakarta 57126

²Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur BLS 21 Yogyakarta 55281

Intisari

Efek temperatur terhadap mobilitas lapisan porphyrin alam diproduksi dengan metode deposisi spin coating di atas substrat Cu didiskusikan. Analisis pembawa muatan dilakukan dengan menggunakan metode pengukuran I-V dari temperatur $T = 20^{\circ}\text{C}$ hingga $T = 23^{\circ}\text{C}$. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa efek agitasi thermal meningkatkan arus terukur. Mobilitas meningkat secara linier dengan kenaikan temperatur pengukuran. Akhirnya, respon kenaikan nilai mobilitas terhadap temperatur pada sampel dengan $N = 14$ lebih cepat dibandingkan $N = 8$.

ABSTRACT

The effect of temperature on the mobility of thin films of natural porphyrin produced by the method of spin-coating deposition on the substrate Cu were discussed. Analysis of charge carrier were calculated using I-V measurements from temperature $T = 20^{\circ}\text{C}$ to 23°C . The experimental results show that the effect of thermal agitation increases the current. Mobility linearly increases with the increased of temperature. Finally, the response to the temperature rise in the value of the mobility of the sample with $N = 14$ much faster than $N = 8$.

KATA KUNCI: natural porphyrin, spin coating, films, mobility, carrier charge

I. PENDAHULUAN

Saat ini para peneliti telah mengembangkan perangkat optik dan elektronika dengan bahan organik semikonduktor yang telah diketahui memiliki banyak aplikasi seperti: *Organic Light Emitting Diode (OLED)*, *Field Effect Transistors (FET)* dan sel surya [1–4]. Mekanisme pembawa muatan berkenaan dengan kemampuan berpindah pembawa muatan atau yang lebih dikenal dengan konduktivitas melalui mekanisme transport pembawa muatan bahan semikonduktor organik terdistribusi pada molekul elektroniknya. Pada struktur molekul elektronik ini, konduktivitas dapat dipengaruhi oleh adanya doping dan jenis ion dalam molekul tersebut [5]. Temperatur pengukuran, cacat kristal, dislokasi adalah faktor lain yang menentukan nilai konduktivitas bahan semikonduktor. Khusus pada devais elektronika organik, cacat struktur juga menentukan karakteristik konduktivitas [6, 7].

Pada makalah ini, studi pendahuluan ketergantungan mobilitas terhadap temperatur pada lapisan porphyrin alam didiskusikan. Lapisan porphyrin alam ditumbuhkan pada substrat Cu dengan metode *spin coating*. Karakteristik mobilitas sampel dievaluasi dengan pengukuran I-V pada permukaan sampel lapisan.

II. METODE PENELITIAN

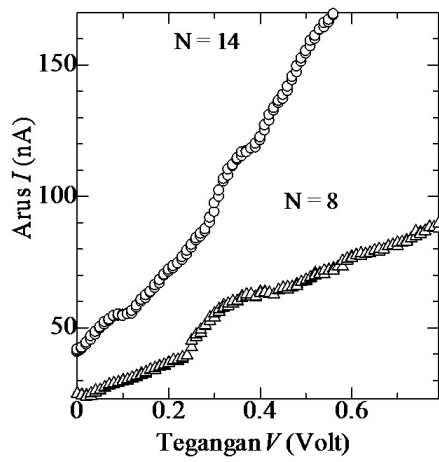
Preparasi larutan klorofil spirulina sp

Proses pembuatan larutan klorofil spirulina sp melalui tahap ekstraksi, evaporasi dan kromatografi. Pada proses ekstraksi, bubuk spirulina sp dilarutkan pada pelarut yaitu acetone pure analysis dari Merck. Perbandingan ekstraksi ini adalah 1 : 5 yaitu 1 gr serbuk spirulina sp dan 5 mL larutan acetone. Selanjutnya larutan ekstraksi diaduk menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan putar 2000 rpm selama 60 menit. Proses selanjutnya larutan disaring menggunakan kertas saring dengan ukuran partikel liquid lebih kecil dari $2\ \mu\text{m}$ dapat lolos kertas saring (Whatman no 42). Setelah proses ekstraksi, proses selanjutnya yaitu proses evaporasi menggunakan alat Evaporator merk BUCHI. Proses ini memisahkan antara zat pelarut yaitu acetone dengan zat terlarut yaitu porphyrin alam dari spirulina sp. Proses evaporasi dilakukan dengan mengatur tekanan sebesar 300 mmHg dan temperatur sebesar 45°C . Kecepatan rotasi labu evaporator penampung larutan sebesar 2 rpm. Evaporasi berlangsung kurang lebih selama 30 menit.

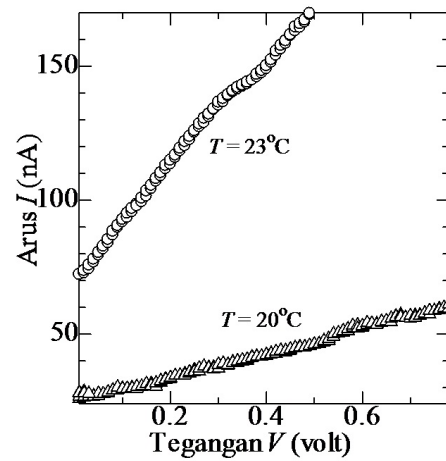
Proses selanjutnya yaitu proses kromatografi. Masukkan silica gel sebanyak 30 gr dengan ukuran butir maksimum 30 m kedalam kolom kromatografi. Kemudian larutan N-Heksan pure analysis dimasukkan ke dalam kolom kromatografi secara perlahan dan berangsur-angsur sehingga silica gel tersusun secara mampat dengan indikasi sudah tidak terdapat rongga maupun gelembung udara terbentuk pada kolom

*E-MAIL: fatmawatielly@gmail.com

†E-MAIL: bpurnama@mipa.uns.ac.id



Gambar 1: Kurva karakterisasi I-V lapisan tipis porphyrin alam hasil isolasi mikro algae spirulina sp untuk N = 8 dan N = 14.



Gambar 2: Grafik I-V lapisan tipis klorofil spirulina sp untuk T = 20°C dan T = 23°C.

kromatografi. Selanjutnya, larutan hasil penyaringan dimasukkan ke dalam kolom kromatografi dan ditekan menggunakan pompa udara. Hasil kromatografi yang diperoleh siap untuk dilakukan proses berikutnya.

Penumbuhan lapisan

Tahap selanjutnya pada penelitian ini adalah penumbuhan lapisan dengan menggunakan metode spin coating (Chemat Technology KW-4A). Deposisi lapisan porphyrin alam dilakukan dengan dua tahap kecepatan putar spin coating yaitu 500 rpm selama 15 detik. Kemudian dilanjutkan *post heating* di atas hot plate untuk kondisi atmosfer pada temperatur 70°C selama 60 detik. Kemudian proses deposisi diulang untuk memperoleh variasi jumlah pelapisan N yaitu 8 dan 14.

Karakterisasi fenomena pembawa muatan pengaruh temperatur

Karakterisasi mobilitas pembawa muatan lapisan porphyrin alam dilakukan dengan metode dua titik melalui pengukuran I-V. Mula-mula, karakterisasi I-V dilakukan pada sampel dengan N = 8 dan N = 14. Untuk memperoleh ketertarikan mobilitas terhadap temperatur, pengukuran dilakukan dalam chamber dengan variasi temperatur. Untuk keperluan ini, sampel lapisan dicouple dengan holder terbuat tembaga sehingga temperatur sampel sama dengan holder. Sensor temperatur dipasang berdekatan dengan sampel pada holder tembaga.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 1 menunjukkan kurva karakterisasi I-V lapisan klorofil *spirulina sp* pada jumlah perulangan deposisi N = 8 lapisan dan N = 14 lapisan. Teramati dari gambar bahwa arus meningkat secara linier dengan kenaikan tegangan memenuhi karakteristik hukum Ohm. Pada masing-masing

jumlah perulangan deposisi memiliki kemiringan grafik yang berbeda. Terbentuknya kemiringan ini menunjukkan adanya karakteristik kelistrikan berbeda pada masing-masing sampel. Sehingga, pada kemiringan grafik tersebut dapat menentukan besarnya nilai konduktifitas yang terkandung mobilitas pembawa muatan. Jika ditinjau fenomena transport di bawah induksi medan listrik maka pembawa muatan akan bergerak dengan kecepatan v yang bersuperposisi dengan kecepatan rerata hamburan dan panas yang dinyatakan sebagai rapat arus J .

$$J = e.n. \langle v \rangle \tag{1}$$

dengan e adalah muatan elektron dan n adalah jumlah populasi. Sedangkan kecepatan rerata hamburan $\langle v \rangle$ dan medan listrik E dinyatakan dengan

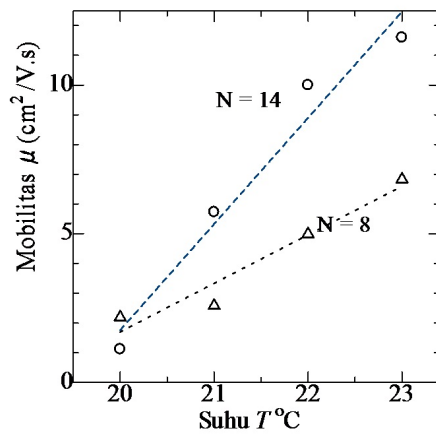
$$\langle v \rangle = \mu E \tag{2}$$

dengan μ adalah mobilitas pembawa muatan. Substitusikan Pers.(2) ke Pers.(1) diperoleh:

$$J = e.n.\mu E \tag{3}$$

Dari Pers.(3) di atas, dengan modifikasi $J = \frac{I}{A}$ dan $E = \frac{V}{d}$ maka mobilitas pembawa muatan μ dapat ditentukan dari kemiringan kurva yang dibentuk [8]. Hasil analisis diperoleh bahwa lapisan dengan N = 8 memiliki mobilitas 1,63 cm²/V.s dan N = 14 memiliki mobilitas 3,57 cm²/V.s. Ekspresi lainnya fenomena transport dibawah pengaruh medan listrik untuk dua temperatur pengukuran berbeda untuk N = 8 ditunjukkan kurva I-V karakteristik hukum Ohm pada Gambar 2.

Teramati dengan jelas dari gambar bahwa kemiringan kurva I-V hasil pengukuran pada temperatur T = 20°C lebih landai dibandingkan dengan temperatur T = 23°C. Hal ini mengindikasikan bahwa agitasi termal pada temperatur lebih tinggi akan menyebabkan pembawa muatan berpindah ke arus konduksi lebih banyak yang teramati dari besarnya nilai arus terukur. Pada pengukuran saat V = 0, ketika T = 20°C, arus yang terukur adalah 59,73 nA dan meningkat menjadi 72,31



Gambar 3: Grafik mobilitas pembawa muatan sebagai fungsi temperatur.

nA saat temperatur pengukuran dilakukan pada $T = 23^\circ\text{C}$. Hal ini artinya terdapat kenaikan populasi pembawa muatan akibat agitasi thermal perubahan temperatur $T = 3^\circ\text{C}$ ($= 23^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}$) teramati dari perubahan arus sebesar 13,58 nA.

Gambar 3 menunjukkan kurva mobilitas sebagai fungsi temperatur T dievaluasi untuk dua sampel berbeda yaitu $N = 8$ dan 14. Secara umum, mobilitas pembawa muatan meningkat

secara linier dengan kenaikan temperatur pengukuran T . Respon kenaikan pembawa muatan untuk $N = 14$ lebih cepat dibandingkan untuk $N = 8$. Hal ini disinyalir karena perbedaan jumlah total pembawa muatan pada kedua sampel tersebut. Mengingat respon temperatur disumbang oleh masing-masing pembawa muatan, maka efek superposisi pada lapisan dengan pembawa muatan lebih banyak ($N = 14$) menjadi lebih signifikan. Hal ini terungkap dari laju kenaikan mobilitas μ sebagai fungsi temperatur T untuk $N = 14$ lebih besar dibandingkan $N = 8$.

IV. SIMPULAN

Efek temperatur pengukuran terhadap mobilitas lapisan porphyrin alam hasil deposisi spin coating didiskusikan pada makalah ini. Substrat yang dipakai pada penelitian ini adalah substrat lempeng Cu teknis. Analisis pembawa muatan dilakukan dengan menggunakan metode pengukuran I-V dari temperatur $T = 20^\circ\text{C}$ hingga $T = 23^\circ\text{C}$. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa efek agitasi thermal meningkatkan arus terukur hasil kenaikan jumlah populasi pembawa muatan. Mobilitas meningkat secara linier dengan kenaikan temperatur pengukuran. Akhirnya, respon kenaikan nilai mobilitas terhadap temperatur pada sampel dengan $N = 14$ lebih cepat dibandingkan $N = 8$.

- [1] S. Agus, *et al.*, Jurnal Fisika FLUX, **5**(2), 141-147 (2007).
 [2] U. Niedermeier, *et al.*, Synthetic Metals, **160**, 251-255 (2010).
 [3] A. Buchschuster, T.D. Schmidt, and W. Brutting, Appl. Phys. Lett., **100**, 123302 (2012).
 [4] E. Knapp, and B. Rushtaller, J.Appl.Phys., **112**, 024519 (2012).

- [5] Yu Kreiger, Zhurnal Strukturnoi Khimi, **34**(6), 75-85 (1993).
 [6] V. Podzorov, *et al.*, Phys. Rev. Lett., **95**, 226601 (2005).
 [7] Shu-Hao Wen, *et al.*, Journal Phys.Chem B, **26** (2009).
 [8] N. Karl, Synthetic Metal, **133-134**, 649-657 (2003).