

# Pengaruh Substrat terhadap Morfologi Lapisan *Zinc Phthalocyanin* (ZnPc) yang Ditumbuhkan dengan Metode Evaporasi

Iin Hidayanti W<sup>1</sup>, Ratih Endah Sutantri<sup>1</sup>, D.J. Djoko Santjojo<sup>1</sup>, Masruroh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika FMIPA Univ. Brawijaya  
Email: iinhidayanti@gmail.com

## Abstrak

Biosensor merupakan perangkat uji yang memanfaatkan biomolekul untuk mendeteksi suatu zat. Perangkat ini dibuat dengan mengimobilisasi biomolekul di atas permukaan transduser. Permukaan transduser perlu dilapisi lapisan tertentu agar dapat diimobil dengan biomolekul. Pada penelitian ini dibuat lapisan ZnPC di atas substrat kaca dan substrat polistiren dengan metode evaporasi. Lapisan ZnPC ditumbuhkan pada kondisi tegangan kumparan sebesar 3 V, jarak substrat sebesar 1 cm, dan laju pemanasan 67% *hot plate* Cole-Palmer. Lapisan yang ditumbuhkan diamati morfologi permukaannya menggunakan mikroskop optik dan diuji menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM). Morfologi yang diamati meliputi sebaran dan luas permukaan (*surface area*) lapisan ZnPC. Hasil pengamatan menggunakan mikroskop optik dan uji SEM menunjukkan bahwa ZnPC berhasil terdepositasi di atas substrat kaca dan substrat polistiren, dimana lapisan terdepositasi menyebar di atas substrat kaca dan cenderung terkonsentrasi pada bagian tertentu di atas substrat polistiren. Perbedaan sebaran lapisan ini disebabkan karena perbedaan keadaan permukaan substrat kaca dan substrat polistiren. Selain itu, lapisan di atas substrat kaca memiliki luasan permukaan (*surface area*) yang lebih besar daripada luas permukaan (*surface area*) lapisan di atas substrat polistiren. Perbedaan ini disebabkan karena energi permukaan (*surface energy*) substrat kaca lebih besar daripada energi permukaan (*surface area*) substrat polistiren.

Kata kunci : *Zinc Phthalocyanine* (ZnPc), Evaporasi, Substrat Polistiren, SEM, Mikroskop Optik.

## Pendahuluan

Biosensor adalah perangkat uji yang memanfaatkan biomolekul untuk mendeteksi suatu zat [7]. Biosensor saat ini sedang dikembangkan di jurusan Fisika Universitas Brawijaya. Teknik biosensor yang sedang diteliti adalah sensor QCM (*Quartz Crystal Microbalance*) [8]. QCM dapat mengalami perubahan frekuensi resonansi kristal akibat adanya massa yang terdepositasi di permukaannya [3]. Dalam aplikasinya sebagai biosensor, permukaan QCM yang kasar dan elektrodanya yang mudah mengalami oksidasi menjadi kendala untuk mendeteksi zat berbentuk cairan. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan suatu lapisan di permukaan QCM agar kekasaran permukaannya berkurang dan elektrodanya tidak mengalami oksidasi [4,5].

Peneliti sebelumnya telah melakukan deposisi lapisan polistiren di atas permukaan QCM. Penelitian ini membuktikan bahwa polistiren dapat menghindari terjadinya korosi pada elektroda QCM dan mengurangi kekasaran pada permukaannya [5], selain itu lapisan polistiren dapat membentuk matriks sehingga mengikat biomolekul secara fisik tanpa mempengaruhi frekuensi osilasi kristal QCM [4]. Ikatan fisik merupakan ikatan yang lemah. Ikatan yang lebih kuat adalah ikatan kimia. Dengan ikatan fisik molekul hanya menempel pada permukaan QCM,

terperangkap pada celah di permukaan QCM [4]. Sedangkan dengan ikatan kimia, molekul tidak hanya menempel di permukaan namun juga berikatan dengan unsur penyusun lapisan.

Untuk menghasilkan ikatan kimia diperlukan suatu lapisan yang dapat mengikat biomolekul. *Zinc phthalocyanine* (ZnPc) dengan rumus kimia  $C_{32}H_{16}N_8Zn$ , memiliki sifat lipofilik dan ketahanan kimia yang baik [1]. Karena yang dimiliki ZnPC tersebut, munculah ide untuk melakukan studi awal penumbuhan lapisan ZnPC. Sebagai studi awal, lapisan ZnPC ditumbuhkan di atas substrat kaca dan sebagai perbandingan dilakukan penumbuhan lapisan ZnPC di atas substrat polistiren. Lapisan ZnPC banyak dibuat dengan metode evaporasi karena dianggap mudah untuk mengontrol ketebalannya [6].

Dalam penelitian ini dipelajari pengaruh substrat terhadap lapisan ZnPC yang ditumbuhkan dengan metode evaporasi.

## Metode

Alat yang digunakan pada penelitian ini mencakup evaporator vakum, multimeter digital, power supply, thermocouple meter, timbangan digital Mettler, magnetic stirrer-hot plate Cole Parmer, oven, Ispin coater VTC-100, *ultrasound cleaner* Digital Pro, *Scanning Electron Microscopy* (SEM), pipet ukur, dan kertas saring. Bahan yang digunakan pada penelitian ini

mencakup *cover glass* 2x2 cm, *Zinc Phthalocyanine* (ZnPc), *Dimetilformamide* (DMF), alkohol, dan aquades.



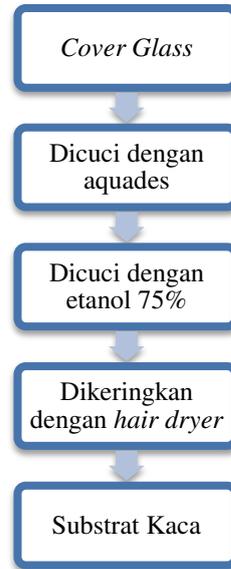
**Gambar 1.** Skema kerja penelitian

**Pembuatan Larutan ZnPc.** Larutan ZnPc dibuat dengan mencampurkan ZnPc dengan DMF. Campuran ini diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Karena kelarutan ZnPc di dalam DMF tidak diketahui, dilakukan penyaringan terhadap campuran untuk menghilangkan endapan ZnPc.



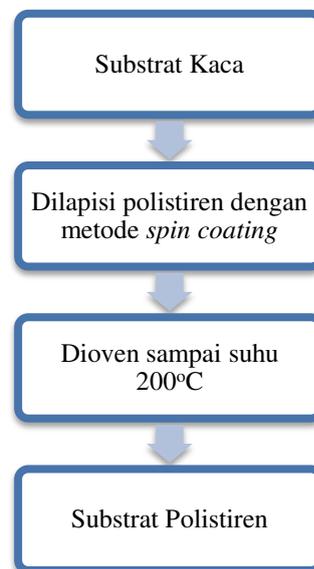
**Gambar 2.** Skema kerja pembuatan larutan ZnPc

**Persiapan Substrat.** Skema kerja persiapan substrat kaca ditunjukkan pada gambar 3. Substrat kaca disiapkan dari *cover glass* yang dicuci menggunakan aquades dan etanol 75% kemudian dikeringkan.



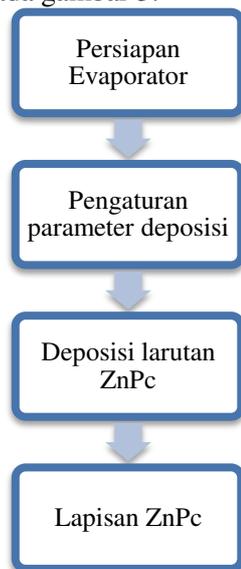
**Gambar 3.** Skema kerja persiapan substrat kaca

Substrat polistiren dibuat dari substrat kaca yang dilapisi polistiren menggunakan metode *spin coating*. Skema kerja persiapan substrat polistiren ditunjukkan pada gambar 4.



**Gambar 4.** Skema kerja persiapan substrat polistiren

**Deposisi Larutan ZnPc dengan Metode Evaporasi.** Skema kerja deposisi larutan ZnPc ditunjukkan pada gambar 5.



**Gambar 5.** Skema kerja deposisi larutan ZnPc

Persiapan evaporator yang dilakukan yaitu menghubungkan evaporator dengan multimeter, thermocouple, dan hot plate. Pengaturan parameter deposisi meliputi pengaturan tegangan kumparan sebesar 3V, jarak substrat sejauh 1 cm, laju pemanasan evaporasi sebesar 67% pemanasan hot plate Cole Palmer dan tekanan ruang vakum  $\pm 10^{-3}$  torr. Deposisi larutan dilakukan dengan meletakkan substrat pada substrate holder kemudian penutup evaporator ditutup. Dilakukan pemvakuman menggunakan pompa vakum kemudian setelah ruangan vakum, power supply dan hot plate dinyalakan. Saat suhu pada thermocouple menunjukkan angka 153°C, kran pipa dibuka agar uap evaporasi naik menuju ruang vakum dan terdeposisi pada substrat dan ditunggu hingga larutan habis.

**Pengamatan Lapisan ZnPc dengan Mikroskop Optik dan SEM.** Lapisan ZnPc hasil deposisi kemudian diamati morfologi permukaannya menggunakan mikroskop optik dan SEM. Komposisi lapisan diamati menggunakan SEM EDX.

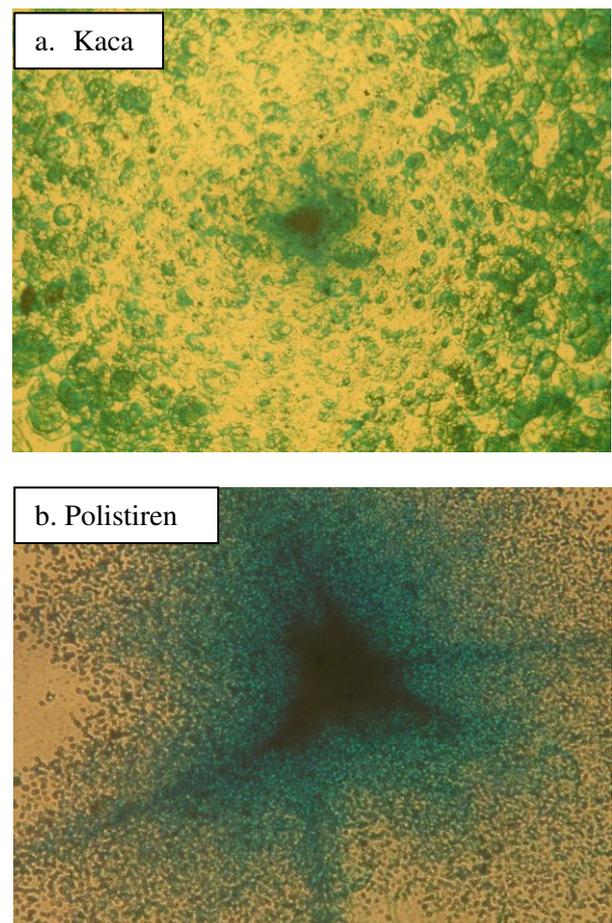
**Analisa Hasil.** Hasil pengamatan menggunakan mikroskop optik dianalisa untuk menentukan rata-ratanya lapisan ZnPc yang terbentuk. Kemudian dilanjutkan dengan analisa hasil pengamatan menggunakan SEM. Hasil pengamatan menggunakan SEM EDX dianalisa dengan menentukan jumlah unsur N penyusun lapisan yang terbentuk. Semakin banyak unsur N yang

terbentuk mengindikasikan semakin baik ZnPc terdeposisi.

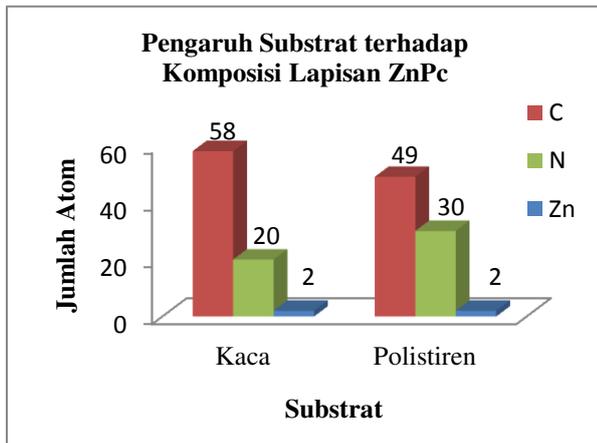
## Hasil dan Pembahasan

**Pengamatan Mikroskop Optik.** Foto hasil pengamatan menggunakan mikroskop optik menunjukkan terdapat lapisan berwarna biru di atas substrat kaca dan substrat polistiren (gambar 6). Lapisan berwarna biru ini mengindikasikan lapisan ZnPc yang terdeposisi. Hasil ini perlu diuji menggunakan SEM untuk memastikan bahwa lapisan berwarna biru yang terdeposisi adalah lapisan ZnPc.

Hasil uji menggunakan SEM menunjukkan bahwa lapisan berwarna biru ini mengandung unsur penyusun ZnPc (gambar 7). Perbandingan unsur penyusun yang terdeteksi memenuhi perbandingan unsur penyusun ZnPc acuan, yaitu C:N:Zn sebesar 32:8:1. Kelebihan jumlah unsur C dan N berasal dari unsur penyusun substrat polistiren  $(C_8H_8)_n$  dan pelarut DMF  $(C_3H_7NO)$  yang ikut terdeteksi.



**Gambar 6.** Pengaruh substrat kaca dan polistiren terhadap morfologi permukaan lapisan ZnPc hasil analisis dengan mikroskop optik perbesaran 100x.



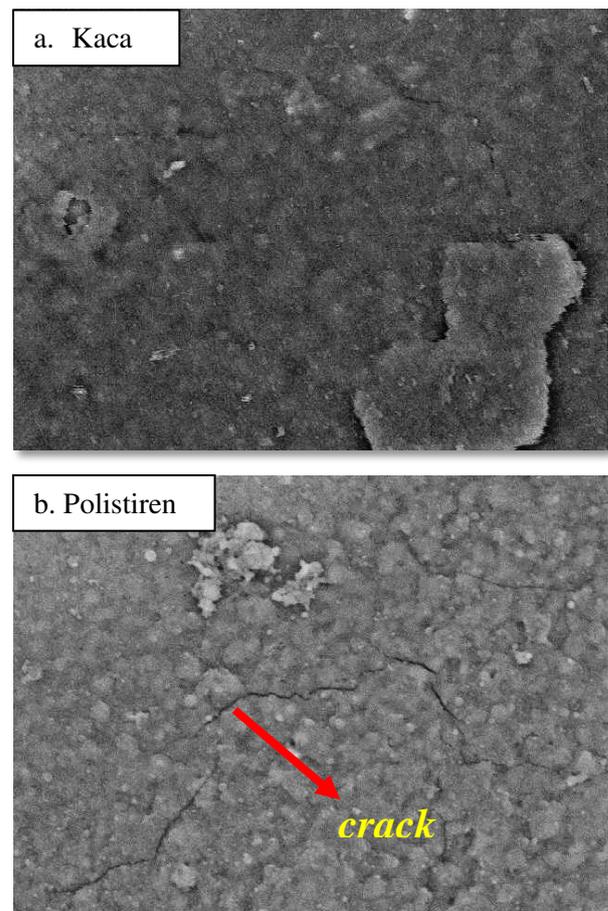
**Gambar 7.** Unsur Penyusun Lapisan ZnPc Hasil Uji Komposisi SEM

Pengamatan menggunakan mikroskop optik juga menunjukkan sebaran lapisan ZnPc yang berbeda. Lapisan ZnPc terdeposisi menyebar di atas substrat kaca dan terkonsentrasi pada bagian tertentu di atas substrat polistiren. Perbedaan sebaran ini disebabkan karena kondisi permukaan substrat kaca yang halus (*smooth*) dan permukaan polistiren yang memiliki rongga [2]. Permukaan yang halus menyebabkan adatom lapisan ZnPc dapat berpindah ke bagian lain di permukaan substrat kaca ketika tiba di atas substrat. Sedangkan, adatom lapisan ZnPc di atas substrat polistiren terperangkap di rongga yang terdapat di permukaan substrat polistiren sehingga tidak dapat berpindah ke bagian lain ketika tiba di atas substrat polistiren.

**Pengamatan Scanning Electron Microscopy (SEM).** Morfologi lapisan ZnPc secara mikroskopis diamati menggunakan SEM. Gambar 8 memperlihatkan lapisan ZnPc di atas substrat kaca dan substrat polistiren. Jika diamati secara seksama, lapisan ZnPc di atas substrat kaca dan substrat polistiren memiliki ukuran butir yang berbeda. Selain itu, terlihat adanya patahan (*crack*) pada lapisan ZnPc di atas substrat polistire.

Lapisan ZnPc di atas substrat kaca memiliki ukuran butir yang lebih besar daripada ukuran butir lapisan ZnPc di atas substrat polistiren. Ukuran butir ini menunjukkan luas permukaan (*surface area*) lapisan yang terdeposisi. Ukuran butir yang besar menunjukkan luas permukaan (*surface area*) yang besar, demikian sebaliknya. Hal ini berarti bahwa lapisan ZnPc di atas substrat kaca memiliki luas permukaan (*surface area*) yang lebih besar daripada lapisan ZnPc di atas substrat polistiren. Perbedaan luas permukaan (*surface area*) yang dihasilkan disebabkan oleh energi permukaan (*surface energy*  $\gamma$ ) yang dimiliki substrat. Semakin besar nilai energi permukaan

(*surface energy*), semakin besar gaya adhesi yang dimiliki. Semakin besar gaya adhesi akan menghasilkan luas permukaan (*surface area*) yang semakin besar pula. Substrat kaca memiliki nilai energi permukaan ( $\gamma_k = 500 \text{ dyn/cm}^2$ ) yang lebih besar daripada energi permukaan yang dimiliki substrat polistiren ( $\gamma_p = 30-40 \text{ dyn/cm}^2$ ). Perbedaan nilai ini yang menyebabkan ukuran butir terlihat berbeda pada pengamatan lapisan ZnPc secara mikroskopis.



**Gambar 8.** Pengaruh substrat (a) kaca dan (b) polistiren terhadap morfologi permukaan lapisan ZnPc hasil analisa dengan SEM perbesaran 1800x

Lapisan ZnPc di atas substrat polistiren menunjukkan adanya retakan (gambar 8b). Retakan tersebut berasal dari substrat polistiren yang sebelumnya dioven hingga mencapai suhu  $200^\circ\text{C}$ . Pemanasan yang dilakukan pada substrat polistiren menyebabkan adanya tegangan tarik, karena polistiren memiliki nilai koefisien muai panjang ( $\alpha_{\text{polistiren}} = 70 \times 10^{-6} \text{ m/m K}$ ) yang lebih besar daripada kaca ( $\alpha_{\text{kaca}} = 5,9 \times 10^{-6} \text{ m/m K}$ ).

### Simpulan

Hasil analisa menunjukkan bahwa lapisan ZnPc berhasil ditumbuhkan di atas substrat kaca

dan substrat polistiren menggunakan metode evaporasi. Hasil pengamatan menggunakan mikroskop optik menunjukkan bahwa lapisan ZnPc terdepositasi menyebar di atas substrat kaca, dan cenderung terkonsentrasi pada bagian tertentu di atas substrat polistiren.

## Daftar Pustaka

- [1] A.M Saleh, A. O. A.-H., R.D. Gould. 2003. Investigation of Electrical Properties (AC and DC) of Organic Zinc Phthalocyanine, ZnPc, Semiconductor Thin Film. *Current Applied Physics*. 3.
- [2] Pauleau, Y. 2006. Material Surface Processing by Directed Energy Techniques. DOI:
- [3] Sauerbrey, G. 1959. Verwendung von Schwingquarzen zur wagung dunner Schichten und zur Mikrowagung.
- [4] S. P. Sakti, D. J. D. H. S., S.N. Saputri and Aulanni'am. 2012. Improvement of Biomolecule Immobilization on Polystyrene Surface by Increasing Surface Roughness. *Biosensors & Bioelectronics*. 3.
- [5] S. P. Sakti, S. R., R. Lucklum, P. Hauptmann, F. Buhling, S. Ansorge. 1999. Thick Polystyrene-Coated Quartz Crystal Microbalance as A Basis of Cost Effective Immunosensor. *Sensors and Actuators*. 76.
- [6] S. Pochekailov, D. R., S. Nespurek, J. Rakusan, M. Karaskova. 2009. Electronic and Gas Sensing Properties of Soluble Phthalocyanines. *Materials Science-Poland*. 7.
- [7] Wicaksono, D. 2000. Mengenal Biosensor dan Generasi Terbaru Biosensor. 31.
- [8] Wijayanto, V. R. 2012. Rancang Bangun dan Otomatisasi Sistem Coating dengan Teknik Spray Berbasis PXI 6251 dan Lab View 8.2.1 sebagai Pembuat Lapisan Tipis pada Sensor QCM (Quartz Crystal Microbalance). *Fisika*. Malang, Universitas Brawijaya. S1.