

Immobilisasi BSA pada Sensor QCM dengan Modifikasi Sifat Hidrofobik-Hidrofilik Permukaan Polistiren Menggunakan Radiasi Ultraviolet (UV)

Fenny Irawati ^{1)*}, Setyawan P. Sakti ²⁾, Unggul P.J. ²⁾, Aulanni'am ³⁾

¹⁾Universitas Surabaya, Surabaya

²⁾Jurusan Fisika, Universitas Brawijaya, Malang

³⁾Jurusan Kimia, Universitas Brawijaya, Malang

Diterima 15 Agustus 2013, direvisi 11 Oktober 2013

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk meningkatkan optimalisasi proses immobilisasi BSA (*Bovine Serum Albumin*) pada sensor QCM dengan memodifikasi sifat hidrofobik-hidrofilik permukaan polistiren menggunakan radiasi ultraviolet (UV). Elektroda perak sensor QCM dilapisi dengan larutan polistiren menggunakan teknik *spin coating*. Sensor dengan lapisan polistiren dioven sampai mencapai suhu 200 °C lalu diradiasi dengan sinar ultraviolet. Permukaan sensor ditetesi dengan 30 µL *aquades* dan diamati besar sudut kontak yang terbentuk. Hasil pengamatan terhadap sudut kontak menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan sifat hidrofobik menjadi lebih hidrofilik pada permukaan sensor yang diradiasi dengan UV. Immobilisasi BSA dilakukan dengan menginjeksikan larutan BSA pada permukaan sensor. Dari percobaan didapatkan bahwa hasil immobilisasi terbaik diperoleh pada sensor dengan permukaan tanpa radiasi UV. Hal ini menunjukkan bahwa immobilisasi BSA pada permukaan terjadi karena gaya hidrofobik.

Kata kunci : QCM, modifikasi, ultraviolet, sudut kontak, immobilisasi.

ABSTRACT

Research has been done to improve the optimization of the BSA (*Bovine Serum Albumin*) immobilization process on QCM sensor by modifying the nature of the hydrophobic-hydrophilic polystyrene surfaces using ultraviolet radiation (UV). The silver electrode of QCM sensor coated with a solution of polystyrene using spin coating technique. Sensor with polystyrene coating was heated using an oven until it reaches a temperature of 200 °C and then irradiated with ultraviolet light. A 30 µL of distilled water was dropped on the sensor surface and the formed contact angle was observed. The observation of the contact angle showed that there was a change in the nature hydrophobicity of sensor surface irradiated with UV. BSA immobilization was done by injecting a certain amount of BSA concentration in PBS solution on top of the sensor. We found that best surface for immobilization of BSA is one which is without UV irradiation. This means that the immobilization is mainly caused by hydrophobic force.

Keywords : QCM, modification, ultraviolet, contact angle, immobilization.

PENDAHULUAN

Sejak 1950-an, sensor *Quartz Crystal Microbalance* (QCM) telah menjadi salah satu biosensor yang banyak digunakan karena memiliki kemampuan merekam reaksi *real-time* dan sensitivitas yang tinggi terhadap

*Corresponding author :

E-mail: fenira007@gmail.com

perubahan massa serta harganya relatif murah jika dibandingkan dengan sensor lain. Sensor QCM menggunakan efek piezoelektrik untuk merekam pergeseran frekuensi resonansi akibat pembebanan massa kecil setiap saat [1-3].

Suatu biosensor didefinisikan sebagai suatu perangkat sensor yang menggabungkan senyawa biologi dengan suatu transduser dan dalam proses kerjanya senyawa aktif biologi tersebut akan berinteraksi dengan molekul yang akan dideteksi (molekul target). Hasil interaksi berupa besaran fisik seperti panas, arus listrik, potensial listrik atau lainnya akan diproses sebagai sinyal listrik oleh transduser sehingga dapat diperoleh hasil yang bermakna [4-7].

Keberhasilan suatu biosensor tergantung pada sebaik apa suatu biomolekul melekat pada permukaan biosensor dan tetap aktif selama digunakan [8]. Proses immobilisasi merupakan proses penambahan komponen biologis (enzim, antibodi, asam nukleat) pada transduser untuk mengikat suatu biomolekul. Dengan demikian, proses immobilisasi sangatlah penting bagi keberhasilan suatu biosensor [9].

Oleh karena itu, pada penelitian ini dikembangkan suatu metode untuk memodifikasi sifat hidrofobik-hidrofilik permukaan polistiren QCM sensor dengan radiasi ultraviolet (UV) guna mendapatkan permukaan yang efektif untuk proses immobilisasi biomolekul.

METODE PENELITIAN

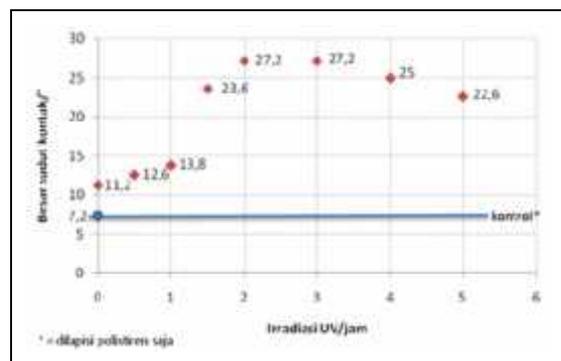
Penelitian ini menggunakan sensor QCM dengan frekuensi 10 MHz dan diameter elektroda sebesar 4,7 mm dari PT. Great Microtama Electronics Indonesia. Modifikasi sensor dilakukan dengan melapisi kedua sisi elektroda perak sensor QCM menggunakan polistiren yang dilarutkan dalam larutan kloroform dengan konsentrasi 5%. Pelapisan dilakukan menggunakan *spin coater*. Setelah itu, sensor QCM dioven sampai suhu 200 °C lalu salah satu permukaan sensor disinari dengan sinar UV dari *Sterilight Silver UV disinfection system S36RL*. Penyinaran dilakukan pada jarak 2 cm dari sumber dan lama penyinaran bervariasi yaitu 0,5 jam, 1 jam, 1,5 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, dan 5 jam.

Pengukuran sudut kontak dilakukan dengan cara meneteskan 30 μL *aquades* tepat di tengah elektroda sensor QCM termodifikasi. Setelah itu, sudut kontak yang terbentuk antara air dan permukaan sensor diukur. Kemudian, tetesan *aquades* dibuang dan sensor dikeringkan.

Adapun proses immobilisasi BSA dilakukan dengan cara meletakkan sensor QCM dalam konstruksi sel lalu dihubungkan dengan sistem akuisisi data dan *software* QCM *box*. Setelah frekuensi sensor stabil, 70 μL PBS diinjeksikan ke dalam konstruksi sel. Penambahan PBS pada permukaan QCM dalam konstruksi sel menyebabkan penurunan frekuensi QCM. Kemudian setelah frekuensi QCM kembali stabil, sebanyak 30 μL BSA diinjeksikan ke dalam konstruksi sel. Penambahan BSA akan menyebabkan penurunan frekuensi QCM, tetapi frekuensinya akan kembali stabil setelah BSA terimmobilisasi pada permukaan sensor. Data penurunan frekuensi yang terjadi disimpan dan dianalisis lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perlakuan dengan memberikan irradiasi UV pada permukaan polistiren ditunjukkan pada Gambar 1. Terlihat bahwa telah terjadi perubahan sudut kontak pada lapisan polistiren di permukaan sensor QCM akibat perlakuan yang diberikan. Sensor yang permukaannya hanya dilapisi dengan polistiren memiliki sudut kontak terkecil yakni 7,2°.

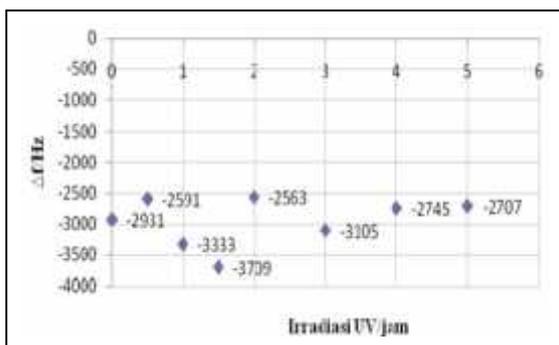


Gambar 1. Perubahan besar sudut kontak pada sensor QCM termodifikasi.

Sudut kontak sensor yang telah dilapisi polistiren kemudian dioven sampai 200°C

adalah $11,2^\circ$. Sensor yang telah dilapisi polistiren lalu dioven sampai 200°C kemudian disinari dengan sinar UV selama beberapa jam memiliki sudut kontak yang lebih besar daripada sensor yang tidak diberi perlakuan UV. Akan tetapi, ternyata lama waktu penyinaran tidak berkorelasi linier dengan besar sudut kontak. Nilai sudut kontak membesar seiring lama waktu penyinaran hanya terjadi sampai lama penyinaran 3 jam. Setelah penyinaran 3 jam nilai sudut kontak yang terbentuk kembali mengecil.

Dari hasil perubahan sifat permukaan akibat irradiasi UV, maka dilakukan pengukuran perubahan frekuensi sensor ketika permukaannya bersentuhan dengan larutan PBS. Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui respon sensor terhadap sifat hidrofilik-hidrofobik pada permukaan yang berbeda. Data perubahan frekuensi sensor dapat dilihat pada Gambar 2.

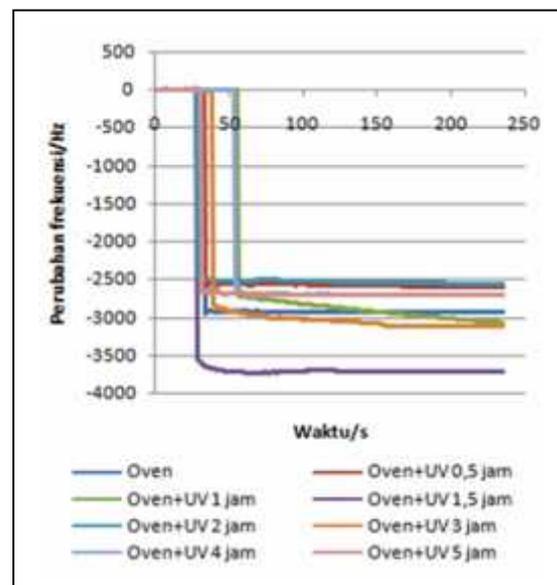


Gambar 2. Data perubahan frekuensi pada sensor QCM termodifikasi akibat injeksi PBS.

Adapun respon perubahan frekuensi sensor pada saat transien pemberian PBS dapat dilihat pada Gambar 3. Grafik pada Gambar 3 menunjukkan bahwa sensor QCM yang paling cepat mencapai kestabilan adalah sensor QCM yang dilapisi polistiren lalu dioven sampai mencapai suhu 200°C . Hal itu terlihat dari waktu yang dibutuhkan oleh sensor tersebut untuk mencapai kestabilan lebih cepat daripada yang lain.

Penyinaran dengan sinar UV berhasil mengubah sifat permukaan lapisan polistiren pada sensor dari hidrofobik menjadi lebih hidrofilik [10-13]. Hal ini terlihat dari perubahan besar sudut kontak yang terjadi ketika sensor disinari dengan sinar ultraviolet. Semakin besar perubahan sudut kontak yang

terjadi semakin hidrofilik permukaan sensor. Akan tetapi, perubahan sifat ini ternyata tidak berkorelasi dengan kestabilan sensor ketika diinjeksi dengan larutan PBS. Tidak ada korelasi yang signifikan antara sifat hidrofobitas permukaan sensor dan kestabilan sensor.



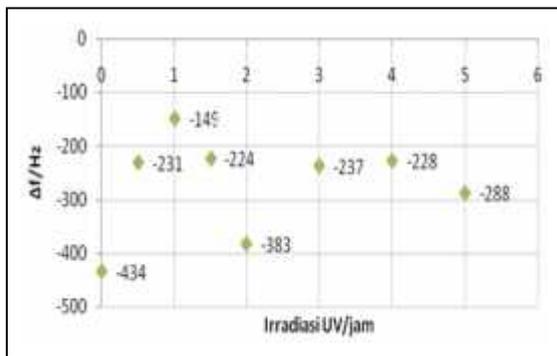
Gambar 3. Perubahan frekuensi sensor QCM akibat injeksi PBS.

Dengan perubahan sifat permukaan menjadi hidrofilik, perubahan resonansi sensor untuk menuju pada suatu nilai osilasi stabil memerlukan waktu lebih lama. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh terjadinya proses penarikan air ke permukaan polistiren yang berproses dengan waktu proses. Semakin lama air yang tertarik ke permukaan sensor semakin banyak sehingga terjadi pergeseran frekuensi yang semakin besar. Pergeseran frekuensi ini disebabkan oleh fraksi massa air yang semakin banyak menempel pada permukaan sensor. Data perubahan frekuensi sensor ketika terjadi immobilisasi BSA dapat dilihat pada Gambar 4.

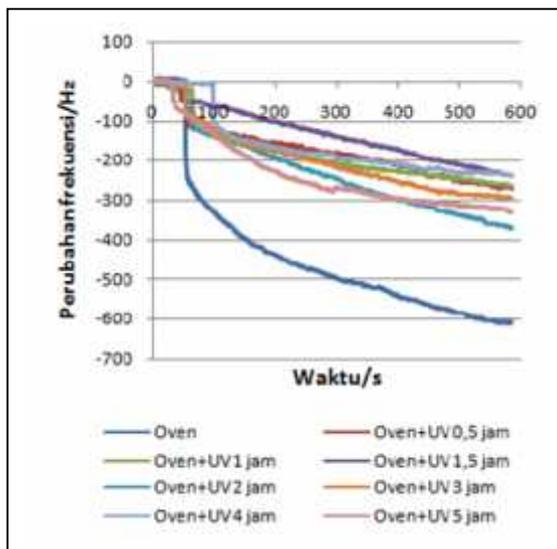
Gambar 5 menunjukkan bahwa sensor QCM yang paling efektif ketika digunakan untuk immobilisasi BSA adalah sensor QCM yang dilapisi polistiren lalu dioven sampai mencapai suhu 200°C .

Hal itu terlihat dari besarnya perubahan frekuensi yang terjadi dan waktu yang dibutuhkan oleh sensor untuk mencapai kestabilan. Perubahan frekuensi yang terjadi

pada sensor ini adalah -434 Hz dan sensor berhasil mencapai kestabilan dalam waktu sekitar 850 detik. Jika dibandingkan dengan sensor yang lain, dalam rentang waktu yang relatif sama, perubahan frekuensi terbesar terjadi pada sensor ini. Artinya, BSA yang menempel (terimmobilisasi) pada sensor ini paling banyak dibanding yang lain.



Gambar 4. Data perubahan frekuensi pada sensor QCM termodifikasi ketika terjadi immobilisasi BSA.



Gambar 5. Perubahan frekuensi sensor QCM akibat immobilisasi BSA.

Hasil ini memberikan informasi tambahan bahwa permukaan hidrofilik tidak memberikan peningkatan jumlah BSA yang terimmobilisasi. Derajat hidrofilik permukaan tidak memiliki signifikansi terhadap jumlah BSA yang terimmobilisasi. Hal ini berarti bahwa ikatan yang terbentuk antara BSA ke permukaan sensor adalah disebabkan oleh gaya hidrofobik.

KESIMPULAN

Radiasi sinar ultraviolet (UV) pada permukaan polistiren QCM telah berhasil mengubah sifat hidrofobik lapisan tersebut menjadi lebih hidrofilik. Akan tetapi, perubahan itu ternyata tidak memberikan hasil yang optimal ketika sensor digunakan untuk immobilisasi BSA. Modifikasi permukaan sensor yang lebih efektif untuk proses immobilisasi BSA adalah dengan dioven sampai mencapai suhu 200°C tanpa radiasi UV.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kurosawa, S., J. Park, H. Aizawa, S. Wakida, H. Tao and K. Ishihara (2006), Quartz Crystal Microbalance immunosensors for environmental monitoring, *Biosensors and Bioelectronics*, **22**, 473-481.
- [2] Liao, P., J. Chang, S. D. Chao, H. Chang, K. Huang, K. Wu, et al (2010), A Combined experimental and theoretical study on the immunoassay of human immunoglobulin using a Quartz Crystal Microbalance, *Sensors*, **10**, 11498-11511.
- [3] Mecea, V. (2006), Is Quartz Crystal Microbalance really a mass sensor?, *Sensors and Actuators A: Physical*, **128**, 270-277.
- [4] Eggs, B.R. (1996), *Biosensors an Introduction*, Wiley & Teubner, New York.
- [5] Gunawan, B. (2010), Aplikasi sensor kimia sebagai biosensor berbasis DNA, *Mawas*, Desember '10.
- [6] Hall, E.A.H. (1991), *Biosensors*, Prentice Hall, New York.
- [7] Jiang, X., L. Dongyang, Y. Ying, Y. Li, Z. Ye, et al (2008), Immunosensors for detection of pesticide residues, *Biosensors & Bioelectronics*, **23**, 1577-87.
- [8] Coradin, T., M. Boissier and J. Livage, (2006), Sol-Gel chemistry in medicinal science, *Current Medicinal Chemistry*, **13**, 99-108.
- [9] Bintang, Maria (2010), *Biokimia-Teknik Penelitian*, Erlangga, Jakarta.

- [10] Gotoh, K., Y. Tagawa and I. Tabata (2008), A Quartz Crystal Microbalance simulation to examine the effect of ultraviolet light treatment on characteristics of polyethylene surface, *Film*, **501**, 495-501.
- [11] Hiraoka, H. (1995), Pulsed UV laser irradiation of polymer surfaces, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, **92**(1-2), 129-133.
- [12] John, N. (1997), *The chemistry of polimer*. The royal society of chemistry, London.
- [13] Tamai, T., I. Hashida, N. Ichinose, S. Kawanishi and H. Inoue (1996), UV-irradiation of thin films of polystyrene derivatives: formation of carboxylic group and cross-linking from 4-trimethylsilylmethyl Substituent, *Polymer*, **37**(24), 5525-5528.