

Pengembangan Potensiostat untuk Estimasi Konsentrasi Insulin secara Real-Time Menggunakan Sensor Elektrokimia = Low-Cost Portable Potentiostat for Real-Time Insulin Concentration Estimation Based on Electrochemical Sensors

Fitria Yunita Dewi, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920547343&lokasi=lokal>

Abstrak

Insulin adalah hormon yang disekresi oleh pankreas dan berfungsi mengatur kadar gula darah dalam tubuh. Gangguan pada sekresi insulin ataupun resistansi insulin dapat mengakibatkan diabetes. Bagi penderita diabetes yang memerlukan injeksi insulin, dosis yang tidak terpantau dapat berakibat fatal. Sehingga untuk memberikan diagnosis lebih akurat, pemantauan kadar gula darah dapat ditambah dengan pemantauan insulin. Dari beberapa metode analitik untuk deteksi insulin, elektrokimia adalah yang paling memungkinkan miniaturisasi perangkat dengan respon waktu cukup cepat dan biaya cenderung rendah. Sehingga dalam penelitian ini, sistem estimasi konsentrasi insulin akan dibangun dengan memanfaatkan perangkat analisis elektrokimia atau potensiostat yang bersifat portabel dan screen-printed carbon electrode (SPCE) termodifikasi multiwalled carbon nanotubes (MWCNT) sebagai sensor. Perangkat dioperasikan secara nirkabel melalui mobile device sedangkan seluruh pengolahan data dilakukan pada server komputer terpisah yang dapat diakses dengan komunikasi REST API (Representational State Transfer Application Program Interface). Skema ini yang memungkinkan deteksi beserta hasil estimasinya dapat diproses secara real-time. Sistem estimasinya sendiri dilakukan berdasarkan hubungan arus puncak reaksi elektrokimia yang terjadi pada saat menjalankan Cyclic Voltammetry (CV) dengan nilai konsentrasi insulin. Pada penelitian ini performa sistem ditingkatkan dengan menambahkan prediktor luas permukaan elektroaktif sensor, karena performa sensor secara elektrokimia sangat dipengaruhi oleh nilai luasan tersebut. Penambahan prediktor ini terbukti memberikan hasil estimasi dengan nilai R^2 prediksi di atas 0,85 untuk ketiga data pengujian dari tiga sensor yang berbeda. Selain itu, prediktor luas permukaan juga diuji apakah memiliki hubungan yang signifikan secara statistik dengan konsentrasi dan didapati p-value bernilai 0,006. Nilai yang lebih rendah dari 0,05 membuktikan bahwa prediktor luas elektroaktif tidak hanya meningkatkan R^2 secara kebetulan melainkan memang adanya hubungan dengan konsentrasi dengan tingkat kepercayaan 95%.

.....Administering incorrect dosage of insulin for diabetic patients can be fatal and result in severe health consequences. In addition to monitoring blood glucose levels, insulin detection can enhance diagnostic accuracy. Analytical methods, such as immunoassays and chromatography, although effective, are time-consuming and costly, making electrochemical methods more suitable for low-cost and portable applications. In this study, an insulin concentration estimation system was developed using a customized potentiostat that operates in real-time via Bluetooth Low Energy (BLE). Screen-printed carbon electrodes (SPCEs) modified with carboxyl-functionalized multiwalled carbon nanotubes (MWCNT-COOH) have been utilized because of their enhanced surface area and compact size, which make them suitable for portable applications. The estimation system was enhanced by incorporating multiple predictors: the peak currents from the second and third cycles of cyclic voltammetry analysis and the electroactive surface area of the. Through cross-validation, our method showed strong performance, achieving a determination coefficient (R^2) greater than 0.90 for all combinations of training datasets and greater than 0.85 for all

combinations of testing datasets. Additionally, hypothesis testing revealed that the surface area had a statistically significant relationship with concentration, with a p-value of 0.006, indicating that adding this predictor does not enhance R^2 due to random chance.