

Modifikasi Glassy Carbon Electrode (GCE) untuk meningkatkan kinerja biosensor amperometri pada pendeteksian dopamin dan modifikasi sintesis graphene = Modification of Glassy Carbon Electrode (GCE) to enhance amperometric biosensor performance on dopamine detection and modification of graphene synthesis

Gilar Wisnu Hardi, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20505604&lokasi=lokal>

Abstrak

Dopamin (3,4-dihydroxyphenethylamine) (DA) adalah salah satu neurotransmitter yang memiliki fungsi penting dalam metabolisme tubuh manusia. Jumlah dopamin yang tidak memadai dapat menyebabkan banyak penyakit/gangguan neurologis seperti skizofrenia, attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) dan penyakit Parkinson (PD). Dengan demikian, penentuan molekul dopamin dalam cairan biologis menjadi sangat penting pada diagnosa penyakit neurodegeneratif. Biosensor adalah alat untuk mengukur reaksi biologis atau kimia dengan menghasilkan sinyal yang proporsional sesuai dengan konsentrasi analit dalam suatu reaksi sehingga pemeriksaan kadar dopamin dapat dilakukan secara in Vitro. Modifikasi material biosensor diperlukan untuk memfasilitasi proses transfer elektron, sehingga akan meningkatkan sensitivitas dan selektivitas dari biosensor.

Tiga sistem elektroda terdiri dari Glassy Carbon Electrode (GCE) sebagai working electrode, elektroda platinum dan Ag/AgCl sebagai counter dan reference electrode digunakan untuk pendeteksian arus oksidasi dari DA dan perilaku elektrokimia biosensor DA diperiksa dengan voltametri siklik (CV). GCE telah dimodifikasi menggunakan Graphite Powder (GP), Graphene Oxide (GO) yang disintesis dengan metode Hummer, Tour dan modifikasi, reduksi Graphene Oxide (rGO) yang direduksi menggunakan asam askorbat, Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)-(Poly(4-styrenesulfonate)) (PEDOT:PSS), TiO_2 , dan Al_2O_3 .

Permukaan GCE telah berhasil dimodifikasi dengan PEDOT:PSS menghasilkan puncak oksidasi dengan sensitivitas yang tinggi pada larutan buffer fosfat (PBS, pH 6.0). Aktivitas elektrokatalitik dari modifikasi elektrodadengan metode elektropolimerisasi memiliki aktivitas oksidasi elektrokatalitik yang jauh lebih tinggi daripada metode lainnya sehingga metode ini dipilih untuk modifikasi elektroda selanjutnya. Untuk LoD dari biosensor dengan modifikasi PEDOT:PSS didapat sebesar 0.05 mM ($50\frac{1}{4}\text{M}$) dalam rentang linier (0.05 – 1 mM) konsentrasi DA.

Selain itu, telah dilakukan juga sintesis secara kimia graphene oksida (GO) dan reduce graphene oksida (rGO) dari bahan graphite powder. Graphite powder dioksidasi dengan senyawa oksidator untuk memperoleh GO dengan menggunakan metode Hummer, Tour, dan modifikasi. Sintesis rGO dari GO dilakukan dengan menggunakan Asam Askorbat. Pengujian SEM dilakukan untuk mengamati morfologi permukaan dan bentuk partikel dari sampel graphite dan GO. Untuk membuktikan bahwa GO yang disintesis dengan ketiga metode dapat digunakan untuk meningkatkan sensitivitas pendeteksian dopamin, respon elektro-oksidasi dopamin telah diamati dengan CV dalam 0,1 M PBS pada pH 7. Aktivitas elektrokatalitik dari GO HM/PEDOT:PSS/GCE memiliki aktivitas oksidasi elektrokatalitik yang paling tinggi daripada modifikasi GO TM/PEDOT:PSS dan GO Modified/PEDOT:PSS/GCE. Untuk LoD dari biosensor dengan modifikasi GO HM/PEDOT:PSS/GCE didapat sebesar 0.05 mM ($50\frac{1}{4}\text{M}$) dalam rentang

linier (0.05 – 1 mM) konsentrasi DA. Sensor elektrokimia non-enzimatik untuk mendeteksi dopamin menggunakan CV juga dibuat menggunakan material Al_2O_3 , TiO_2 pada glassy carbon electrode (GCE). Respon elektro-oksidasi dopamin telah diamati dengan CV dalam 0,1 M PBS pada pH 7. Voltammogram yang diperoleh selama studi oksidasi telah menunjukkan bahwa $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{PEDOT:PSS}$ menunjukkan fungsi katalitik yang baik terhadap oksidasi dopamin dan memiliki LoD sebesar 0.05 mM ($50\hat{1}/4\text{M}$). Karena biayanya yang murah, proses pembuatan yang mudah, dan memiliki kinerja tinggi, modifikasi elektroda dengan $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{PEDOT:PSS}$ dapat menjadi kandidat yang baik untuk pengembangan sensor dopamin non-enzimatik.

Dopamine (3,4-dihydroxyphenethylamine) (DA) is a neurotransmitter that plays an important role in the metabolism of the human body. Inadequate amounts of dopamine may cause many diseases/neurologic disorders such as schizophrenia, attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), and Parkinson's disease (PD). Therefore, determining dopamine molecules in biological fluids is very important while diagnosing neurodegenerative diseases. Biosensor is an instrument for assessing biological or chemical reactions by generating proportional signals in a reaction based on the analyte concentration so that that dopamine levels can be studied in vitro. Modification of the biosensor material is required to promote the process of electron transfer, so that will increase the sensitivity and selectivity of the biosensor.

Three electrode systems used to detect DA oxidation currents consisted of Glassy Carbon Electrode (GCE) as a working electrode, platinum and Ag/AgCl as counter and reference electrode, respectively. The electrochemical activity of the DA biosensor was analyzed by cyclic voltammetry (CV). GCE has been modified using Graphite Powder (GP), Graphene Oxide (GO) synthesized with Hummer's Method, Tour's Method and Modified Method, reduced Graphene Oxide (rGO) with ascorbic acid, Poly (3,4-ethylenedioxythiophene) - (Poly (4-styrenesulfonate)) (PEDOT: PSS), TiO_2 , and Al_2O_3 .

The surface of the GCE has been successfully modified with PEDOT: PSS produces an oxidation peak with high sensitivity in a phosphate buffer solution (PBS, pH 6.0). The activity of PEDOT:PSS/GCE electrodes with electropolymerization method deposition had much higher activity than other methods, so this method was chosen for subsequent electrode modifications. LoD of PEDOT:PSS/GCE obtained at 0.05 mM ($50\hat{1}/4\text{M}$) in a linear range (0.05-1 mM) of DA concentration. Also, chemical synthesis of graphene oxide (GO) and reduced graphene oxide (rGO) from graphite powder has been produced. Graphite powder was oxidized with oxidizing compounds to obtain GO using the Hummer's method, the Tour's method, and the modified method. The rGO synthesis from GO is produced using ascorbic acid. SEM analysis is conducted to observe the surface morphology and particle shape of graphite and GO samples. To prove that GO synthesized by all three methods can be used to increase the sensitivity of dopamine detection, an electro-oxidation response of dopamine was observed with CV in 0.1 M PBS at pH 7. The activity of GO HM/PEDOT:PSS/GCE has the highest electrocatalytic oxidation activity than modification of GO TM/PEDOT:PSS/GCE and GO Modified/PEDOT:PSS/GCE. LoD of GOHM/PEDOT:PSS/GCE biosensor was obtained at 0.05 mM ($50\hat{1}/4\text{M}$) in a linear range (0.05 - 1 mM) DA concentration. Novel non-enzymatic electrochemical sensors for the detection of dopamine using CV were also fabricated using Al_2O_3 , TiO_2 , and PEDOT:PSS on the surface of the glassy carbon electrode (GCE). Voltammograms obtained during oxidation studies have shown that $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{PEDOT:PSS}$ exhibits better catalytic function towards

the oxidation of dopamine. Linear dopamine calibration curves are obtained over a concentration range of 50 – 1000 μ M 0.1 M phosphate buffer solution at pH 7 with a correlation coefficient of 0.9047 and a detection limit of 50 μ M. Due to its low cost, easy process, and high performance, $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{PEDOT:PSS}$ electrode can be a good candidate for the development of a non-enzymatic dopamine sensor.