

**SENSOR VOLTAMETRI SIMULTAN BERBASIS EUGENOL
TERELEKTROPOLIMERISASI DENGAN TEMPLAT
RANGKAP UNTUK ARBUTIN DAN HIDROKUIIN
PADA KRIM PEMUTIH KULIT**

Siti Marwati

17/420351/SPA/00620

INTISARI

Penggunaan arbutin sebagai pengganti hidrokuinon dalam krim pemutih kulit yang telah dilarang sejak 2008 masih berisiko. Arbutin mudah terhidrolisis menjadi hidrokuinon dan glukosa dalam suasana asam. Oleh karena itu diperlukan metode analisis arbutin dan hidrokuinon secara simultan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sensor simultan untuk hidrokuinon dan α -arbutin dalam sampel krim pemutih kulit dengan elektropolimerisasi eugenol templat molekul rangkap (*electropolymerized molecularly imprinted polymer with dual-template*, E-MIPDT). Elektropolimerisasi larutan eugenol dilakukan dengan menggunakan pasta serbuk grafit/minyak silikon/polivinil alkohol (PVA) sebagai matriks pelapis pada elektroda tembaga. Variabel elektropolimerisasi meliputi komposisi antara templat dan monomer, jumlah siklus, dan laju pemindaian potensial. Templat dilepas secara over oksidasi secara voltametri siklik pada jumlah siklus optimum. Karakterisasi luas area elektroaktif, transfer elektron dan interaksi antara elektroda dengan analit dilakukan secara elektrokimia. Karakterisasi gugus fungsi dan morfologi permukaan elektroda menggunakan FTIR dan SEM. Validasi dan aplikasi elektroda untuk mengetahui kinerjanya meliputi linearitas, sensitivitas, presisi, akurasi, batas deteksi, batas kuantitasi dan selektivitas. Sebagai pembandingan, dilakukan validasi dan aplikasi elektroda dengan templat tunggal dan tanpa templat.

Hasil penelitian menunjukkan E-MIPDT terbaik dengan elektropolimerisasi pada komposisi molar eugenol, α -arbutin dan hidrokuinon 20:3:1 dalam suasana NaOH 0,1 M, komposisi elektroda adalah 1 wt% PVA dalam grafit/minyak silikon dengan rasio berat 7:3, laju pemindaian potensial 0,050 V s⁻¹, rentang potensial -1,0–+1,0 V dan sebanyak 10 siklus. Pelepasan templat secara over oksidasi dilakukan sebanyak 20 siklus. Hasil karakterisasi elektrokimia menunjukkan bahwa kecepatan transfer elektron dan luas area elektroaktif E-MIPDT lebih besar daripada elektroda tanpa templat (NIP). Interaksi antara analit dengan E-MIPDT dikontrol oleh proses adsorpsi. Elektroda E-MIPDT dapat merespon analit secara simultan dengan intensitas respon hampir sama dan tidak terjadi respon arus puncak yang saling tumpang tindih. Terdapat pergeseran puncak serapan untuk gugus –OH pada FTIR sebelum dan sesudah pelepasan templat yang menunjukkan adanya ikatan hidrogen antara templat dan monomer. Permukaan elektroda lebih kasar dan berpori setelah dilakukan pelepasan templat. Elektroda E-MIPDT dapat digunakan untuk menentukan analit secara simultan dengan rentang konsentrasi linear 0,37–

4,82 μM dan 6,55–46,86 μM untuk α -arbutin dan 0,53–4,80 μM dan 5,20–44,33 μM untuk hidrokuinon. Sensitivitas α -arbutin dan hidrokuinon sebesar 1,27 dan 2,90 $\mu\text{A}/\mu\text{M}$. Akurasi penentuan konsentrasi (perolehan kembali) α -arbutin dan hidrokuinon adalah 99,74 dan 100,16%. Presisi penentuan konsentrasi yang dinyatakan sebagai %RSD α -arbutin dan hidrokuinon adalah 1,29 dan 1,47%. Batas deteksi dan batas kuantitasi penentuan konsentrasi α -arbutin sebesar 1,72 dan 5,20 μM , dan untuk hidrokuinon 1,48 dan 4,49 μM . Selektivitas elektroda E-MIPDT sebagai sensor α -arbutin dan hidrokuinon yang dinyatakan sebagai *Imprinting Factor (IF)* α -arbutin dan hidrokuinon adalah 25,86 dan 26,29 (dibandingkan terhadap *IF* elektroda NIP = 1). Elektroda E-MIPDT dapat diaplikasikan pada sampel krim pemutih kulit dengan perolehan kembali 103,82% untuk α -arbutin dan 101,44% untuk hidrokuinon.

Kata kunci: α -arbutin, elektropolimerisasi, E-MIP templat rangkap, hidrokuinon, polieugenol

**SIMULTANEOUS VOLTAMMETRIC SENSOR BASED ON
ELECTROPOLYMERIZED EUGENOL WITH DUAL
TEMPLATES FOR ARBUTIN DAN HYDROQUINONE
IN SKIN WHITENING CREAM**

Siti Marwati

17/420351/SPA/6200

ABSTRACT

The use of arbutin as a substitute for hydroquinone in skin whitening cream, which has been banned since 2008, is still at risk. Arbutin is readily hydrolyzed to hydroquinone dan glucose under acidic conditions. Therefore, a method of simultaneous arbutin and hydroquinone analysis is needed. This study aims to develop a simultaneous sensor for hydroquinone dan α -arbutin in skin whitening cream samples by electropolymerized molecularly imprinted polymer with dual-template (E-MIPDT). The electropolymerization of the eugenol solution was carried out using a paste of graphite powder/silicon oil/polyvinyl alcohol (PVA) as a coating matrix on the copper electrode. Electropolymerization variables included the molar ratio of the template and eugenol, the cycles scan, and the potential scanning rate. The template was removed by overoxidation by cyclic voltammetry at the optimum cycles scan. Electrochemical methods were used to characterize the electroactive area, the transfer of electrons, and their interaction between the analyte and the electrodes. Functional groups and surface morphology of the electrodes were characterized using FTIR and SEM. Validation and application of electrodes to determine their performance included linearity, sensitivity, precision, accuracy, the detection and quantitation limit, and selectivity. As a comparison, the electrode was validated and applied with a single template and without a template.

The results showed that the best E-MIPDT was obtained with electropolymerization at the molar composition of eugenol, α -arbutin, and hydroquinone 20: 3: 1 in 0.1 M NaOH, the electrode composition was 1 wt% PVA in graphite/silicon oil with a weight ratio of 7: 3, the potential scanning rate at 0.050 V s⁻¹, potential range -1.0–+1.0 V and as much as ten cycles. The release of the template by overoxidation was carried out in 20 cycles. The results of electrochemical characterization showed that the electron transfer rate and the electrochemical area of E-MIPDT were greater than that of NIP. The adsorption process controls the interaction between the analyte dan the E-MIPDT. The E-MIPDT electrodes can respond to analytes simultaneously with almost the same response intensity and no overlapping peak current responses. An FTIR absorption peak shift before and after the template release indicates hydrogen bonds between the template and the monomers. The electrode surface was rougher and more porous after removing the template. The E-MIPDT electrodes can be used to determine analytes simultaneously with a linear concentration range of 0.37–4.82 μ M and 6.55–46.86 μ M for α -arbutin dan 0.53–4.80 μ M and 5.20–44.33 μ M for hydroquinone. The α -arbutin and hydroquinone determination showed sensitivities

of 1.27 and 2.90 $\mu\text{A}/\mu\text{M}$, the accuracy of 99.74% and 100.16%, and the precision of 1.29 and 1.47%. Detection and quantitation determination for α -arbutin concentrations of 1.72 and 5.20 μM , and for hydroquinone 1.48 and 4.49 μM . The selectivity of the E-MIPDT electrode as α -arbutin and hydroquinone sensors which were expressed as Imprinting Factor (IF) α -arbutin and hydroquinone, were 25.86 and 26.29 (compared to IF electrodes NIP = 1). The E-MIPDT electrodes can be applied to skin whitening cream samples with a recovery of 103.82% for α -arbutin and 101.44% for hydroquinone.

Keywords: α -arbutin, electropolymerization, E-MIP dual-template, hydroquinone, polyeugenol