



Potensiometri dan Voltametri

Apt. Ihsanti Dwi Rahayu, S.Farm., M.S.Farm.

Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

Tujuan Pembelajaran

- Mengetahui dan memahami konsep potensiometri dan voltametri dalam analisis farmasi
- Mengetahui dan memahami komponen alat dalam analisis potensiometri dan voltametri serta masing-masing fungsinya
- Mengetahui dan memahami faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pengukuran dalam analisis dengan potensiometri dan voltametri
- Mengetahui dan memahami aplikasi penggunaan metode potensiometri dan voltametri dalam analisis farmasi





Potensiometri

Apt. Ihsanti Dwi Rahayu, S.Farm., M.S.Farm.

Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung



Potensiometri

- Potensiometri adalah metoda analisis kimia yang didasarkan pada hubungan antara konsentrasi zat dengan potensial listrik larutan.
- Potensiometri ini digunakan sebagai salah satu metode untuk mengukur potensial, pH, dan menentukan konsentrasi ion-ion dalam suatu larutan tertentu yang dijelaskan melalui persamaan Nernst.
- Alat dalam analisis potensiometri dinamakan potensiometer.



Persamaan Nerst

- Persamaan Nerst memberikan hubungan antara potensial relatif suatu elektroda dan konsentrasi spesies ioniknya yang sesuai dalam larutan.
- Pada potensiometri katoda berfungsi sebagai elektroda indikator (E_{ind}), sedangkan anoda berfungsi sebagai elektroda pembanding (E_{ref}).
- Adanya perbedaan konsentrasi dan mobilitas ion-ion dalam larutan sel elektrokimia menimbulkan adanya potensial *liquid junction* (E_{lj}) pada batas antarmuka larutan



Persamaan Nerst



$$E_{cell} = E_{katoda} - E_{anoda}$$

$$E_{cell} = E_{ind} - E_{ref} + E_j$$

Keterangan:

E_{cell} : Potensial sel

E_{ind} : Potensial elektroda indikator

E_{ref} : Potensial elektroda acuan

E_j : Potensial sambungan cair (*liquid junction potential*)

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln C$$

Keterangan :

E^0 : potensial reduksi standar (volt)

R : konstanta ($J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$)

T : Temperatur (K)

C : Konsentrasi ($mol L^{-1}$)

n : jumlah elektroda

F : konstanta faraday (96.487 coulombs)



Untuk melihat hubungan ini persamaan Nernst sebagai berikut yang menjelaskan hubungan aktivitas ion dengan besarnya potensial sel.

$$E = E^{\circ} - \frac{RT}{nF} \times \ln \frac{a \text{ (bentuk tereduksi)}}{a \text{ (bentuk teroksidasi)}}$$

yang mana E menunjukkan besarnya nilai potensial setengah sel.

Besaran “ln” seringkali lebih populer dengan besaran log, karena lebih fleksibel maka rumus diatas diganti dengan mengubah parameter ln dengan log sebagai berikut:

$$E = E^{\circ} - 2,303 \frac{RT}{nF} \times \log \frac{a \text{ (bentuk tereduksi)}}{a \text{ (bentuk teroksidasi)}}$$

Untuk sistem sel tembaga (II) / tembaga, bentuk teroksidasi adalah Cu^{2+} dan bentuk tereduksi adalah Cu. Jumlah elektron yang terlibat dalam persamaan adalah 2 buah. Persamaannya Nernst dapat dituliskan sebagai berikut:

$$E = E^{\circ} - 2,303 \frac{RT}{2F} \times \log \frac{a(\text{Cu})}{a(\text{Cu}^{2+})}$$

Aktivitas padatan padatan dianggap sama dengan aktivitas ion pada keadaan standar yaitu sama dengan satu, sehingga persamaan di atas menjadi:

$$E = E^{\circ} - 2,303 \frac{RT}{2F} \times \log \frac{1}{a(\text{Cu}^{2+})}$$

Sebagaimana dalam persamaan matematis bahwa $\log (1/x) = - \log x$, maka persamaan di atas menjadi:

$$E = E^{\circ} + 2,303 \frac{RT}{2F} \times \log a(\text{Cu}^{2+})$$

Sebagaimana dalam keadaan standar bahwa secara keseluruhan besarnya emf sel sama dengan pengurangan E (bukan E°) setengah sel kanan dikurangi setengah sel kiri.





Contoh: Hitunglah besarnya potensial elektroda setengah sel tembaga (II) / tembaga jika aktivitas ion tembaga 0,1 M pada temperatur 298 K.
Jika diketahui $E^\circ \text{ Cu}^{2+}/\text{Cu}$ adalah 0,337 volt

Penyelesaian:

Sesuai dengan persamaan Nernst untuk sistem tersebut:

$$\begin{aligned} E &= E^\circ + 2,303 \frac{RT}{2F} \times \log a(\text{Cu}^{2+}) \\ &= 0,337 + 2,303 \frac{0,082 \times 298}{2 \times 96500} \times \log 0,1 \\ &= 0,337 + 0,0296 \times \log 0,1 \\ &= 0,337 + 0,0296 \times -1 \\ &= 0,307 \text{ volt} \end{aligned}$$

Keunggulan Metode Potensiometri

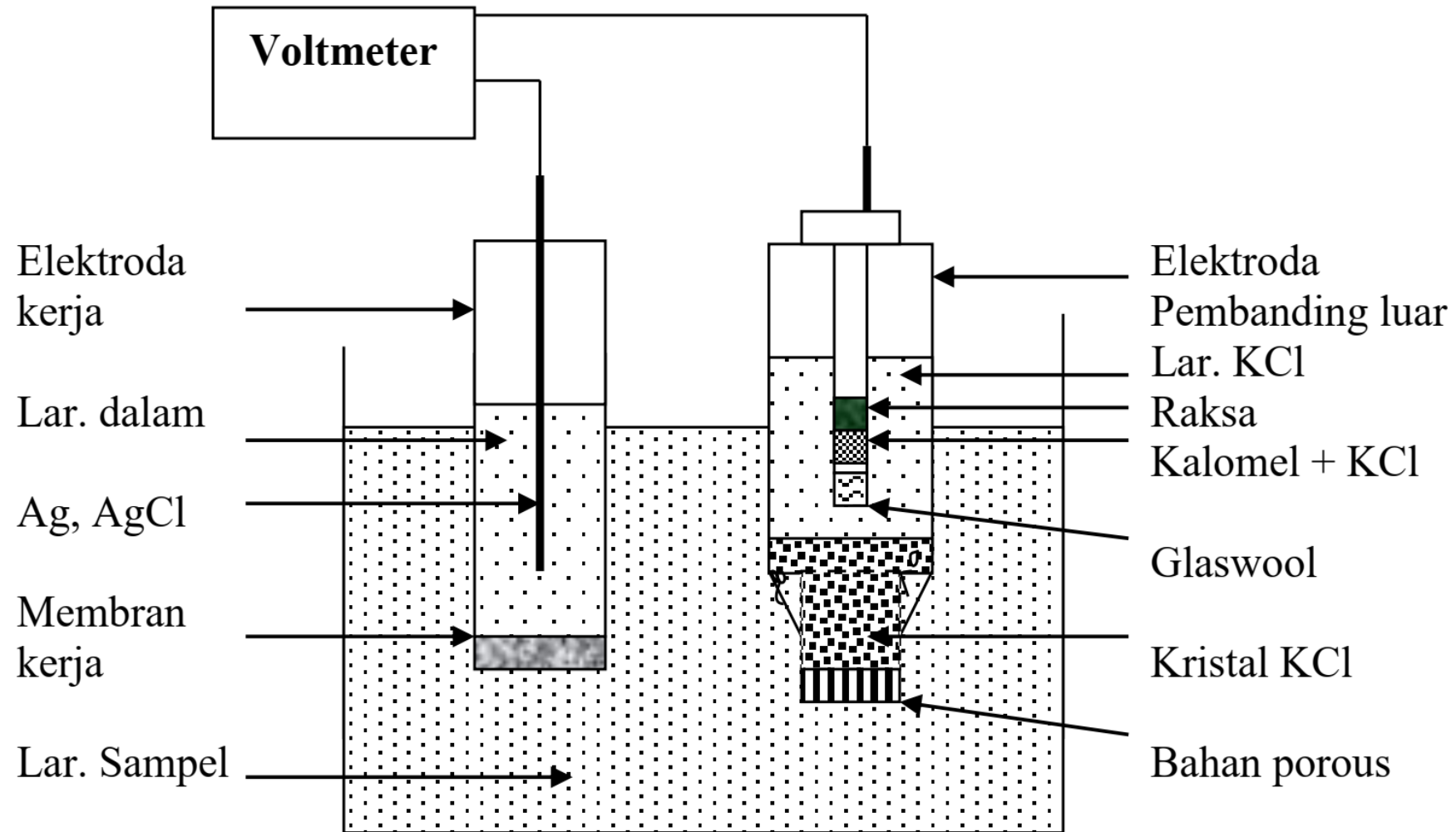
Metode analisis ini membutuhkan biaya yang kecil dikarenakan komponen-komponen penyusun yang relatif murah, pengukuran dapat digunakan pada larutan yang berwarna dan keruh, analisis lebih cepat, akurat, nilai selektivitas yang didapatkan tinggi, pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat yang mudah dirangkai.



Kelemahan Metode Potensiometri

- Nilai potensial yang diukur dapat berubah secara reversibel terhadap kereaktifan dari ion tertentu
- Analisisnya berlangsung lambat, karena dibutuhkan waktu agar pembacaan stabil terutama di dekat titik akhir titrasi

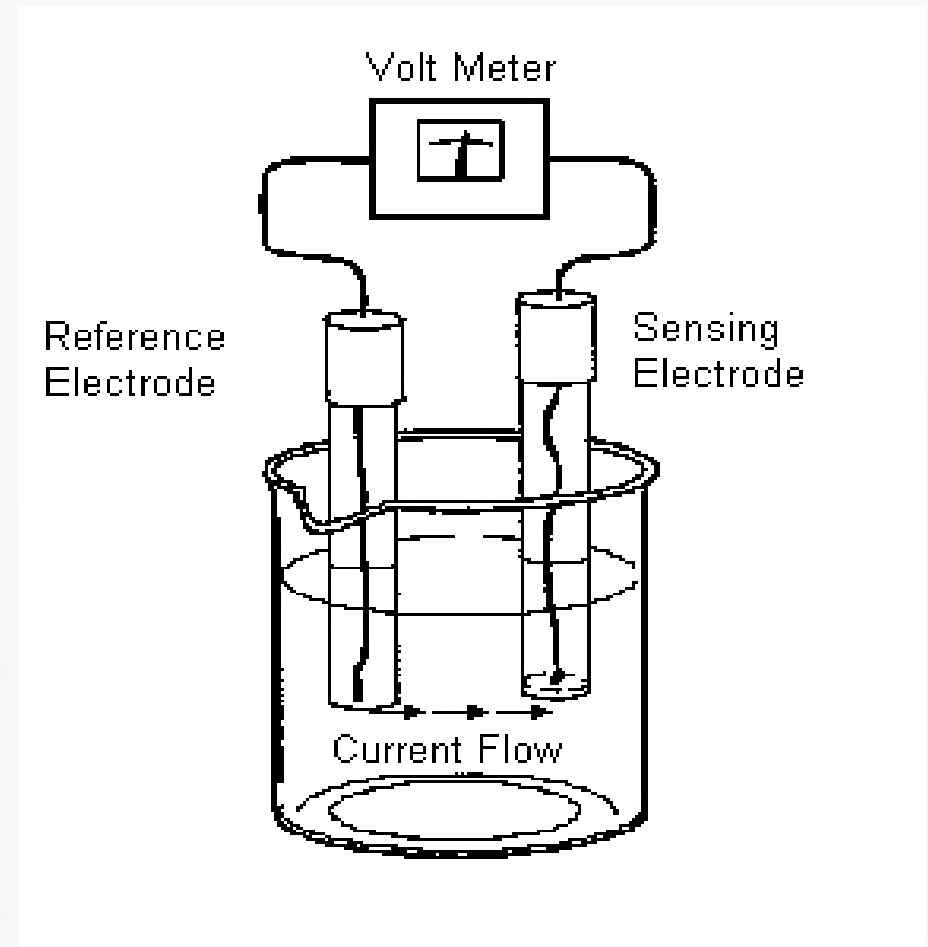




Gambar 2.2. Skema alat analisis secara potensiometri

Komponen Utama Potensiometer

- Elektroda acuan/pembanding
- Elektroda indikator/kerja
- Jembatan garam
- Pengukur tegangan listrik (voltmeter)



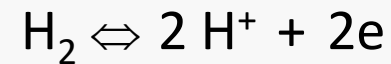
Elektroda Acuan/Pembanding

- Elektroda acuan atau elektroda pembanding merupakan suatu elektroda yang mempunyai nilai potensial yang diketahui secara pasti, tetap dan tidak dipengaruhi oleh komposisi larutan analit.
- Terdapat beberapa jenis elektroda pembanding, antara lain elektroda pembanding primer dan sekunder.



Elektroda Pembanding Primer

Contoh dari elektroda jenis ini adalah elektroda hidrogen standar. Dimana elektroda ini terbuat dari platina yang dilapisi platina hitam dengan maksud agar absorpsi gas hidrogen pada permukaan elektroda dapat berlangsung sempurna, sehingga reaksinya:



Dapat berlangsung cepat dan reversibel. Harga potensial dari elektroda ini dianggap nol pada tekanan 1 atm, suhu 25°C dan konsentrasi 1M. Elektroda hidrogen merupakan elektroda pembanding yang utama.



Elektroda Pembanding Sekunder

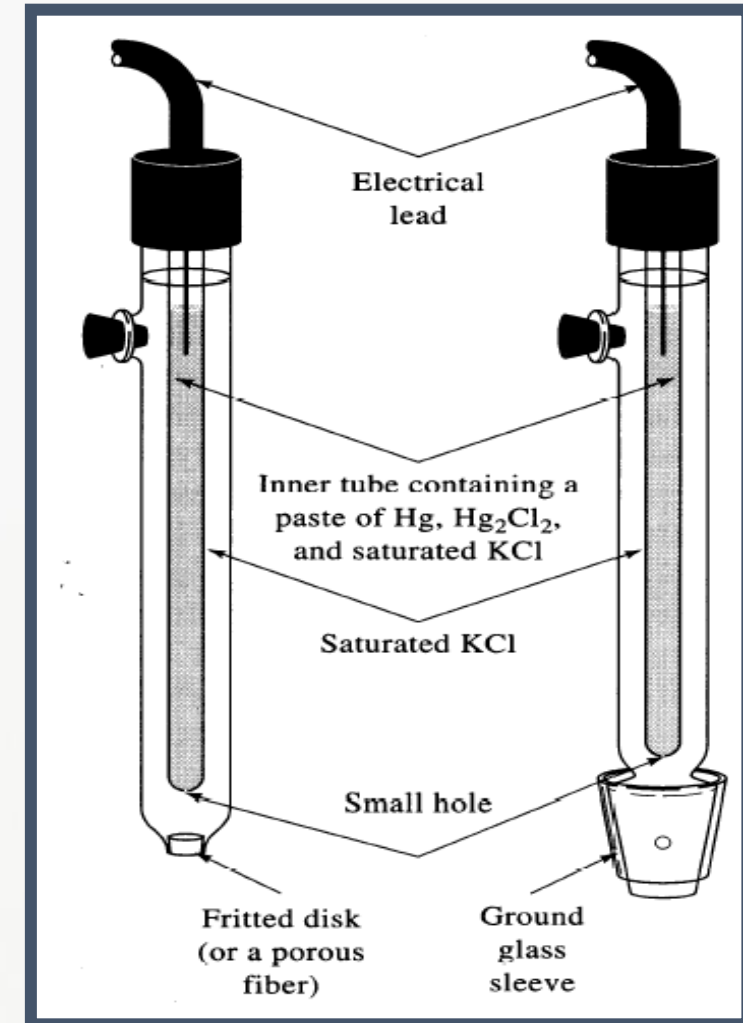
Beberapa contoh elektroda pembanding yang sering digunakan untuk pengukuran secara potensiometri adalah:

- Elektroda kalomel (*calomel electrode*)
- Elektroda perak-perak klorida



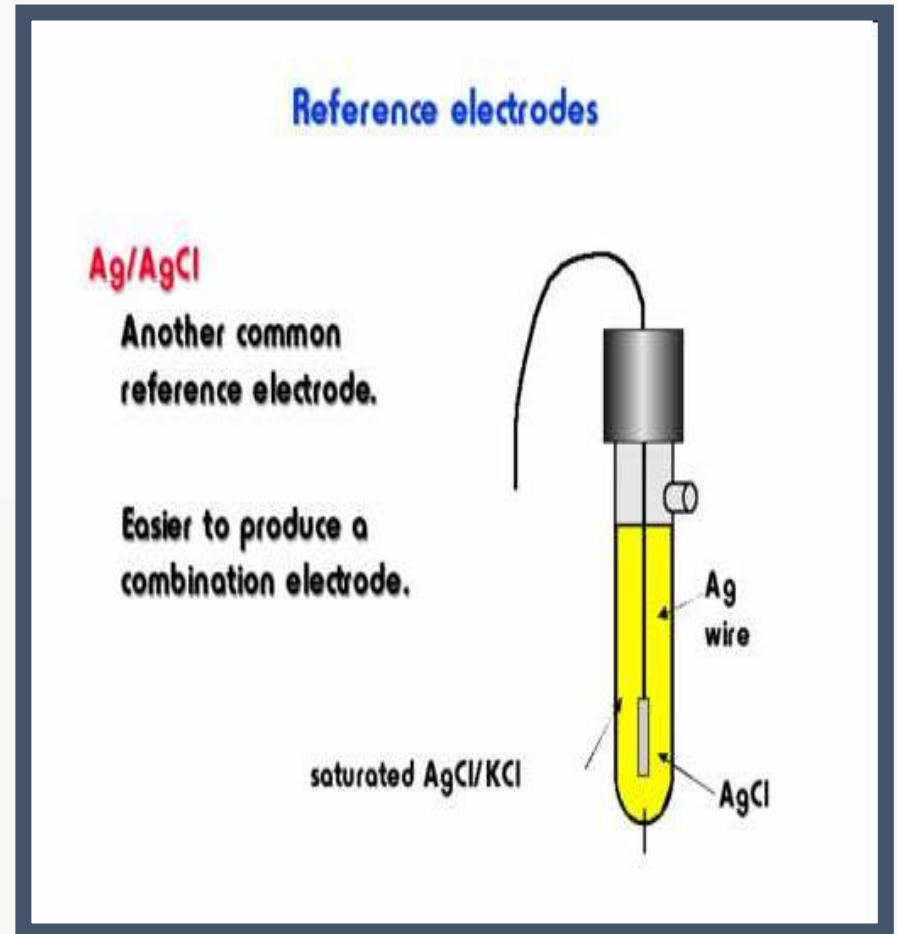
Elektroda Kalomel (*calomel electrode*)

- Elektroda kalomel jenuh merupakan elektroda pembanding yang sering digunakan dalam potensiometri.
- Harga potensial elektroda kalomel adalah 0,244 V pada 25 ° C dibandingkan terhadap elektroda hidrogen standar.
- Elektroda kalomel terbuat dari tabung gelas atau plastik, pasta Hg/HgCl terdapat di dalam tabung yang lebih dalam, dihubungkan dengan larutan KCl jenuh melalui lubang kecil.



Elektroda Perak-perak klorida

- Elektroda Ag/AgCl merupakan elektroda yang digunakan secara luas.
- Elektroda ini terdiri dari kawat perak (Ag) yang dilapisi AgCl yang melekat anodisasi logam Ag dalam larutan KCl yang jenuh dengan AgCl.
- Biasanya elektroda ini terbuat dari suatu larutan jenuh atau 3,5 M KCl yang harga potensialnya adalah 0,199 V (jenuh) pada 25°C.
- Kelebihan elektroda ini dapat digunakan pada suhu yang lebih tinggi >60°C sedangkan elektroda kalomel tidak.



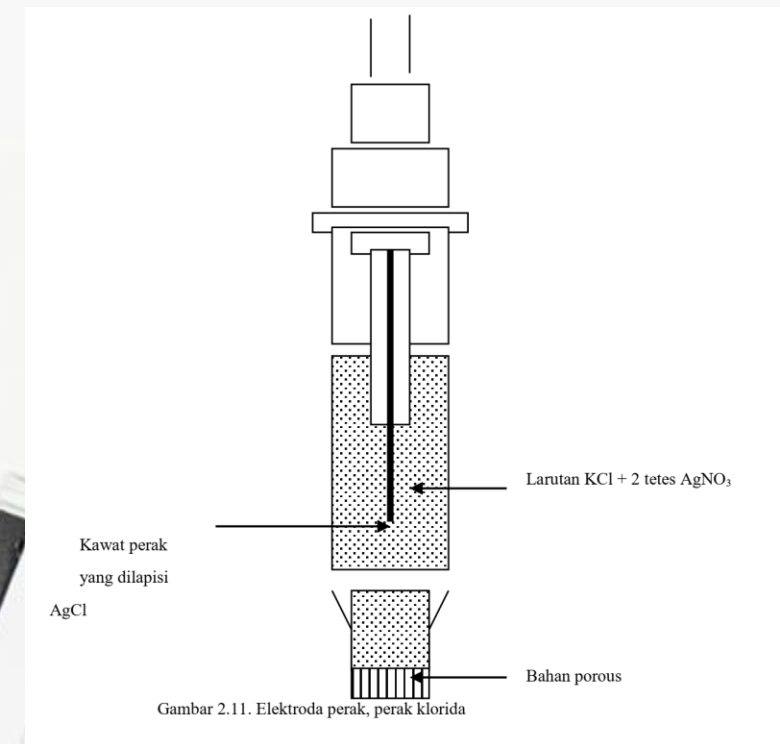
Elektroda Indikator

- Elektroda indikator/kerja merupakan suatu tempat terjadinya reaksi kimia yang mengalami reaksi oksidasi dan reaksi reduksi yang potensialnya bergantung pada konsentrasi zat yang sedang dianalisis.
- Elektroda ini merupakan pasangan dari elektroda pembanding dan terbagi dalam dua kelompok, yaitu:
 - 1) Elektroda logam
 - 2) Elektroda membran



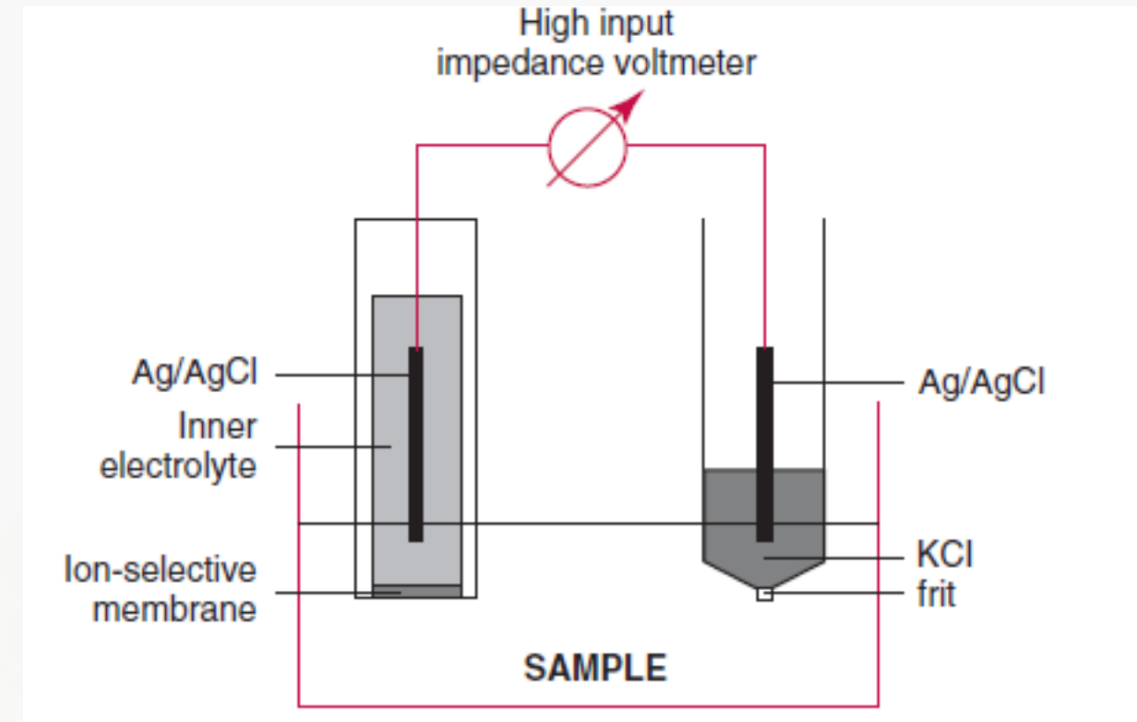
Elektroda Logam

- Elektroda logam terbagi dalam beberapa kelompok diantaranya elektroda jenis pertama dan elektroda jenis kedua.
- Elektroda jenis pertama merupakan elektroda logam murni yang terlibat langsung dalam kesetimbangan dengan kationnya dalam analit salah satu contohnya adalah elektroda tembaga.
- Elektroda jenis kedua merupakan elektroda yang harga potensialnya bergantung pada konsentrasi suatu anion yang dengan ion yang berasal dari elektroda endapan suatu ion kompleks yang stabil. Contoh elektroda perak untuk halida.



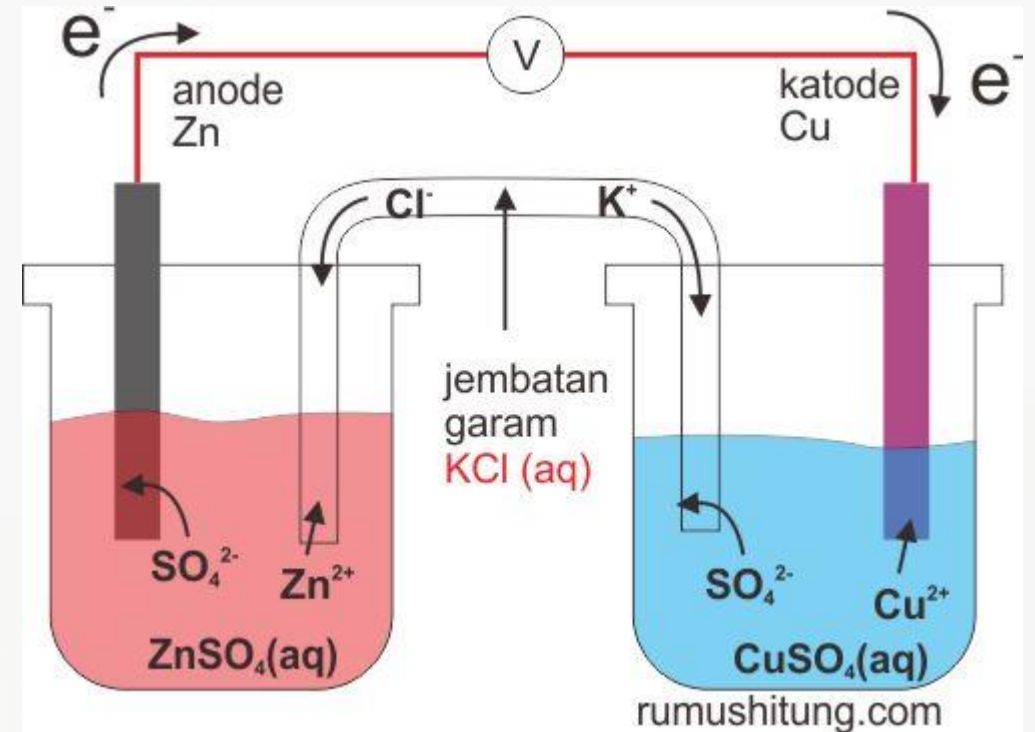
Elektroda Membran

- Terdapat beberapa jenis elektroda membran, antara lain elektroda kaca, elektroda membran cair, elektroda membran padat.
- Elektroda membran dikembangkan untuk mendeteksi ion-ion tertentu dalam analit secara lebih selektif sehingga sering disebut Elektroda Selektif Ion (ESI) .
- Elektroda selektif ion (ESI) adalah suatu alat ukur yang digunakan untuk analisis kuantitatif ion tertentu dengan menggunakan sensor elektrokimia dimana potensial akan berubah secara reversibel terhadap keaktifan dari ion yang ditentukan.
- Elektroda membran juga digunakan untuk penentuan pH dengan mengukur perbedaan potensial antara larutan pembanding yang keasamannya tetap dan larutan yang dianalisis.



Jembatan garam

- Fungsi jembatan garam adalah untuk menetralkan muatan pada larutan. Pada Anoda akan terbentuk banyak elektron sehingga akan bermuatan negatif, dan di katode akan bermuatan positif, sehingga untuk menetralkan muatan keduanya dipasang jembatan garam.



Voltmeter

- Voltmeter berfungsi untuk mengukur tegangan potensial pada larutan

Voltmeter



Metode Potensiometri

- Metoda potensiometri langsung
- Metoda potensiometri tidak langsung atau titrasi potensiometri



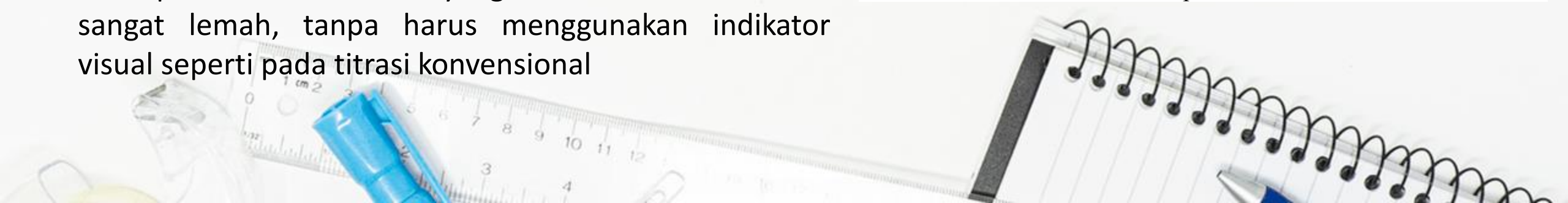
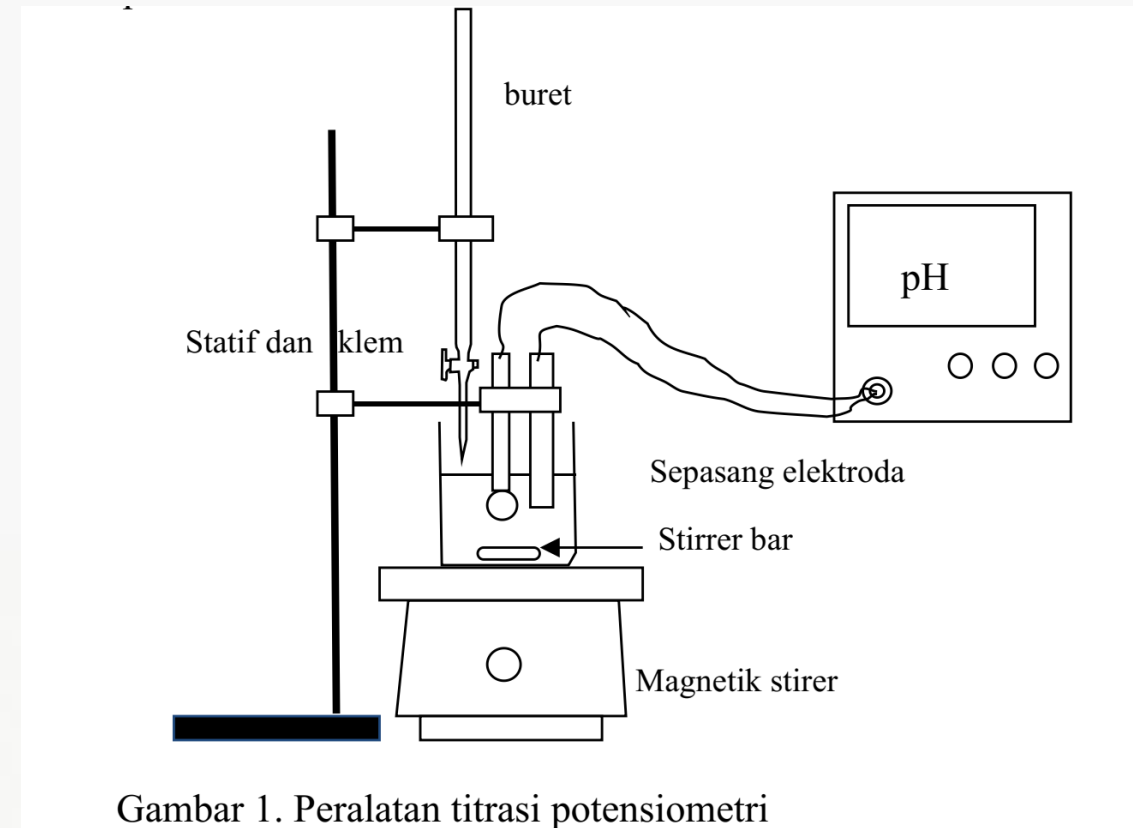
Metoda Potensiometri Langsung

- Teknik ini hanya memerlukan pengukuran potensial sebuah indikator elektron ketika dicelupkan dalam larutan yang mengandung konsentrasi yang tidak diketahui & diketahui dari sebuah analit.
- Elektroda indikator selalu dianggap sebagai katoda dan elektroda referensi sebagai anoda
- Pada potensiometri langsung, harga potensial larutan langsung mencerminkan konsentrasi zat. Misalnya pengukuran pH larutan dengan pH-meter.



Titrasi Potensiometri

- Pada metoda ini dilakukan proses titrasi terhadap larutan asam oleh larutan bersifat basa atau sebaliknya.
- Dalam titrasi potensiometri titik akhir dideteksi dengan menetapkan volume pada saat terjadi perubahan potensial yang relatif besar ketika ditambahkan titran.
- Pada titrasi potensiometri, konsentrasi zat yang dianalisis (analit) ditemukan setelah dilakukan pengolahan data titrasi termasuk perhitungannya.
- Keuntungan penerapan titrasi potensiometri adalah selain diperoleh aspek kuantitatif juga dapat dimanfaatkan untuk memperoleh aspek kualitatif, dapat diterapkan untuk zat kimia yang bersifat asam atau basa sangat lemah, tanpa harus menggunakan indikator visual seperti pada titrasi konvensional



Aplikasi Metode Potensiometri

- Menentukan letak titik akhir titrasi (reaksi asam-basa & redoks)
- Menentukan potensial sel, pH larutan, dan konsentrasi ion-ion dalam larutan secara langsung.





VALIDASI METODE POTENSIOMETRI UNTUK PENENTUAN LOGAM TIMBAL (Pb) PADA SAMPEL LINDI

Validation of Potentialometry Methods for Determining Lead Metal (Pb) in the Leachate Sample

Suheryanto¹, Zainal Fanani¹, Lucia Meilina²

¹Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya

²Alumni Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya

Jl. Palembang-Prabumulih Km 32 Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan

email: suheryanto_mhg254@mipa.unsri.ac.id

Abstrak

Metode Potensiometri untuk penentuan logam timbal (Pb) telah divalidasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan akurasi, presisi, limit deteksi, ketidakpastian pengukuran, dan aplikasinya pada sampel lindi. Pengukuran potensial sel menggunakan elektroda logam timbal sebagai anoda dan sebagai katoda menggunakan elektroda standar Ag/AgCl. Akurasi ditentukan menggunakan Bahan Acuan Tersertifikasi (BAT) IM-13 yang tertelusur ke SRM NIST-USA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode potensiometri untuk penentuan logam timbal terbukti valid dengan akurasi 97,81%, LoD 0,022 mg/L dan LoQ 0,03 mg/L, presisi 0,21% dengan ketelitian RSD < 2 %. Kadar timbal dalam sampel kolam lindi berkisar antara $0,14 \pm 6,39 \times 10^{-9}$ mg/L sampai $37 \pm 4,34$ mg/L.

Kata Kunci: validasi, potensiometri, timbal, lindi



Studi Aplikasi Metode Potensiometri Pada Penentuan Kandungan Karbon Organik Total Tanah

Abdul Haris Watoni¹⁾ dan Buchari²⁾

¹⁾ Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Haluoleo

²⁾ Jurusan Kimia, FMIPA ITB

Diterima tanggal 3 Maret 2000, disetujui untuk dipublikasikan 25 Juni 2000

Abstrak

Metode potensiometri merupakan salah satu metode yang banyak digunakan untuk menentukan kandungan ion-ion tertentu di dalam suatu larutan, namun belum banyak diterapkan untuk analisa sampel tanah. Dalam penelitian ini telah diteliti penerapan metode potensiometri pada penentuan kandungan karbon organik total tanah menggunakan elektroda selektif CO₂ sebagai elektroda penunjuk. Prinsip penentuan kandungan karbon organik total tanah adalah mengubah karbon organik total menjadi CO₂ yang selanjutnya CO₂ yang dihasilkan diukur konsentrasinya berdasarkan perubahan potensial elektroda yang ditunjukkan oleh elektroda selektif CO₂. Konsentrasi CO₂ yang didapatkan sebanding dengan konsentrasi karbon organik total tanah. Sebelum digunakan untuk pengukuran tanah, terlebih dahulu dilakukan karakterisasi terhadap elektroda selektif CO₂. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa elektroda selektif CO₂ mempunyai waktu respon 2,5 menit dengan tenggang waktu stabil 40 detik, daerah konsentrasi pengukuran $9,09 \times 10^{-4}$ M hingga $3,83 \times 10^{-1}$ M dengan faktor Nernst 53 mV/dekade dan limit deteksi $4,5 \times 10^{-4}$ M, pH optimum 4,8. Adanya CH₃COO⁻ atau H₂PO₄⁻ dengan konsentrasi 10⁻² M mengganggu pengukuran potensial CO₂ dengan koefisien selektifitas (K_{ij}) masing-masing 0,36 dan 0,133. Untuk mengoreksi kelayakan hasil pengukuran karbon organik total tanah dengan metode potensiometri, maka digunakan metode titrimetri sebagai pembandingnya. Hasil pengukuran dari kedua metode tersebut menunjukkan bahwa metode potensiometri dapat digunakan untuk menentukan kandungan karbon organik total tanah dengan hasil yang diperkirakan lebih akurat dibandingkan dengan metode titrimetri biasa.



Research Article

A Novel Potentiometric Titration Method for Quantitative Determination of Bromide Content in Doxorubicin Hydrochloride

***Divyesh Patel, Samir Patel, Yogendra Parmar, Kamlesh Chauhan, Pooja Sannigrahi, A. S. Rawat, Anand Vardhan**

Analytical Department, Sterling Biotech Limited, Vadodara-391421, Gujarat, India.

ABSTRACT

A simple precise, rapid accurate and sensitive Potentiometric titration method was developed for quantitative determination of Bromide content in Doxorubicin Hydrochloride. The titration was carried out by using standardized 0.1 N Silver Nitrate solutions (AgNO_3). To confirm the presence of bromide content spiking study was carried out by spiking 0.1% NaBr into the test preparations which shows the 0.1 % increase in the % Cl of the actual % Cl. The end point was determined by using Mettler T 50 Auto titrator with DM 141 SC electrode. The proposed method was found to be precise with % RSD <1 (n = 6). The method showed strict linearity ($r^2 > 0.999$) between 0.5% to 4.0%. The percentage recovery of Bromide in the optimized method was between 96.3 % to 96.7 %.

Keywords: Bromide content, doxorubicin hydrochloride, hydrobromic acid (HBr), potentiometric titration, silver nitrate (AgNO_3),

Received 18 July 2013

Received in revised form 08 August 2013

Accepted 12 August 2013

*Address for correspondence:

Dr. Divyesh K. Patel

Sr. Executive-ADL Department,
Sterling Biotech Limited, Vadodara-391421, Gujarat, India.
E-mail: Divyesh.msc@gmail.com

Article

Determination of the Total Phenolic Content in Wine Samples Using Potentiometric Method Based on Permanganate Ion as an Indicator

Ziqi Sun ^{1,2}, Yufeng Zhang ¹, Xinyue Xu ¹, Minglin Wang ^{2,*} and Lijuan Kou ^{1,*}

¹ School of Pharmacy, Binzhou Medical University, Yantai 264003, China

² School of Food Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China

* Correspondence: mlwang@sdau.edu.cn (M.W.); klj1182@163.com (L.K.); Tel.: +86-535-6913384 (L.K.)

Received: 15 July 2019; Accepted: 6 September 2019; Published: 9 September 2019



Abstract: A rapid and accurate determination method for total phenolic content is of great importance for controlling the quality of wine samples. A promising potentiometric detection approach, based on permanganate ion fluxes across ion-selective electrode membranes, is fabricated for measuring the total phenolic content of wine. The results show that the presence of phenols, such as gallic acid, leads to a potential increase for the potentiometric sensor. Additionally, the present sensor exhibits a linear potential response with the concentration range from 0.05 to 3.0 g/L with a detection limit of 6.6 mg/L calculated using gallic acid. These sensors also exhibit a fast response time, an acceptable reproducibility and long-term stability. These results indicate that the proposed potentiometric sensor can be a promising and reliable tool for the rapid determination of total phenolic content in wine samples.

Keywords: potentiometric; total phenolic content; wine; indicator



Voltametri

Apt. Ihsanti Dwi Rahayu, S.Farm., M.S.Farm.

Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung



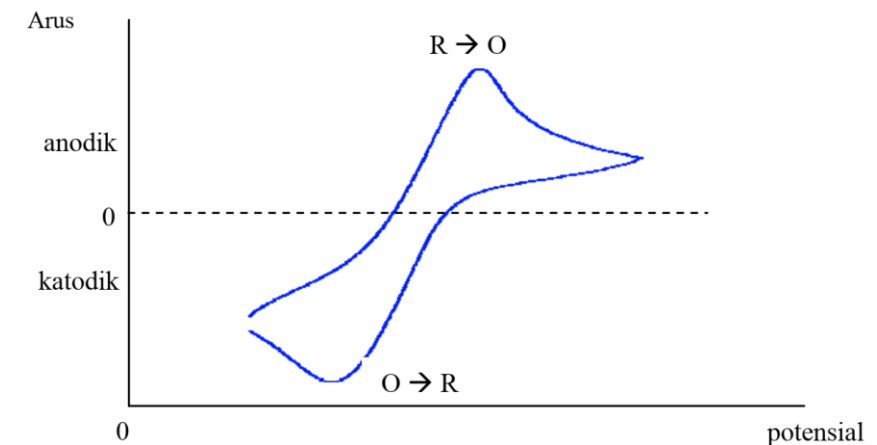
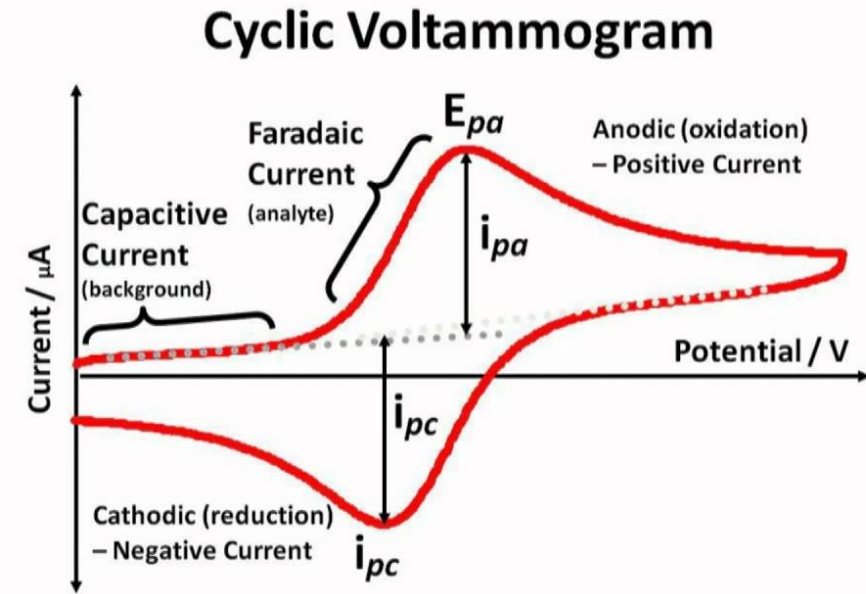
Voltametri

- Voltametri merupakan metode analisis menggunakan teknik potensial terkontrol yaitu pengukuran respon arus dari analit dengan pemberian potensial pada elektroda.
- Analisis dengan menggunakan metode voltametri didasarkan pada pemberian potensial pada elektroda kerja dan arus yang timbul dari hasil reaksi diukur.
- Timbulnya arus disebabkan karena terjadinya reaksi oksidasi dan reduksi pada permukaan elektroda. Arus yang dihasilkan sebanding dengan konsentrasi analit dalam larutan.
- Metode ini dapat digunakan untuk menganalisis senyawa organik maupun anorganik. Pengukuran senyawa organik secara voltametri didasarkan dengan adanya gugus fungsi yang dapat mengalami oksidasi maupun reduksi pada permukaan elektroda



Voltammogram

- Kurva yang dihasilkan dari analisis secara voltametri disebut voltammogram yang menggambarkan plot arus terhadap potensial yang diaplikasikan.
- Voltammogram yang dihasilkan memberikan informasi kuantitatif dan kualitatif dari reaksi reduksi dan oksidasi analit
- Informasi kualitatif diperoleh dari puncak arus yang muncul pada voltamogram, sedangkan informasi kuantitatif diperoleh dari perbandingan luas voltamogram, yang menunjukkan perbandingan komposisi dari analit yang diidentifikasi
- Contoh voltammogram pada voltametri siklik yang dihasilkan merupakan kurva antara arus (pada sumbu vertikal) versus potensial (pada sumbu horisontal)



Gambar 2.3 Voltammogram siklik reaksi reduksi-oksidasi secara reversibel

Mekanisme Perpindahan Massa pada Voltametri

Potensial yang diberikan akan menyebabkan ion-ion analit dalam larutan bergerak menuju permukaan elektroda. Terdapat 3 mekanisme perpindahan massa (*transport massa*) dari larutan menuju ke permukaan elektroda, antara lain:

- Difusi
- Konveksi
- Migrasi



Difusi

- Transport massa secara difusi merupakan transport ion pada permukaan elektroda kerja yang mana terjadi migrasi spontan analit dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah



Konveksi

- Transport massa secara konveksi yaitu transport ion pada permukaan elektroda kerja yang disebabkan karena proses pengadukan pada larutan dan perubahan suhu.
- Transport ion secara konveksi dapat diminimalisir dengan tidak melakukan pengadukan selama proses analisis dan tidak melakukan pemanasan.



Migrasi

- Transport massa secara migrasi merupakan transport ion pada permukaan elektroda yang disebabkan karena gerakan spesi bermuatan dari gradien medan listrik.
- Jika elektroda mengandung muatan positif maka anion akan bergerak menuju elektroda dan kation akan bergerak menuju larutan begitu pula sebaliknya.
- Penambahan elektrolit pendukung yang inert pada larutan dapat meminimalisir terjadinya transport massasecara migrasi atau mengurai arus migrasi.



Komponen Voltametri

- Sel voltametri terdiri dari :
 1. Elektroda kerja
 2. Elektroda pembanding
 3. Elektroda pembantu
- Ketiga elektroda tersebut tercelup dalam sel voltametri yang berisi larutan sampel (analit)

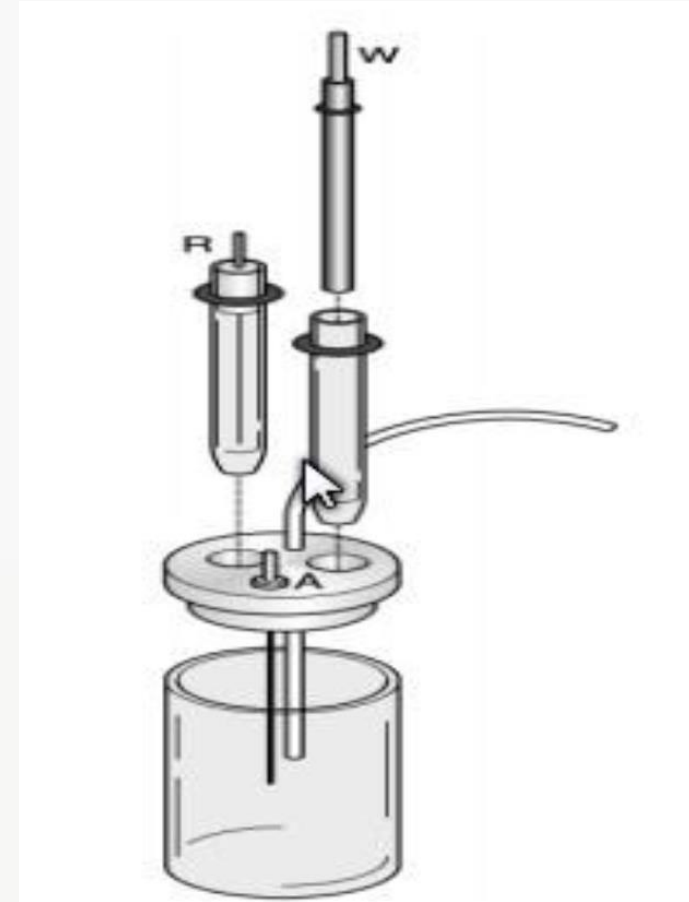
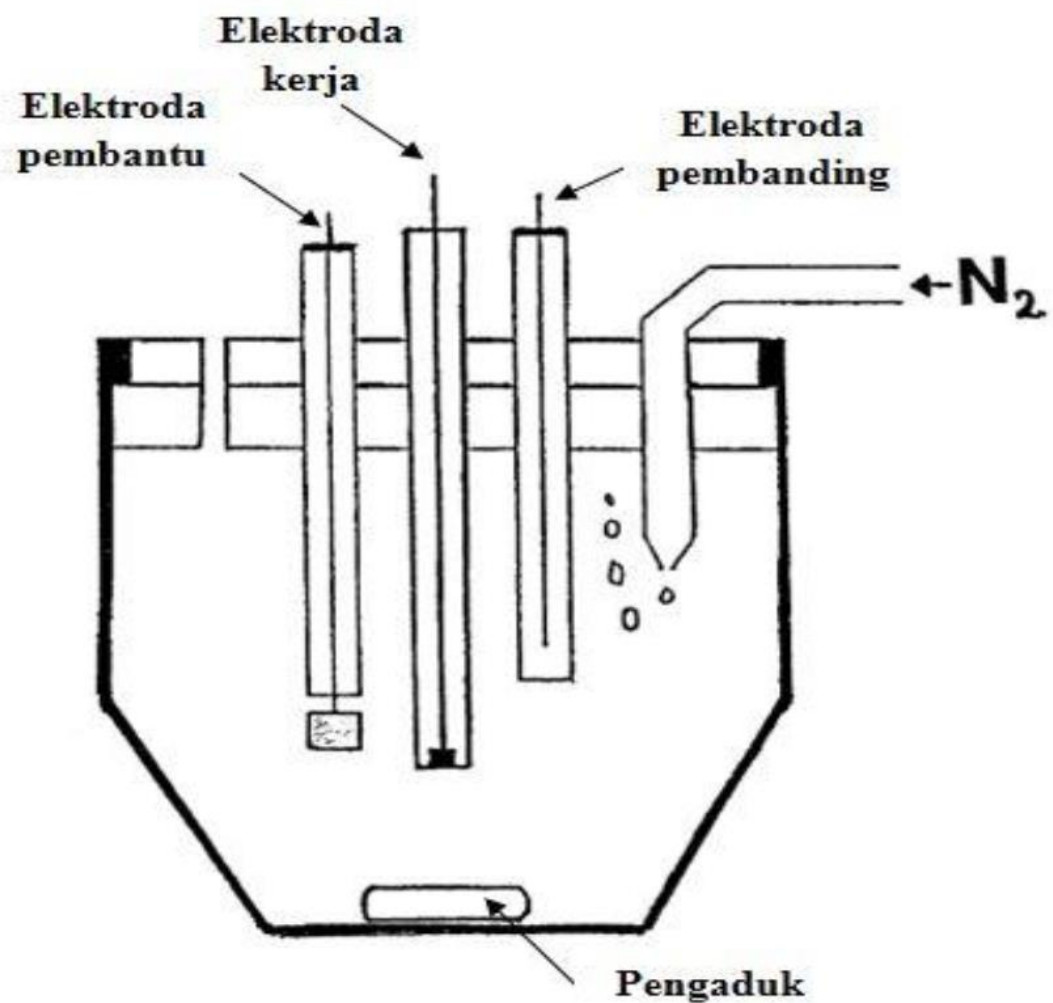


Diagram sel voltametri³, W : elektroda kerja; R : elektroda pembanding; A : elektroda pembantu



Gambar 2.4 Skema sel voltametri (Wang, 2001)



Elektroda Kerja

- Elektroda kerja adalah tempat terjadinya reaksi oksidasi atau reduksi. Elektroda kerja dapat berperan sebagai katoda maupun anoda tergantung dari jenis reaksi elektroda tersebut.
- Kualitas elektroda kerja tergantung pada dua faktor yaitu reaksi redoks dari analit dan arus dasar pada rentang potensial yang dibutuhkan dalam pengukuran
- Elektroda yang sering digunakan adalah elektroda merkuri, karbon, platina, emas dan perak
- Nilai arus diketahui dari puncak voltammogram yang diperoleh



Elektroda Pembanding

- Elektroda pembanding merupakan elektroda dengan harga potensial setengah sel yang diketahui, konstan dan tidak bereaksi terhadap komposisi larutan yang sedang dianalisis
- Elektroda pembanding memberikan potensial yang stabil terhadap elektroda kerja yang dibandingkan
- Elektroda pembanding yang biasa digunakan adalah elektroda kalomel jenuh dan elektroda perak/perak klorida atau hidrogen standar.



Elektroda Pendukung

- Elektroda pendukung (*Counter Electrode* atau *auxiliary electrode*) merupakan elektroda yang berpasangan dengan elektroda kerja namun tidak berperan dalam penentuan besarnya potensial yang diukur.
- Elektroda pendukung berfungsi untuk mengalirkan arus antara elektroda kerja dan elektroda pendukung, sehingga arus dapat diukur.
- Arus yang dihasilkan pada voltammetri diukur antara elektroda kerja dan elektroda pendukung.
- Elektroda pendukung yang digunakan harus bersifat inert seperti kawat platina dan karbon yang berfungsi sebagai pembawa arus.
- Jika terjadi reduksi pada elektroda kerja maka oksidasi terjadi pada elektroda pendukung.



Voltametri Pelucutan/Pelarutan Kembali (*Stripping Voltammetry*)



Merupakan suatu teknik voltametri dengan analit mengalami deposisi pada permukaan elektroda kemudian terlarut kembali saat proses pelucutan (*stripping*). Pada proses analisis

terdapat beberapa teknik pelucutan, yaitu:

- Voltametri Pelucutan Anodik (*Anodic Stripping Voltammetry*)
- Voltametri Pelucutan Katodik (*Cathodic Stripping Voltammetry*)
- Voltametri Pelucutan Adsorpsi (*Adsorptive Stripping Voltammetry*)



Voltametri Pelucutan Anodik (*Anodic Stripping Voltammetry*)

- Voltametri pelucutan anodik merupakan analisis pelucutan yang paling banyak digunakan.
- Voltametri pelucutan anodik sangat baik digunakan untuk analisis logam yang dapat membentuk amalgam dengan merkuri, misalnya bismut, kadmium, tembaga, galium, indium, timbal, talium, timah, dan seng



Voltametri Pelucutan Katodik (*Cathodic Stripping Voltammetry*)

- Voltametri pelucutan katodik digunakan untuk menganalisis senyawa organik dan anorganik yang dapat membentuk garam sukar larut dengan merkuri, seperti ion halida, sianida, dan sulfida
- Pada metode ini terjadi pembentukan lapisan endapan yang menempel pada permukaan merkuri, tidak terjadi amalgam



Voltametri Pelucutan Adsorpsi (*Adsorptive Stripping Voltammetry*)

- Merupakan metode analisis elektrokimia dimana analit yang diinginkan pertama kali teradsorpsi ke elektroda kerja. Selama pemindahan, arus sel diukur sebagai fungsi waktu dan sebagai fungsi potensial antara elektroda indikator dan referensi.
- Metode ini biasa digunakan untuk senyawa yang teradsorpsi pada permukaan Hg



Voltametri Pelucutan Anodik Pulsa Diferensial (*Differential Pulse Anodic Stripping Voltammetry*)

- Merupakan suatu teknik yang sangat berguna dalam menganalisis spesi organik maupun anorganik
- Digunakan untuk mempelajari reaksi khususnya reaksi elektrokimia seperti reaksi redoks, reaksi kompleksasi



Voltametri Siklik (*Cyclic Voltammetry*)

- Voltametri siklik merupakan teknik analisis yang digunakan untuk memperoleh informasi kualitatif dari reaksi elektrokimia seperti reaksi redoks atau kompleksasi.
- Kelebihan teknik ini yaitu mampu memberikan informasi mengenai termodinamika dari proses reduksi oksidasi, kinetika reaksi transfer elektron, dan proses adsorpsi.
- Prinsip dasar teknik ini yaitu melihat hubungan antara potensial yang diberikan dan arus yang terukur.



Keunggulan Metode Voltametri

- Memiliki sensitivitas dan selektifitas yang tinggi, alatnya sederhana dan mudah penganalisisannya
- Voltametri memberikan analisis dari berbagai logam dan menyediakan informasi baik kualitatif maupun kuantitatif
- Dapat digunakan untuk analisis suatu analit dalam jumlah yang sangat kecil dalam orde bagian ppb
- Dapat digunakan untuk penentuan kuantitatif spesies anorganik dan organik (ion dan molekul)



Kekurangan Metode Voltametri

- Adanya kontaminan merkuri, hal ini dapat diantisipasi dengan proses pemurnian dengan menggunakan peralatan spesial
- Cenderung lambat dalam proses analisisnya
- Adanya gangguan matriks, dikarenakan pembentukan senyawa kompleks yang dapat membuat suatu spesies tidak dapat dianalisis



Aplikasi Metode Voltametri

- Teknik voltametri banyak digunakan dalam pengukuran kadar logam berat
- Voltametri dapat digunakan untuk mengidentifikasi spesi ion dari masing-masing logam yang hadir dalam larutan





Development of Voltammetry Analysis Method of Copper Metal Ions by Solid-State Membrane with Carbon Nanotube

Suyanta^{1*}, Sunarto¹, Regina Tutik Padmaningrum¹, Karlinda¹, Illyas Md. Isa², and Rahadian³

¹Department of Chemistry Education, Universitas Negeri Yogyakarta, Jl. Colombo No. 1, Yogyakarta 55281, Indonesia

²Nanotechnology Research Centre, Faculty of Science and Mathematics, Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

³Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Padang 25173, West Sumatera, Indonesia

* **Corresponding author:**

tel: +62-81227577355

email: suyanta@uny.ac.id

Received: March 26, 2020

Accepted: November 2, 2020

DOI: 10.22146/ijc.55056

Abstract: This study was aimed to develop a method for metal analysis in continuous integration using voltammetry techniques. The research subject was copper(II) ions. The objects of research were linearity, scan rate, repeatability of readings, and the presence of Cu(II) levels in well water samples. In this study, a selective electrode was developed with a solid membrane voltammetry system using differential pulse voltammetry measurement. The results showed the regression line of voltammetry method, $y = 10.265 \ln(x) + 330.47$, with a correlation value of 0.9654, the optimum scan rate was 10 mV/s, and within five repetitions of each measurement for one electrode, it showed good repeatability. Meanwhile, the result of regression with the UV-Vis spectrophotometric method for Cu(II) was $y = 0.12386x + 0.00879$ with a correlation value of 0.9943. The voltammetry method was found to be much better than the UV-Vis method because it was able to be used for analysis up to a concentration of 6.35×10^{-4} ppm (or 1.00×10^{-11} M), while the UV-Vis method was only able to analyze up to 1.5 ppm (or 2.36×10^{-5} M).

Keywords: copper(II); spectrophotometry; voltammetry; nanotube carbon; solid-state membrane

Research Article

Cyclic Voltammetric Investigation of Caffeine at Anthraquinone Modified Carbon Paste Electrode

Yemane Tadesse,¹ Abraha Tadesse,² R. C. Saini,² and Rishi Pal³

¹ Department of Chemistry, Arba Minch University, P.O. Box 21, Arba Minch, Ethiopia

² Department of Chemistry, College of Natural and Computational Sciences, Mekelle University, P.O. Box 3055, Mekelle, Ethiopia

³ SBMN Institute of Pharm. Sciences and Research, Baba Mastnath University, Asthal-Bohar, Rohtak, Haryana 124021, India

Correspondence should be addressed to Yemane Tadesse; yemanet12@gmail.com and Abraha Tadesse; abrishmu@yahoo.com

Received 17 September 2013; Revised 4 November 2013; Accepted 7 November 2013

Academic Editor: Sergio Ferro

Copyright © 2013 Yemane Tadesse et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Electrochemical methods have been widely used for the determination of electroactive compounds due to their simplicity, sensitivity, stability, and low cost. A carbon paste electrode was modified with anthraquinone. Cyclic voltammetry (CV) was employed to study the properties of the modified electrode toward the oxidation of caffeine (CAF). Compared to the unmodified electrode, the AQMCPE showed excellent catalytic activity for the oxidation of caffeine. AQMCPE was used to determine CAF in drug samples electrochemically. SWV was used to plot the calibration curve and there was a good linear relationship between anodic peak current and CAF concentration in the range 2.0×10^{-6} – 8.0×10^{-4} M, with the correlation coefficient of 0.998 and a detection limit of 1.43×10^{-7} M. The application of the modified electrode for the determination of CAF in pharmaceutical formulation showed good recovery with reproducible results.



Original article

Development and validation of anodic stripping voltammetry method for the determination of tretinoin in human urine and plasma using glassy carbon electrode

Ali F. Alghamdi

Chemistry Department, College of Science, Taibah University, Medina, Saudi Arabia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 19 March 2020

Revised 13 May 2020

Accepted 20 May 2020

Available online xxxx

Keywords:

Anodic stripping voltammetry

Oxidation

Tretinoin

Human fluids

GC electrode

B-R buffer

ABSTRACT

Oxidation behavior of tretinoin (TRN) was evaluated using anodic stripping voltammetry (ASV), differential pulse voltammetry (DPV) and cyclic voltammetry (CV) techniques in Britton-Robinson (B-R) pH 7. The glassy carbon (GC) electrode was used to deposit the compound (TRN) into its surface to record a well-defined oxidation peak at 0.75 V in the presence of Ag/AgCl reference electrode and a Pt counter electrode. Some analytical parameters were studied to obtain the best oxidation signal, for example; buffer solution, pH, accumulation potential and time, amplitude, frequency, scan rate and convection rate. The high sensitivity anodic peak was obtained using B-R, pH 7, 40 s accumulation time, -0.6 V accumulation potential, 50 mV amplitude, 20 Hz frequency, 350 mV s^{-1} scan rate, and 1000 rpm. These parameters were chosen as optimum conditions for the continued experiments. The analytical performance of the used technique was evaluated using the study of repeatability, stability, recovery, calibration curve and detection limit. Repeatability and stability was monitored for $5 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$ of TRN to give 0.24% relative standard deviation (RSD%) for eighth anodic measurements, while the stability was been very well for 80 min. The calibration curve was studied over the range of 1×10^{-6} – $1 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ ($n = 6$), yielded, a linear relationship between concentrations and anodic current for TRN. A detection limit (LOD) was calculated to be $7.5 \times 10^{-9} \text{ mol L}^{-1}$ (2.25 ppb), while a quantification limit (LOQ) was yielded $2.49 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$ (7.47 ppb). Anodic stripping voltammetry method was developed and applied for the determination of TRN in the human urine and plasma samples.

© 2020 The Author(s). Published by Elsevier B.V. on behalf of King Saud University. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Terima Kasih

