MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN: 2808-8115
p-ISSN: 2809-1051

Terindeks: Sinta 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v5i3.5804

PENGARUH VARIASI *PENCIL LEAD ELECTRODE* (PLE) TERHADAP DETEKSI ION LOGAM Pb (II) MENGGUNAKAN MODIFIKASI MnO_2 METODE VOLTAMETRI SIKLIK

Effect of Pencil Lead Electrode (PLE) Variation on the Detection of Pb (II) Metal Ions Using MnO2 Modification with Cyclic Voltammetry Method

Rahmi Wahyuni & Trisna Kumala Sari
Universitas Negeri Padang
trisna.kumala.s@fmipa.unp.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Apr 6, 2025	Apr 27, 2025	May 12, 2025	May 17, 2025

Abstract

This study is motivated by the limited research on modified *pencil lead* electrodes in electrochemical detection, despite their significant potential as simple, low-cost, and environmentally friendly heavy metal sensors. The aim of this research is to evaluate the performance of MnO_2/*pencil lead electrode* (MnO_2/PLE) with variations in pencil hardness—2B, B, and HB—in detecting $K_3[Fe(CN)_6]$ and Pb^{2+} ions using cyclic voltammetry. The electrodes were modified using the *drop-casting* method, and voltammogram data were analyzed based on current and redox potential values. The results show that MnO_2/PLE (2B) demonstrated the best performance among the variants. This is attributed to the synergy between the electrocatalytic properties of MnO_2 and the high graphite content of the 2B pencil, which enhances conductivity and electrochemical response. MnO_2/PLE (2B) proved effective in detecting Pb^{2+} ions, making it a strong candidate for use as an electrochemical heavy metal sensor.

Masaliq Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

The implications of this study contribute to the literature on modified carbon-based sensors and open opportunities for the development of portable, low-cost sensors for environmental monitoring.

Keywords: MnO_2; Pencil Lead Electrode; Cyclic Voltammetry; Pb^{2+} Ion; Electrochemical Sensor

Abstrak: Penelitian ini dilatarbelakangi oleh terbatasnya studi mengenai elektroda *pencil lead* termodifikasi dalam deteksi elektrokimia, padahal metode ini memiliki potensi besar sebagai sensor logam berat yang sederhana, murah, dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kinerja elektroda MnO_2/*pencil lead electrode* (MnO_2/PLE) dengan variasi kekerasan pensil 2B, B, dan HB dalam mendeteksi $K_3[Fe(CN)_6]$ dan ion Pb^{2+} menggunakan teknik voltametri siklik. Elektroda dimodifikasi menggunakan metode *drop-casting*, dan data voltamogram dianalisis berdasarkan nilai arus dan potensial redoks. Hasil penelitian menunjukkan bahwa MnO_2/PLE (2B) memiliki performa terbaik dibandingkan varian lainnya. Hal ini disebabkan oleh sinergi antara sifat elektrokatalitik MnO_2 dan kandungan grafit yang tinggi dalam pensil 2B, yang meningkatkan konduktivitas dan respons elektrokimia. MnO_2/PLE (2B) terbukti mampu mendeteksi ion Pb^{2+} secara efektif, menjadikannya kandidat kuat sebagai sensor elektrokimia logam berat. Implikasi penelitian ini mencakup kontribusi pada literatur sensor berbasis karbon termodifikasi serta membuka peluang pengembangan sensor portabel dan berbiaya rendah untuk pemantauan lingkungan.

Kata Kunci: MnO_2; *Pencil Lead Electrode*; Voltametri Siklik; Ion Pb^{2+}; Sensor Elektrokimia.

PENDAHULUAN

Ion logam timbal (Pb^{2+}) tergolong logam berat yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan karena bersifat karsinogenik, dapat memicu mutasi genetik, sulit terurai di alam, serta memiliki tingkat toksisitas yang tinggi. Paparan terhadap timbal dapat menimbulkan gangguan pada sistem saraf, terutama pada anak-anak, yang berisiko menyebabkan keterlambatan dalam perkembangan kognitif (Phal et al., 2021). Kadar timbal yang melebihi ambang batas dalam air dapat membahayakan organisme perairan dan kesehatan manusia, karena bersifat toksik terhadap biota akuatik dan dapat mengganggu fungsi fisiologis makhluk hidup (Saputri & Marni, 2024).

Logam timbal yang terdapat di perairan berasal dari pembuangan limbah domestik dan industri ke sungai maupun laut, khususnya dari sektor-sektor yang menggunakan timbal, seperti pertambangan bijih timbal dan industri pembuatan baterai (Dwi Hariyoto, 2017). Ion logam Pb^{2+} dapat berasal dari berbagai sumber pencemar, seperti pembakaran bahan bakar fosil, penggunaan cat dan keramik, pembakaran batu bara, serta pemakaian pupuk mineral.

(Jalali Sarvestani et al., 2023). Logam berat seperti timbal dapat membahayakan berbagai makhluk hidup jika kadar paparan melebihi batas yang aman. Keracunan timbal pada manusia dapat menyebabkan anemia, gangguan pada sistem saraf pusat, serta kerusakan pada fungsi ginjal (Ulumudin & Purnomo, 2022).

Secara umum , pengujian ion logam Pb (timbal) dilakukan menggunakan instrumen seperti *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS), *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy* (ICP-OES), *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS), dan *High-Perfomance Liquid Chromatography* (HPLC). Instrumen-instrumen ini mampu mendeteksi dan mengukur kandungan logam dengan akurasi yang tinggi, tetapi memiliki biaya yang cukup mahal serta memerlukan operator yang terlatih. Oleh karena itu, metode elektrokimia, menjadi alternatif yang menarik (Zamhari et al., 2022).

Voltametri merupakan teknik elektrokimia yang efisien untuk mendeteksi ion logam Pb^{2+}, karena memiliki keunggulan seperti sensitivitas yang tinggi, waktu analisis yang cepat, serta kemampuan untuk mengukur konsentrasi dalam jumlah sangat kecil (Sharma, 2020). Salah satu metode voltametri yang banyak digunakan adalah voltametri siklik. Teknik ini bekerja dengan mengubah-ubah potensial yang diberikan pada elektroda kerja (Diamond, 1996).

Dalam penelitian ini digunakan *Pencil Lead Electrode* (PLE) sebagai elektroda yang memiliki beberapa keunggulan, seperti biaya rendah, kemudahan penggunaan, mudah dibersihkan, serta mudah untuk dimodifikasi (Sharma, 2020). Selain itu PLE memiliki luas permukaan tinggi dan konduktivitas baik, dan mudah diperoleh (Congur & Dudu, 2021). Beberapa penelitian yang menggunakan PLE sebelumnya yaitu : Ag/PLE (Afifah & Sari, 2024), Au/PLE (Kumala Sari et al., 2021), dan PLE modifikasi Bismuth-film (Bedin et al., 2018).

Pencil lead electrode diberi kode dengan huruf H (menunjukkan kekerasan) dan B (menunjukkan kegelapan), serta angka yang merepresentasikan tingkat kekerasan atau kegelapan, mulai dari 9H (paling keras) hingga 8B (paling lunak). Pensil tipe B memiliki ujung yang lebih lunak karena mengandung lebih banyak grafit, sedangkan pensil tipe H lebih keras karena mengandung lebih banyak tanah liat. Sementara itu, tipe HB mengandung campuran grafit dan tanah liat dalam proporsi seimbang (David et al., 2017).

Untuk meningkatkan kinerja elektroda dalam analisis elektrokimia dari segi sensitivitas, dapat dilakukan dengan memodifikasi permukaan elektroda (Ahmed et al., 2023).

Contoh modifikasi yang bisa ditempuh yakni melalui penggunaan Mangan dioksida (MnO_2). Mangan dioksida (MnO_2) dipilih untuk memodifikasi *pencil lead electrode* (PLE) karena kemampuan adsorpsi yang kuat terhadap analit target, luas permukaan yang tinggi, dan kinetika transfer elektron yang cepat (Mokaba et al., 2024). Modifikasi ini dilakukan dengan metode *drop-casting*. Metode ini tergolong sederhana dan tidak memerlukan prosedur yang rumit, cukup dengan meneteskan larutan yang mengandung partikel ke permukaan elektroda dan membiarkannya mengering (Kaliyaraj Selva Kumar et al., 2020).

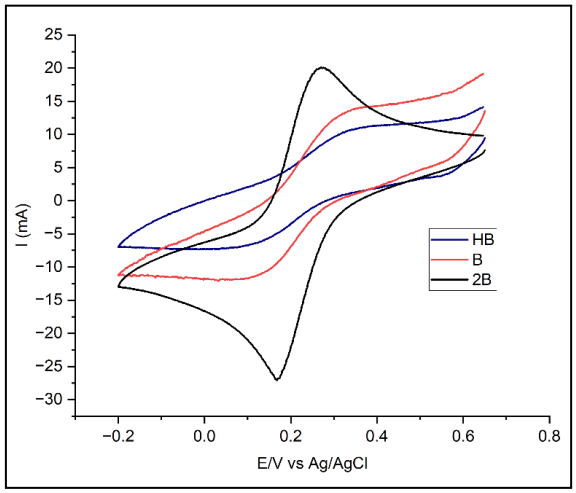
Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi PLE dalam mendeteksi ion logam Pb(II) modifikasi mangan dioksida dengan cara *drop-casting* yang dipelajari menggunakan metode voltametri siklik.

METODE

Penelitian ini dilakukan di bulan Februari sampai April 2025 di laboratorium Penelitian Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, diantaranya gelas kimia, pipet mikro, botol vial, $Pb(NO_3)_2$ (Smart-Lab), $K_3[Fe(CN)_6]$ (Pudak scientific), KNO_3 (Merck), HCl, MnO_2, kertas saring whatman, dan aquades. Proses pengukuran elektrokimia menggunakan potensiostat e-Daq model EA163, dengan sistem tiga elektroda yang terdiri dari Ag/AgCl sebagai elektroda referensi, kawat platinum sebagai elektroda pembantu dan *Pencil Lead Electrode* (PLE) Kokuyo (0.9 mm : 2B, B dan HB) termodifikasi mangan dioksida (MnO_2/PLE) sebagai elekroda kerja. Awalnya ketiga jenis PLE (2B, B dan HB) dimodifikasi menggunakan mangan dioksida secara *drop-casting* dengan cara meneteskan 5 µL MnO_2 (8,7 mg/mL) pada permukaan PLE kemudian dikeringkan selama 1 jam pada suhu kamar. Elektroda ini direpresentasikan sebagai PLE termodifikasi Mangan Dioksida (MnO_2/PLE). Kemudian dilakukan Karakterisasi elektroda MnO_2 /PLE (2B, B dan HB) terhadap $K_3[Fe(CN)_6]$ 2 mM dalam larutan KNO_3 0,1 M menggunakan metode voltametri siklik dengan mengatur *scan potensial* +0,65 sampai -0,20 V dengan *scan rate* 100 mV/s . Selanjutnya adalah pengukuran terhadap variasi MnO_2/PLE (2B, B dan HB) dalam mendeteksi ion logam Pb^{2+} 1 mM dalam *supporting electrolyte* HCl 0,1 M menggunakan metoda voltametri siklik. Pengukuran dilakukan dengan menerapkan dengan *scan rate* 100 mV/s, dan *scan potensial* 0 sampai -0,7 v.

HASIL

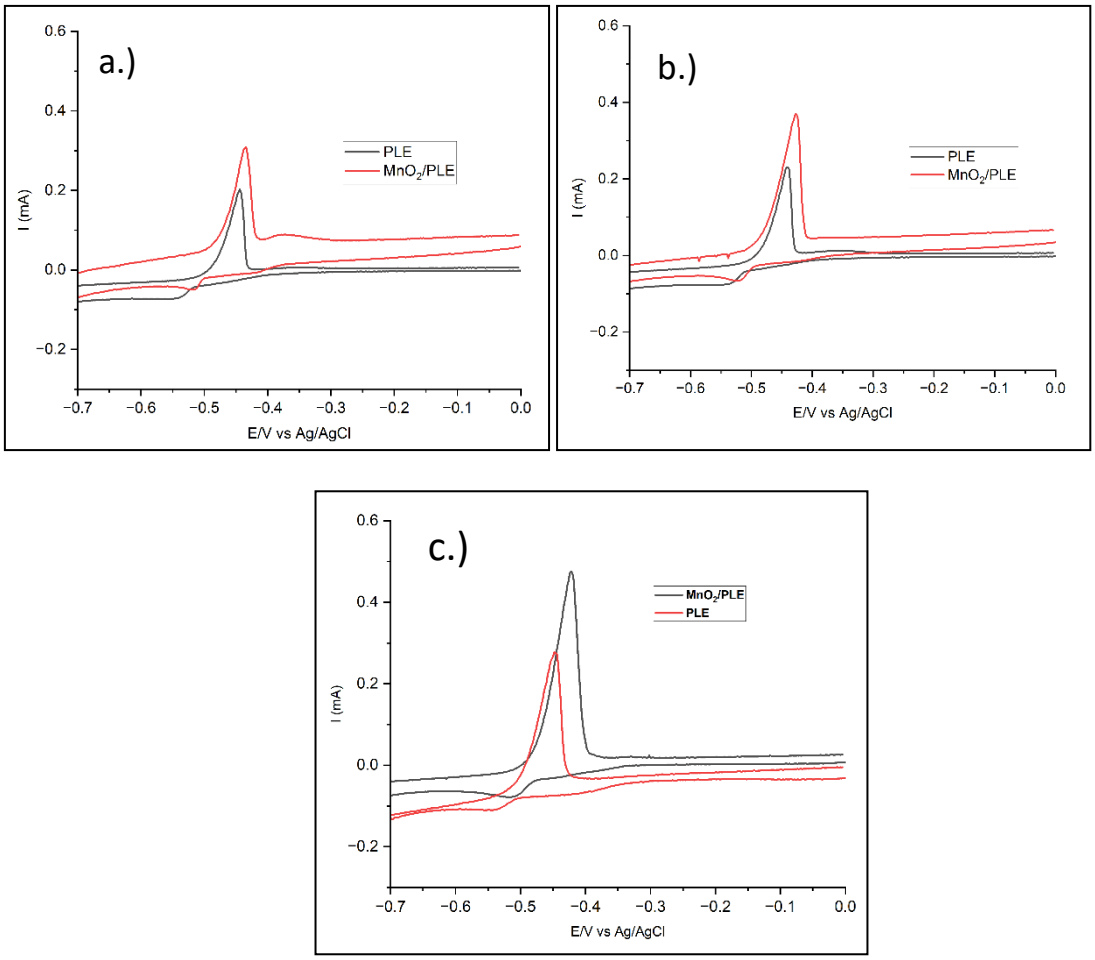
Karakterisasi elektroda MnO_2 /PLE (2B, B dan HB) terhadap $K_3[Fe(CN)_6]$ menggunakan metode voltametri siklik dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Voltamogram siklik dari MnO_2 /PLE dalam 2 mM $[Fe(CN)6]^{-3/-4}$ dan KNO_3 0,1 M pada *scan rate* 100 mV/s

Berdasarkan voltamogram siklik pada gambar 1 menunjukkan bahwa MnO2/PLE (2B) memiliki puncak dengan arus yang lebih tinggi dan sensitif dibandingkan MnO_2 /PLE (B) dan (HB) terhadap $[Fe(CN)_6]^{-3/-4}$. Hal ini menunjukkan bahwa pada elektroda MnO_2 /PLE (2B) penggunaan mangan dioksida (MnO_2) untuk memodifikasi elektroda dapat meningkatkan performa deteksi dengan cara memperluas area permukaan aktif sehingga menghasilkan puncak arus yang lebih tinggi (Mokaba et al., 2024).

Selanjutnya pada penelitian ini, dilakukan variasi PLE terhadap deteksi ion logam Pb^{2+} dengan membandingkan PLE dan MnO_2 /PLE ketiga jenis *pencil lead electrode* yaitu (2B, B dan HB) sehingga didapatkan *pencil lead electrode* optimum dalam mendeteksi ion logam Pb^{2+}. Hasilnya dapat dilihat pada voltamogram pada gambar 2.



Gambar 2. Voltamogram siklik PLE dan MnO_2/PLE variasi a.) PLE dan MnO_2/PLE **(HB)**, b) PLE dan MnO_2/PLE **(B)** dan c) PLE dan MnO_2/PLE **(2B)** terhadap ion Pb^{2+} 1 mM dalam HCl 0,1 M pada *scan rate* 100 mV/s

PEMBAHASAN

Karakterisasi elektroda MnO_2/PLE (2B, B dan HB) terhadap $K_3[Fe(CN)_6]$ menggunakan metode voltametri siklik

Hasil voltamogram karakterisasi yang di peroleh pada gambar 1 menunjukkan bahwa mangan dioksida dalam elektroda modifikasi MnO_2 /PLE (2B) dapat meningkatkan performa deteksi. Hal ini dikarenakan Mangan dioksida (MnO_2) memiliki kapasitansi spesifiknya yang tinggi dan sifat katalitik yang baik, sehingga kuar arus yang dihasilkan lebih tinggi (Promsuwan et al., 2021). Selain itu, MnO_2 memiliki luas permukaan yang tinggi, laju transfer elektron yang cepat, dan kapasitas adsorpsi yang kuat terhadap analit target sehingga sangat cocok

digunakan dalam sensor elektrokimia yang dapat mempercepat reaksi elektrokimia Selain itu, MnO_2 memiliki luas permukaan yang besar, laju transfer elektron yang cepat, serta kemampuan adsorpsi yang kuat terhadap analit target, sehingga sangat cocok digunakan dalam sensor elektrokimia. Sifat-sifat ini membantu mempercepat reaksi elektrokimia dan menghasilkan puncak arus yang lebih tinggi (Mokaba et al., 2024). Selain mangan dioksida, kandungan grafir yang berbeda pada *pencil lead electrode* (2B,B dan HB) juga mempengaruhi kuat arus yang dihasilkan, kandungan grafit pada 2B lebih tinggi daripada B dan HB (David et al., 2017).

Reaksi redoks yang terjadi pada gambar 1 yaitu sebagai berikut.

i. Reduksi : $[Fe(CN)_6)]^{-3} + e^- \longrightarrow [Fe(CN)_6)]^{-4}$

ii. Oksidasi : $[Fe(CN)_6)]^{-4} \rightarrow [Fe(CN)_6)]^{-3} + e^-$

Variasi PLE (2B, B dan HB) terhadap deteksi ion logam Pb^{2+} menggunakan metode voltametri siklik

Berdasarkan voltamogram pada gambar 2, MnO_2/PLE (2B) menunjukan kinerja elektroda lebih baik dibandingkan dengan MnO_2/PLE (B dan HB) dalam pendeteksian ion logam Pb^{2+}. Puncak oksidasi ion Pb^{2+} terdeteksi pada potensial sekitar -0,44 V pada elektroda PLE (2B,B dan HB), sementara pada elektroda MnO_2/ PLE (2B,B dan HB), puncak tersebut muncul pada potensial -0,42 V; -0,43 V; -0,428 V. Puncak tersebut dapat diidentifikasi sebagai puncak milik ion Pb^{2+} karena sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa puncak oksidasi Pb^{2+} umumnya muncul pada rentang potensial antara -0,48 hingga -0,20 V (Honeychurch, 2019). Kuat arus tertinggi tercatat pada MnO_2 /PLE (2B) dengan nilai sebesar 0,4764 mA, diikuti oleh MnO_2 /PLE (B) yang memiliki kuat arus sebesar 0,3692 mA, dan MnO_2 /PLE (HB) yang menunjukkan kuat arus terendah yaitu 0,3095 mA. Peningkatan arus deteksi pada elektroda MnO_2 /PLE ini dapat dijelaskan oleh efek elektrokatalitik MnO_2 terhadap ion logam Pb^{2+} (Rezaei et al., 2019). Selain itu, elektroda MnO_2 /PLE (2B) menunjukkan kuat arus tertinggi dan paling optimal karena memiliki kandungan grafit yang lebih banyak dibandingkan dengan tipe B dan HB. Semakin besar angka pada tipe pensil B, semakin tinggi konsentrasi grafit yang terkandung, sehingga kemampuan penghantaran listriknya meningkat dan menghasilkan kuat arus yang lebih besar (Hanam et al., 2024).

Reaksi redoks yang terjadi adalah sebagai berikut.

Reduksi : $Pb^{2+}{}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Pb_{(s)}$

Oksidasi: $Pb_{(s)} \rightarrow Pb^{2+}{}_{(aq)} + 2e^-$

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa elektroda MnO_2/PLE tipe 2B memberikan kinerja paling unggul dalam mendeteksi senyawa $K_3[Fe(CN)_6]$ dan ion logam Pb^{2+} dibandingkan dengan elektroda MnO_2/PLE tipe B dan HB. Keunggulan kinerja tersebut terutama disebabkan oleh sifat elektrokatalitik MnO_2 yang mendukung percepatan reaksi elektrokimia pada permukaan elektroda. Selain itu, tingginya kandungan grafit pada PLE tipe 2B turut meningkatkan konduktivitas listrik dan memperluas luas permukaan aktif elektroda, sehingga menghasilkan arus elektrokimia yang lebih besar.

Temuan ini menegaskan bahwa pemilihan jenis grafit yang tepat berperan penting dalam peningkatan performa sensor elektrokimia berbasis MnO_2. Oleh karena itu, elektroda MnO_2/PLE tipe 2B dapat direkomendasikan sebagai alternatif material sensor elektrokimia yang efisien, murah, dan mudah diakses.

Sebagai rekomendasi, penelitian selanjutnya dapat diarahkan pada evaluasi stabilitas jangka panjang dan selektivitas elektroda terhadap berbagai jenis ion logam dalam sampel kompleks. Selain itu, pengembangan desain sensor berbasis elektroda ini untuk aplikasi portabel di bidang pemantauan lingkungan juga layak untuk dieksplorasi lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

Afifah, R., & Sari, T. K. (2024). Pengaruh Supporting Electrolyte Terhadap Deteksi Ion Logam Pb2+ Menggunakan Pencil Lead Electrode Termodifikasi Lapisan Tipis Perak dengan Metode …. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, *8*, 17970–17976. https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/14938%0Ahttps://jptam.org/index.php/jptam/article/download/14938/11406

Ahmed, A. S., Mohamed, M. B. I., Bedair, M. A., El-Zomrawy, A. A., & Bakr, M. F. (2023). A new Schiff base-fabricated pencil lead electrode for the efficient detection of copper, lead, and cadmium ions in aqueous media. *RSC Advances*, *13*(23), 15651–15666. https://doi.org/10.1039/d3ra02582a

Bedin, K. C., Mitsuyasu, E. Y., Ronix, A., Cazetta, A. L., Pezoti, O., & Almeida, V. C. (2018). *Inexpensive Bismuth-Film Electrode Supported on Pencil-Lead Graphite for Determination of Pb (II) and Cd (II) Ions by Anodic Stripping Voltammetry*. *2018*.

Congur, G., & Dudu, U. Ü. (2021). Journal of Environmental Chemical Engineering Phenol

monitoring in water samples using an inexpensive electrochemical sensor based on pencil electrodes modified with DTAB surfactant. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *9*(5), 105804. https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105804

David, I. G., Popa, D. E., & Buleandra, M. (2017). Pencil graphite electrodes: A versatile tool in electroanalysis. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, *2017*(Cv). https://doi.org/10.1155/2017/1905968

Diamond, D. (1996). Analytical electrochemistry. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, *15*(1), X–XI. https://doi.org/10.1016/s0165-9936(96)90116-8

Dwi Hariyoto, F. (2017). Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd), Seng (Zn) Dan Merkuri (Hg) Di Perairan Beserta Dampaknya Bagi Produk Perikanan Dan Kesehatan Manusia. *Buletin Matric*, *14*(2), 52–55.

Hanam, E. S., Awilawati, W. A., & Rismawati, E. (2024). Pengukuran Karakteristik Resistivitas Pada Bahan Grafit Pensil Tipe B, F Dan H. *PASCAL (Journal of Physics and Science Learning)*, *8*(1), 35–42. https://doi.org/10.30743/pascal.v8i1.9431

Honeychurch, K. (2019). Trace voltammetric determination of lead at a recycled battery carbon rod electrode. *Sensors (Switzerland)*, *19*(4). https://doi.org/10.3390/s19040770

Jalali Sarvestani, M. R., Madrakian, T., & Afkhami, A. (2023). Simultaneous determination of Pb2+ and Hg2+ at food specimens by a Melamine-based covalent organic framework modified glassy carbon electrode. *Food Chemistry*, *402*(September 2021), 134246. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134246

Kaliyaraj Selva Kumar, A., Zhang, Y., Li, D., & Compton, R. G. (2020). A mini-review: How reliable is the drop casting technique? *Electrochemistry Communications*, *121*(November), 106867. https://doi.org/10.1016/j.elecom.2020.106867

Kumala Sari, T., Riga, R., & Zubir, M. (2021). Eksakta Article Pencil Lead Electrode Modified with Gold Thin Layer for Voltammetric Detection of Chromium(VI). *Eksakta : Berkala Ilmiah Bidang MIPA*, *22*(2), 145–153. http://www.eksakta.ppj.unp.ac.id/index.php/eksakta

Mokaba, P. L., Gazu, N. T., Makinita, M. L., Mthombeni, N. H., Ntola, P., & Feleni, U. (2024). Manganese Oxide Applications in Sulfonamides Electrochemical, Thermal and Optical Sensors: A Short Review. *Electrocatalysis*, *0123456789*. https://doi.org/10.1007/s12678-024-00890-x

Phal, S., Nguyễn, H., Berisha, A., & Tesfalidet, S. (2021). In situ Bi/carboxyphenyl-modified glassy carbon electrode as a sensor platform for detection of Cd2+ and Pb2+ using square wave anodic stripping voltammetry. *Sensing and Bio-Sensing Research*, *34*(December 2022). https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2021.100455

Promsuwan, K., Soleh, A., Saisahas, K., Saichanapan, J., Kanatharana, P., Thavarungkul, P., Guo, C., Li, C. M., & Limbut, W. (2021). Discrimination of dopamine by an electrode modified with negatively charged manganese dioxide nanoparticles decorated on a poly(3,4 ethylenedioxythiophene)/reduced graphene oxide composite. *Journal of Colloid and Interface Science*, *597*, 314–324. https://doi.org/10.1016/j.jcis.2021.03.162

Rezaei, R. M., Soroodian, S., & Ghadir, E. (2019). Manganese oxide nanoparticles electrodeposited on graphenized pencil lead electrode as a sensitive miniaturized pH sensor. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, *30*(3), 1998–2005. https://doi.org/10.1007/s10854-018-0471-5

Saputri, L., & Marni, L. G. (2024). Analisis Kadar Timbal (Pb) Terlarut Pada Air Sungai Batanghari Kota Jambi Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *JSSIT: Jurnal Sains Dan Sains Terapan*, *2*(2), 18–25. https://doi.org/10.30631/jssit.v2i2.71

Sharma, S. (2020). *Review — Pencil Graphite Electrode : An Emerging Sensing Material and Antony Nitin Raja*. https://doi.org/10.1149/2.0012003JES

Ulumudin, M. M., & Purnomo, T. (2022). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Tumbuhan Papirus (Cyperus papyrus L.) di Sungai Wangi Pasuruan. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, *11*(2), 273–283. https://doi.org/10.26740/lenterabio.v11n2.p273-283

Zamhari, M., Hidayah, M. A., Tunjungsari, G. P., & Sedyadi, E. (2022). Electrochemical Detection of Pb(II) Using A Pencil Electrode with Square Wave Anodic Stripping Voltammetry Method. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, *7*(2), 150. https://doi.org/10.30870/educhemia.v7i2.14756