

MINI REVIEW: PEMBUATAN ESI ASAM PEROKSIDA (H₂O₂) DARI KAWAT TERSALUT AgNPs TERMODIFIKASI KITOSAN

MINI REVIEW: SYNTHESIS OF HYDROGEN PEROXIDE (H₂O₂) VIA ELECTROSYNTHESIS USING AgNPs-COATED WIRE MODIFIED WITH CHITOSAN

Suriyani, Alimuddin, Moh Syaiful Arif*

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Mulawarman University,
Samarinda 75123, Indonesia

*Corresponding author: mohsyaiful@fmipa.unmul.ac.id

Diterbitkan: 31 Oktober 2024

ABSTRACT

This mini-review discusses the development of peroxide acid (H₂O₂) ion-selective electrodes (ISE) from chitosan-modified AgNPs-coated wires. The review highlights the importance of AgNPs in enhancing electrocatalytic activity and conductivity, which are crucial for the development of high-performance electrochemical sensors. Chitosan is used as a stabilizing agent for AgNPs due to its biocompatibility and chemical stability. The coated wire-type ion-selective electrodes are utilized because this method has advantages such as rapid and accurate analysis, high selectivity, no need for separation, a wide measurement range, and low analysis costs. The methodology used in this study involves gathering information from various literature, which is then compiled into detailed case studies. This review aims to integrate information on the modification of AgNPs with chitosan for the development of new ion-selective electrodes (ISE) capable of efficiently detecting H₂O₂.

Keywords: H₂O₂, Wire-Coated ISE, AgNPs Modified with Chitosan

PENDAHULUAN

Inovasi dalam riset nanoteknologi telah menghasilkan produk-produk baru dengan kinerja yang unggul, menandakan kemajuan yang berkelanjutan dalam bidang ini. Nanopartikel menjadi bagian dari nanoteknologi yang memegang peranan penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan [1]. Nanopartikel (NP) adalah material yang mencakup zat partikulat, yang memiliki satu dimensi kurang dari 100 nm. Karena sifat optiknya yang unggul, nanopartikel logam dapat digunakan diberbagai bidang penelitian [2].

Aktivitas elektrokatalitik dan konduktivitas yang sangat baik membuat nanopartikel menjadi bahan yang unggul untuk digunakan pada permukaan elektroda, karena menawarkan berbagai macam dasar untuk pengembangan sensor elektrokimia berkinerja tinggi [3].

Hydrogen peroxide (H₂O₂) adalah cairan bening dan tidak berwarna yang menyerupai air dan dapat dicampur dengan air dalam berbagai konsentrasi. Pada konsentrasi tinggi, H₂O₂ dapat berbau asam [4]. H₂O₂ memiliki peran penting dalam berbagai aplikasi, termasuk diagnostik medis, penelitian klinis, serta industri seperti pengolahan makanan, kertas, tekstil, farmasi, dan produk pembersih serta desinfeksi [5].

Dalam industri, H₂O₂ biasanya digunakan sebagai bahan pemutih untuk kertas, pakaian, dan tekstil, serta sebagai desinfektan untuk membunuh kuman pada furnitur. Namun, H₂O₂ merupakan senyawa yang tidak aman bagi manusia karena sifat oksidannya yang dapat mengubah kondisi sel dari reduktif menjadi oksidatif, yang jika dikonsumsi terus-menerus dapat menyebabkan kanker [6]. Bahan kimia ini juga bersifat iritatif jika kontak dengan kulit, mata, dan saluran pernapasan, terutama jika kontak terjadi dalam waktu lama dan bersifat rutin [4].

Karena penggunaan H₂O₂ yang luas dalam berbagai aplikasi, pemantauan penggunaannya menjadi sangat penting. Oleh karena itu, diperlukan metode dengan sensitivitas tinggi untuk menentukan kadar H₂O₂. Penelitian ini bertujuan untuk menggabungkan informasi dari literatur terkait H₂O₂, modifikasi AgNPs dengan kitosan, dan elektroda

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



selektif ion tipe kawat. Dengan demikian, diharapkan dapat merancang elektroda selektif ion baru yang mampu mendeteksi H₂O₂ dengan lebih baik.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui pengumpulan dan analisa literatur dari berbagai jurnal ilmiah yang terkait dengan pembuatan ESI asam peroksida (H₂O₂) dari kawat tersalut AgNPs termodifikasi kitosan. Proses dimulai dengan pencarian literatur menggunakan database akademik, dengan kata kunci "H₂O₂," "deteksi H₂O₂ secara potensiometri," "AgNPs," "AgNPs termodifikasi Kitosan," "elektroda kawat terlapis,".

Artikel-artikel yang ditemukan kemudian diseleksi berdasarkan relevansi, kualitas penelitian, dan kemutakhiran informasi. Informasi tersebut kemudian disusun dan dianalisa untuk mendapatkan pemahaman yang komprehensif tentang topik tersebut.

PEMBAHASAN

Asam Peroksida (H₂O₂)

Asam peroksida merupakan agen pengoksidasi kuat (zat yang menghilangkan elektron dari reaktan lain dalam reaksi kimia redoks). H₂O₂ berperan penting dalam berbagai aplikasi [5]. Karena sifat pengoksidasinya, H₂O₂ sering digunakan sebagai pemutih untuk mendisinfeksi atau sebagai bahan pembersih. Senyawa ini bertindak sebagai oksidator dan desinfektan dengan menghasilkan spesies oksigen reaktif (radikal hidroksil dan anion superoksida) yang dapat menyerang komponen sel penting seperti DNA, lipid, dan protein [7].

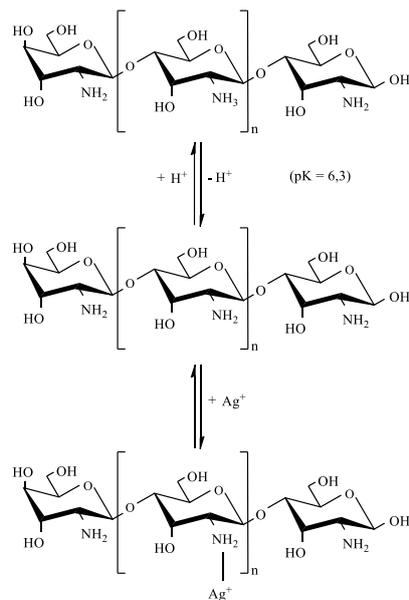
Pada penelitian Parrilla [8] "Enhanced Potentiometric Detection of Hydrogen Peroxide Using a Platinum Electrode Coated with Nafion" pelapisan elektroda platina dengan membran Nafion secara signifikan meningkatkan kemampuan deteksi potensiometrik terhadap hidrogen peroksida (H₂O₂).

Namun, penggunaan nafion membutuhkan biaya yang lebih tinggi sehingga pada penggunaan ESI kawat tersalut AgNPs termodifikasi kitosan memberikan solusi inovatif untuk deteksi H₂O₂, karena memungkinkan deteksi H₂O₂ dengan sensitivitas yang tinggi dan respon yang cepat, hal ini dikarenakan adanya interaksi langsung antara H₂O₂ dengan situs aktif pada AgNPs yang dimodifikasi dengan kitosan.

Nanopartikel Perak (AgNPs) Termodifikasi Kitosan

Reduksi kimia merupakan metode yang sering dipakai karena relatif sederhana, mudah diterapkan, dan efektif dalam menghasilkan AgNPs. Prekursor logam perak yang dipakai adalah AgNO₃. Garam perak AgNO₃ direduksi oleh berbagai agen pereduksi organik dan anorganik seperti natrium borohidrida (NaBH₄) dan hidrazina (N₂H₄). Stabilitas AgNPs sangat krusial, terutama saat nanopartikel dikarakterisasi dan diterapkan dalam berbagai produk. Kecenderungan AgNPs untuk teraglomerasi menyebabkan distribusi ukuran partikel koloid tidak merata dan terbentuknya endapan [10].

Kitosan dapat digunakan sebagai penstabil dalam sintesis nanopartikel perak karena memiliki sifat yang membantu dalam mengontrol ukuran, bentuk, dan stabilitas nanopartikel perak. Kitosan juga dapat membantu dalam mencegah aglomerasi dan oksidasi nanopartikel perak, sehingga meningkatkan efisiensi dan efektivitas aplikasi nanopartikel perak [9]. Kitosan memiliki gugus amina (-NH₂) dan hidroksil (-OH) di setiap monomernya yang dapat berinteraksi dengan kation logam transisi sehingga dapat berfungsi sebagai penstabil nanopartikel perak [10].



Gambar 1. Kompleks Kitosan-Ag⁺ [11]

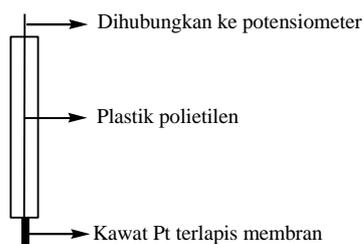
Dengan menggunakan material nano dalam pembuatan elektroda selektif ion, dapat ditingkatkan karakterisasi dari sensor ini. Dalam pembuatan elektroda selektif ion, nanopartikel sangat cocok sebagai aditif untuk meningkatkan kinerja elektroda dan mengurangi resistensi listrik [12].

Elektroda Selektif Ion (ESI) kawat tersalut

Elektroda selektif-Ion (ESI) adalah suatu sensor elektrokimia yang peka terhadap aktivitas ion larutan yang diukur yang ditandai dengan perubahan potensial secara *reversible* [13]. Metode potensial ISE adalah cabang analisis potensiometri, yang didasarkan pada hubungan fungsional antara potensial elektroda/gaya gerak listrik dan aktivitas/konsentrasi ion untuk menganalisis secara kuantitatif dan menentukan kandungan ion dalam larutan [14].

Pengukuran potensiometri menggunakan elektroda selektif ion (ESI) memiliki beberapa keunggulan, seperti analisis yang cepat dan akurat, selektivitas tinggi sehingga tidak memerlukan pemisahan, rentang pengukuran yang luas, serta biaya analisis yang rendah [13]. Elektroda tipe kawat terlapis adalah jenis Elektroda Selektif Ion di mana bahan elektroaktif dicampur dalam membran polimer tipis yang didukung, lalu dilapiskan langsung pada konduktor logam. Konduktor logam yang digunakan bisa berupa kawat tembaga, perak, platina, dan grafit [15].

Dalam pembuatan elektroda elektroda ion tipe kawat terlapis, dapat digunakan kawat platina karena kawat ini bersifat inert, tidak terpengaruh secara fisik dan kimiawi, dan tahan terhadap membran [16]. Pembuatan membran melibatkan beberapa bahan utama yaitu bahan aktif berupa kitosan, bahan pendukung berupa PVC, dan plastizer berupa DOP [14] atau dapat menggunakan DOS, serta THF sebagai pelarut [17]. Agar metode analisis menjadi selektif maka diperlukan senyawa ionofor yang dapat digunakan sebagai ionofor dalam komponen membran ESI [13]. Penggunaan Ionofor AgNPs termodifikasi kitosan memungkinkan untuk meningkatkan kinerja ESI.



Gambar 2. Elektroda kawat Pt terlapis membran [16]

Penggunaan Polivinil klorida (PVC) berfungsi sebagai matriks pendukung dan penguat karena kitosan mudah mengalami *swelling* dengan air yang mampu mengurangi kekuatan mekanik polimer kitosan dan kinerja membran. Penambahan sedikit plastizer berperan penting dalam asosiasi bahan aktif [16]. Pengujian kinerja elektroda dilakukan dengan mengukur nilai Nernst dan menentukan rentang linearitasnya. Suatu elektroda dapat dikatakan selektif ketika memiliki nilai Nernst yang mendekati teoritis, memiliki batas deteksi yang rendah, dan memiliki rentang konsentrasi yang luas [16]. Nilai faktor Nernst teoritis untuk anion monovalen yaitu sebesar 59,2 mV/dekade [14] dan untuk ion divalent sebesar 29,7 mV/dekade [17].

Dengan menggabungkan temuan-temuan ini, ESI kawat tersalut dengan AgNPs termodifikasi kitosan dapat dikembangkan untuk deteksi H₂O₂ yang lebih sensitif dan selektif. Modifikasi ini tidak hanya meningkatkan performa deteksi tetapi juga memperluas aplikasi potensial dalam berbagai bidang analisis.

KESIMPULAN

Penggunaan AgNPs termodifikasi kitosan dalam ESI kawat tersalut menawarkan solusi yang inovatif untuk deteksi H₂O₂ dengan sensitivitas tinggi dan respon cepat. Modifikasi ini meningkatkan performa deteksi dan memperluas aplikasi potensial dalam berbagai bidang analisis kimi. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan desain dan aplikasi sensor ini dalam kondisi nyata.

REFERENSI

- [1] Fatimah, Islawati, Asnidar, Hasanuddin, A. P. (2021). Pemanfaatan Chitosan Dari Limbah Kulit Udang Sebagai Pestabil Pada Nanopartikel Perak Dengan Bioreduktor Daun Serai (*Cymbopogon citratus*). *Jurnal Kesehatan Panrita Husada*, 6(2), 195-203.
- [2] Khan, Z., & AL-Thabaiti, S. A. (2022). Chitosan Capped Silver Nanoparticles: Adsorption and Photochemical Activities. *Arabian Journal of Chemistry*. 5(11), 1-17.
- [3] Ivanišević, I. (2023). Review: The Role of Silver Nanoparticles in Electrochemical Sensors for Aquatic Environmental Analysis. *Sensors*, 23, 3692. <https://doi.org/10.3390/s23073692>.
- [4] Wiranatha, I. G. P., Aryasih, I. G. A. M., & Posmaningsih, D. A. A. (2014). Pengaruh Lama Kontak Hidrogen Peroksida terhadap Keluhan Subyektif Pengrajin Lontar. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 4(1), 61-69.
- [5] Patel, V., Kruse, P., & Selvaganapathy, P. R. (2021). Solid state sensors for hydrogen peroxide detection. *Biosensors*, 11(1), 9.
- [6] Muawanah, Afiah, N., & Mashudi, E. (2020). Penetapan Kadar Hidrogen Peroksida (H₂O₂) Pada Tahu Dengan Metode Permanganometri. *Jurnal Medika: Media Ilmiah Analis Kesehatan*, 5(2), 9-13.
- [7] Yasmin, H. Z. (2023). Efektivitas Kombinasi Konsentrasi Hidrogen Peroksida (H₂O₂) Dan Waktu Kontak Sinar Ultraviolet-C Terhadap Penurunan Bakteri Coliform Pada Limbah Cair Rs Pku Muhammadiyah Surakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(1), 72-82.
- [8] Parrilla, M., Cánovas, R., & Andrade, F. J. (2017). Enhanced potentiometric detection of hydrogen peroxide using a platinum electrode coated with nafion. *Electroanalysis*, 29(1), 223-230.
- [9] Fatimah, Islawati, Asnidar, Hasanuddin, A. P. (2021). Pemanfaatan Chitosan Dari Limbah Kulit Udang Sebagai Pestabil Pada Nanopartikel Perak Dengan Bioreduktor Daun Serai (*Cymbopogon citratus*). *Jurnal Kesehatan Panrita Husada*, 6(2), 195-203
- [10] Prasetyaningtyas, T., Prasetya, A. T., & Widiarti, N. (2020). Sintesis Nanopartikel Perak Termodifikasi Kitosan dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dan Uji Aktivitasnya sebagai Antibakteri. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 9(1), 37-43.
- [11] Khan, Z., & AL-Thabaiti, S. A. (2022). Chitosan Capped Silver Nanoparticles: Adsorption and Photochemical Activities. *Arabian Journal of Chemistry*. 5(11), 1-17.
- [12] Kakhki, R. M. (2013). Application of nanoparticles in the potentiometric ion selective electrodes. *Russian Journal of Electrochemistry*, 49, 458-465.
- [13] Awaluddin, I. P., Wahab, A. W., & Maming, M. (2015). Desain Elektroda Selektif Ion Untuk Logam Timbal (II)(ESI-Pb (II)) Menggunakan Ionofor pt-Butilkaliks [4] Arena. *Al-Kimia*, 3(1), 24-33.
- [14] Zhai, J., Luo, B., Li, A., Dong, H., Jin, X., & Wang, X. (2022). Unlocking All-Solid Ion Selective Electrodes: Prospects in Crop Detection. *Sensors*, 22(15), 5541.

- [15] Noviana, L., Fardiyah, Q., & Atikah, A. *Pembuatan Elektroda Selektif Ion Timbal (II) Berbasis S-methyl-n (methylcarbamoxy) Thioacetimidate*. *Kimia.Studentjournal*, 2(1), 448–454.
- [16] Umaningrum, D., Nurmasari, R., Hasnah, S., Astuti, M. D., Wardhani, K. A., & Qalby, S. (2021). The Coated-Wire Ion-Selective Electrode (CWISE) of Tartrazine Using Chitosan as an Ionophore. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 24(6), 206-212.
- [17] Umaningrum, D. (2021). Pembuatan Sensor Methanil Yellow Tipe Kawat Terlapis Berbasis Kitosan menggunakan Dioktil Sebakat (DOS) sebagai Plasticizer. *Akta Kimia Indonesia*, 6(1), 1-11.
- [18] Putra, I. K., Fardiyah, Q., & Sulistyati, H. (2014). *Pengaruh PH dan Temperatur terhadap Kinerja Elektrroda Selektif Ion (ESI) Timbal (II) Tipe Kawat Terlapis Berbasis S-Methyl N-(Methylcarbamoxy) Thioacetimidate*. *Kimia.Studentjournal*, 2(2), 462 – 468.