

Elektroreduksi CO₂ menggunakan elektroda *boron-doped diamond* (BDD) termodifikasi emas (Au)

Jasril

Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Palopo, Palopo, Sulawesi Selatan, Indonesia

Email: jasril.chemist@umpalopo.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil elektroreduksi CO₂ menggunakan elektroda boron-doped diamond (BDD) yang didepositkan logam emas (Au). Au didepositkan pada elektroda boron-doped diamond (BDD) menggunakan teknik kronoamperometri. Berbagai konsentrasi digunakan dengan potensial deposisi secara berturut-turut -0,2 dan -0,3 V (vs Ag/AgCl). Siklik voltametri diterapkan untuk menentukan kondisi optimum elektroreduksi CO₂ pada Au. CO₂ dilarutkan dalam larutan NaCl 0,1 M dan Na₂SO₄ 0,1 M. Suatu puncak reduksi yang berhubungan dengan CO₂ muncul pada potensial -0,7 V (vs Ag/AgCl) pada larutan NaCl, sementara tidak ada puncak yang muncul pada larutan Na₂SO₄. Hasil tersebut menunjukkan bahwa modifikasi logam pada elektroda boron-doped diamond (BDD) dapat digunakan sebagai elektroda kerja pada elektroreduksi CO₂.

Kata kunci : Logam Emas, *boron-doped diamond* (BDD), elektroreduksi CO₂



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Pendahuluan

Penelitian mengenai elektroreduksi CO₂ telah lama dilakukan. Berbagai produk yang dihasilkan sudah banyak ditemukan antara lain formaldehid, Asam format, metanol dan metan [1,3]. Saeki et al telah melakukan penelitian mengenai elektroreduksi CO₂ menggunakan elektroda logam antara lain Au, Cu, Zn, Pt, Ag [1]. Pada elektroreduksi CO₂ menggunakan elektroda logam ini telah diperoleh beberapa produk senyawa organik sedangkan penggunaan elektroda nonlogam antara lain seperti Boron-Doped Diamond (BDD) telah dibuktikan menghasilkan formaldehid dengan *yield* yang tinggi [2].

Produk elektroreduksi CO₂ yang dihasilkan dipengaruhi oleh pelarut atau elektrolit yang digunakan, jenis elektroda, karena elektroreduksi CO₂ menggunakan elektroda logam dan non logam masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan maka pada penelitian ini kami mencoba menggunakan elektroda modifikasi antara elektroda logam dan nonlogam, yaitu modifikasi elektroda Au (emas)-BDD (Boron-Doped Diamond).

METODE PENELITIAN

Bahan

HAuCl₄.4H₂O dibeli dari WAKO chemicals (Japan). Elektroda Emas diperoleh dari Nilaco (Japan) dan sistem Ag/AgCl (KCl jenuh) dari BAS Inc. (Japan). Aquabides yang diperoleh dari sistem Simply_Lab (DIRECT-Q 3 UV, Milipori)

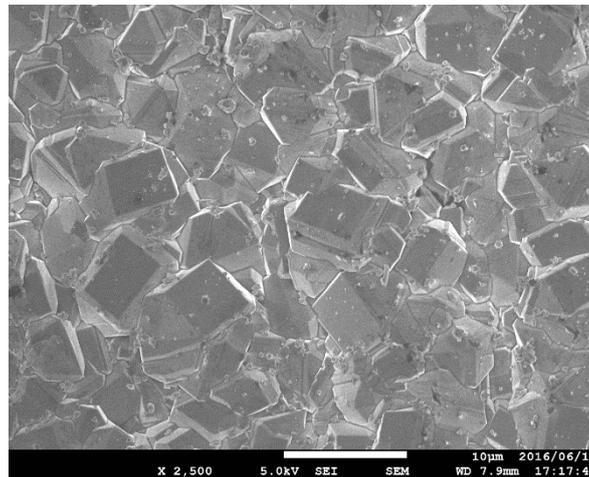
Deposisi Au pada elektroda BDD

Sebelum digunakan BDD terlebih dahulu disonikasi dengan 2-propanol kemudian disusul dengan aquabides masing-masing selama 10 menit, secara berturut-turut. Penentuan potensial deposisi emas pada BDD juga ditentukan menggunakan cyclic voltammetry dengan potensial deposisi -0.2 V (vs Ag/AgCl) sebagai potensial deposisi yang lebih negative dengan tujuan agar emas bisa tereduksi. Hal ini dilakukan menggunakan sel tunggal dengan platina spiral sebagai elektroda *counter* dan Ag/AgCl sebagai elektroda *reference*.

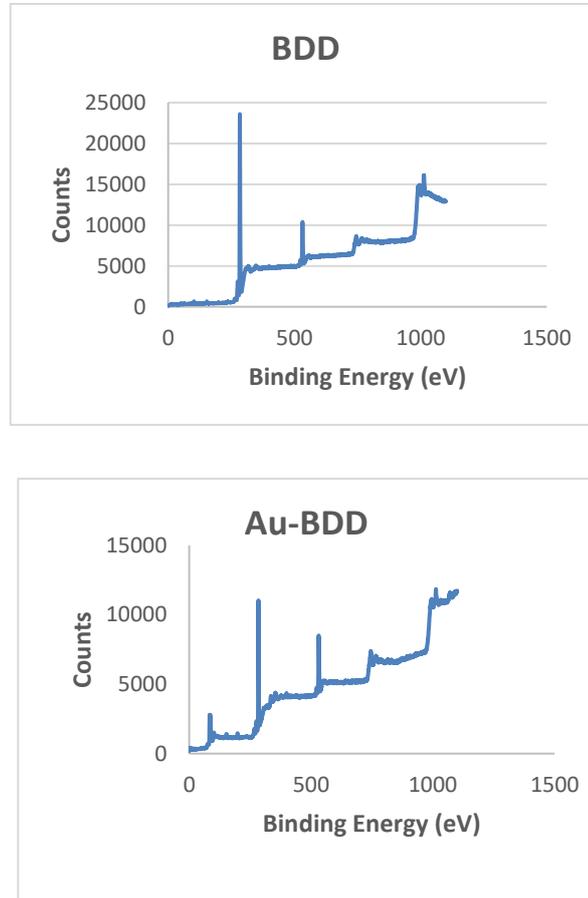
Hasil dan Pembahasan

Karakterisasi elektroda Au-BDD

Karakterisasi Au-BDD menggunakan FE-SEM menunjukkan adanya partikel yang mengkilap. Hal tersebut mengindikasikan bahwa Au telah terdeposit pada BDD. Warna mengkilap tersebut merupakan ciri khas dari logam golongan d yang apabila ditembakkan elektron maka akan memancarkan cahaya warna putih (Gambar 1).



Gambar 1. Tampilan SEM permukaan elektroda Au-BDD



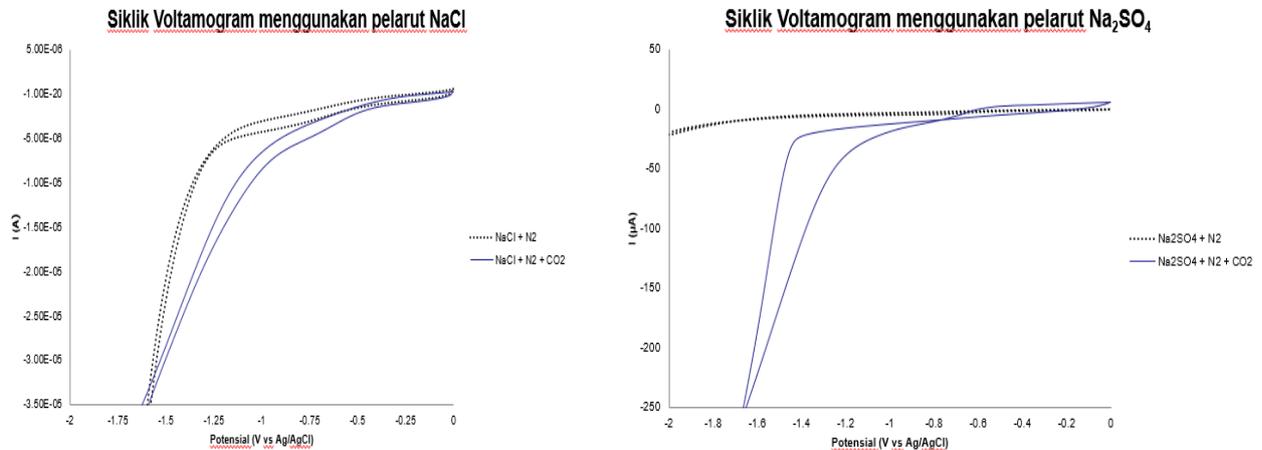
Gambar 2. Spektra (a) BDD dan (b) Au-BDD

Data XPS (Gambar 2) karakterisasi Au-BDD dibandingkan dengan data XPS pada BDD untuk mengonfirmasi adanya Au yang terdeposit pada BDD. Dari kedua data XPS tersebut terlihat puncak yang sama pada sekitar 280 eV yang mengindikasikan puncak C 1s dan puncak pada sekitar 530 eV yang mengindikasikan puncak O 1s yang menunjukkan ikatan O-H yang terbentuk pada BDD. Pada Au-BDD terdapat puncak sebagai Au pada kisaran 150 eV. Dari perbandingan kedua data tersebut dapat diketahui bahwa Au telah terdeposit pada BDD [6,7].

Penentuan pelarut CO₂

Sebelum menggunakan elektroda modifikasi terlebih dahulu melakukan penentuan elektrolit yang baik untuk melarutkan CO₂ (Gambar 3) menampilkan siklus voltammogram (CVs) CO₂ pada pelarut NaCl menggunakan BDD sebagai elektroda kerja. Penentuan dilakukan pada potensial -2 ke 0 dengan scan rate 100 mV/s. Terlihat puncak reduksi pada kisaran potensial -0.7 V (vs Ag/AgCl) yang diindikasikan sebagai puncak

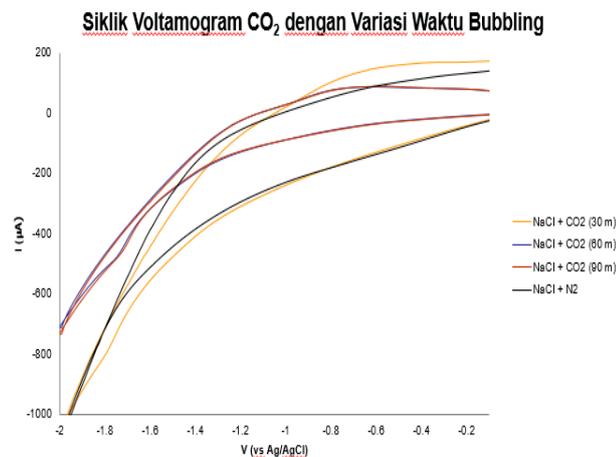
reduksi CO₂ setelah dilakukan bubbling CO₂ selama 30 menit. Sedangkan pada larutan Na₂SO₄ 0.1 M tidak terlihat.



Gambar 3. Siklik Voltamogram NaCl dan Na₂SO₄

Penentuan waktu bubbling optimum CO₂

Penentuan waktu bubbling CO₂ optimum diperlukan untuk memperoleh berapa lama waktu bubbling gas CO₂ ke dalam larutan NaCl. (Gambar 4) memperlihatkan puncak yang berkaitan dengan CO₂ pada elektroda BDD menggunakan variasi waktu bubbling 30, 60, dan 90 menit. Terlihat bahwa pada larutan NaCl 0.1 M tanpa bubbling CO₂ tidak menampilkan puncak. Setelah dilakukan bubbling CO₂ dengan waktu 30, 60, dan 90 menit terlihat puncak arus reduksi pada kisaran -1.75 V (vs Ag/AgCl). Puncak arus reduksi yang dihasilkan pada waktu bubbling 60 dan 90 menit sudah sama sehingga dapat disimpulkan lama waktu bubbling optimum CO₂ yang digunakan digunakan untuk mencapai konsentrasi jenuh adalah 60 menit.



Gambar 4. Siklik Voltamogram CO₂ dengan variasi waktu bubbling

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat penulis ambil setelah melakukan penelitian ini adalah bahwa modifikasi elektroda BDD dengan emas dapat meningkatkan efisiensi konversi CO₂ menjadi produk yang diinginkan, seperti metanol atau hidrogen. Selain itu, elektroda BDD termodifikasi emas juga menunjukkan aktivitas katalitik yang lebih tinggi dan stabilitas yang baik selama proses elektrokimia. Dalam eksperimen ini, terlihat bahwa adanya partikel emas pada permukaan elektroda BDD mampu meningkatkan reaksi reduksi CO₂ secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh sifat katalitik emas yang mampu memfasilitasi reaksi elektrokimia dengan lebih efisien. Selain itu, modifikasi dengan emas juga dapat mengurangi potensial yang diperlukan untuk menghasilkan produk reduksi CO₂, sehingga meningkatkan efisiensi proses secara keseluruhan. Untuk penelitian lanjutan, disarankan untuk melakukan studi lebih mendalam terkait mekanisme reaksi antara elektroda BDD termodifikasi emas dan CO₂. Selain itu, perlu juga dieksplorasi potensi penggunaan material lain sebagai modifikasi elektroda guna meningkatkan efisiensi konversi CO₂. Penelitian lebih lanjut juga dapat difokuskan pada optimalisasi parameter proses elektrokimia untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Saeki, K. Hashimoto, N. Kimura, K. Omata, and A. Fujishima. ("Electrochemical reduction of CO₂ with high current density in a CO₂ + methanol medium at various metal electrodes," *J. Electroanal. Chem.*, vol. 404, no. 2, pp. 299–302
- [2] Nakata, K., Ozaki, T., Terashima, C., Fujishima, A., and Einaga, Y. (2014). High-Yield Electrochemical Production of Formaldehyde From CO₂ and Seawater. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 53, 871-874
- [3] Jitaru M, Lowy D A, Toma M, Toma B C and Oniciu L 1997 *J. Appl. Electrochem.* 27 875-89
- [4] Wahyuni, W.T., Ivandini, T.A., Jiwanti, P.K., Saepudin, E., Gunlazuardi, J., and Einaga, Y.(2015). Electrochemical Behavior of Zanamivir at Gold-Modified Boron-Doped Diamond Electrodes for an Application in Neuraminidase Sensing. *Electrochemistry*, 83 (5), 357-362
- [5] Lee J and Tak Y 2001 *Electrochim. Acta* 46 3015-22
- [6] Ivandini T A, Sato R, Makide Y, Fujishima A and Einaga Y 2004 *Chem. Lett.* 33 1330-1
- [7] Ivandini T A, Sato R, Makide Y, Fujishima A and Einaga Y 2005 *Diamond Relat. Mater.* 14 2133-8