

Karakterisasi Elektroda Biochip-G IMOLA-IVD Mempergunakan Larutan Phospate Buffer Saline Sebagai Sensor pO₂ Pada Deteksi Pencemaran Air

Lazuardi Umar¹, Valendry Harvenda¹ dan Joachim Wiest²

¹Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

²cellasys GmbH - R&D, Lehrstuhl für Medizinische Elektronik TU München, Germany

email: lazuardi@unri.ac.id

Abstrak. Pencemaran air akan menurunkan tingkat kualitas air dan berbahaya jika air tersebut digunakan sebagai kebutuhan hidup sehari-hari. Pencemaran ini dapat dideteksi dengan mengamati parameter pencemar seperti tingkat oksigen terlarut (*dissolved oxygen*, pO₂). Oleh karena itu, telah dilakukan pengukuran parameter pencemar menggunakan metode elektrokimia menggunakan elektroda amperometris. Dalam proses pengukuran digunakan elektroda potensiometris dalam ukuran mikro yang disebut Biochip. Metode pengukuran ini mampu melakukan proses pengukuran langsung (*real time measurement*) dan memiliki mobilitas tinggi untuk mencapai lokasi sampel kontaminan. Komponen Biochip-C dikarakterisasi dengan menggunakan larutan standar yaitu *Phospate Buffer Saline* (PBS) 2.3 Molar dengan pH 7.3 dan 8.3 yang terintegrasi dengan perangkat IMOLA-IVD. Hasil pengukuran dengan menggunakan larutan PBS menunjukkan respon dari elektroda Biochip berupa perubahan tegangan berdasarkan perubahan kondisi elektroda biochip.

Kata kunci: pencemaran air, biochip, larutan PBS, oksigen terlarut, amperometris.

Abstract. Water pollution will reduce the quality of water and very harmful if it is used for daily consumption. This contamination can be detected by observing the pollutant parameters such as the ambient of dissolved oxygen (pO₂). Therefore, the measurement of pollutant parameters has been carried out using an electrochemical method using amperometric electrodes. In the measurement process, the micro sized electrode amperometric called biochips was used. This measurement method is able to perform direct measurements (*real time measurement*). Biochip-C component is characterized by using a standard solution namely Phosphate Buffer Saline (PBS) 2.3 Molar with pH 7.3 and 8.3 integrated with IMOLA-IVD devices. The measurement results using PBS solution showed a response in the form of electrodes biochips voltage changes based on changes in the condition of the electrode biochip.

Keywords: Water pollution, biochip, PBS solution, dissolved oxygen, amperometric

1. Latar Belakang

Air adalah bagian penting dari kehidupan masyarakat di Provinsi Riau, Indonesia. Sebagai salah satu sumber daya alam, pencemaran air akan mempengaruhi peluang pengembangan ekonomi di masyarakat dan negara dari daerah sekitarnya. Polusi air diindikasikan sebagai penurunan kualitas air sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sebagaimana dimaksud (Agustiningsih, 2012). Pencemaran air disebabkan oleh limbah-limbah yang masuk langsung ke dalam air seperti limbah industri, limbah rumah tangga dan limbah pertanian. Tingkat pencemaran air yang terjadi dapat diukur dengan mengamati perubahan parameter pencemaran air, salah satu parameter pencemaran air adalah tingkat oksigen terlarut (*dissolved oxygen*, pO₂) dalam air (Azwir, 2006; cellasys, 2013).

Langkah pencegahan perlu dilakukan untuk mengurangi dampak pencemaran air,



yaitu dengan melakukan monitoring kualitas air. Proses monitoring kualitas air dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat *Intelligent Mobile Lab in Vitro Diagnostic* (IMOLA-IVD) yang mengambil konsep *Lab On Chip* yang bertujuan untuk menyederhanakan area proses pengumpulan data sampel (Salmin, 2005; Staudacher, 2010). Perangkat IMOLA-IVD mampu melakukan pengukuran multi parametrik sebagai yaitu oksigen terlarut (pO_2), suhu, derajat keasaman (pH) dan impedansi secara bersamaan.

Penelitian ini menggunakan perangkat IMOLA-IVD menggunakan komponen Biochip-C sebagai elektroda pengukuran parameter fisis. Proses karakterisasi Biochip-C bertujuan untuk mengetahui kondisi elektroda pengukuran sebelum digunakan dalam pengambilan data pencemaran air. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan larutan uji standar Phosphate Buffer Saline pH 7.3 dengan tingkat Molaritas sebesar 2,3 Molar. Hasil pengukuran dengan menggunakan larutan PBS menunjukkan respon dari elektroda Biochip-C berupa perubahan tegangan berdasarkan perubahan kondisi elektroda biochip.

2. Metodologi

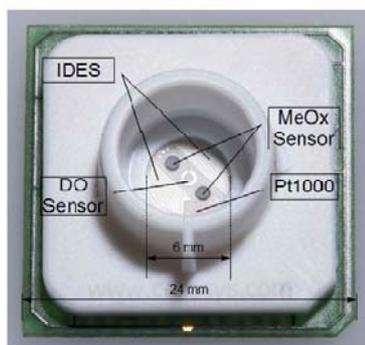
Penelitian dilakukan dengan menggunakan perangkat IMOLA-IVD yang terdapat pada perusahaan biomedik cellasys GmbH F-E yang merupakan spin off Technische Universitaet Muenchen Jerman. Karakterisasi bertujuan untuk mengetahui kondisi kelayakan dari elektroda pengukuran Biochip-C. Adapun bahan dan alat yang dipergunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Larutan Phosphate Buffer Saline

Larutan *Phosphate Buffer Saline* (PBS) merupakan larutan penyangga yang tersusun dari campuran antara Senyawa Garam dan Senyawa Asam yang membentuk larutan elektrolit dengan kandungan ion phosphate (PO_4^{3-}) di dalamnya. Larutan PBS merupakan larutan pengujian standar dengan penggunaan dalam bidang Biologi dan Kimia. Dalam proses karakterisasi digunakan larutan PBS dengan spesifikasi pH 7.3 dan tingkat Molaritas sebesar 2.3 Molar

b. Biochip –C

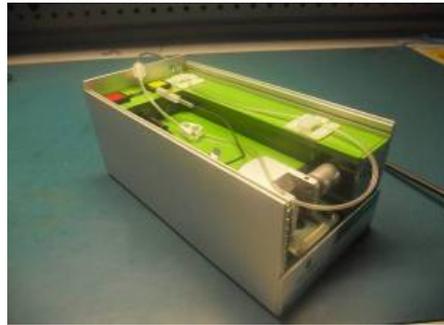
Sistem sensor yang dimiliki IMOLA-IVD merupakan kumpulan elektroda-elektroda sensor berada dalam satu paket 2 microchip sensor yang disebut *lab on chip*. Elektroda-elektroda sensor tersebut memiliki fungsi tersendiri yang bergantung pada parameter fisis yang dibaca, yaitu sensor DO sebagai elektroda pengukuran tingkat Oksigen terlarut (amperometris), sensor Metal Oksida sebagai elektroda pengukuran pH (potensiometris), sensor Pt1000 sebagai elektroda pengukuran suhu dan sensor impedansi (*Interdigitated Electrode Sensor-IDES*) sebagai elektroda pengukuran impedansi seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Tampak atas dari Biochip-C yang menunjukkan komponen sensor penyusunnya, DO sensor (oksigen terlarut), MeOx Sensor (pH), Pt1000 (suhu) dan IDES (impedansi) (Staudacher, 2011)

c. Perangkat IMOLA-IVD

Perangkat detektor yang digunakan adalah IMOLA-IVD (Intelligent Mobile Lab in Vitro Diagnostic). Pada proses pengukuran IMOLA-IVD dapat melakukan pengukuran pada sel hidup dengan kemampuan pembacaan multi parameter secara langsung (real time measurement). Perangkat IMOLA-IVD merupakan suatu sistem dengan komponen-komponen yang terintegrasi, IMOLA-IVD juga berperan sebagai pusat pengolah sinyal yang kemudian dapat ditampilkan melalui PC dan database (Wiest, 2006).

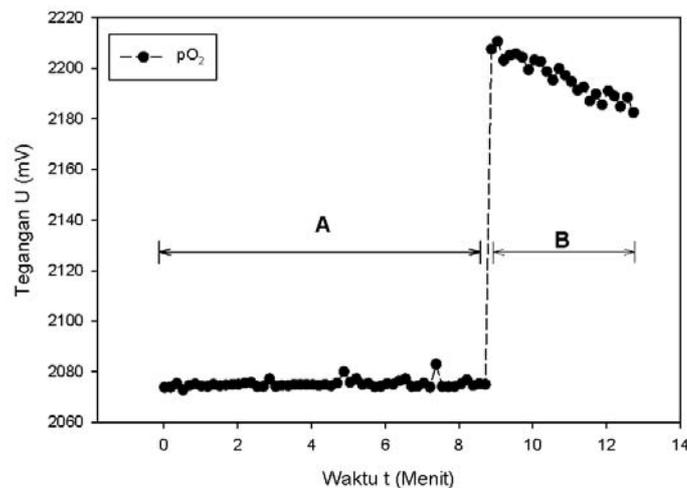


Gambar 2. Tampak Perangkat IMOLA-IVD

Proses karakterisasi komponen Biochip-C menggunakan perangkat IMOLA-IVD dan Larutan PBS seperti dijelaskan sebelumnya, dimana kondisi pengukuran yang digunakan adalah (i) kondisi IMOLA-IVD dengan pemasangan komponen Biochip-C dan kondisi (ii) komponen Biochip-C dikarakterisasi mempergunakan Larutan PBS. Dari hasil karakterisasi ini diperoleh suatu kondisi sinyal yang memperlihatkan bahwa perangkat IMOLA IVD telah siap untuk pengukuran.

3. Hasil dan Diskusi

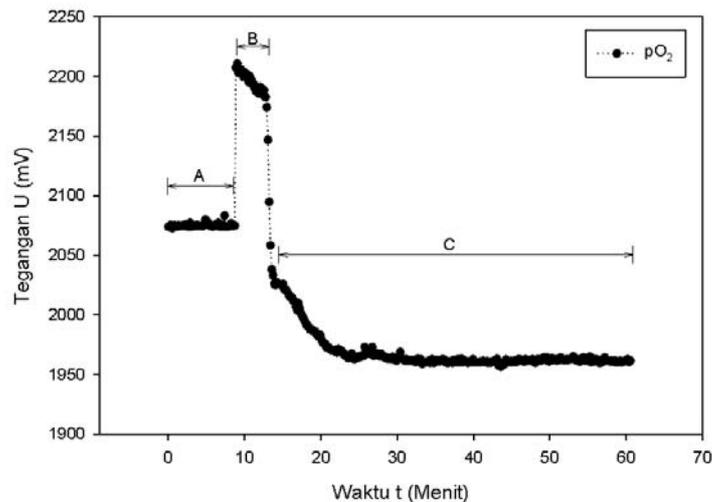
Karakterisasi perangkat IMOLA dilakukan dalam beberapa tahap pekerjaan. Pada tahap pertama dilakukan pengukuran respon IMOLA-IVD. Kegiatan ini dilaksanakan dengan mengkarakterisasi Biochip-C yang diawali dengan pengukuran respon IMOLA-IVD dengan penggunaan komponen Biochip-C, ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Hasil Pengukuran Tegangan IMOLA-IVD (A) tanpa Biochip-C (open circuit) dan (B) dengan Biochip-C

Tegangan yang dihasilkan dalam kondisi A merupakan hasil deteksi IMOLA-IVD pada kondisi tanpa Biochip-C yang merupakan tegangan default dari IMOLA-IVD dengan rata-rata tegangan yang dihasilkan sebesar 2075,1 mV. Respon perubahan tegangan terjadi secara langsung pada kondisi B ketika Biochip_C dipasang didalam IMOLA-IVD. Perubahan ini menunjukkan IMOLA-IVD mampu mendeteksi penggunaan komponen Biochip-C dengan tegangan yang dihasilkan sebesar 2198.2 mV.

Pada tahap berikutnya dilakukan pengukuran untuk melihat respon Biochip-C. Hasil karakterisasi dari Biochip-C menggunakan larutan PBS pH 7,3 dan 2,3 Molar ditunjukkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Kurva pengukuran oksigen terlarut (pO_2) pada tiga kondisi

Pada kondisi A, komponen Biochip-C tidak menggunakan Larutan PBS yang menunjukkan tegangan default tanpa Larutan. Perubahan terjadi pada awal penggunaan larutan PBS kedalam Biochip-C (Kondisi B). Pada bagian penambahan larutan PBS, nilai potensial menurun secara perlahan dan kemudian menuju titik stabil. Penurunan potensial secara perlahan akibat elektroda bioichip mengalami proses elektrolisis dari ion yang terkandung di dalam larutan PBS. Proses elektrolisis kemudian akan menuju titik stabil dimana elektroda biochip telah beradaptasi. Perubahan tegangan yang terjadi menghasilkan rata-rata perubahan tegangan sebesar 1962,41 mV. Secara keseluruhan proses karakterisasi Biochip-C dapat digambarkan dalam Gambar 5 berikut dimana (A) Kondisi Default IMOLA-IVD, (B) Kondisi IMOLA-IVD dengan Biochip-C dan (C) Kondisi IMOLA-IVD dengan Biochip-C yang menggunakan larutan PBS.

Data pengukuran karakterisasi pada Tabel 1 memperlihatkan proses perubahan sinyal yang dideteksi oleh komponen Biochip-C dalam durasi waktu pengukuran untuk tiap kondisi.

Tabel 1. Data pengukuran Karakterisasi Biochip-C

No	Waktu t (Menit)	Potensial U (mV)		Zona	Potensial U (± 100 mV)		ϵ (%)
		Min	Max		Pengukuran	Referensi	
1	0 - 9	2072.89	2083.01	A	2075.1	2045	1.44
2	10 - 12	2185.50	2210.54	B	2198.2	2045	6.96
3	13 - 60	1956.67	1973.14	C	1962.41	1845	5.96

Dari hasil pengukuran terlihat bahwa nilai pengukuran dari karakterissi Biochip-C menggunakan larutan PBS masih berada didalam jangkauan perangkat IMOLA-IVD

yang dikeluarkan oleh perusahaan cellasys. Setelah proses karakterisasi alat siap untuk digunakan pada pengukuran lainnya seperti kualitas air, aplikasi kualitas makanan, deteksi morfologi sel kanker yang berdasarkan pengukuran 4 parameter yaitu pO₂, pH, Z dan suhu T.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dilakukan Karakterisasi Biochip-C dengan pengukuran perubahan tegangan terhadap perubahan kondisi Biochip-C. Perangkat IMOLA-IVD sebagai pusat pengolahan sinyal menunjukkan respon perubahan tegangan dalam penggunaan Biochip-C selama proses pengukuran. Karakterisasi Biochip dengan menggunakan Larutan PBS pH 7.3 dan 2,3 Molar menunjukkan hasil pengukuran berupa kestabilan dari tegangan yang dihasilkan dengan rata-rata tegangan sebesar 1962,41 mV diakibatkan proses adaptasi dari elektroda Biochip-C terhadap ion-ion didalam larutan PBS.

5. Daftar Pustaka

Agustiniingsih, Dyah., 2012, Analisis Kualitas Air dan Beban Pencemaran berdasarkan penggunaan lahan di sungai belukar kabupaten Kendal. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*.

Azwir, 2006, Analisa Pencemaran Air Sungai Tapung Kiri oleh Limbah Industri Kelapa Sawit PT. Peputra Masterin pO₂ di Kabupaten Kampar, *Thesis S2 Program Magister Ilmu Lingkungan*, Program Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro, Semarang.

Biochip C Data Sheets, 2013, cellasys GmbH: Part No.: 085001. <http://www.cellasys.com/>

Salmin, Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan, 2005, *Oseana*. 30(3), 21-26.

Staudacher, P., Schmidhuber. M., Wolf. B., Wiest. J., 2010, Mobile Biosensor For Water Quality Monitoring. *In IEEE Africon*.

Staudacher, P., 2011, Detection of oil in biotope water with whole-cell biosensor system. *Bachelor Thesis*, Technische Universitaet Muenchen, Germany

Wiest, J., Stadthagen, T., Schmidhuber. M., Brischwein, M., Ressler, J., Raeder, U., Melzer, A., Wolf. B., 2006, Intelligent Mobile Lab for Metabolic in Environmental Monitoring, *Analytical Letter* 39, 1759-1771.

