

## Analisis Fisis Deteksi Kolesterol Darah Berbasis Biosensor

(Physical Analysis of Blood Cholesterol Detection Based on Biosensor)

K. Saosang dan Kasman\*)

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako

### Info

#### Article history:

Received: 29 December 2021

Accepted: 30 December 2021

Published: 31 December 2021

#### Kata kunci:

Biosensor  
Hukum Poiseuille  
Kolesterol  
Spektrofotometri

#### Keywords:

Biosensor  
Cholesterol  
Poiseuille's Law  
Spectrophotometry

### Abstrak.

Telah dilakukan penelitian tentang Analisis Fisis Deteksi Kolesterol Darah Berbasis Biosensor. Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui bagaimana analisis fisis deteksi kolesterol darah berbasis biosensor. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengukur kadar kolesterol pada sampel darah dari 7 responden dewasa dengan IMT normal (18,71-25,9) menggunakan metode spektrofotometri dan elektroda berbasis biosensor. Pada penelitian ini diperoleh nilai rata-rata kadar kolesterol darah menggunakan spektrofotometri dan elektroda berbasis biosensor masing-masing diperoleh sebesar 174 mg/dl dan 157,17 mg/dL. Berdasarkan hasil uji-t kedua nilai rata-rata tersebut diperoleh bahwa terdapat persamaan hasil pengukuran kolesterol darah menggunakan spektrofotometri dengan elektroda berbasis biosensor dengan  $p = 0,447$ . Analisis fisis tentang tekanan darah dan kolesterol darah dapat diuraikandengan persamaan Hukum Poiseuille, dimana debit aliran darah ( $Q$ ) bergantung pada jari-jari pembuluh darah ( $r$ ), kekentalan darah ( $\eta$ ), dan tekanan darah ( $P$ ). Berdasarkan penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan hasil pengukuran kadar kolesterol darah menggunakan spektrofotometri dan elektroda berbasis biosensor.

#### Abstract.

Research on physical analysis of biosensor-based blood cholesterol detection has been conducted. The purpose of this research is to find out how physical analysis of biosensor-based blood cholesterol detection is. This research was conducted by measuring the blood cholesterol levels of 7 respondents with normal BMI (18.71-25.9) using both spectrophotometry and biosensor-based electrode. Results of study were obtained that the average value of cholesterol levels using spectrophotometry and biosensor-based electrode were 174 mg/dL and 157,17 mg/dL, respectively. Based on the result of t-test, it was found there is similarity in the results of measurements of blood cholesterol levels using either spectrophotometry or biosensor-based electrode with  $p = 0,447$ . Physical analysis of blood pressure and blood cholesterol can be described by the equation for poiseuille's law, where the discharge of blood ( $Q$ ), flow depends on the radius of the blood vessels ( $r$ ), blood viscosity ( $\eta$ ) and blood pressure ( $P$ ). This research shows that there is no difference on the measurement results of blood cholesterol levels using both spectrophotometry and biosensor-based electrode.

\*) e-mail: [kasmankasman2014@yahoo.com](mailto:kasmankasman2014@yahoo.com)

DOI: 10.22487/gravitasi.v20i2.15735

## 1. PENDAHULUAN

Kolesterol merupakan unsur penting dalam tubuh yang diperlukan untuk mengatur proses kimiawi di dalam tubuh, tetapi kolesterol dalam jumlah tinggi bisa menyebabkan terjadinya aterosklerosis (penyempitan dan pengerasan pembuluh darah) [1]. Jika aterosklerosis ini terjadi di pembuluh darah jantung, maka akan menyebabkan penyakit jantung koroner [2]. Penggumpalan darah yang bercampur dengan lemak yang menempel di pembuluh darah akan menyebabkan serangan jantung [3]. Selain itu peningkatan

kadar kolesterol dapat berpengaruh terhadap peningkatan tekanan darah [4]. Semakin tinggi kadar kolesterol total maka akan semakin tinggi kemungkinan terjadinya hipertensi. Badan kesehatan dunia World Health Organization (WHO) memperkirakan 20% kejadian stroke dan lebih dari 50% serangan jantung disebabkan karena kadar kolesterol yang tinggi [5].

Kadar kolesterol dalam tubuh dapat diketahui melalui tes pemeriksaan kadar kolesterol darah yang ini biasanya



dilakukan dalam laboratorium. Pemeriksaan akan menghasilkan data perkiraan kadar kolesterol yang beredar dalam sirkulasi darah. Hasil tes rutin yang dilakukan di laboratorium akan membutuhkan waktu yang lama untuk mengetahui hasilnya dan tentu biaya juga tidak sedikit. Selain itu pemeriksaan tidak hanya memeriksa kadar kolesterol dalam darah tapi juga kadar protein dan kreatin. Pemeriksaan profil lipid biasa dilakukan di laboratorium menggunakan spektrofotometer. Pemeriksaan dengan spektrofotometer relative lebih mahal, lama, dan invasif [6]. Kesulitan ini menyebabkan timbulnya metode yang lebih praktis, yaitu electrode-based biosensor dengan berbagai merek salah satunya Nesco Multicheck. Nesco Multicheck ini memungkinkan masyarakat untuk melakukan pemeriksaan secara mandiri, lowcost, serta cara pemakaian yang lebih mudah dengan waktu yang cepat. Pengambilan sampel yang dilakukan juga tidak terlalu invasif [7].

Penelitian tentang perbandingan hasil pemeriksaan kadarkolesterol total menggunakan Electrode-based Biosensor dengan spektrofotometer pernah dilakukan sebelumnya oleh Suwandi (2013) diperoleh bahwa hasil pemeriksaan kadar kolesterol total menggunakan metode Electrode-based Biosensor sesuai dengan hasil pemeriksaan menggunakan metode spektrofotometer dengan  $p = 0,703$  [6]. Selain itu Taslim, (2017) juga pernah melakukan penelitian yang serupa dimana pada penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara hasil kadar kolesterol darah menggunakan Electrode-based Biosensor dengan spektrofotometer [8]. Namun kedua penelitian tersebut belum membahas tentang faktor utama penyebab hasil pemeriksaan kadar kolesterol total dengan menggunakan metode Electrode-based Biosensor dengan hasil pemeriksaan spektrofotometer sesuai ataupun berbeda. Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian tentang analisis fisis deteksi kolesterol darah berbasis biosensor.

## 2. BAHAN DAN METODE

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Satu set alat Nesco Multicheck, untuk mengukur kadar kolesterol darah responden
2. Tisu Alkohol 70%, untuk membersihkan jari responden sebelum pengambilan sampel.
3. Satuset alat Tensimeter digital, untuk mengukur tekanan darah responden
4. Satu set alat pengukur biometri, untuk mengukur berat badan dan tinggi badan.
5. Data hasil pengukuran kadar kolesterol responden menggunakan alat laboratorium (Spektrofotometri)
6. Responden, sebagai objek penelitian.
7. Program SPSS.

Penelitian ini yang terdiri dari beberapa tahapan yang sebagai berikut:

1. Melakukan wawancara terhadap responden untuk mendapatkan informasi apakah responden termasuk dalam kategori umur 18-45 tahun, bukan ibu hamil, dan tidak sakit. Jika tidak termasuk dalam kategori tersebut maka mencari responden selanjutnya. Jika termasuk dalam kategori tersebut maka dilakukan tahap selanjutnya.
2. Melakukan pengukuran Biometri responden seperti berat badan (BB) dan tinggi badan (TB) untuk mengetahui indeks massa tubuh responden dan mencatatnya.
3. Mengukur tekanan darah (TD) responden

4. Pengambilan sampel darah responden oleh petugas UPT Lab Sulteng untuk mengukur kadar kolesterol darah menggunakan spektrofotometri.
5. Mengukur Kolestrol Darah responden Menggunakan Nesco Multicheck oleh peneliti
6. Mencatat hasil pengukuran kadar kolesterol darah responden menggunakan alat Nesco Multicheck dan spektrofotometri.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah responden dalam penelitian ini berjumlah 7 orang dewasa seperti yang tertera dengan data medik seperti pada Tabel 1. Sedangkan data hasil pengukuran kadar kolesterol darah responden menggunakan alat spektrofotometer dan elektroda berbasis biosensor dapat dilihat pada Tabel 2.

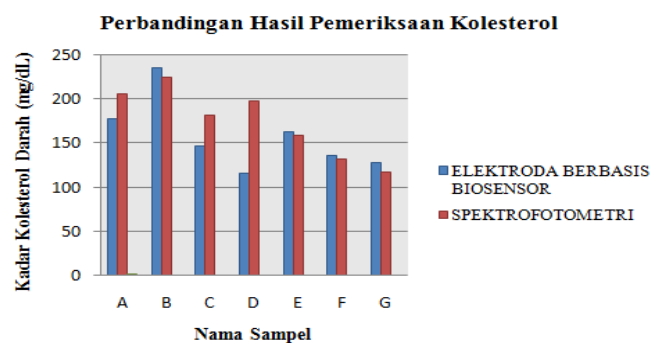
**Tabel 1** Data Medik Responden

No	Nama Sampel	Jenis Kelamin	Usia (Tahun)	IMT	Tekanan Darah	Kondisi
1	A	L	22	19,94	120,80	Sehat
2	B	P	22	20,81	130,70	Sehat
3	C	P	22	22,60	110,75	Sehat
4	D	P	23	23,73	120,80	Sehat
5	E	L	22	25,00	130,80	Sehat
6	F	P	22	18,71	120,80	Sehat
7	G	P	22	22,47	127,76	Sehat

**Tabel 2** Data Hasil Pengukuran Kolesterol Darah Menggunakan Spektrofotometer & Elektroda Berbasis Biosensor

No	Nama Sampel	Usia (Tahun)	Hasil pemeriksaan kolesterol darah (mg/dL)	
			Spektrofotometri	Elektroda berbasis Biosensor
1	A	22	205	177,6
2	B	22	225	235,5
3	C	22	182	146,7
4	D	23	198	115,8
5	E	22	159	162,1
6	F	22	132	135,1
7	G	22	117	127,4
<b>Rata-rata</b>			<b>174</b>	<b>157,2</b>

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh bahwa nilai rata-rata kadar kolesterol darah menggunakan spektrofotometri sebesar 174 mg/dL, sedangkan menggunakan alat Nesco Multicheck diperoleh nilai rata-rata kadar kolesterol darah sebesar 157,17 mg/dL. Nilai rata-rata hasil pemeriksaan Kolesterol darah tersebut digunakan untuk diuji independent sample T Test pada SPSS. Diagram balok perbandingan nilai kadar kolesterol darah menggunakan spektrofotometri dan Nesco multicheck dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Perbandingan Hasil Pemeriksaan Kolesterol

Setelah pengukuran Kolesterol darah menggunakan spektrofotometri dan elektroda berbasis biosensor, dilakukan pula uji statistik menggunakan uji independent sample T test yang biasa disebut dengan uji t. Uji statistik ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan hasil pengukuran Kolesterol darah menggunakan spektrofotometer dan Elektroda Berbasis Biosensor. Metode uji t digunakan dalam penelitian ini karena hubungan data yang diperoleh adalah acak sehingga tidak linear atau dengan kata lain tidak cocok menggunakan uji F atau uji lainnya. Oleh karena itu digunakan uji t sebagai alternatif untuk melakukan uji pada data penelitian ini.

Berdasarkan hasil uji statistik (t) independent sample T test yang terdapat pada Tabel 3 Untuk hasil pengukuran kolesterol darah diperoleh nilai thitung sebesar 0,787 dan nilai ttabel sebesar 2,179. Nilai thitung diperoleh dari perhitungan SPSS yang terlampir pada lampiran 3, sedangkan ttabel diperoleh dari tabel distribusi t.

**Tabel 3** Hasil uji statistik (t) independent-sample T test

No	Jenis	Hasil	T <sub>hitung</sub>	T <sub>tabel</sub>
1	Pengukuran kolesterol darah	Hitung-terukur	0,787	2,179

Berdasarkan hasil uji statistik seperti Tabel 3, untuk hasil pengukuran kolesterol darah. Hasil pengukuran kolesterol darah diperoleh bahwa thitung < ttabel (0,787 < 2,179). Hal ini menunjukkan bahwa nilai dari H<sub>0</sub> ditolak dan nilai H<sub>a</sub> diterima.

Berdasarkan hasil responden yang telah diwawancarai, semua responden dilakukan uji sampel darah karena telah sesuai dengan batasan masalah pada penelitian ini dimana responden keadaan sehat, usia dewasa (18-45 tahun), memiliki IMT dan tekanan darah yang normal. Terkait pengambilan sampel uji kolesterol darah responden harus memenuhi kriteria yaitu responden harus dalam keadaan sehat, usia dewasa, memiliki IMT dan tekanan darah yang normal. Hal ini dilakukan agar responden tidak mengalami Hiperkolesterolemia (kelebihan kadar kolesterol) sebagaimana yang tertera pada referensi Irianto (2014), bahwa Hiperkolesterolemia disebabkan karena faktor genetik, usia, gender, mengonsumsi terlalu banyak makanan yang mengandung kadar lemak jenuh yang tinggi, kurang olahraga, dan kurang kemampuan mengatasi stress [9].

Menurut Samad (2012), bahwa hiperkolesterolemia juga dapat mempengaruhi tekanan darah [10]. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan kekentalan darah dan penyempitan pembuluh darah akibat kelebihan kolesterol darah yang dapat meningkatkan tahanan terhadap aliran darah. Semakin kental darah yang melewati arteri maka semakin besar gesekan terhadap dinding pembuluh dan sebagai konsekuensinya diperoleh tekanan terhadap dinding arteri semakin besar. Pemilihan subyek yang tidak mengalami hiperkolesterolemia atau kadar kolesterol darah masih dalam batas kemampuan (range) yaitu 100 mg/dL hingga 400 mg/dL juga berkaitan dengan nilai cut-off alat elektroda berbasis biosensor. Jika kadar kolesterol darah subyek berada diluar range tersebut, maka kesesuaian masih dipertanyakan.

Analisis fisis tentang tekanan darah dan kolesterol darah dapat diuraikan juga dengan persamaan Hukum Poiseuille. Dimana pada persamaan Poiseuille diperoleh besaran besaran fisika seperti P (Tekanan), r (jari jari),  $\eta$  (kekentalan) dan Q (debit aliran). Besaran besaran ini dapat diilustrasikan pada

keadaan dinding pembuluh darah yang terjadi penyempitan akibat kolesterol. Dimana hukum poiseuille menyatakan bahwa kecepatan aliran bergantung pada radius, ketika radius meningkat 2 kali lipat maka kecepatan aliran darah meningkat menjadi 16 kali. Demikian juga ketika radius dibuat lebih kecil, kecepatan aliran menurun secara drastis. Hal ini yang apabila terjadi penyempitan pada pembuluh darah akibat menempelnya kolesterol, maka jari-jari (r) pembuluh darah akan mengecil sedangkan tekanan (P) tidak berubah. Akibat dari keadaan ini debit aliran darah (Q) akan menurun sehingga frekuensi detak jantung melemah berarti pemompaan darah berkurang. Kondisi ini merupakan keabnormalan jantung. Untuk mempertahankan debit aliran darah pada keadaan ini, jantung akan berdetak lebih kencang yang menyebabkan tekanan darah akan meningkat.

Berdasarkan hasil uji statistik independent-sample T test, yang disajikan pada Tabel 3, hasil pengujian tersebut tampak bahwa hasil pengukuran kolesterol memiliki nilai thitung < ttabel dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% atau  $\alpha = 0,05$  dan  $p = 0,447$ . Perbandingan kedua nilai ini menunjukkan bahwa H<sub>0</sub> ditolak dan H<sub>a</sub> diterima. Hal ini menandakan bahwa terdapat persamaan rata-rata hasil pengukuran kolesterol darah menggunakan spektrofotometer dengan menggunakan metode elektroda berbasis biosensor. Hasil ini bersesuaian dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Menurut Suwandi (2013), menyatakan bahwa hasil pemeriksaan kadar kolesterol total menggunakan metode Electrode-based Biosensor sesuai dengan hasil pemeriksaan kadar kolesterol total menggunakan metode spektrofotometer dengan  $p = 0,703$  [6].

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa dari 7 sampel yang diperiksa, diperoleh 4 sampel hasil pemeriksaan kadar kolesterol darah menggunakan spektrofotometer lebih rendah dibandingkan dengan kadar kolesterol darah menggunakan elektroda berbasis biosensor yaitu sampel B, E, F, dan G. Hal ini dikarenakan sampel darah yang digunakan dalam pengukuran menggunakan elektroda berbasis biosensor yaitu plasma darah kapiler sedangkan sampel darah yang digunakan pada spektrofotometri yaitu plasma darah Vena. Menurut Greenland (1990), proses pengambilan sampel darah kapiler dengan cara mengurut jari akan menyebabkan masuknya cairan limfe yang mengandung kolesterol [11]. Namun hal ini masih dalam perdebatan karena total lemak dalam cairan limfe prefier hanya berkisar 10%. Selisih kadar kolesterol pada sampel D sangat jauh berbeda yaitu sebesar 82,2mg/dL sedangkan pada sampel E dan F selisih kadar kolesterol sangat kecil yaitu sebesar 3,1 mg/dL.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai bahwa tidak terdapat perbedaan hasil pengukuran kadar kolesterol darah menggunakan spektrofotometri dan elektroda berbasis biosensor. Tekanan darah dan kolesterol darah dapat diuraikan juga dengan persamaan Hukum Poiseuille, dimana debit aliran darah (Q) bergantung pada jari-jari pembuluh darah (r), kekentalan darah ( $\eta$ ), dan tekanan darah (P).

#### REFERENSI

- [1] A.W., Setiyohadi, B., Alwi, I., Simadibrata M.,Setiasti S. (1984). Buku Ilmu Penyakit Dalam Jilid 3. 5th ed. Jakarta:

- Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia pp.
- [2] Bahri, A. (2004). Faktor Risiko Penyakit Jantung Koroner. e-USU:Repositor.
- [3] Ruslianti, (2014). Kolesterol Tinggi Bukan Untuk Ditakuti. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- [4] Rahayu, T. (2005). Kadar Kolesterol Darah tikus Putih (*Rattus Norvegicus* L) setelah Pemberian Cairan Kombucha per-oral. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*. Vol 6, No 2.
- [5] World Health Organization. (2013). "Silent killer, global public health crisis." In *A global brief on Hypertension Switzerland: WHO*
- [6] Suwandi, (2013). Perbandingan Hasil Pemeriksaan Kadar Kolesterol Total Metode Electrode Based Biosensor Dengan Metode Spektrofotometri. Skripsi. Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Maranatha. Bandung.
- [7] Solanki, (2008). Application on Self-Assembled Monolayer of 10-Carboxy-1-Decanethiol for Cholesterol Biosensor. *Journal of Biomedical & Pharmaceutica Engineering* 2:1, Hal 7-13.
- [8] Taslim. I., (2017). Perbedaan Hasil Kadar Kolesterol Total Antara Metode ElectrodeBasedBiosensor Menggunakan Sampel Wholeblood Dan Serum Dengan MetodeEnzymatic End Point. Fakultas Ilmu Kesehatan. Surakarta. Universitas Setia Budi Surakarta.
- [9] Irianto, Koes. (2014). *Epidemiologi Penyakit Menular dan Tidak Menular Panduan Klinis*. Bandung: ALFABETA. LIPI. (2009). Balai Informasi Teknologi, Pangan & Kesehatan. Available from: [http://www.bit.lipi.go.id/pangankesehatan/documents/artikel\\_hipertensi/hipertensi.pdf](http://www.bit.lipi.go.id/pangankesehatan/documents/artikel_hipertensi/hipertensi.pdf). [Diakses 20 Agustus 2019]
- [10] Samad, S. (2012). Analisis kecepatan Darah Pada Aorta Abdominalis Bagi Pasien Hipertensi Dengan Menggunakan Color Doppler Sonografi. Skripsi Fisika FMIPA, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- [11] Greenland, P. (1990), Blood Cholesterol Concentration: Fingerstick Plasma Vs Venous Serum Sampling. *Clinical Chemistry*, Hal.628 – 630.