

Validasi Metode Uji Kadar Malondialdehid (Mda) Pada Plasma Darah Manusia Dengan Menggunakan Spektrofotometer UV-VIS

(Validation of the Malondialdehyde (MDA) Assay Method in Human Blood Plasma Using a UV-VIS Spectrophotometer)

Yulita Gumala Sari^{*1}, Putjha Melati¹, Oktaviani¹ dan Anggi Febrianti¹

¹Universitas Bengkulu, Indonesia

*Email Co-Authors: yulitagumala@gmail.com

Info Artikel

DOI: 10.33369/pelastek.v5i1.40680

Kata Kunci:

Validasi, MDA, TBARS, Spektrofotometer, Plasma Darah.

Abstrak

Uji kadar MDA (Malondialdehid) merupakan salah satu mata acara praktikum dan penelitian yang sering dilakukan oleh mahasiswa FKIK UNIB di laboratorium Biomedik dan Laboratorium Riset FKIK UNIB. Uji kadar MDA yang sering dilakukan adalah menentukan kadar MDA pada plasma darah manusia dengan menggunakan metode Thiobarbituric Acid Reactive Substance (TBARS). Metode ini menggunakan larutan TBA sebagai bahan utama dalam melakukan uji kadar MDA, larutan TCA dan larutan TMP sebagai bahan standar MDA, yang diukur berdasarkan prinsip spektrofotometri. Penelitian ini bertujuan untuk memvalidasi metode uji kadar MDA dengan metode TBARS menggunakan Spektrofotometer UV VIS. Hal ini dikarenakan belum terdapat validasi metode yang digunakan selama praktikum dan penelitian dalam uji kadar MDA di Laboratorium FKIK UNIB, penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan data dan informasi yang valid berdasarkan hasil validasi metode uji kadar MDA yang dilakukan, sehingga dapat menjadi dasar dan acuan untuk praktikum dan penelitian uji kadar MDA pada plasma darah di Laboratorium FKIK UNIB. Hasil validasi linearitas didapatkan persamaan $y = 0,1498x + 0,048$ dengan $R^2 = 0,9991$. Kadar MDA pada sampel didapatkan sebesar 0,4973 ppm dengan nilai LoD sebesar 0,2163 ppm dan nilai LoQ sebesar 0,7210 ppm. Untuk Akurasi diperoleh dengan nilai %Recovery, dengan nilai akurasi 80% = 81,81 %, 100 % = 95,56 %, dan 120% = 125,46%. Presisi diperoleh nilai SD = 0,0427 dan nilai %RSD = 6,84 %.

Keywords:

Validation, MDA, TBARS, Spectrophotometer, Blood Plasma.

Abstract

The MDA (Malondialdehyde) content test is one of the practicum and research subjects that is often carried out by FKIK UNIB students in the Biomedical Laboratory and FKIK UNIB Research Laboratory. The MDA content test that is often carried out is determining MDA concentrations in human blood plasma using the Thiobarbituric Acid Reactive Substance (TBARS) method. This method uses TBA solution as the main ingredient in testing MDA content, TCA solution, and TMP solution as MDA standard material, which is measured based on spectrophotometric principles. This study aims to validate the test method for MDA content with the TBARS method using a UV-Vis Spectrophotometer. This is because there is no validation of the

	methods used during practicum and research in testing MDA content in the FKIK UNIB Laboratory, this study also aims to provide valid data and information based on the results of the validation of the MDA test method carried out, so that it can be the basis and reference for practicum and research on testing MDA content in blood plasma at the FKIK UNIB Laboratory. The results of linearity validation obtained the equation $y = 0.1498x + 0.048$ with $R^2 = 0.9991$. MDA concentration in the sample was found to be 0.4973 ppm with a LoD value of 0.2163 ppm and a LoQ value of 0.7210 ppm. Accuracy is obtained with the %Recovery value, with an accuracy value of 80% = 81.81%, 100% = 95.56%, and 120% = 125.46%. Precision obtained SD value = 0.0427 and %RSD value = 6.84%.
--	---

Riwayat Artikel: Diterima: 10 Maret 2025 Revisi: 25 Maret 2025 Diterima: 29 Juni 2025	Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC-BY-SA. 
--	--

PENDAHULUAN

Laboratorium Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Bengkulu (FKIK UNIB), memiliki Laboratorium Biomedik untuk kegiatan praktikum, dan Laboratorium Riset untuk kegiatan penelitian. Kedua laboratorium ini masih berkolaborasi di beberapa kegiatan praktikum dan penelitian. Salah satu kegiatan praktikum dan penelitian yang dilakukan di Laboratorium FKIK adalah bidang biokimia dengan mata acara praktikum Uji Peroksida Lipid dalam Cairan Biologi atau juga dikenal dengan Uji Kadar Malondialdehid (MDA). Praktikum ini bertujuan untuk menetapkan kadar MDA (Malondialdehid) dalam plasma darah.

MDA (malondialdehid) merupakan hasil proses peroksidasi lipid yang jumlahnya cenderung konstan terhadap proporsi dari proses stres oksidatif atau peroksidasi lipid. Oleh karena itu, MDA kerap kali dijadikan marker yang tepat untuk menilai kecepatan (rate) proses peroksidasi lipid dan menggambarkan derajat stres oksidatif yang terjadi didalam tubuh manusia (Judiono dkk., 2000). MDA merupakan biomarker atau indikator biologis yang umum digunakan selama ini yang dinilai tepat dan akurat untuk menentukan stres oksidatif pada suatu klinis/penyakit (Zahara, 2017).

Salah satu metode Uji MDA adalah metode Thiobarbituric Acid Reactive Substance (TBARS) yang berdasarkan pada prinsip spektrofotometri (Konig dan Berg, 2002). Metode ini menggunakan larutan TBA sebagai bahan utama dalam melakukan uji kadar MDA, larutan TCA dan larutan TMP sebagai bahan standar MDA. Hal ini dikarenakan larutan TBA mudah bereaksi dengan MDA (Zahara, 2017). Metode TBARS memiliki prinsip dasar bereaksinya satu molekul MDA dengan dua molekul TBA pada kondisi yang asam dengan suhu yang cukup tinggi (Josephy dan Mannervik, 2006; Wulandari, 2016). TBA memiliki nilai kepekaan yang tinggi terhadap radikal bebas dan mudah diaplikasikan pada sampel dalam berbagai tahap oksidasi. TBA akan bereaksi dengan gugus karboksilat dari MDA melalui penambahan nukleofilik membentuk kompleks MDA-TBA dalam suasana asam dan membentuk warna merah muda. Metode TBA menggunakan larutan TCA (Asam Trikloroasetat) 10%, dan TBA 0,67%. TCA berfungsi untuk mengendapkan protein yang terdapat di dalam sampel, sedangkan TBA berfungsi sebagai pengikat MDA pada sampel. (Andiriyani, 2014).

Laboratorium FKIK telah menjadi salah satu prasarana dalam melakukan praktikum dan penelitian uji kadar MDA pada plasma darah dengan metode TBARS menggunakan Spektrofotometer UV Vis, akan tetapi selama ini metode TBARS yang digunakan belum dilakukan validasi. Validasi metode sangat penting dilakukan untuk mengetahui apakah metode yang dilakukan dan hasil yang diperoleh dari pengukuran sudah memiliki data yang valid atau belum. Validasi metoda analisis adalah suatu tindakan penilaian terhadap parameter tertentu, berdasarkan percobaan laboratorium, untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya (Harmita, 2004). Belum adanya penelitian mengenai validasi metode uji kadar MDA pada plasma darah menggunakan spektrofotometer UV Vis, juga menjadi urgensi penelitian ini dilakukan agar dapat digunakan sebagai dasar bukti ilmiah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang berlangsung selama 6 bulan (Juni – November 2024) di Laboratorium Riset dan Biomedik, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Bengkulu. Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi timbangan analitik, freezer -40oC, Spektrofotometer UV-Vis, mikrosentrifus, sentrifus, tabung sentrifus, kuvet, waterbath, tabung reaksi, labu ukur 5 ml, labu ukur 10 ml, labu ukur 50 ml, labu ukur 25 ml, labu ukur 100 ml, tabung EDTA, botol sampel 10 ml, mikrotube, rak mikrotube, rak tabung reaksi, mikropipet 1- 5 µL, mikropipet 10 µL, mikropipet 200 µL, mikropipet 1000 µL, mikrotip, gelas kimia, termometer, pipet tetes, penjepit, pertas label, sudip, batang pengaduk, parafilm, aluminium foil, torniket, dan spuit 1 ml. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya, TMP (1,1,3,3 Tetrametoksipropana), TBA (Asam Tiobarbiturik), TCA (Asam Trikolasetat), plasma darah manusia, aquabidest, alkohol 70 %, batu es/ ice pack, dan tisu.

Pembuatan Larutan Stok dan Larutan Standar TMP

Larutan stok TMP dibuat dengan mengencerkan larutan induk TMP 6M menjadi 10 ppm. Larutan stok diencerkan sebanyak 7 kali untuk mendapatkan variasi deret konsentrasi sebagai larutan standar.

Optimasi Panjang Gelombang Maksimum TMP

Optimasi panjang gelombang akan dilakukan dengan cara melakukan scanning panjang gelombang terlebih dahulu pada Spektrofotometer UV Vis dengan kisaran panjang gelombang 400-600 nm. Larutan TMP (salah satu konsentrasi dari larutan standar) diberi larutan TCA 10% dan TBA 0,67% disentrifus, kemudian di scanning di rentang panjang gelombang 400-600 nm. Prinsip kerja dari pengukuran MDA adalah reaksi satu molekul MDA dengan dua molekul asam tiobarbiturat (TBA) membentuk warna merah muda yang pada umumnya diukur pada spektrofotometer panjang gelombang 532 nm. Toleransi panjang gelombang yang diperbolehkan untuk jangkauan 400 nm hingga 600 nm yaitu lebih kurang 3 nm. (DepKes RI, 1995). Pengukuran ini dilakukan dengan 3 kali pengulangan.

Pengukuran Konsentrasi Larutan Standar TMP dengan Metode TBARS

Larutan standar yang sudah dibuat diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang maksimum yang sudah didapatkan dari pengukuran sebelumnya. Langkah kerja dari pengukuran larutan standar dengan metode TBARS dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Cara kerja uji kadar MDA (Jusman, 2000).

Bahan	Uji	Blanko
Larutan TMP (5 konsentrasi)	0,25 mL	
Akuades		0,25 mL
Larutan TCA 10% (suhu dingin)	0,50 mL	0,50 mL
	Larutan dihomogenkan, disentrifugasi dengan kecepatan 3500 rpm selama 5 menit, dan diambil supernatannya.	
Larutan TBA 0,67%	0,75 mL	0,75 mL
	Larutan dihomogenkan kemudian dimasukkan ke penangas mendidih (100 °C) selama 10 menit, dinginkan, dibaca dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang maksimum diperoleh.	

Semua bahan diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dengan 3 kali pengulangan, didapatkan absorbansi masing – masing. Konsentrasi optimum dipilih jika nilai absorbansi berada pada rentang 0,2 – 0,8 (Afifah, 2018). Kurva standar diperoleh dari perhitungan nilai hasil absorbansi, untuk mendapatkan nilai linearitasnya digunakan persamaan regresi $y = a + bx$, dengan koefisien korelasi (r) untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi larutan standar.

Uji Kadar MDA pada Sampel Plasma Darah dengan Metode TBARS

Sampel darah yang digunakan yaitu darah dari salah seorang mahasiswa FKIK yang mengikuti praktikum Uji MDA. Darah diambil sebanyak 5 cc dengan menggunakan spuit dimasukkan ke tabung yang telah berisi EDTA kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3500 rpm selama 5 menit. Cairan plasma darah yang telah terpisah dari bagian padat darah dipindahkan ke mikrotube kosong. Plasma darah kemudian disimpan pada mesin pendingin -40 °C sebelum dikerjakan di laboratorium untuk pemeriksaan MDA.

Pengukuran kadar MDA pada plasma darah manusia, dilakukan dengan langkah kerja yang sama dengan langkah kerja pengukuran larutan standar TMP dan dilakukan dengan 3 kali pengulangan. Berdasarkan dari nilai absorbansi yang didapatkan akan dihitung kadar MDA dengan menggunakan rumus persamaan regresi yang diperoleh pada kurva standar.

Validasi Metode

Uji Linearitas

Larutan standar TMP dengan 7 (tujuh) konsentrasi discan dan dicatat absorbansinya. Kemudian diplot hubungan antara konsentrasi larutan standar (X) dengan luas area (Y) dari masing-masing komponen, ditentukan persamaan linear $Y = ax + b$, dihitung koefisien korelasi(r),

batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ). Batas deteksi dan batas kuantitasi masing-masing dihitung dengan persamaan $LOD = 3 \times SD / \text{slope}$ dan $LOQ = 10 \times SD / \text{slope}$. Berdasarkan pengujian optimasi dan uji kadar MDA sebelumnya dilakukan dengan 3 kali pengulangan maka dalam melakukan validasi juga dilakukan dengan 3 kali pengulangan.

Uji Akurasi

Uji akurasi (kecermatan) dilakukan dengan menggunakan metode penambahan bahan baku/standar (*standard addition method*). Pengujian akurasi dilakukan pada rentang 80%, 100% dan 120%. Untuk pengujian akurasi 80% (C1) dilakukan dengan cara memipet 0,2 ml larutan baku, 0,25 ml larutan sampel, 0,50 ml TCA dan 0,75 ml TBA. Lalu untuk pengujian sampel (C2) dilakukan dengan cara memipet 0,25 ml larutan sampel, 0,2 ml aquadest, 0,50 ml TCA dan 0,75 ml TBA. Sedangkan untuk pengujian baku (C3) dilakukan dengan cara memipet 0,2 ml larutan baku, 0,25 ml aquadest, 0,50 ml TCA dan 0,75 ml TBA. Kemudian dari setiap uji masing-masing dilakukan langkah-langkah sesuai metode TBARS sama seperti perlakuan larutan standar kemudian dimasukkan ke dalam kuvet lalu discan di spektrofotometer UV Vis.

Untuk pengujian akurasi 100% (C1) dilakukan dengan cara memipet 0,25 ml larutan baku, 0,25 ml sampel, 0,50 ml TCA dan 0,75 ml TBA. Lalu untuk pengujian sampel (C2) dilakukan dengan cara memipet 0,25 ml larutan sampel dan kemudian ditambahkan 0,25 ml aquadest, 0,50 ml TCA, dan 0,75 ml TBA. Sedangkan untuk pengujian baku (C3) dilakukan dengan cara memipet 0,25 ml larutan baku dan kemudian ditambahkan 0,25 ml aquadest, 0,50 ml TCA, dan 0,75 ml TBA. Kemudian dari setiap uji masing-masing dilakukan langkah-langkah sesuai metode TBARS sama seperti perlakuan larutan standar kemudian dimasukkan ke dalam kuvet lalu discan di spektrofotometer UV Vis.

Untuk pengujian akurasi 120% (C1) dilakukan dengan cara memipet 0,30 ml larutan baku dan 0,25 ml larutan sampel, 0,50 ml TCA dan 0,75 ml TBA. Lalu untuk pengujian sampel (C2) dilakukan dengan cara memipet 0,30 ml larutan aquadest kemudian ditambahkan 0,25 ml sampel, 0,50 ml TCA, 0,75 ml TBA. Sedangkan untuk pengujian baku (C3) dilakukan dengan cara memipet 0,30 ml larutan baku kemudian ditambahkan 0,25 ml aquadest, 0,50 ml TCA, 0,75 ml TBA. Kemudian dari setiap uji masing-masing dilakukan langkah-langkah sesuai metode TBARS sama seperti perlakuan larutan standar kemudian dimasukkan ke dalam kuvet lalu discan di spektrofotometer UV Vis. Setelah hasil setiap uji masing-masing dari 80%, 100%, dan 120 telah didapatkan, lalu hasil perhitungan akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali, dihitung dengan persamaan persentase recovery $[(C1 - C2) / C3] \times 100\%$.

Presisi

Uji keseksamaan (presisi) dilakukan sebagai uji ripitabilitas (URI) dan uji reproduisibilitas (URE). Uji ripitabilitas dilakukan dengan cara mengambil salah satu konsentrasi standar TMP yang sudah diberi TBA 0,67% dan TCA 10 % sebanyak 1 ml setelah itu discan dengan panjang gelombang 532 nm sebanyak 5 kali. Data yang diperoleh digunakan untuk menentukan keterulangan metode dan ketertiruan metode yang dinyatakan sebagai persen RSD. Dihitung standar deviasi (SD), kadar rata-rata ($\bar{X}$) dan persentase RSD sebesar $(SD / \bar{X}) \times 100\%$.

Analisis data

Hasil validasi sesuai atau tidaknya metode diperoleh dari analisis terhadap keseluruhan hasil pengukuran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Larutan Stok dan Larutan Standar TMP

Larutan stok TMP 10 ppm didapatkan dari pengenceran larutan induk TMP 6 M. Larutan standar TMP didapatkan dengan 7 variasi konsentrasi dari pengenceran larutan stok TMP 10 ppm.

Panjang Gelombang Maksimum TMP

Panjang gelombang maksimum yang diperoleh pada panjang gelombang 532 nm. Ini sesuai dengan ketentuan dimana pengukuran MDA bekisar pada panjang gelombang 530-533 nm.

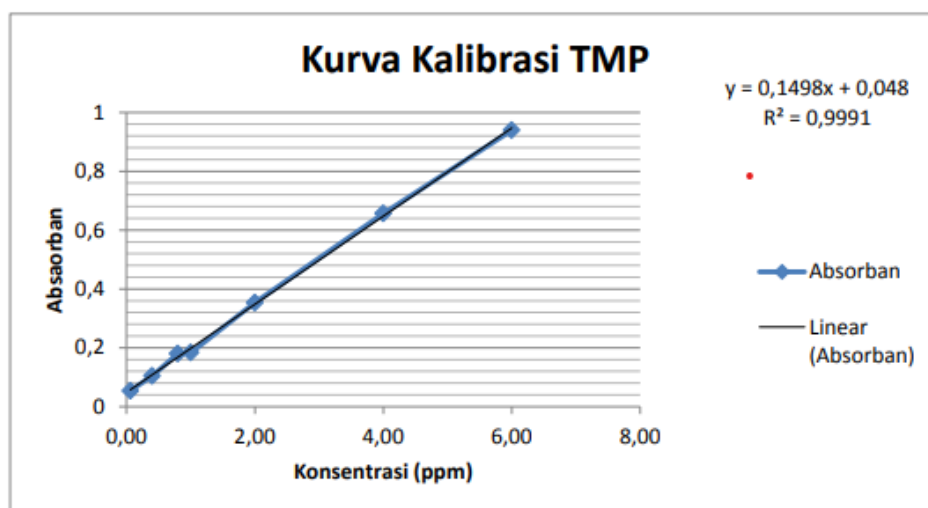
Kadar MDA dengan Metode TBARS

Hasil pengukuran kadar MDA pada 7 variasi konsentrasi larutan standar TMP dengan metode TBRAS pada panjang gelombang 532 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis dapat dilihat pada **Tabel.2**

Tabel 2. Hasil Pengukuran Absorban Larutan Standar TMP.

Kosentrasi (ppm)	Absorban (ke-1)	Absorban (ke-2)	Absorban (ke-3)
0,00006	0,053	0,055	0,054
0,0004	0,104	0,105	0,1045
0,0008	0,170	0,191	0,1805
0,001	0,182	0,185	0,1835
0,002	0,353	0,354	0,3535
0,004	0,642	0,671	0,6565
0,006	0,924	0,955	0,9395

Berdasarkan hasil pengukuran absorban yang ada pada tabel didapatkan kurva kalibrasi yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Kurva Kalibrasi Larutan Standar TMP

Berdasarkan kurva kalibrasi larutan standar TMP didapatkan persamaan regresi $y = 0,1498x + 0,048$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9991 dimana nilai ini hampir mencapai nilai 1 yang dapat diartikan bahwa data yang dihasilkan sangat baik dan dapat diterima.

Validasi Metode

Linearitas

Uji linearitas diperoleh dengan menghitung hubungan antara konsentrasi larutan standar (X) dengan luas area (Y) dari masing-masing komponen, ditentukan persamaan linear $Y = ax + b$, dihitung koefisien korelasi (r), batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ). Batas deteksi dan batas kuantitasi masing-masing dihitung dengan persamaan $LOD = 3 \times SD / \text{slope}$ dan $LOQ = 10 \times SD / \text{slope}$. Diperoleh persamaan dari kurva standar yaitu $y = 0,1498x + 0,048$ $R^2 = 0,9991$. Maka dapat dihitung konsentrasi sampel dan diperoleh kadar MDA pada sampel sebesar 0,4973 ppm.

Untuk mendapatkan LoD dan LoQ maka perlu dibuat perhitungan pada tabel 3 dan akan dimasukkan kedalam rumus.

Tabel 3. Data Untuk Perhitungan LoD.

x (konsentrasi)	y (absorbansi)	y'	y-y'	(y-y') ²
0,06	0,054	-0,0390	0,0930	0,0087
0,4	0,1045	0,0119	0,0926	0,0086
0,8	0,1805	0,0718	0,1087	0,0118
1	0,1835	0,1018	0,0817	0,0067
2	0,3535	0,2516	0,1019	0,0104
4	0,6565	0,5512	0,1053	0,0111
6	0,9395	0,8508	0,0887	0,0079
Jumlah				0,0650

Diperoleh nilai **LoD** sebesar **0,2163 ppm** dan nilai **LoQ** sebesar **0,7210 ppm**.

Akurasi

Akurasi diukur dengan pengukuran 80%, 100%, dan 120%. Masing-masing pengukuran diukur pada setiap C1, C2, dan C3, diperoleh hasil pengukuran pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran dan Perhitungan Akurasi dan Recovery

No	Absorban	Absorban C1	Absorban C2	Absorban C3	% Recovery
1	80 %	0,0568	0,073	0,605	81,81 %
2	100 %	0,755	0,072	0,686	99,56 %
3	120 %	0,725	0,0099	0,495	125,46 %

Berdasarkan perolehan kembali analit pada beberapa konsentrasi didapatkan bahwa persentase konsentrasi didapatkan ada pada rentang 80 – 120% yang artinya konsentrasi sampel pada larutan sebesar:

0,0000001 %

10⁻⁹

1 ppb

Hasil yang diperoleh sangat kecil sama dengan konsentrasi larutan standar yang digunakan.

Presisi

Presisi dilakukan dengan pengukuran berulang pada salah satu larutan standar TMP. Pengukuran berulang (*repeatabilitas*) dilakukan sebanyak 5 kali pengulangan. Hasil pengukuran dan perhitungan presisi dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Data Pengukuran Presisi.

No	X _i (absorban)	X _i -X _{rata-rata}	(X _i -X _{rata-rata}) ²
1	0,67	0,046	0,0021
2	0,658	0,034	0,0012
3	0,624	0	0
4	0,604	-0,02	0,0004
5	0,564	-0,06	0,0036
X _{rata-rata} = 0,624		Σ (X _i -X _{rata-rata}) ² = 0,0073	

Presisi dapat dihitung menggunakan rumus perhitungan, berikut :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x-x_i)^2}{n-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{0,0073}{4}}$$

$$SD = 0,0427$$

Dari nilai SD yang didapatkan maka dapat diperoleh nilai % RSD dengan rumus dan perhitungan, berikut:

$$\% \text{ RSD} = SD / X_{\text{rata-rata}} \times 100\%$$

$$\% \text{ RSD} = 0,0427 / 0,624 \times 100\%$$

$$\% \text{ RSD} = 6,84 \%$$

Menurut Sumardi (2005), keseksamaan dinyatakan dengan persentase *Relative Standard Deviation* (% RSD) dengan batas – batas yang masih dapat diterima berdasarkan ketelitiannya. Hasil persentase sebesar 6,84% menunjukkan bahwa kadar senyawa dalam larutan sampel >0,001%. Hal ini sesuai dengan konsentrasi sampel yang digunakan pada saat pengujian.

KESIMPULAN

Validasi yang telah dilakukan yaitu Linearitas dengan menghitung menggunakan persamaan kurva standar, LoD dan LoQ. Kemudian menguji Akurasi dan Presisi (*Repeatabilitas*). Hasil validasi linearitas didapatkan persamaan $y = 0,1498x + 0,048$ dengan $R^2 = 0,9991$. Kadar MDA pada sampel didapatkan sebesar 0,4973 ppm sedangkan untuk nilai LoD sebesar 0,2163

ppm dan nilai LoQ sebesar 0,7210 ppm. Untuk Akurasi diperoleh dengan nilai % Recovery, dengan nilai akurasi 80% = 81,81 %, 100 % = 95,56 %, dan 120% = 125,46%. Presisi diperoleh nilai SD = 0,0427 dan nilai %RSD = 6,84 %. Dari hasil tersebut metode yang digunakan memiliki data validasi yang baik, dan valid untuk digunakan.

REFERENSI

- Afifa, Mardiyatul. 2018. Skripsi. Pengembangan dan Validasi Metode Uji Aktivitas Antihiperlipidemia Secara In Vitro. Fakultas Farmasi, Universitas Jember, Jember
- Andiriyani, Melda Mery. 2014. Skripsi. Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Daun Bawang Mekah (*Eleutherine americana* Merr.) Terhadap Kadar Malondialdehid (MDA) Tikus (*Rattus norvegicus*) Wistar Jantan Pasca Paparan Asap Rokok. Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran. Universitas Tanjung Pura, Pontianak.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995. Farmakope Indonesia. Edisi keempat. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Harmita. 2004. Petunjuk pelaksanaan validasi metode dan cara perhitungannya Majalah Ilmu Kefarmasian. 1(3): 117–135.
- Josephy, P. D dan B. Mannervik. 2006. Molecular Toxicology. New York: Oxford University Press.
- Judiono, dkk. 2011. Effects of Oral Clear Kefir Probiotics on Glycemic Status, Lipid Peroxidation, Antioxidative Properties of Streptozotocin Induced Hyperglycemia Wistar Rats. Jurnal Gizi Indonesia Universitas Diponegoro Semarang
- Jusman Sri Widia A, Soewoto Hafiz, Sadikin Mohamad, Kurniati Vita, Wanandi Septelia Inawati, Retno Dwirini, Abadi Parwati, Prijanti Ani Retno, Harahap Indriati Pramodo. 2000. Biokimia: Eksperimen Laboratorium. Widya Medika: Jakarta.
- Konig D, Berg A. 2002. Exercise and Oxidative Stress: is there a need for additional antioxidant. *Osterreichisches J Fur Sportmedizin*, 3:6-15
- Zahara, Nadinne Ilma. 2017. Skripsi. Pengaruh Pemberian Ekstrak Semangka (*Citrullus lanatus*) terhadap kadar Malondialdehid Hepar pada Tikus Wistar Jantan dengan Diet Tinggi Lemak. Program Studi Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Malang.