

Uji Efektivitas Larutan Asam Tiobarbiturat (TBA) Expired Date dalam Praktikum Uji Kadar Malondialdehid (MDA) Darah dalam Rangka Pemanfaatan Bahan Kimia Expired Date di Laboratorium FKIK UNIB

Testing The Effectiveness of Expired Date Tiobarbituric Acid (TBA) Solution in Practical Testing of Blood Malondialdehyde (MDA) Content For The Use of Expired Date Chemical Materials in Laboratory of FKIK UNIB

Putjha Melati¹⁾, Yenni Putri Sari²⁾, Yulita Gumala Sari³⁾, Elvira Yunita⁴⁾

¹ Laboratorium Riset, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

² Laboratorium Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

³ Laboratorium Biomedik, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

⁴ Laboratorium Riset, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

Abstrak

Laboratorium FKIK Universitas Bengkulu terdiri dari Laboratorium Riset dan Laboratorium Biomedik sebagai sarana praktikum dan penelitian baik bagi Mahasiswa maupun Dosen FKIK UNIB. Uji kadar MDA (Malondialdehid) merupakan salah satu mata acara praktikum dan penelitian yang sering dilakukan oleh mahasiswa FKIK UNIB dilaboratorium. Larutan TBA adalah bahan utama dalam melakukan uji kadar MDA. TBA termasuk bahan kimia yang memiliki harga yang relatif cukup mahal. Belum adanya penelitian mengenai uji efektivitas larutan TBA *expired date* dalam praktikum uji kadar MDA, sehingga penelitian ini dilakukan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan diantaranya mengetahui bagaimana metode uji efektivitas larutan TBA *expired date* dalam uji MDA, bagaimana pengaruh larutan TBA *expired date* terhadap kadar MDA dibandingkan dengan larutan TBA *non expired date*, dan sebagai penelitian awal untuk mengetahui apakah larutan TBA *expired date* masih bisa digunakan untuk praktikum uji kadar MDA, sehingga dengan pemanfaatan ini diharapkan bisa mengurangi limbah bahan kimia dan efisiensi penggunaan bahan kimia dalam praktikum Uji kadar MDA. Metode penelitian ini menggunakan metode TBARS dengan prinsip spektrofotometri. Diperoleh nilai regresi hasil pengukuran larutan dengan menggunakan larutan TBA non expired 0,9986 sedangkan larutan TBA expired 0,9616. Hal ini menunjukkan bahwa nilai regresi larutan TBA expired tidak memenuhi persyaratan linearitas, sehingga data yang diperoleh kurang baik. Sedangkan larutan TBA non expired menunjukkan nilai regresi yang memenuhi persyaratan linearitas. Larutan TBA expired masih bisa digunakan untuk praktikum, tetapi tidak disarankan untuk digunakan dalam penelitian.

Kata Kunci : TBARS, TBA, Spektrofotometer, TMP, expired

Abstract

The Faculty of Medicine and Health Sciences, University of Bengkulu Laboratory consists of a Research and a Biomedical Laboratory as practicum and research facilities for both of Students and Lecturers. MDA (Malondialdehyde) level test is one of the practicum and research programs that is often carried out by medicine students in the laboratory. TBA solution is the main ingredient in testing MDA levels, TBA is a chemical that has a relatively expensive price. There has been no research on the effectiveness test of expired date TBA solution in the MDA level test practicum. This research was conducted with the aim of knowing how to test the effectiveness of expired date TBA solution in the MDA test, how the effect of expired date TBA solution on MDA levels compared to non-expired date TBA solution, and as a preliminary study to find out whether expired date TBA solution can still be used for the MDA content test practicum, so that with this utilization it is hoped that it can reduce chemical waste and efficiency in the use of chemicals in the MDA content test practicum. The research methodology employed in this study utilizes the Thiobarbituric Acid Reactive

Substances (TBARS) assay, which is based on the principle of spectrophotometry. The regression coefficient derived from the measurement data of the solution utilizing the non-expired TBA solution was determined to be 0.9986, whereas the expired TBA solution had a regression coefficient of 0.9616. This indicates that the regression value of the expired TBA solution fails to satisfy the criteria of linearity, hence rendering the provided data unsatisfactory. The TBA solution that has not yet expired demonstrates a regression value that satisfies the condition of linearity. Although an expired TBA solution may still be utilized for practical purposes, it is not advisable to employ it in research endeavors.

Keyword : *expired, Spectrophotometre, TBARS, TBA, and TMP,*

1. Pendahuluan

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. Selain itu, MDA juga merupakan biomarker yang dinilai tepat dan akurat untuk menentukan stres oksidatif pada suatu klinis/penyakit (Zahara, 2017).

Metode pengujian MDA salah satunya dengan menggunakan metode *thiobarbituric acid reactive substance* (TBARS) yang berdasarkan prinsip spektrofotometri (Konig dan Berg, 2002), hal ini dikarenakan TBA mudah bereaksi dengan MDA (Zahara, 2017). Metode *thiobarbituric acid reactive substance* (TBARS) yang pada dasarnya ialah bereaksinya antara satu molekul MDA dengan dua molekul TBA pada kondisi yang asam dengan suhu yang cukup tinggi (Josephy dan Mannervik, 2006; Wulandari, 2016). Kadar MDA yang tertera menunjukkan proses peroksidasi lipid yang terjadi dalam satuan nmol/mL (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).

Di laboratorium FKIK memiliki bahan kimia TBA yang sudah *expired date*, sehingga bahan tersebut tidak bisa digunakan lagi dan harus dibuang sebagai limbah bahan kimia. Akan tetapi dengan pertimbangan TBA merupakan bahan kimia yang memiliki harga relatif mahal dan masih banyak tersedia di laboratorium, maka ini jadi latar belakang penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar efektifitas larutan TBA yang *expired date* jika digunakan dalam praktikum uji kadar MDA, apakah memiliki perbedaan efektifitas yang signifikan dengan larutan TBA yang belum *expired date*. Jika efektifitas larutan TBA *expired date* tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan larutan TBA yang masih belum *expired date*, maka diharapkan larutan TBA *expired date* masih bisa dimanfaatkan untuk digunakan dalam praktikum uji kadar MDA, sehingga mengurangi pembuangan limbah dan efisiensi pengadaan bahan kimia TBA yang baru. Selain itu, belum adanya penelitian mengenai uji efektifitas larutan TBA *expired date*, maka menjadikan penelitian ini ingin dilakukan sebagai dasar bukti ilmiah.

2. Bahan dan Metode

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium Riset dan Biomedik Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Bengkulu, selama 4 (empat) bulan dari bulan Juli hingga Oktober 2022.

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi Timbangan Analitik, Refrigerator, Spektrofotometer UV Vis, Sentrifus, Tabung Sentrifus, Kuvet, Waterbath, Tabung reaksi, Labu ukur 5 ml, Labu ukur 10 ml, labu Ukur 50 ml, labu ukur 25 ml, Mikrotube, Rak Mikrotube, Rak tabung reaksi, Mikropipet 1- 5 μ L, Mikropipet 10 μ L, Mikropipet 200 μ L, Mikropipet 1000 μ L, Mikrotip,

Gelas kimia, Termometer, Pipet tetes, Penjepit, Kertas label, Sudip, Batang pengaduk, Parafilm dan Aluminium Foil.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya, TMP (1,1,3,3 Tetrametoksipropana), TBA (Asam Tiobarbiturik) *expired date*, TBA (Asam Tiobarbiturik), TCA (Asam Trikolasetat), Asam Asetat, Aquabidest, Alkohol 70 %, Batu Es/ Ice Pack, Tisu.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Pembuatan larutan stok dan Pembuatan larutan standar TMP

Pembuatan larutan standar untuk pengukuran kadar MDA dengan menggunakan larutan 1,1,3,3- *tetramethoxypropane* (TMP). Terlebih dahulu dibuat larutan stok TMP dengan cara pengenceran TMP (6 M) menjadi 10 ppm. Kemudian dari larutan stok TMP (10 ppm) akan dilakukan pengenceran sebanyak 5 (lima) deret konsentrasi yang berbeda sebagai larutan standar.

2.3.2 Optimasi panjang gelombang maksimum TMP

Optimasi panjang gelombang dengan cara melakukan *scanning* panjang gelombang pada Spektrofotometer UV Vis direntang panjang gelombang 400-600 nm. Larutan TMP (salah satu konsentrasi dari larutan standar) yang sudah direaksikan dengan larutan TCA 10% dan TBA 0,67% *expired date* dan *non expired date*, dan disentrifuge, di *scanning* di rentang panjang gelombang 400-600 nm. Panjang gelombang maksimum adalah yang memiliki nilai absorban paling tinggi. Menurut Wahdaningsih (2016), 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)

2.3.3 Pengukuran Konsentrasi larutan standar TMP dengan metode TBARS

Pengukuran konsentrasi larutan standar TMP dilakukan dengan cara masing-masing deret 5 (lima) konsentrasi larutan standar TMP diukur dengan spektrofotometer UV Vis dengan langkah kerja pada tabel 1 berikut:

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

Bahan	Uji	Blanko
Larutan TMP (5 konsentrasi)	0,25 ml	-
Aquadest	-	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% (<i>expired</i> dan <i>non expired</i>)	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.	

Langkah pada tabel diatas dilakukan untuk masing-masing 5 (lima) deret konsentrasi larutan standar TMP, sehingga akan diperoleh nilai absorban pengukuran. Konsentrasi optimum dipilih jika nilai absorban berada pada rentang 0,2 – 0,8 (Afifah, 2018). Nilai absorban yang diperoleh kemudian dihitung kurva standarnya untuk dilihat nilai linearitasnya. Masing-masing konsentrasi larutan standar dan hasil pengukuran absorbansinya diplot sebagai kurva standar. Dilakukan perhitungan menggunakan persamaan regresi $y = a + bx$, dengan koefisien korelasi (r) untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi larutan standar (Kurniasari, 2017).

2.3.4 Uji Efektivitas larutan TBA expired date

Uji efektivitas penggunaan larutan TBA *expired date* dilakukan dengan melihat perbandingan efektivitasnya dengan larutan TBA *non expired date*. Hasil pengukuran dilihat dari hasil kadar MDA dengan metode TBARS.

3. Hasil dan Pembahasan

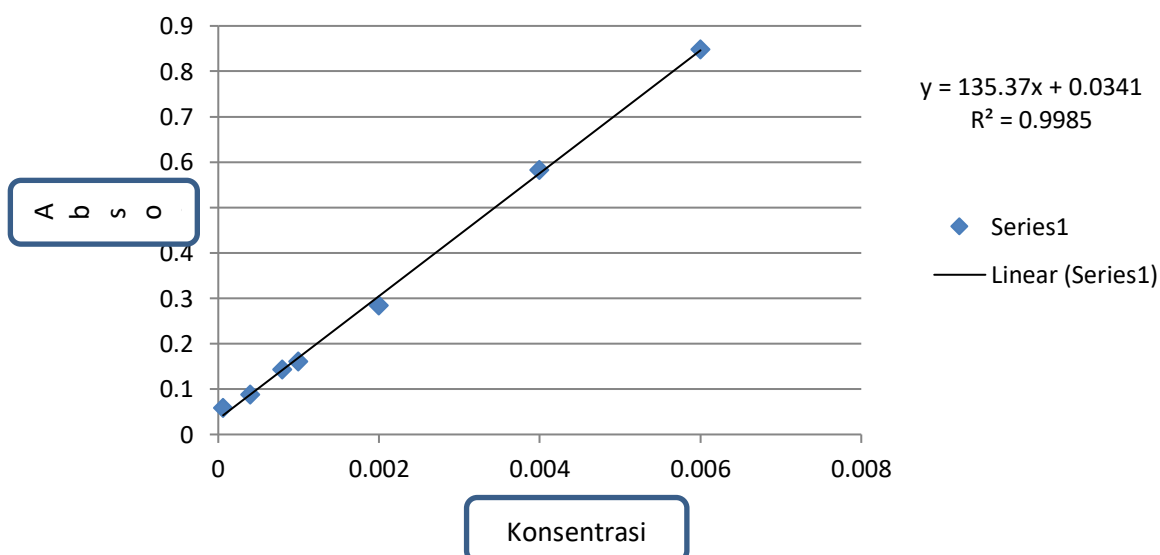
3.1 Hasil Pengukuran Optimasi larutan standar TMP dengan menggunakan TBA non expired

Optimasi larutan standar TMP dengan menggunakan larutan TBA 0,67% *non expired* atau kondisi TBA masi baru. Larutan standar TMP yang digunakan ada 7 deret konsentrasi dengan pengulangan uji sebanyak 3 kali pengulangan. Pengukuran optimasi diperoleh panjang gelombang maksimal yaitu di 532 nm. Sehingga pengukuran selanjutnya menggunakan panjang gelombang 532 nm. Berikut hasil pengukuran Optimasi larutan standar TMP menggunakan TBA *non Expired* dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Optimasi Larutan Standar TMP dengan TBA *non expired*

Konsentrasi (ppm)	Absorban Pengulangan 1	Absorban Pengulangan 2	Absorban Pengulangan 3	Absorban Rata-Rata
0,00006	0,055	0,056	0,065	0,059
0,0004	0,083	0,102	0,08	0,088
0,0008	0,137	0,145	0,149	0,144
0,001	0,157	0,156	0,171	0,161
0,002	0,285	0,282	0,289	0,285
0,004	0,579	0,58	0,589	0,583
0,006	0,85	0,851	0,845	0,849

Setelah diperoleh rata-rata absorban maka diperoleh kurva standar larutan sehingga dapat dilihat nilai regresinya apakah sudah memenuhi standar lineatitas dari pengukuran. Berikut kurva standar yang diperoleh dari pengukuran diatas dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Kurva standar Optimasi larutan standar TMP dengan TBA *non expired*

Dari kurva standar yang dieproleh diatas didapatkan nilai regresinya yaitu 0,9985 dimana nilai tersebut memenuhi persyaratan linearitas sehingga data bisa diterima dan digunakan untuk selanjutnya.

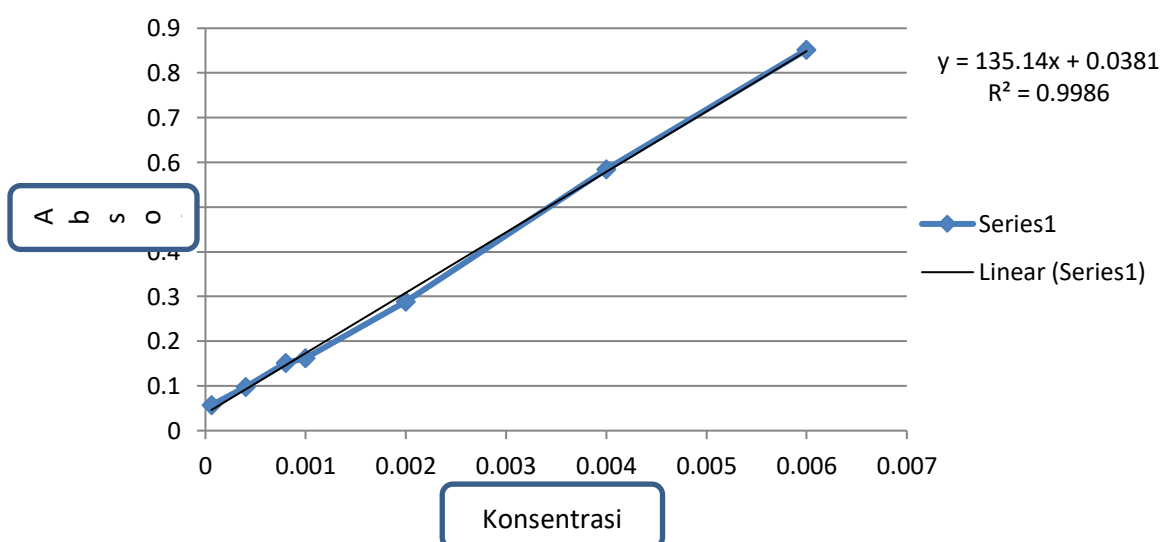
3.2 Pengukuran Larutan TBA *Non Expired*

Setelah dilakukan optimasi larutan standar TMP maka dilanjutkan dengan pengukuran larutan dengan menggunakan TBA *Non expired*. Didapatkan hasil absorban pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengukuran larutan dengan menggunakan TBA *Non expired*

No	Konsentrasi	Absorban Pengulangan 1	Absorban Pengulangan 2	Absorban Pengulangan 3	Rata-Rata Absorban
1	0,00006	0,068	0,052	0,050	0,057
2	0,0004	0,107	0,106	0,081	0,098
3	0,0008	0,166	0,152	0,134	0,151
4	0,001	0,180	0,154	0,153	0,162
5	0,002	0,304	0,283	0,280	0,289
6	0,004	0,591	0,577	0,588	0,585
7	0,006	0,878	0,841	0,839	0,852

Dari hasil pengukuran diatas maka dapat diperoleh kurva standar pada gambar 2 dibawah ini. Dapat dilihat pada kurva standar diperoleh nilai regresi yaitu 0,9986. Dimana larutan dengan menggunakan TBA *Non expired* memenuhi persyaratan linearitas.

**Gambar. 2** Kurva Standar larutan dengan menggunakan TBA *Non expired*

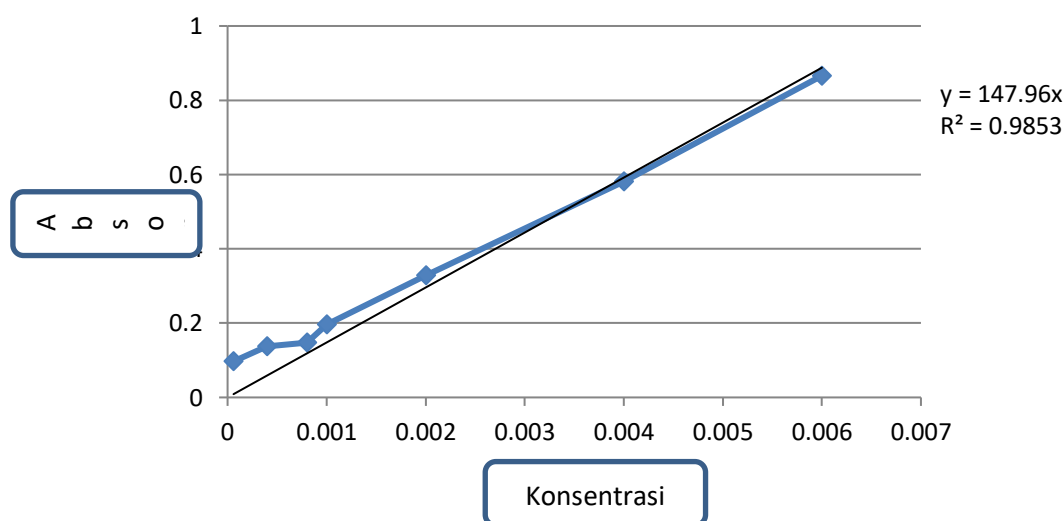
3.3 Pengukuran Larutan TBA *Expired*

Setelah dilakukan pengukuran larutan TBA *Non expired* maka dilanjutkan dengan pengukuran larutan standar dengan menggunakan TBA *Expired*. Dilakukan sama dengan pengukuran

sebelumnya yaitu dengan 3 kali pengulangan. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Pengukuran larutan TBA *Expired*

No	Konsentrasi	Absorban Pengulangan 1	Absorban Pengulangan 2	Absorban Pengulangan 3	Rata-Rata Absorban
1	0,00006	0,125	0,089	0,078	0,097
2	0,0004	0,169	0,125	0,119	0,138
3	0,0008	0,168	0,134	0,144	0,148
4	0,001	0,221	0,198	0,172	0,197
5	0,002	0,351	0,333	0,298	0,328
6	0,004	0,612	0,566	0,564	0,581
7	0,006	0,963	0,811	0,824	0,866



Gambar 3. Kurva standar hasil pengukuran larutan TBA *Expired*

dari hasil kurva standar pada gambar diatas menunjukkan bahwa nilai regresi yang dihasilkan adalah 0,9616. Nilai regresi tersebut tidak memenuhi persyaratan linearitas, sehingga memberikan data kurang baik. Sesuai dengan persyaratan linearitas nilai regresi yang memenuhi adalah di angka 0,98-0,99. Nilai regresi dengan menggunakan TBA *non expired* menunjukkan lebih bagus dengan memenuhi persyaratan dibandingkan dengan larutan dengan menggunakan TBA *expired*.

4. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu hasil pengukuran larutan standar menggunakan larutan TBA *non expired* diperoleh nilai regresi dari kurva standar sebesar 0,9886. Sedangkan hasil pengukuran larutan standar menggunakan larutan TBA *expired* diperoleh nilai regresi dari kurva standar sebesar 0,9616, dan ini menunjukkan bahwa data hasil pengukuran tidak memenuhi syarat linearitas. Dari hasil pengukuran tersebut maka dapat disimpulkan pula TBA *expired* tidak memenuhi persyaratan untuk digunakan dalam penelitian, sedangkan untuk praktikum masih bisa digunakan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan Terima kasih kami ucapkan kepada Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Bengkulu, Lab Riset FKIK Universitas Bengkulu, dan semua pihak yang sudah membantu penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Adyitia Asri , Untari Eka Kartika , dan Wahdaningsih Sri. 2014. Efek Ekstrak Etanol Daun Premna cordifolia terhadap Malondialdehida Tikus yang Dipapar Asap Rokok. *Pharm Sci Res*, 1(2), Hal 104-115.
- 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.
- Dalle-Donne I, Rossi R, Colombo R, Giustarini D, Milzani A. 2006. Biomarkers of Oxidative Damage in Human Disease. *Clin Chem*, 52:601–23
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995. *Farmakope Indonesia*. Edisi keempat. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Devlin, M. T., 2002. *Bioenergetics and Oxidative Metabolism in: Biochemistry with Clinical Correlations*. 5th ed. Wiley-liss, Canada.p.590-592.
- Dewi, Fera Kartika. 2016. Efek Ekstrak Kulit Buah Rambutan Terhadap Jumlah Eritrosit, Kadar Hemoglobin dan Hematokrit Tikus Putih yang Dipapar Asap Rokok. Skripsi. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Negeri Semarang
- Febrina Lizma, Helmi, dan Rijai Laode. 2016. Profil Kadar Malondialdehida, Glukosa dan Kolesterol Pada Tikus Putih Yang Terpapar Asap Rokok. *J. Trop. Pharm. Chem*, 3(4): 277-282
- Gandjar, I. G., dan A. Rohman. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Halliwell B. 2006. Reactive Spesies and Antioxidants: Redox Biology is a Fundamental Theme of Aerobic Life. *Plant Physiol*, 141:312–22.
- Halliwell, B., dan Gutteridge, J. M. C., 2007. *Free Radicals in Biology and Medicine*. New York: Oxford University Press.p.19-633.
- Hariati Andi, Bukhari Agussalim, Hadju Veni. 2020. Efek Pemberian Madu Pada Ibu Hamil Anemia Terhadap Kadar MDA, 8OHdG Dan Hemoglobin. *Jurnal Kesehatan*, 14(1) : 53-59.
- Harmita. 2004. *Petunjuk pelaksanaan validasi metode dan cara perhitungannya*. Majalah Ilmu Kefarmasian. 1(3): 117–135.
- Heza Fuad Noor, Wahono Bayu Suko, Festiawan Rifqi. 2020. Antioksidan untuk Olahraga Kesehatan. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi*, 6(2): 200-205.

- Indrayanto, G., dan M. Yuwono. 2003. *Validation of TLC Analyses in Encyclopedia of Chromatography*. Surabaya: Airlangga University Indonesia.
- Jetawattana, Suwirol. 2005. Malondialdehyde (MDA) a lipid oxidation product. *Free Radicals in Biology and Medicine, Spring*, 77:222.
- 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.
- Kapusta, Aleksandra., dkk. 2018. Relationship Between The Degree of Antioxidant Protection and The Level of Malondialdehyde in High-Performance Polish Holstein-Friesian Cows in Peak of Lactation. United States: PLoS ONE
- Kevin C, Kregel HJ, Zhang. 2006. An integrated view of oxidative stress in aging: basic mechanisms, functional effects, and pathological considerations. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 292(1):18–36.
- Konig D, Berg A. 2002. Exercise and Oxidative Stress: is there a need for additional antioxidant. *Osterreichisches J Fur Sportmedizin*, 3:6-15
- Lasut, Robby. 2006. Tesis. Implementasi Manajemen Bahan Kimia & Limbah Laboratorium Kimia. Program Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Meilina. 2017. Tesis. *Extra Virgin Olive Oil Menurunkan Kadar MDA (Malondialdehyde) Pada Tikus (Rattus norvegicus) Jantan Galur Wistar yang Dipapar Asap Rokok*. Program Magister Ilmu Biomedik Fakultas Kedokteran. Universitas Udayana, Denpasar.
- Melati, Putjha. 2021. *PENGARUH PENGGUNAAN LARUTAN ASAM TRIKLOOROASETAT TERHADAP KADAR MALONDIALDEHID PLASMA DARAH SEBELUM DAN SETELAH DISIMPAN PADA TEMPERATUR RENDAH*. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium (Temapela)*, 4 (1) : 30-34
- Muchtadi, Deddy. 2013. *Antioksidan dan Kiat Sehat di Usia Produktif*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Mudassir. 2012. *Analisis Kadar Malondialdehid (MDA) Plasma Penderita Polip Hidung Berdasarkan Dominasi Sel Infamasi Pada Pemeriksaan Histopatologi*. Bagian Ilmu Kesehatan Telinga Hidung Tenggorok–Kepala Leher Fakultas Kedokteran. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Mulianto, Nurrachmat. 2020. Malondialdehid sebagai Penanda Stres Oksidatif pada Berbagai Penyakit Kulit. *CDK-282*, 47(1) : 39-44.
- Nazaruddin, dkk. 2011. Kadar Thiobarbituric Acid Reactive Substance (TBARS) Serum Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Jantan yang Diberi Pakan Mengandung Ikan yang Diasinkan dan Minyak Jagung Konsentrasi Tinggi. Banda Aceh: *Jurnal Sains Pertanian Universitas Syiah Kuala Banda Aceh*.

- Prasetyawati, R.C. 2003. Skripsi. *Evaluasi Daya Antioksidatif Oleoresin Jahe Terhadap Aktivitas Superoksida Dismutase (SOD) Hati Tikus yang Mengalami Perlakuan Stres*. Fakultas Teknologi Pertanian Bogor : Bogor.
- Ramadhanti, Annisa Putri. 2016. Skripsi. *Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Honje Hutan Etlingera hemisphaerica (Blume) R.M.Sm Terhadap Kadar Glukosa dan Kadar Malondialdehid Mus musculus Swiss Webster yang Terpapar Merkuri Klorida (HgCl₂)*. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan. Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Reilly PM, Schiller HJ, Bulkley GB. 1991. Pharmacologic approach to tissue injury mediated by free radical and other reactive oxygen metabolites. *Am J Surg*, 161:488-502.
- Risnawati A. 2007. Skripsi. *Efek pro-oksidasi dan anti-oksidasi teh hijau (camellia sinensis) pada khamir Candida sp. Y390 yang diperlakukan dengan parasetamol berdasarkan peroksidasi lipid*. FMIPA ISTN, Jakarta.
- Sari, Indah Pertama. 2020. Tesis: *Efek Latihan Fisik Terhadap Kadar malondialdehid dan Ekspresi Gen Vascular Endothelial Growth Factor Pada Hewan Model Penuaan yang di Induksi D-Galaktoza*. Program Studi Magister Ilmu Biomedik. Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- Siswonoto, Susilo. 2008. Tesis. *Hubungan Kadar Malondialdehid Plasma dengan Keluaran Klinis Stroke Iskemik Akut*. Program Pasca Sarjana Magister Ilmu Biomedik dan Program Pendidikan Dokter Spesialis I Ilmu Penyakit Saraf. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Suryohudoyo, P. 2000. Kapita Selekta Ilmu Kedokteran Molekuler. Jakarta Penerbit CV Sagung Seto.
- Sutari, Vasa Tassa dan Sugito. 2013. Kadar Malondialdehid (MDA) Pada Jaringan Hati Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Diberi Cekaman Panas dan Pakan Suplementasi Tepung Daun Jaloh (*Salix tetrasperma* Roxb). Banda Aceh: Jurnal Medika Veterinaria Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.
- Tahir, I. 2008. *Arti Penting Kalibrasi pada Proses Pengukuran Analitik: Aplikasi pada Penggunaan pHmeter dan Spektrofotometer UV-VIS*. Yogyakarta: Laboratorium Kimia Dasar UGM.
- Wahdaningsih, Sri. 2016. Pengaruh Pemberian Fraksi Metanol Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyhizus*) Terhadap Kadar Malondialdehid Pada Tikus (*Rattus novergicus*) Wistar Yang Mengalami Stres Oksidatif. *Jurnal Pharmascience*, 3(1), hal: 45 – 55.
- Wibowo, Tommy. 2013. Skripsi. *Gambaran Malondialdehid (MDA) dalam Urin Perokok dan bukan Perokok pada Mahasiswa FKIK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta Pada Tahun 2013*. Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Winarsi, H.M.S. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Cetakan 5. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.p.11-37, 49-58, 77-81.
- Wulandari, Erni. 2016. Efek Ekstrak Kulit Buah Rambutan Terhadap Kadar Mda dan Sod Tikus yang Dipapar Asap Rokok. Skripsi. Tidak diterbitkan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang

- Yosika, Ghana Firsta, Sukoco Pamuji, Pranoto Adi, Purwoto Septyaningrum Putri. 2020. Penurunan *malondialdehyde* serum setelah latihan interval dan *continuous* di pagi hari pada perempuan obesitas. *Jurnal SPORTIF: Jurnal Penelitian Pembelajaran*, 6(2) : 288-303.
- Zahara, Nadinne Ilma. 2017. Skripsi. *Pengaruh Pemberian Ektrak Semangka (Citrullus lanatus) terhadap kadar Malondialdehid Hepar pada Tikus Wistar Jantan dengan Diet Tinggi Lemak*. Program Studi Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Malang.