

The Differences on Cholesterol Levels was Centrifuged Samples after Freezed for 30 Minutes and 2 Hours

Chalista Prarastri¹, & Hari Saktiningsih^{1*}

¹Program Studi D-III Teknologi Laboratorium Medis, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional, Jl. Raya Solo-Baki, Kwarasan, Grogol, Sukoharjo, 57552, Indonesia;

Article History

Received : April 28th, 2024

Revised : May 10th, 2024

Accepted : June 14th, 2024

*Corresponding Author:

Hari Saktiningsih, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional, Program Studi D-III Teknologi Laboratorium Medis, Jl. Raya Solo-Baki, Kwarasan, Grogol, Sukoharjo, 57552, Indonesia;

Email:

hari.sakti@stikenas.ac.id

Abstract: Cholesterol is one type of fat commonly recognized by the public that has a function for the formation of a number of important components. The pre-analytical stage accounts for 68% of errors in the laboratory, one of which is in the sample processing section, namely the delayed serum preparation process, this can affect the results that are not appropriate. The purpose of this study was to determine the difference in cholesterol levels in centrifuged samples after freezing 30 minutes and 2 hours. This type of research is experimental research. This research was conducted at the Clinical Chemistry Laboratory of the National College of Health Sciences. The sampling technique used was quota sampling. The samples used were serum consisting of 2 handling groups from 21 respondents. The study used SPSS 25.0 data analysis with paired T test where previously data normality test was conducted. Data were tested with data normality using the Shapiro-wilk test because the sample was less than 50. The results of the study in the paired T test sig (2-tailed) is 0.014 (p value > 0.05) can be concluded that there are differences in cholesterol levels in centrifuged samples after freezing 30 minutes and 2 hours.

Keywords: 2 hours delay, 30 minutes delay, centrifugation, cholesterol.

Pendahuluan

Kolesterol salah satu jenis lemak yang umum dikenal oleh masyarakat. Kolesterol adalah suatu komponen utama yang berada pada struktur selaput sel, juga bahan perantara untuk pembentukan sejumlah komponen penting seperti vitamin D, hormon seksual dan asam empedu. Kolesterol dalam tubuh terutama terdapat di hati dengan 50% total sintesis dan sisanya di usus, kulit dan seluruh jaringan yang mengandung sel berinti (Wahyudiati, 2017).

Parameter pemeriksaan kolesterol dapat diuji menggunakan beberapa metode salah satunya adalah CHOD-PAP (Cholesterol Oxidase Peroxidase Aminoantipyrine Phenol). Sampel atau spesimen yang digunakan adalah serum atau plasma dengan antikoagulan EDTA (Etilen Diamin Tetra Acetat), namun yang umumnya digunakan

adalah sampel serum (Kamilla dan Slamet, 2017). Serum merupakan bagian darah cair yang tidak mengandung faktor-faktor pembekuan darah dan sel-sel darah karena protein darah sudah berubah menjadi fibrin. Serum diperoleh dari spesimen darah tanpa antikoagulan yang dimasukkan kedalam tabung, dan dibiarkan membeku (Inayah *et al.*, 2023).

Tahap pra analitik adalah tahap yang akan menentukan apakah serum yang diperoleh baik untuk pemeriksaan kolesterol sehingga fase ini mempengaruhi sebuah kualitas sampel (Gustira, 2017). Pembekuan darah terjadi ketika fibrinogen diubah menjadi fibrin. Aktivator protrombin yang mengkatalisis perubahan protrombin menjadi trombin, akan bekerja sebagai enzim untuk mengubah fibrinogen menjadi benang fibrin yang merangkai trombosit, sel darah, dan plasma untuk membentuk bekuan. Menurut

Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1792/ MENKES/ SK/ XII/ 2010 tentang pedoman pemeriksaan kimia klinik dalam membuat serum, darah terlebih dahulu dibiarkan membeku selama 15-30 menit pada suhu kamar yang kemudian disentrifuge selama 15 menit dengan kecepatan 3000 RPM. Standar pemisahan serum dilakukan kurang dari 2 jam setelah pengambilan darah (Adi et al., 2019).

Pembekuan selama 30 menit akan terjadi retraksi akibat terperasnya cairan dalam bekuan yang maksimal, sedangkan setelah 2 jam serum harus segera dipisahkan dari sel-sel darah agar distribusi kolesterol tidak berubah dan enzim tidak sempat mengubah kandungan yang ada dalam serum. Enzim dalam serum adalah enzim lipase dimana merupakan enzim hidrolase yang menguraikan ikatan ester dan lemak yang terbentuk antara gliserol dan asam lemak rantai panjang. Air yang berkurang dalam serum akan menghambat enzim lipase untuk memecahkan lemak (Purbayanti, 2015).

Tujuan pembuatan serum dari darah terlebih dahulu dibekukan yaitu menghindari hemolisis dimana adanya kontaminasi eritrosit yang akan mempengaruhi kadar lemak sehingga menyebabkan tinggi palsu, selain itu agar hasil sentrifugasi terperas secara sempurna dan kandungan kadar lemak terurai dengan serum. Apabila sampel tidak dibekukan dan langsung disentrifugasi akan menyebabkan kandungan lemak belum terlepas seluruhnya sehingga dapat mempengaruhi hasil (Gustira, 2017).

Tujuan penelitian ini secara umum untuk mengetahui perbedaan kadar kolesterol pada sampel yang di sentrifugasi setelah dibekukan 30 menit dan 2 jam khususnya mengetahui kadar kolesterol pada sampel yang dibekukan 30 menit, mengetahui kadar kolesterol pada sampel yang dibekukan 2 jam dan menganalisis atau membandingkan kadar kolesterol kadar kolesterol pada sampel yang dibekukan 30 menit dan 2 jam. Manfaat penelitian ini sebagai bahan kajian pustaka bagi mahasiswa dalam menambah pengetahuan dan keterampilan di bidang kimia klinik yaitu memperbanyak informasi tentang perbedaan perlakuan sampel pada kadar kolesterol.

Bahan dan Metode

Jenis penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian ekperimental. Pengambilan sampel dan pemeriksaan kadar kolesterol dilakukan di laboratorium kimia klinik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional. Waktu penelitian karya tulis ilmiah ini dilakukan pada bulan Januari 2024.

Populasi dan sampel

Populasi pada penelitian ini adalah 21 mahasiswa dan mahasiswi tingkat II kelas 2A1 Program Studi DIII Teknologi Laboratorium Medis Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional. Sampel penelitian ini terdiri atas bagian dari populasi yang dapat dipergunakan sebagai sampel penelitian melalui sampling sehingga didapatkan darah vena yang akan dibekukan menjadi 2 bagian untuk mendapatkan sampel serum. Pengambilan sampel pada penelitian Karya Tulis Ilmiah ini menggunakan teknik Quota Sampling pada populasi mahasiswa dan mahasiswi tingkat II Kelas 2A1 Program Studi DIII Teknologi Laboratorium Medis Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional.

Alat dan bahan

Alat bahan yang digunakan meliputi tabung vacutainer, tourniquet, sentrifuge, mikropipet 500 µl dan 5µl, cup sampel 1 ml, fotometer clima MC-15, tempat sampah, masker, handscoon, jarum steril, kapas, alkohol 70%, plasterin, spuit 5 ml, sampel darah, aquabidest, reagen kolesterol, yellow dan blue tip.

Analisa data

Data yang terkumpul dari hasil penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisa menggunakan bantuan program SPSS 25.0 for Windows. Analisis hubungan dua variabel pada penelitian ini menggunakan uji T berpasangan dimana sebelumnya dilakukan uji normalitas data. Data diuji dengan normalitas data menggunakan uji Shapiro-wilk.

Hasil dan Pembahasan

Deskriptif Pembekuan Sampel 30 menit dan 2 jam

Peneilitin ini dilakukan terhadap mahasiswa Program Studi Teknologi Laboratorium Medis kelas 2A1 di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional dengan memberikan informed consent kepada responden

sebanyak 21 mahasiswa. Dari 21 mahasiswa tersebut telah menyetujui untuk menjadi responden dalam penelitian ini dan dilakukan pengambilan sampel dan pemeriksaan didapatkan hasil rata-rata perbedaan sampel yang dibekukan 30 menit dan 2 jam terjadi penurunan kadar kolesterol yang selanjutnya diuji menggunakan SPSS sebagai berikut :

Tabel 1. Data Deskriptif Pemeriksaan Kolesterol Pada Sampel Yang Disentrifugasi Setelah Dibekukan 30 Menit Dan 2 Jam

Kelompok	N	Min (mg/dl)	Max (mg/dl)	Mean (mg/dl)	Standar Deviasi	Standar Error
Dibekukan 30 menit	21	140	223	168,67	23,873	5,210
Dibekukan 2 jam	21	100	209	158,76	28,125	6,137

Data pada tabel 1 menunjukkan hasil analisis deskriptif pada tabel diatas dari hasil uji pada sampel dibekukan 30 menit memiliki standart error (5,210) lebih kecil dari nilai standart deviasi (23,873), sama halnya dengan sampel yang dibekukan 2 jam memiliki nilai standart error (6,137) lebih kecil dibandingkan dengan nilai standart deviasi (28,125), maka dapat ditarik kesimpulan jika data ini layak digunakan sebagai data primer dalam penelitian. Sedangkan nilai standart deviasi pada sampel yang dibekukan 30 menit (23,873) lebih kecil dari nilai rata-rata 168,67, begitu juga nilai standart deviasi pada sampel yang dibekukan 2 jam (28,125) lebih kecil dari nilai rata-rata 158,76, maka dari itu dapat disimpulkan bahwa data penelitian yang digunakan akurat.

Normalitas pembekuan sampel 30 menit dan 2 jam

Berdasarkan uji normalitas data pada tabel 2 diperoleh nilai sig untuk pemeriksaan kolesterol pada sampel yang dibekukan 30 menit 0,061, sedangkan untuk pemeriksaan kolesterol pada sampel yang dibekukan 2 jam 0,270. Hasil tersebut menunjukkan nilai sig > α (0,05) yang artinya data berdistribusi normal sehingga dilanjutkan dengan uji statistik T berpasangan.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Shapiro Wilk

Kelompok	Sig.
Dibekuan 30 Menit	0,061
Dibekukan 2 Jam	0,270

Statistika Pembekuan Sampel 30 menit dan 2 jam.

Hasil uji T berpasangan yang telah dilakukan diperoleh nilai sig yang dapat dilihat dari Sig (2 tailed) didapatkan nilai yaitu 0,014. Nilai sig yang didapatkan dibandingkan dengan p value < 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa hipotesis diterima yang artinya ada perbedaan kadar kolesterol pada sampel yang disentrifugasi setelah dibekukan 30 menit dan 2 jam.

Tabel 3. Hasil Uji Statistik Menggunakan Uji T Berpasangan

	Sig (2-tailed)
Dibekukan 30 Menit – Dibekukan 2 Jam	0,014

Pembahasan

Uji kelayakan dan keakuratan data yang di peroleh

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Kimia Klinik STIKES Nasional Surakarta dengan populasi mahasiswa tingkat II kelas 2A1 Program Studi D-III Teknologi Laboratorium Medik. Dimulai dengan memberikan informed consent dan didapatkan 21 responden yang bersedia dilakukan pengambilan darah vena sebanyak 5 ml yang kemudian dibagi menjadi 2 tabung vacutainer merah dengan masing-masing tabung berisi 2,5 ml. Sampel yang didapat dibekukan menjadi 2 waktu yaitu 30 menit dan 2 jam, kemudian dicentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama

15 menit untuk mendapatkan serum. Sampel serum tersebut diperiksa kadar kolesterol menggunakan alat Fotometer Clima MC-15 dengan metode CHOD-PAP.

Berdasarkan hasil data menunjukkan bahwa rata-rata hasil pemeriksaan kolesterol pada sampel yang dibekukan 30 menit dan 2 jam hasilnya menunjukkan terjadi penurunan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Purbayanti (2015) bahwa setelah 2 jam kadar dalam serum akan menurun sehingga terjadi terhambatnya enzim lipase yang akan memecahkan lemak dan terjadinya penurunan kadar kolesterol.

Tabel 1 menunjukkan data deskriptif menunjukkan hasil bahwa data yang digunakan dalam penelitian layak karena standar error dari 2 kelompok lebih kecil dari standar deviasi. Standar error merujuk pada perkiraan standar deviasi dari sampel tertentu yang digunakan untuk menghitung nilai estimator. Standar deviasi merupakan cerminan dari rata-rata penyimpangan data dari mean, jika nilai standar deviasi kecil dibandingkan nilai mean maka nilai mean dapat digunakan sebagai representasi dari keseluruhan data. Data yang digunakan juga akurat karena standar deviasi 2 kelompok menunjukkan hasil lebih kecil dari rata-rata. Apabila nilai standar deviasi lebih besar dari nilai rata-rata menunjukkan bahwa data sangat bervariasi sehingga penyebaran data terlalu jauh. Standar deviasi merupakan nilai yang digunakan untuk menentukan persebaran data pada suatu sampel dengan melihat seberapa dekat dengan nilai mean. Semakin besar nilai standar deviasi semakin beragam suatu data yang digunakan (Arieska & Puspongoro, 2016).

Uji distribusi kenormalan data

Rata-rata hasil pemeriksaan kolesterol yang didapatkan pada sampel yang dibekukan 30 menit adalah 168,67 dan pada sampel yang dibekukan 2 jam didapatkan rata-rata 158,76. Hasil tersebut dilakukan uji normalitas diperoleh nilai sig untuk pemeriksaan kolesterol pada sampel yang dibekukan 30 menit 0,061, sedangkan untuk pemeriksaan kolesterol pada sampel yang dibekukan 2 jam 0,270. Hasil tersebut menunjukkan nilai sig > α (0,05) yang artinya data berdistribusi normal sehingga dilanjutkan dengan uji statistik T berpasangan

Uji perbandingan perbedaan pada sampel dibekukan 30 menit dan 2 jam

Hasil tersebut kemudian dilakukan uji statistik T berpasangan untuk mengetahui perbedaan hasil pemeriksaan kolesterol pada sampel yang disentrifugasi setelah dibekukan 30 menit dan 2 jam. Data tersebut didapatkan nilai p value = (0,014) < (0,05) maka disimpulkan bahwa terdapat perbedaan terhadap hasil pemeriksaan kolesterol pada sampel yang disentrifugasi setelah dibekukan 30 menit dan 2 jam.

Penelitian yang berjudul “Pengaruh Lama Penundaan Pembuatan Serum Terhadap Kadar Kolesterol” sejalan dengan penelitian ini karena didapatkan uji statistik menggunakan *Repeated Measure Anova* menunjukkan bahwa nilai signifikasinya < 0,05 dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh yang signifikan. Penelitian tersebut juga mengatakan bahwa setelah 2 jam serum harus segera dipisahkan dari sel-sel darah dan disimpan dalam lemari es agar distribusi kolesterol tidak berubah dan enzim-enzim tidak sempat mengubah kandungan yang ada di dalam serum (Atika 2023).

Penurunan kolesterol bisa terjadi pada waktu penundaan pemeriksaan karena adanya ketidakseimbangan komposisi enzim-enzim yang terkandung di dalam serum pada sampel yang diteliti, salah satu enzim yang terdapat dalam serum adalah enzim lipase. Enzim lipase merupakan enzim hidrolase yang menguraikan ikatan ester dan lemak yang terbentuk air menjadi gliserol dan asam lemak rantai panjang. Air yang berkurang dalam serum akan menghambat enzim lipase untuk memecahkan lemak (Suranto, 2011).

Penelitian ini terdapat perbedaan yang bermakna pada pemeriksaan kadar kolesterol sampel yang disentrifugasi setelah dibekukan 30 menit dan 2 jam yang dapat disebabkan proses penundaan pemeriksaan sehingga terjadi penurunan kadar kolesterol. Peneliti melihat bahwa pemeriksaan kolesterol harus dilakukan segera agar tidak terjadi penurunan kadar kolesterol. Keterbatasan penelitian ini adalah ketika melakukan penundaan tidak mempertimbangkan atau tidak mengendalikan suhu ruang, secara bertahap dan pasti, sehingga suhu ruang tidak tetap dan bisa berubah-ubah. Peningkatan suhu akan mengakibatkan meningkatnya aktivitas enzim lipase yang

berperan menguraikan ikatan ester dan lemak terbentuk air menjadi gliserol dan asam lemak rantai panjang, sehingga jika suhu meningkat kerja enzim juga semakin tinggi dan kadar kolesterol akan menurun. Sedangkan suhu rendah mengakibatkan kadar kolesterol meningkat

Kesimpulan

Hasil penelitian ini didapatkan nilai p value = $(0,014) < (0,05)$ maka disimpulkan bahwa ada perbedaan kadar kolesterol pada sampel yang disentrifugasi setelah dibekukan 30 menit dan 2 jam.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih disampaikan kepada Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional Surakarta khususnya program studi D-III Teknologi Laboratorium Medik yang telah menyediakan fasilitas dalam penelitian ini, terimakasih juga kepada seluruh dosen dan teman-teman atas bantuannya sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini

Referensi

- Adi, N., Jangga, & Faedatul Isma. D. (2019). Perbedaan Kadar Kolesterol Dan Trigliserida Serum Dari Darah Yang Dibekukan Sebelum Disentrifus Dan Yang Langsung Disentrifus. *Jurnal Media Analis Kesehatan*, 10(2), 173-174. <https://doi.org/10.32382/mak.v10i2.1315>
- Arieska, D. I., & Puspongoro, N. H. (2016). Pendugaan Standard Error dan Confidence Interval Koefisien Gini Dengan Metode Bootstrap: Terapan pada Data Susenas Provinsi Papua Barat Tahun 2013. *Jurnal Aplikasi Statistika & Komputasi Statistik*, 8(2), 57–66. <https://doi.org/10.34123/jurnalasks.v8i2.50>
- Asrori, A., Hermansyah, H., Edyansyah, E., & Sari, P. M. (2022). Analisis Pemeriksaan Kadar Kolesterol Menurut Waktu Sentrifugasi. *Klinikal Sains: Jurnal Analis Kesehatan*, 10(1), 17–24. https://doi.org/10.36341/klinikal_sains.v10i1.2344
- Atika, H. 2023. Pengaruh Lama Penundaan Pembuatan Serum Terhadap Kadar Kolesterol. *Jurnal Analis Kesehatan*, 2(1), 10-11.
- Damhuri, P. O., Hartuti, Y., & Ica, M. (2023). Pengaruh Waktu Penundaan Pemeriksaan Terhadap Kadar Kolesterol. *Jurnal Sains Dan Teknologi Laboratorium Medik*, 9(1), 18–21.
- DiaSys. (2016). Diagnostic reagent for quantitative in vitro determination of cholesterol in serum or plasma on photometric systems Order Information. *Cholesterol FS*, 1–2.
- Firdaus, A. J. A., Pramono, D., & Purnomo, W. (2020). Pengembangan Sistem Informasi UPT Kalibrasi Dinas Kesehatan Kabupaten Malang Berbasis WEB. *Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi, Dan Edukasi Sistem Informasi*, 1(1), 23–34. <https://doi.org/10.25126/justsi.v1i1.3>
- Gustira, M. dan I. (Ed.). (2017). *Pengantar Laboratorium Medik*, Bahan Ajar ATLM (2017th ed.). Kemenkes.
- Hardisari, R., & Koiriyah, B. (2016). Gambaran Kadar Trigliserida (Metode Gpo-Pap) Pada Sampel Serum dan Plasma EDTA. *Jurnal Teknologi Laboratorium*, 1(2), 10-15
- Hartini, S., & Suryani, M. E. (2016). Uji Kualitas Serum Simpanan Terhadap Kadar Kolesterol Dalam Darah di Poltekkes Kemenkes Kaltim. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, Volume 2(Nomor 1), 65–69. <https://doi.org/10.51352/jim.v2i1.49>
- Hasan, Z., Arif, M., & Bahrin, U. (2017). Variasi Perlakuan Penanganan Sampel Serum Dan Pengaruhnya Terhadap Hasil Pemeriksaan Kreatinin Darah. *JST Kesehatan*, 7(1), 72–78.
- Inayah, S. N., Tanuwidjaja, S., Rahayu, D., & Kusuma, W. N. (2023). Pengaruh Waktu Sentrifugasi Serum Terhadap Kadar Kolesterol. *Jurnal Analisis Kimia STABA*, 07(01), 25–29.
- Kusumaning Tias, S. (2019). Hubungan Perokok Dengan Kadar Kolesterol Pada Orang Dewasa (Di Dusun Temor Lorong Desa Kebunagung). *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–48.
- Listiyana, A. D., Mardiana, M., & Prameswari, G. N. (2013). Obesitas sentral dan kadar

- kolesterol darah total. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(1), 37–43. <https://doi.org/10.15294/kemas.v9i1.2828>
- Masy, A., & Indon, B. (2017). Seminar Nasional Biodiversitas. *Abstrak Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 4(5), 117–172.
- Muharrami, L. K. (2011). Penentuan Kadar Kolesterol Dengan Metode Kromatografi Gas. *Penentuan Kadar Kolesterol Dengan Metode Kromatografi Ga*, 28–32.
- Nurrahmani, U. dan K. H. Stop: Gejala Penyakit Jantung Koroner, Kolesterol Tinggi, Diabetes Melitus, Hipertensi. *In Istana Media*. Diakses pada 19 Mei 2014, dari http://www.digilib.unipdu.ac.id/beranda/index.php?p=show_detail&id=4109
- Priyo Hastono, S., Tataan, G., & Gedong Tataan, K. (2020). Indeks Masa Tubuh, Usia dan Peningkatan Kolesterol Total. *Jurnal Kesehatan Metro Sai Wawai*, 13(1), 44–50.
- Purbayanti, D. (2015). Pengaruh Waktu Pada Penyimpanan Serum Untuk Pemeriksaan Kolesterol Total. *Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Palangkaraya*, 1(1), 2–10.
- Purnamiati, N. P. (2020). Analisis Kadar Bilirubin Serum Bayi Yang Mengalami Ikterus Neonatus. *International Journal of Applied Chemistry Research*, 1(2), 26. <https://doi.org/10.23887/ijacr.v1i2.28720>
- Saputri, R. A. (2020). Membandingkan kadar kolestrol total menggunakan metode enzimatik kolorimetrik dan metode point of care testing pada pasien hipertensi. *Skripsi*, 19–20.
- Setiani, A. (2022). Gambaran Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Kolesterol Pada Pasien Hiperkolesterolemia Di Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang. *Jurnal Ilmu Keperawatan*, 9–10.
- Stefhanie Affrianti, & Adelia Febriyossa. (2022). Perbedaan Kadar Kolesterol Total Darah Pada Serum Yang Disentrifus Dan Tidak Disentrifus Di Klinik Ratnasari Medical Centre. *Jurnal Medical Laboratory*, 1(1), 6–9. <https://doi.org/10.57213/medlab.v1i1.2>
- Subrata Tri Widada1, M. A. M. S. C. C. (2016). Gambaran Perbedaan Kadar Kolesterol Total Metode CHOD-PAP (Cholesterol Oxidase – Peroxidase Aminoantypirin) Sampel Serum dan Sampel Plasma EDTA. *Jurnal Teknologi Laboratorium*, 5(1), 121–124. https://doi.org/10.1007/978-90-313-9258-2_37
- Vani, T. D. (2022). Perbandingan Hasil Pemeriksaan Kolesterol Total Pada Serum Segar Dan Serum Tunda 6 Hari Pada Suhu 4°C Di Laboratorium Patologi Klinik. *Skripsi*. [https://repository.binawan.ac.id/1936/1/Tlm-2022-Vani Talia Damayanti.pdf](https://repository.binawan.ac.id/1936/1/Tlm-2022-Vani%20Talia%20Damayanti.pdf)
- Wahyudiati, D. (2017). *Kependidikan mipa*. Jakarta: Publisher.