

EFEKТИВИТАС СПЕКТРОФОТОМЕТР ДИБАНДИНГКАН ФОТОМЕТР ПАДА ПЕМЕРИКСААН КАДАР БИЛИРУБИН ДЕНГАН САМПЕЛ СЕРУМ

The Effectiveness of Spectrophotometers Compared to Photometers in Determining Bilirubin Levels Using Serum Samples

Rolista Susilo Rahayu¹, Arifiani Agustin Amalia², Ismarwati³

^{1,2,3} Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, Indonesia

(email korespondensi: rolistasusilorahayu14@gmail.com)

ABSTRAK

Latar Belakang: Bilirubin merupakan produk yang dihasilkan ketika heme yang dilepaskan dari sel darah merah dipecah oleh *heme oksigenase* di limpa. Saat ini alat yang masih sering digunakan untuk melakukan pemeriksaan bilirubin di laboratorium klinis adalah spektrofotometer dan fotometer. Alat spektrofotometer dan fotometer dapat melakukan pemeriksaan bilirubin dengan cara enzimatik dan metode yang digunakan yaitu *Jendrassik-Groff*. **Tujuan :** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas spektrofotometer dibandingkan dengan fotometer pada pemeriksaan bilirubin dengan sampel serum. **Metode:** Jenis penelitian yang dilakukan merupakan penelitian experimental menggunakan pendekatan *Cross-Sectional* dengan metode pemeriksaan bilirubin total secara enzimatik menggunakan alat fotometer dan spektrofotometer, jumlah sampel sebanyak 37 menggunakan sampel serum probandus mahasiswa keperawatan Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta angkatan 2022. **Hasil:** Pemeriksaan bilirubin total menggunakan fotometer didapatkan hasil rata-rata 0,576, sedangkan spektrofotometer 0,578. Perbedaan hasil antara kedua alat tersebut tidak signifikan (P -Value $> 0,05$), yang menunjukkan bahwa kedua alat memiliki kinerja yang sebanding. Fotometer cukup efektif digunakan untuk pemeriksaan rutin karena praktis dan ekonomis, sementara spektrofotometer lebih unggul pada pemeriksaan yang membutuhkan akurasi, presisi, dan sensitivitas lebih tinggi. **Kesimpulan:** Hasil uji dinyatakan tidak terdapat perbedaan yang signifikan dengan P -Value $> 0,05$. Hal ini berarti kedua alat tersebut memberikan hasil yang sebanding.

Kata kunci : Bilirubin Total, Spektrofotometer, Fotometer

ABSTRACT

Background: Bilirubin is a product produced when heme released from red blood cells is broken down by heme oxygenase in the spleen. Currently, the tools that are still often used to examine bilirubin in clinical laboratories are spectrophotometers and photometers. spectrophotometers and photometers can examine bilirubin enzymatically and the method used is Jendrassik-Groff. **Objective:** This study aims to determine the effectiveness of spectrophotometers compared to photometers in examining bilirubin with serum samples. **Method:** The type of research conducted is an experimental study using a Cross-Sectional approach with an enzymatic total bilirubin examination method using a photometer and spectrophotometer, the number of samples is 37 using serum samples of nursing students of Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta class of 2022. **Results:** The average result for total bilirubin testing using a photometer was 0.576, while the average result for a spectrophotometer was

0.578. The difference in results between the two devices was not significant (P -Value > 0.05), indicating comparable performance. The photometer is quite effective for routine testing due to its practicality and economy, while the spectrophotometer is superior for tests requiring higher accuracy, precision, and sensitivity. **Conclusion:** The test results stated that there was no significant difference with a P -Value > 0.05 . This means that both tools provide comparable results.

Keywords : Total Bilirubin, Spectrophotometer, Photometer

PENDAHULUAN

Hati atau liver merupakan salah satu organ yang penting bagi kehidupan manusia, hampir seluruh organ di dalam tubuh berkaitan dengan hati. Hati berperan sebagai penyaring semua darah yang berasal dari usus melalui vena porta, apabila fungsi hati tidak bekerja dengan sempurna maka fungsi organ lain juga akan terganggu. Fungsi hati yang terganggu dapat menyebabkan terjadinya berbagai macam penyakit hati seperti hepatitis, kanker, hingga sirosis yang dapat memunculkan pigmen berwarna kuning pada bagian tubuh seperti kulit dan mata. Munculnya warna kuning pada tubuh penderita terjadi karena terdapat peningkatan kadar bilirubin dalam tubuh (Nurrofikoh *et al.*, 2023).

Bilirubin merupakan produk yang dihasilkan ketika heme yang dilepaskan dari sel darah merah dipecah oleh *heme oksigenase* di limpa. Enzim *heme oksigenase* akan mengubah heme menjadi *biliverdin* yang kemudian dengan cepat akan diubah kembali menjadi bilirubin oleh *enzim biliverdin reductase* (Hinds *et al.*, 2016).

Tingginya kadar bilirubin dapat berpotensi menjadi racun bagi tubuh, hal ini dapat menyebabkan terjadinya kerusakan parah pada otak (Maruhashi *et al.*, 2019). Pemeriksaan bilirubin penting dilakukan untuk melakukan penilaian klinis serta memantau kadar bilirubin dalam tubuh melalui pemeriksaan laboratorium.

Pemeriksaan bilirubin dapat dilakukan dengan menggunakan *High performance Liquid Chromatography* (HPLC), spektrofotometer dan fotometer. Pemeriksaan bilirubin menggunakan HPLC merupakan pemeriksaan yang menjadi baku emas, akan tetapi karena teknisnya yang sangat kompleks dan biasanya hanya terdapat pada laboratorium khusus maka hanya digunakan untuk tujuan penelitian saja (Rohsiswatmo & Amandito, 2018). Saat ini alat yang masih sering digunakan untuk melakukan pemeriksaan bilirubin di laboratorium klinis adalah spektrofotometer dan fotometer. Alat spektrofotometer dan fotometer dapat melakukan pemeriksaan bilirubin dengan cara enzimatik dan metode yang digunakan yaitu *Jendrassik-Groff*. Hal

ini sejalan dengan penelitian (Dewi, 2021), bahwa metode *Jendrassik-Groff* adalah metode pemeriksaan bilirubin dengan waktu inkubasi reagen terhadap serum yang tidak membutuhkan waktu begitu lama yaitu hanya tepat 5 menit.

Berdasarkan hasil penelitian Suwandi & Djohan, (2022), serum menjadi bahan dalam proses pemeriksaan bilirubin, karena tidak mengandung zat yang dapat mencemari spesimen, sehingga tidak menyebabkan perbedaan kadar bilirubin. Serum dihasilkan dari darah yang tidak dicampur dengan antikoagulan apapun, darah yang tidak dicampur antikoagulan akan membeku dan sel yang terdapat dalam darah akan mengalami kematian (krenasi) dan kemudian heme yang ada dalam sel akan dilepaskan. Heme memiliki peran penting pada proses pembentukan bilirubin yaitu sebagai zat yang akan dipecah menjadi bilirubin dengan melalui proses metabolisme.

Selain serum, plasma juga dapat digunakan untuk pemeriksaan bilirubin. Namun, plasma melepaskan heme lebih sedikit karena adanya antikoagulan yang mencegah pembekuan darah, sehingga sel darah tetap hidup sebagian. Saat disentrifugasi, sel darah merah akan mempertahankan sebagian komponennya, sehingga kadar heme yang dilepaskan pada

plasma lebih rendah dibanding serum (Aryani et al., 2024).

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Andareas (2024), yaitu perbandingan hasil analisis kadar glukosa darah, asam urat dan kolesterol total menggunakan spektrofotometer uv-vis dan fotometer. Penelitian ini mengungkapkan bahwa terdapat perbedaan sumber cahaya dan tujuan penggunaan pada alat spektrofotometer dan fotometer. Spektrofotometer dapat melakukan analisis struktur kimia dan konsentrasi senyawa menggunakan spektrum absorbansi, sedangkan fotometer melakukan pengukuran apabila suatu larutan diukur intensitas cahayanya yang kemudian cahaya tersebut ditransmisikan atau diabsorbsi dengan cara yang lebih sederhana.

Berdasarkan prinsip dan fungsinya terdapat kesamaan antara alat spektrofotometer dan fotometer, akan tetapi apakah hasil analisis yang diperoleh dari pengukuran kadar bilirubin pada sampel serum menggunakan alat spektrofotometer dan fotometer terdapat perbedaan atau tidak. Hal tersebut membuat peneliti tertarik untuk meneliti efektivitas spektrofotometer dibandingkan fotometer pada pemeriksaan kadar bilirubin dengan sampel serum.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium kimia klinik Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta dan sudah melalui uji layak etik oleh Komite Penelitian Kesehatan Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta dengan nomor keterangan layak etik No.2193 / KEP-UNISA / VII /2025. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 18 Juli 2025 dengan validator laboran Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta. Penelitian menggunakan sampel serum mahasiswa keperawatan Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta angkatan 2022. Jumlah sampel yang di teliti dihitung dengan menggunakan rumus slovin dan didapatkan 37 sampel yang dilakukan pemeriksaan bilirubin total. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu blue tip (1000 μ L), fotometer, kapas alkohol, kuvet, mikropipet 100 μ L, mikropipet 1000 μ L, sentrifuge, spektrofotometer, Spuit 3cc, tabung vacutainer kuning, timer, tourniquet, tub vakum, yellow tip (100 μ L). Bahan yang digunakan darah vena (serum) dan reagen bilirubin merek Glory Diagnostics.

Prosedur penelitian diawali dengan pengambilan sampel darah probandus dengan kriteria probandus dalam kondisi sehat, berusia >18 tahun, tidak mengkonsumsi obat tertentu, tidak memiliki riwayat gangguan hati atau empedu, dan tidak memiliki riwayat kelainan darah.

Pemeriksaan bilirubin total dilakukan menggunakan dua alat, yaitu spektrofotometer UV-Vis Maskot dan fotometer 5010 VS RT-1094. Pemeriksaan menggunakan spektrofotometer dilakukan dengan menyiapkan tiga tub vakum yang diberi label reagent blank, sampel blank, dan sampel. Tabung reagent blank diisi dengan 1000 μ L reagen bilirubin, abung sampel blank diisi dengan 1000 μ L reagen R1 bilirubin dan 100 μ L serum, tabung sampel diisi dengan 1000 μ L reagen bilirubin dan 100 μ L serum, lalu dihomogenkan dan diinkubasi selama 2 menit, larutan dipindahkan ke dalam kuvet dan dilakukan pembacaan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm. Sedangkan pada pemeriksaan dengan fotometer, dipipet sebanyak 1000 μ L reagen bilirubin ke dalam tabung, kemudian ditambahkan 100 μ L serum. Campuran tersebut dihomogenkan, diinkubasi selama 2 menit, lalu dilakukan pembacaan hasil menggunakan alat fotometer. Hasil pemeriksaan dari kedua metode dicatat dan dianalisis menggunakan aplikasi SPSS. Analisis yang dilakukan meliputi uji deskriptif, uji normalitas, serta uji paired sample test untuk membandingkan efektivitas antara spektrofotometer dan fotometer dalam mengukur kadar bilirubin pada sampel serum. Seluruh rangkaian

pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Kimia Klinik Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta.

Sebagai acuan interpretasi, nilai normal kadar bilirubin total adalah 1,0 mg/dL. nilai yang melebihi ambang batas tersebut dapat mengindikasikan adanya gangguan yang terjadi pada fungsi hati, hemolisis, atau kelainan metabolism bilirubin.

deskriptif disajikan dalam bentuk tabel, tabel data analisis deskriptif menyajikan informasi kelompok data, jumlah data, *mean* (rata-rata), Standar Deviation, presentase selisih data, CV, dan Bias menghasilkan informasi awal dari data pemeriksaan bilirubin total dengan menggunakan fotometer dan spektrofotometer yang dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

HASIL

Hasil data penelitian dilakukan pengelolaan data dan analisis data secara

Tabel 1. Data Hasil Analisis Deskriptif

Metode Pemeriksaan Bilirubin Total	N	Mean (mg/dL)	Selisih Mean (mg/dL)	Standar Deviation (mg/dL)	CV (%)	Bias (%)
Fotometer	37	0,576	0,002	0,1640	0,3	-0,64
Spektrofotometer	37	0,578		0,1584	0,3	-0,64

Berdasarkan tabel 1 nilai *mean* pemeriksaan kadar bilirubin total menggunakan fotometer sebesar 0,576 mg/dL, sedangkan spektrofotometer sebesar 0,578 mg/dL, nilai *mean* yang diperoleh dapat mengetahui perbedaan antara fotometer dan spektrofotometer pada pemeriksaan bilirubin total yang tidak jauh berbeda.

Standar Deviation (SD) berfungsi sebagai perhitungan variasi data, bentuk

distribusi data terhadap derajat penyebaran suatu data. Nilai (SD) pemeriksaan bilirubin total dengan menggunakan fotometer dan spektrofotometer memiliki persebaran data mendekati nilai *mean* yang tidak jauh berbeda.

Nilai *Coeffecient of Variation* (CV) bertujuan melihat tingkat presisi suatu data yang diperoleh. Nilai (CV) 0,3%. Menurut (Kemenkes, 2013) nilai (CV) yang diperoleh

tidak melewati batas maksimum pada pemeriksaan bilirubin total sebesar 7%

Nilai bias bertujuan untuk mengukur dengan tepat nilai *true value* secara berulang, semakin dekat nilai yang diperoleh dengan nilai *true value* maka semakin akurat

pemeriksaan yang dilakukan. Nilai bias pemeriksaan bilirubin total dengan menggunakan fotometer dan spektrofotometer sebesar -0,64% (Siregar *et al.*, 2018).

Tabel 2. Data Hasil Uji Normalitas

Parameter Pemeriksaan	P-Value	
	Fotometer	Spektrofotometer
Bilirubin Total	0,066	0,061

Berdasarkan tabel 2 nilai hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* terhadap pemeriksaan kadar bilirubin dengan menggunakan fotometer dan spektrofotometer dinyatakan P-Value $>0,05$,

dapat diartikan kedua kelompok data ini terdistribusi normal dan dilanjutkan uji *Paired Sampel Test* (Ismail, 2022).

Tabel 3. Hasil Data Uji Paired Sample Test

Parameter Pemeriksaan	Metode Pemeriksaan	Nilai Sig (2-tailed)
		Fotometer
Bilirubin Total	Spektrofotometer	0,922

Berdasarkan tabel 3 didapatkan hasil uji *Paired Sample Test* terhadap pemeriksaan bilirubin total dengan menggunakan fotometer dan spektrofotometer, dengan P-Value 0,922.

relative kecil dan tidak signifikan secara statistik (P-Value $> 0,05$). Hasil yang didapatkan serupa dengan penelitian Soalihah (2025), hal ini dapat terjadi karena alat spektrofotometer dan fotometer memiliki prinsip pemeriksaan yang tidak jauh berbeda. spektrofotometer dan fotometer memiliki kesamaan prinsip dalam mengabsorbsi dan mentransmisikan cahaya.

Hasil uji *Paired Sample Test* didapatkan P-Value $>0,05$ pada alat

PEMBAHASAN

Hasil uji deskriptif rata-rata pemeriksaan bilirubin total menggunakan spektrofotometer didapatkan sebesar 0,578, sedangkan menggunakan fotometer sebesar 0,576. Perbedaan nilai rata-rata tersebut

spektrofotometer dan fotometer terhadap pemeriksaan bilirubin total, hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara alat spektrofotometer dan fotometer. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Andareas (2024), hasil menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan pada uji statistika antara alat spektrofotometer dan fotometer.

Meskipun perbedaan ini tidak terdapat perbedaan signifikan secara statistik, spektrofotometer tetap dianggap lebih unggul dari fotometer karena mampu mendeteksi perubahan konsentrasi dengan lebih teliti dan presisi. Spektrofotometer memiliki keunggulan dalam menentukan panjang gelombang tertentu sedangkan fotometer hanya bisa menggunakan panjang gelombang yang telah ditentukan (Shi *et al.*, 2022; Skoog *et al.*, 2016). Walaupun terdapat perbedaan teknis pada kedua alat, penelitian ini memperlihatkan bahwa hasil yang diperoleh masih setara.

Berdasarkan tinjauan kuantitatif, spektrofotometer memiliki efektivitas yang lebih tinggi dibanding fotometer. Spektrofotometer UV-Vis bekerja dengan memisahkan cahaya menjadi panjang gelombang spesifik menggunakan monokromator yang membuat hasilnya lebih sensitif dan akurat, spektrofotometer juga memiliki *Limit Of Detection* (LOD) rendah, sehingga dapat mendeteksi kadar bilirubin

yang sangat kecil dengan presisi tinggi, serta dapat menghasilkan spektrum lengkap untuk memberikan analisis yang lebih mendalam (Hakim & Haris, 2016). Sebaliknya, fotometer lebih sederhana, cepat digunakan, dan praktis untuk pemeriksaan rutin, meskipun hasilnya terbatas pada panjang gelombang tertentu (Skoog *et al.*, 2016).

Secara efektivitas, penggunaan spektrofotometer dan fotometer bergantung pada kebutuhan klinis maupun tujuan pemeriksaan. Fotometer dinilai cukup efektif digunakan untuk pemeriksaan rutin atau skrining pasien, karena hasilnya cepat, sederhana, ekonomis, serta sudah memadai untuk mendeteksi kadar bilirubin dalam batas klinis normal maupun sedikit meningkat. Hal ini sejalan dengan penelitian Soalihah (2025), yang menunjukkan bahwa hasil pemeriksaan kadar trigliserida dengan fotometer sebanding dengan spektrofotometer, sehingga fotometer tetap dapat digunakan untuk pemeriksaan rutin. Namun pada pasien dengan kondisi berat atau kasus yang membutuhkan ketelitian tinggi seperti hiperbilirubinemia berat pada neonatus atau gangguan hati kompleks, spektrofotometer lebih direkomendasikan. Spektrofotometer memiliki kemampuan memilih panjang gelombang spesifik dan sensitivitasnya lebih tinggi, sehingga akurasi dan presisinya lebih baik dibanding fotometer (Rusady, 2022).

Hasil yang tidak berbeda signifikan pada penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas pemeriksaan tidak hanya dipengaruhi oleh jenis alat, tetapi juga dapat dipengaruhi oleh faktor lain seperti kualitas reagen, kondisi sampel, serta prosedur analisi. Saat melakukan pemeriksaan bilirubin total, reagen harus disimpan pada suhu 2-8°C, terhindar dari matahari langsung, tidak kadaluarsa dan tidak mengalami perubahan warna sebelum digunakan. Kualitas sampel serum juga sangat berpengaruh terhadap hasil pemeriksaan, sehingga harus dijaga agar tidak mengalami denaturasi atau degradasi. Sampel serum lipemik dan kondisi pasien yang mengonsumsi obat tertentu dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan, sehingga pada penelitian ini sampel telah melewati tahap skrining sebelum pemeriksaan untuk memastikan tidak ada faktor pengganggu (Suwandi & Djohan, 2022).

Selain itu, kesalahan pemeriksaan laboratorium juga dapat berasal dari tahapan pra analitik, analitik, maupun pasca analitik. Berdasarkan data, hampir 70% total kesalahan hasil pemeriksaan laboratorium disebabkan oleh proses pra analitik yang meliputi persiapan pasien, pengambilan sampel, transportasi sampel, penerimaan, pengkodean sampel serta kalibrasi alat. Pada tahap analitik, kesalahan dapat terjadi pada proses pemipatan sampel atau reagen yang

kurang tepat, teknik homegenisasi yang kurang sempurna, waktu inkubasi yang melebih waktu rekomendasi, dan standar prosedur operasional yang tidak sesuai. Sedangkan pada tahapan pasca analitik, kesalahan dapat berupa proses pencatatan hasil yang tidak tepat, penggunaan satuan hasil tidak sesuai, serta interpretasi hasil yang tidak sesuai (Wijayati & Ayuningtyas, 2021).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa efektivitas antara alat spektrofotometer dan fotometer pada pemeriksaan bilirubin total menggunakan sampel serum dinyatakan tidak terdapat perbedaan yang signifikan dengan P-Value $>0,05$ sehingga kedua alat memberikan hasil yang sebanding dan sama-sama efektif untuk digunakan. Fotometer dinilai lebih praktis dan ekonomis untuk pemeriksaan rutin atau skrining, sedangkan spektrofotometer lebih unggul dalam akurasi, presisi, dan sensitivitas, sehingga lebih tepat digunakan pada pasien dengan kondisi klinis yang kompleks.

Bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat melakukan penelitian serupa dengan menggunakan pooled sera atau serum kontrol sehingga hasil pemeriksaan lebih terstandardisasi dan meminimalisir bias antar sampel. Selain itu peneliti selanjutnya juga dapat menambahkan variasi parameter

pemeriksaan atau menggunakan instrumen yang berbeda untuk memperkuat hasil penelitian. Bagi instansi kesehatan, disarankan untuk lebih mengutamakan penggunaan spektrofotometer dibanding fotometer, karena spektrofotometer memiliki tingkat akurasi, presisi, dan sensitivitas yang baik dalam pemeriksaan laboratorium, sehingga mendukung hasil pemeriksaan klinis.

DAFTAR PUSTAKA

Andreas, P., Renjaan, J. A., Lukwaka, E. M., & Simbolon, I. P. (2024). Perbandingan Hasil Analisis Kadar Glukosa Darah, Asam Urat Dan Kolesterol Total Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis Dan Fotometer. *Prosiding Asosiasi Institusi Pendidikan Tinggi Teknologi Laboratorium Medik Indonesia*, 3(1), 327–334.

Aryani, D., Hidayatullah, M. R., & Ritonga, A. F. (2024). Perbandingan Bilirubin Total Bayi Baru Lahir Menggunakan Sampel Serum Dan Plasma K3Edta. *Jurnal Medika Hutama*, 05(02), 3948–3950.

Dewi, F. C. (2021). Pengaruh Lama Inkubasi Setelah Penambahan DSA (Diazotized Sulphanilic Acid) Pada Metode Jendrassik-Groff Terhadap Kadar Bilirubin Direk. *Karya Tulis Ilmiah*, 1–4.

Hakim, A. R., & Haris, A. (2016). Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi Sintesis Fotokatalis ZnO-Al dan Aplikasinya pada Degradasi Fenol dan Reduksi Cd (II) Secara Simultan. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 19(1), 7–10.

Hinds, T. D. J., Adeosun, S. O., Alamodi, A. A., & Stec, D. E. (2016). Does bilirubin prevent hepatic steatosis through activation of the PPAR α nuclear receptor? *Med Hypotheses*, 95(1), 54–57.
<https://doi.org/10.1177/0022146515594631>

Marriage

Ismail, S. (2022). Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran Berbasis Proyek “Project Based Learning” Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas X IPA SMA Negeri 35 Halmahera Selatan Pada Konsep Gerak Lurus”. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(5), 256–269.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.6466594>

Kemenkes. (2013). PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 43 TAHUN 2013. *SSRN Electronic Journal*, 1–183.
<http://www.eldis.org/vfile/upload/1/document/0708/DOC23587.pdf%0Ahttp://socserv2.socsci.mcmaster.ca/~econ/ugcm/3ll3/michels/polipart.pdf%0Ahttps://www.theatlantic.com/magazine/archive/1994/02/the-coming-anarchy/304670/%0Ahttps://scholar.goo>

gle.it/scholar?

Maruhashi, T., Kihara, Y., & Higashi, Y. (2019). Bilirubin and Endothelial Function. *Journal of Atherosclerosis and Thromb*, 26(1), 688–696. <https://doi.org/10.5551/jat.RV17035>

Nurrofikoh, M., Fatima, A., Hastuti, H., Fauziah, O., Nursiswati, & Pebrianti, S. (2023). Cegah dan Kenali Kondisi Hati (Cek Si Hati) Sebagai Upaya Pendidikan Kesehatan Terkait Sirosis Hati Kepada Masyarakat. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 6(7), 2984–3008.

Rohsiswatmo, R., & Amandito, R. (2018). Hiperbilirubinemia pada neonatus >35 minggu di Indonesia; pemeriksaan dan tatalaksana terkini. *Sari Pediatri*, 20(2), 115–122. <https://doi.org/10.14238/sp20.2.2018.115-22>

Rusady, D. O. (2022). PENGARUH WAKTU PENUNDAAN 3 JAM TERHADAP KADAR BILIRUBIN TOTAL DALAM SERUM KADAR BILIRUBIN TOTAL DALAM SERUM. *Tugas Akhir*, 1–53.

Shi, Z., Chow, C. W. K., Fabris, R., Liu, J., & Jin, B. (2022). Applications of Online UV-Vis Spectrophotometer for Drinking Water Quality Monitoring and Process Control: A Review. *Sensors*, 22(1), 1–21. <https://doi.org/10.3390/s22082987>

Siregar, M. tuntun, Wulan, W. S., Setiawan, D., & Nuryati, A. (2018). *Kendali Mutu*.

Skoog, D. S., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2016). *Principles of Instrumental Analysis*. [https://doi.org/10.1016/0020-7381\(82\)80120-4](https://doi.org/10.1016/0020-7381(82)80120-4)

Soalihah, M., Amalia, A., & Yuyun, N. (2025). Perbedaan Kadar Trigliserida Menggunakan Alat Spektrofotometer Uv-Vis dengan Fotometer pada Mahasiswa Obesitas di Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta. *Journal of Health (JoH)*, 12(2), 184–192.

Suwandi, E., & Djohan, H. (2022). Hasil Pemeriksaan Bilirubin Total Pada Sampel Serum dan Plasma EDTA (Ethylene Diamine Tetraacetic Acid). *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 5(2), 74–76. <https://doi.org/10.30602/jlk.v5i2.1017>

Wijayati, R. P. W., & Ayuningtyas, D. (2021). Identifikasi Waste Tahap Pra Analitik dengan Pendekatan Lean Hospital di Laboratorium Patologi Klinik RS XYZ Depok Jawa Barat Tahun 2021. *Jurnal Manajemen Kesehatan Indonesia*, 9(2), 102–112. <https://doi.org/10.14710/jmki.9.2.2021.101-112>