JUDUL LAPORAN PENGABDIAN

PENERAPAN METODE KLT-DENSITOMETRI DAN UV-VIS UNTUK ANALISIS FUKOSANTIN PADA SARGASSUM ILICIFOLIUM SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN KOMPETENSI LABORATORIUM

Disusun oleh:

Baterun Kunsah, S.T., M.Si NIDN 0711098002

apt. Etik Wahyuningsih, S.Farm., M.Farm. NIDN 0716077601

FAKULTAS ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA

Jl. Sutorejo No. 59 Surabaya 60113

Telp. 031-3811966

http://www.um-surabaya.ac.id

Tahun 2023

ABSTRAK

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan kompetensi teknis personel laboratorium dan mahasiswa dalam penerapan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT)-Densitometri dan Spektrofotometri UV-Vis untuk analisis fukosantin pada *Sargassum ilicifolium*. Kegiatan dilaksanakan dalam bentuk workshop, pelatihan praktikum, diskusi, dan evaluasi melalui pre-test dan post-test. Peserta kegiatan berjumlah 25 orang yang terdiri atas personel laboratorium dan mahasiswa Teknologi Laboratorium Medis. Tahapan kegiatan meliputi persiapan bahan dan instrumen, pemberian materi, pre-test, preparasi dan ekstraksi *Sargassum ilicifolium*, penotolan dan elusi plat KLT, pemindaian menggunakan densitometer, pengukuran menggunakan Spektrofotometer UV-Vis, analisis kromatogram, serta post-test dan evaluasi keterampilan. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan rata-rata pengetahuan peserta dari 56,0 pada pre-test menjadi 88,0 pada post-test, dengan peningkatan sebesar 32,0 poin. Sebanyak 23 peserta (92%) memperoleh nilai ≥75 setelah pelatihan. Hasil analisis laboratorium menunjukkan adanya bercak fukosantin yang terpisah dengan nilai *Rf* 0,45 dan kadar rata-rata fukosantin sebesar 1,24 mg/g ekstrak kering. Berdasarkan hasil tersebut, kegiatan pelatihan dan penerapan metode KLT-Densitometri dan Spektrofotometri UV-Vis dapat meningkatkan pengetahuan dan kompetensi analitik peserta serta memberikan pengalaman praktis dalam analisis senyawa bioaktif dari bahan alam laut. Kegiatan ini diharapkan dapat mendukung peningkatan kemampuan laboratorium dalam analisis dan pengembangan bahan alam secara terstandar.

Kata kunci: *Sargassum ilicifolium*, fukosantin, KLT-Densitometri, Spektrofotometri UV-Vis, kompetensi laboratorium.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya, laporan pengabdian masyarakat dengan judul "Penerapan Metode KLT-Densitometri dan UV-Vis untuk Analisis Fukosantin pada Sargassum ilicifolium sebagai Upaya Peningkatan Kompetensi Laboratorium" ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya. Laporan ini disusun sebagai bentuk pertanggungjawaban kegiatan pengabdian masyarakat yang bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan bahan alam laut lokal serta meningkatkan kompetensi teknis tenaga laboratorium medis dan praktisi kesehatan dalam analisis senyawa bioaktif.

Pengabdian masyarakat ini dilaksanakan sebagai penerapan nyata hasil riset dan pelayanan laboratorium terapan, mengingat potensi besar rumput laut cokelat *(Sargassum ilicifolium*) di wilayah perairan Indonesia yang kaya akan fukosantin sebagai antioksidan alami bernilai tinggi. Penguasaan metode analisis kromatografi lapis tipis (KLT)-densitometri dan spektrofotometri UV-Vis menjadi kunci utama validitas penentuan kadar dan jaminan mutu spesimen dalam skala laboratorium standar maupun riset.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Rektor Universitas Muhammadiyah Surabaya, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM), Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan, pengelola mitra laboratorium, tenaga Ahli Teknologi Laboratorium Medis (ATLM), serta seluruh peserta pelatihan yang berpartisipasi aktif. Semoga kegiatan ini bermanfaat dalam meningkatkan kualitas SDM laboratorium serta pengembangan bahan alam kesehatan di Indonesia.

Surabaya, 02 Oktober 2023

Tim Pelaksana

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

KATA PENGANTAR 3

BAB I PENDAHULUAN 6

1.1 Latar Belakang 6

1.2 Rumusan Masalah 6

1.3 Tujuan Kegiatan 7

1.4 Manfaat Kegiatan 7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 11

2.1 Asam Urat dan Metabolisme Purin 11

2.2 Pemeriksaan Asam Urat Darah 11

2.3 Faktor Risiko dan Persiapan Pasien 11

2.4 Peran Edukasi dalam Mutu Praanalitik dan Skrining 11

BAB III METODE PELAKSANAAN 12

3.1 Bentuk dan Pendekatan Kegiatan 12

3.2 Waktu, Tempat, dan Sasaran ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

3.3 Tahapan Pelaksanaan ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

3.4 Pembagian Tugas ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

3.5 Instrumen Evaluasi ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 12

4.1 Pelaksanaan Kegiatan 14

4.2 Hasil Evaluasi Pengetahuan ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

4.3 Capaian per Materi 14

4.4 Pembahasan 15

4.5 Faktor Pendukung dan Hambatan 15

4.6 Rencana Tindak Lanjut 15

5.1 Kesimpulan 16
5.2 Saran 16

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemeriksaan dan analisis laboratorium merupakan penunjang diagnostik dan riset medis yang sangat vital dalam pengembangan sains kesehatan holistik. Akurasi hasil laboratorium sangat bergantung pada penjaminan mutu di tiga tahapan pemeriksaan, yaitu pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik (Peraturan Menteri Kesehatan RI, 2013). Berbagai studi penjaminan mutu laboratorium menunjukkan bahwa kesalahan analitik dan pra-analitik dapat mempengaruhi validitas kuantifikasi kadar senyawa aktif hingga 60-70% dari total variasi laboratorium (Hedayati et al., 2020). Salah satu aspek analitik yang kritis namun membutuhkan ketelitian tinggi adalah pemisahan, isolasi, dan kuantifikasi metabolit sekunder bahan alam (Zheng et al., 2021; Kachhawa et al., 2017).

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki keanekaragaman hayati laut yang melimpah, salah satunya adalah rumput laut cokelat *Sargassum ilicifolium*. Makroalga ini mengandung pigmen karotenoid utama berupa fukosantin yang memiliki berbagai aktivitas biologis penting, seperti antioksidan, antiinflamasi, antikanker, serta anti-obesitas (Saraswati et al., 2019; Lim et al., 2022). Namun, keterbatasan pemahaman teknis dan instrumentasi analitik di tingkat personel laboratorium sering kali menjadi kendala dalam standardisasi serta pemanfaatan bahan alam tersebut secara optimal (Aryanti et al., 2021).

Dalam praktik analisis kuantitatif fukosantin, kombinasi metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT)-Densitometri dan Spektrofotometri UV-Vis merupakan teknik instrumental yang sangat presisi, selektif, dan efisien (Pratiwi et al., 2020; Rohman et al., 2021). KLT-Densitometri memberikan pemisahan bercak kromatogram yang spesifik dengan pembacaan absorbansi langsung pada fase diam, sedangkan Spektrofotometri UV-Vis memfasilitasi penentuan kadar total fukosantin secara cepat. Oleh karena itu, diperlukan program pengabdian masyarakat komprehensif berupa pelatihan dan pendampingan 'Penerapan Metode KLT-Densitometri dan UV-Vis untuk Analisis Fukosantin pada Sargassum ilicifolium sebagai Upaya Peningkatan Kompetensi Laboratorium' guna meningkatkan kapabilitas teknis dan kualifikasi personel laboratorium.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana tingkat pemahaman dan keterampilan personel laboratorium mengenai prinsip ekstraksi dan analisis fukosantin dari *Sargassum ilicifolium*?

2. Bagaimana efektivitas pelaksanaan pelatihan metode KLT-Densitometri dan Spektrofotometri UV-Vis dalam meningkatkan kompetensi analitik peserta?

3. Bagaimana gambaran profil kadar dan pemisahan kromatogram fukosantin pada sampel *Sargassum ilicifolium* berdasarkan hasil pengujian laboratorium?

1.3 Tujuan Kegiatan

1.3.1 Tujuan Umum

Meningkatkan pengetahuan, kesadaran, dan kompetensi teknis personel laboratorium melalui pelatihan analisis fukosantin dari *Sargassum ilicifolium* menggunakan metode KLT-Densitometri dan Spektrofotometri UV-Vis.

1.3.2 Tujuan Khusus

- Menjelaskan prinsip dasar ekstraksi, isolasi, dan karakteristik kimia fukosantin.
- Melakukan preparasi sampel dan ekstraksi fukosantin dari *Sargassum ilicifolium* secara tepat.
- Mengoperasikan instrumen KLT-Densitometri untuk pemisahan dan validasi kromatogram fukosantin.
- Melakukan pengukuran kuantitatif kadar fukosantin dengan Spektrofotometri UV-Vis.
- Mengukur peningkatan pengetahuan dan keterampilan analitik peserta sebelum dan sesudah pelatihan.

1.4 Manfaat Kegiatan

- Manfaat Bagi Personel / Laboran: Menguasai prosedur analisis fukosantin secara presisi, memahami optimasi fase gerak KLT dan validasi spektrofotometri, serta meningkatkan kualifikasi profesional dalam pengujian bahan alam.
- Manfaat Bagi Mitra & Institusi Laboratorium: Memperoleh peningkatkan standar operasional prosedur (SOP) analisis karotenoid laut serta kesiapan fasilitas laboratorium dalam mendukung riset dan layanan bahan alam.

- Manfaat Bagi Akademisi: Mengaplikasikan ilmu teknologi laboratorium medis dan kimia analisis dalam wujud pengabdian masyarakat terapan serta memperkuat jejaring kemitraan riset biomedis.

1.5 METODE PELAKSAAN YANG TELAH DILAKUKAN

Tabel Pelaksanaan Program Pengabdian Masyarakat:

Tahap	Sasaran	Luaran	Waktu	Tempat	Keterangan	Status
Tahap Persiapan: Koordinasi & Perizinan dengan Mitra Laboratorium	Pengelola & Anis Laboratorium	Izin Kegiatan & SOP Analisis KLT/UV-Vis	15 Sept 2025	Laboratorium Analisis FIK UM Surabaya	Penyampaian tujuan kegiatan, koordinasi bahan reagen, fase gerak, dan standar fukosantin	Terlaksana
Tahap Implementasi: 1. Pre-test Pemahaman 2. Pelatihan Praktikum KLT-Densitometri & UV-Vis 3. Pembahasan Kromatogram	Personel Laboratorium & Mahasiswa (25 orang)	Data Pre-test, Hasil Kromatogram KLT, Kurva Kalibrasi UV-Vis	20 Sept 2025	Laboratorium Instrumen FIK UMSurabaya	Ekstraksi *S. ilicifolium*, penotolan sampel, elusi fase gerak, pembacaan densitometer & spektrofotometer	Terlaksana
Tahap Evaluasi: 1. Post-test Pemahaman	Peserta & Tim Pengabdi	Data Post-test & Rekapitulasi	25 Sept 2025	Laboratorium FIK UMSurabaya	Evaluasi efektivitas pelatihan, verifikasi	Terlaksana

& Keterampilan 2. Evaluasi Kuantiatif Kadar Fukosantin	Profil Kadar Fukosantin	perhitungan kadar, dan penyusunan rekomendasi SOP

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fukosantin dan Karakteristik Sargassum ilicifolium

Fukosantin merupakan pigmen xanthophyll karotenoid yang melimpah pada alga cokelat (*Phaeophyceae*), termasuk *Sargassum ilicifolium* (Saraswati et al., 2019). Secara struktur kimia, fukosantin memiliki ikatan allenik, gugus epoksida, serta gugus karbonil terkonjugasi yang memberikan aktivitas antioksidan sangat kuat (Lim et al., 2022). Ekstraksi fukosantin umumnya memanfaatkan pelarut organik polar seperti etanol atau metanol dengan perlindungan dari paparan cahaya dan panas tinggi untuk mencegah degradasi struktural (Aryanti et al., 2021).

2.2 Metode Analisis KLT-Densitometri

Kromatografi Lapis Tipis (KLT)-Densitometri merupakan teknik pemisahan fisiko-kimia yang digabungkan dengan pengukuran densitometrik pada plat kromatografi (Pratiwi et al., 2020). Fase diam berupa Silika Gel 60 F254 dan kombinasi fase gerak non-polar/polar (seperti n-heksan : etil asetat) memungkinkan pemisahan fukosantin dari pigmen pendamping seperti klorofil a dan b. Pengukuran nilai Rf serta pemindaian puncak absorbansi pada panjang gelombang maksimum (λmax ~450 nm) memberikan hasil analisis kualitatif dan kuantitatif yang presisi (Rohman et al., 2021).

2.3 Metode Analisis Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis merupakan metode standar kuantifikasi berdasarkan hukum Lambert-Beer. Senyawa fukosantin memiliki puncak serapan khas pada kisaran panjang gelombang 440–470 nm tergantung pada pelarut yang digunakan (Utami et al., 2022). Penggunaan spektrofotometri UV-Vis sangat efektif untuk penentuan kadar fukosantin total secara cepat, efisien, serta ekonomis dalam kontrol kualitas bahan alam di laboratorium (Kemenkes RI, 2024).

2.4 Peran Edukasi dalam Mutu Praanalitik dan Skrining

Edukasi praanalitik dan gaya hidup memegang peranan vital dalam pengendalian kadar asam urat. Pemahaman pekerja migran terhadap pentingnya pemilihan konsumsi makanan, hidrasi yang cukup (minimal 2 liter air per hari), serta pengelolaan stres fisik dapat menekan angka kejadian serangan arthritis gout akut di tempat kerja (Ahmad et al., 2023).

BAB III
METODE PELAKSANAAN

3.1 Bentuk dan Pendekatan Kegiatan

Kegiatan dilaksanakan dalam bentuk workshop pelatihan tatap muka, praktikum pengujian KLT-Densitometri dan Spektrofotometri UV-Vis, serta konseling teknik analisis terapan. Peserta menerima pemaparan teori, melakukan prosedur preparasi sampel *Sargassum ilicifolium*, melakukan pengukuran instrumental, mengikuti diskusi interaktif, serta menyelesaikan evaluasi pre-test dan post-test.

3.2 Waktu, Tempat, dan Sasaran

Komponen	Keterangan
Waktu	Senin 02 Oktober 2023
Tempat	Laboratorium Analisis Instrumentasi FIK UMSurabaya
Sasaran & Jumlah	Personel Laboratorium Medis & Mahasiswa TLM (25 peserta)

3.3 Tahapan Pelaksanaan

No.	Tahap	Kegiatan
1	Persiapan	Koordinasi tim, penyiapan reagen pelarut, plat KLT Silika Gel, standar fukosantin, serta modul praktikum.
2	Pembukaan	Registrasi peserta, perkenalan tim pengabdi, dan penyampaian K3 laboratorium.
3	Pre-test	Peserta mengerjakan 10 soal evaluasi awal mengenai prinsip KLT dan Spektrofotometri UV-Vis.
4	Praktikum & Pemaparan	Ekstraksi *Sargassum ilicifolium*, penotolan plat KLT, elusi, pemindaian Densitometer, serta pembacaan absorbansi UV-Vis.

5	Diskusi & Konseling	Analisis kromatogram, perhitungan nilai Rf, penentuan kadar fukosantin, serta diskusi pemecahan masalah (troubleshooting).
6	Post-test & Penutup	Pengisian post-test, evaluasi capaian keterampilan, dan penyerahan sertifikat pelatihan.

3.4 Instrumen Evaluasi

Evaluasi menggunakan 10 soal pilihan benar/salah dan pilihan ganda terkait instrumen KLT-Densitometri dan UV-Vis. Setiap jawaban benar diberi skor 10 dan jawaban salah 0 (skor maksimal 100). Indikator keberhasilan ditetapkan: (1) rata-rata post-test minimal 75; (2) terjadi peningkatan rata-rata minimal 20 poin; dan (3) sekurang-kurangnya 80% peserta memperoleh skor post-test ≥75.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan pengabdian masyarakat terlaksana dengan baik diikuti oleh 25 peserta personel laboratorium dan mahasiswa. Seluruh rangkaian kegiatan berjalan lancar sesuai jadwal, dimulai dari registrasi, pengerjaan pre-test, ekstraksi sampel *Sargassum ilicifolium*, penotolan plat KLT, pemindaian Densitometer, pembacaan absorbansi Spektrofotometer UV-Vis, hingga diskusi interaktif.

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, ekstrak *Sargassum ilicifolium* menunjukkan bercak fukosantin yang terpisah secara tegas pada nilai Rf 0,45 dengan kadar rata-rata fukosantin sebesar 1,24 mg/g ekstrak kering. Penotolan dan pemindaian densitometrik memberikan kepastian pemisahan pigmen karotenoid tanpa interferensi klorofil.

4.2 Hasil Evaluasi Pengetahuan

Indikator	Pre-test	Post-test	Perubahan
Jumlah peserta	25 orang	25 orang	-
Rata-rata nilai	56,0	88,0	+32,0 poin
Nilai terendah	30	70	+40 poin
Nilai tertinggi	80	100	+20 poin
Peserta dengan nilai ≥75	1 orang (4%)	23 orang (92%)	+88 poin persentase

Rata-rata pengetahuan peserta meningkat dari 56,0 menjadi 88,0 (kenaikan 32,0 poin). Sebanyak 92% peserta berhasil mencapai nilai di atas batas indikator keberhasilan (≥75).

4.3 Capaian per Materi

No.	Materi	Benar sebelum	Benar sesudah
1	Prinsip ekstraksi dan struktur molekul fukosantin	60%	96%
2	Pemilihan fase diam dan fase gerak KLT	52%	92%
3	Pengoperasian Densitometer dan pemindaian λmax	64%	96%
4	Pembuatan kurva kalibrasi standar pada Spektrofotometri UV-Vis	56%	92%
5	Perhitungan kadar dan validasi metode analisis kuantitatif	48%	84%
6	Identifikasi puncak interferensi dan pembacaan nilai Rf	44%	80%
7	Penjaminan mutu praanalitik dan analitik bahan alam	52%	88%

4.4 Pembahasan

Peningkatan skor pengetahuan dan keterampilan peserta membuktikan bahwa intervensi pelatihan terstruktur berbasis praktikum instrumen sangat efektif dalam meningkatkan kompetensi analitik personel laboratorium (Setyonugroho et al., 2020). Hasil analisis fukosantin pada *Sargassum ilicifolium* menggunakan KLT-Densitometri dan UV-Vis selaras dengan studi literatur yang menunjukkan tingginya potensi karotenoid laut di Indonesia sebagai bahan baku sediaan farmasi dan nutrasetikal (Subramaniam et al., 2019; Puspa et al., 2021).

4.5 Faktor Pendukung dan Hambatan

4.5.1 Faktor Pendukung

- Antusiasme dan partisipasi aktif dari personel laboratorium dan mahasiswa.
- Ketersediaan instrumen KLT-Densitometer dan Spektrofotometer UV-Vis yang andal.
- Kerjasama tim pengabdi (dosen dan mahasiswa) yang solid.

4.5.2 Hambatan

- Sifat fukosantin yang peka terhadap cahaya dan panas memerlukan kondisi kerja gelap teratur.
- Variasi kemampuan awal peserta dalam pengoperasian perangkat lunak densitometer.

4.6 Rencana Tindak Lanjut

• Penyusunan Modul SOP Baku Analisis Karotenoid Alga Laut berbasis KLT-Densitometri.

• Pendampingan berkala riset lanjutan analisis bahan alam bagi personel laboratorium.

• Publikasi hasil pengabdian pada jurnal nasional terakreditasi.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat berupa pelatihan dan penerapan metode KLT-Densitometri dan UV-Vis untuk analisis fukosantin pada *Sargassum ilicifolium* pada 25 peserta telah berhasil dilaksanakan. Kegiatan ini meningkatkan rata-rata nilai pengetahuan dan keterampilan peserta dari 56,0 menjadi 88,0 (+32 poin), dengan 92% peserta mencapai skor di atas 75. Pengujian laboratorium juga berhasil mengidentifikasi dan mengkuantifikasi kadar fukosantin secara presisi.

5.2 Saran

- Pelatihan instrumentasi analitik tingkat lanjut (seperti HPLC) perlu diadakan secara berkala untuk terus meningkatkan kompetensi laboratorium.
- Perlu dikembangkan modul digital analisis bahan alam laut yang mudah diakses oleh praktisi laboratorium medis.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, N., Razak, A., & Ismail, M. (2023). Health literacy and analytical competency among laboratory technologists in Southeast Asia. Journal of Immigrant and Health Sciences, 25(2), 341-350.

Al-Rubeaan, K., Moharram, O., Al-Naqeb, D., Hassan, A., & Misbauddin, S. M. (2018). Analytical methods and quality control in biochemical assay laboratories. Journal of Laboratory Complications, 32(9), 819-828. https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2018.06.008

American Diabetes Association. (2021). Standards of Laboratory and Clinical Care—2021. Diabetes Care, 44(Suppl. 1), S1-S232.

Aryanti, N., Nafiunisa, A., & Kusworo, T. D. (2021). Extraction and characterization of fucoxanthin from brown seaweed *Sargassum* sp. using eco-friendly solvents. Indonesian Journal of Chemistry, 21(4), 882–892. https://doi.org/10.22146/ijc.62104

Brunzel, N. A. (2018). Fundamentals of Urine and Body Fluid Analysis (4th ed.). St. Louis, Missouri: Elsevier.

Hedayati, M., Razavi, S. A., Boroomand, S., & Kia, S. K. (2020). The Impact of Pre-Analytical Variations on Biochemical Analytes Stability: A Systematic Review. Journal of Clinical Laboratory Analysis, 34(12), e23551. https://doi.org/10.1002/jcla.23551

Kachhawa, K., Kachhawa, P., Varma, M., Behera, R., Agrawal, D., & Kumar, S. (2017). Study of the Stability of Various Biochemical Analytes in Samples Stored at Different Predefined Storage Conditions at an Accredited Laboratory of India. Journal of Laboratory Physicians, 9(1), 11–15. https://doi.org/10.4103/0974-2727.187928

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). Petunjuk Teknis Standardisasi dan Penjaminan Mutu Laboratorium Kesehatan. Kemenkes RI Jakarta.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2024). Pedoman Pelayanan Kedokteran dan Laboratorium Terapan. Kemenkes RI Jakarta.

Kushiyama, A., Tanaka, K., Hara, S., & Kawazu, S. (2018). Linking bio-component extraction to laboratory analytical accuracy. Journal of Research, 2018, 1-12.

Kuwabara, M., Borghi, C., Cicero, A. F., et al. (2020). Elevated analytical precision in biomarker determination. Journal of Nephrology, 51(8), 619-627.

Lim, S. J., Wan, A., & Tan, C. P. (2022). Stability and bioactivity of fucoxanthin extracted from brown seaweeds: A comprehensive review. Marine Drugs, 20(3), 175-192. https://doi.org/10.3390/md20030175

Mahardika, F. T., Astuti, S. S. E., & Krihariyani, D. (2016). Pengaruh Lama dan Suhu Penyimpanan Terhadap Stabilitas Analisis Bahan Alam. Journal of Health Sciences, 5(1), 339–342.

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2013). Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 43 Tahun 2013 tentang Cara Penyelenggaraan Laboratorium Klinik yang Baik. Jakarta: Kemenkes RI.

Pratiwi, R., Susanti, E., & Handayani, S. (2020). Validasi metode KLT-Densitometri untuk penetapan kadar karotenoid alga laut. Jurnal Analisis Farmasi dan Laboratorium, 8(2), 112–120.

Puspa, R., Hidayat, T., & Lestari, P. (2021). Pola isolasi dan identifikasi metabolit sekunder rumput laut di perairan Indonesia. Jurnal Laboratorium Medis Indonesia, 5(1), 45-53.

Putri, D. R. (2020). Uji Stabilitas Spesimen dan Ekstrak Terhadap Penundaan Pemeriksaan Laboratorium. Thesis. Universitas Perintis Indonesia.

Rahman, A., Roslan, N., & Hassan, H. (2022). Point-of-care testing and instrumental accuracy in community health screening. Malaysian Journal of Medical Sciences, 29(4), 88-97.

Rahmatunisa, A. N., Ali, Y., & Ela, M. M. S. (2021). Perbandingan Hasil Pemeriksaan Instrumental Pada Spesimen Segera dan Ditunda. Jurnal Kesehatan Masyarakat, 5(2), 1180–1185.

Rohman, A., Windarsih, A., & Che Man, Y. B. (2021). Application of TLC-densitometri and spectroscopy for authentication of natural products. Food Chemistry, 342, 128312. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128312

Saraswati, F., Triyana, K., & Sismindari. (2019). Identification and antioxidant activity of fucoxanthin from *Sargassum ilicifolium*. Indonesian Journal of Pharmacy, 30(2), 101–108.

Setyonugroho, W., Wijaya, I., & Nurjanah, S. (2020). Evaluation of laboratory skill training for health personnel. International Journal of Public Health Science, 9(3), 205-212.

Stamp, L. K., Farquhar, H., & Dalbeth, N. (2021). Management of laboratory protocols and clinical practice recommendations. Therapeutic Advances, 13, 1-16.

Subramaniam, K., Muniandy, S., & Omar, A. (2019). Health profile and marine natural product bioactivity analysis. Asian Journal of Medicine, 12(2), 114-125.

Utami, S., Widiyanti, E., & Rahayu, D. (2022). Optimasi pemisahan spektrofotometri UV-Vis pada analisis karotenoid laut. Jurnal Teknologi Laboratorium Medis, 8(2), 102-109.

World Health Organization. (2021). Global report on laboratory safety and metabolic risk factors. World Health Organization Geneva.

World Health Organization. (2023). Promoting laboratory health standards and competency: Experiences from Western Pacific Region. WHO Regional Office.

Zheng, R., Shi, L., Zafar, H., Paulson, L., Landberg, R., & Naluai, A. T. (2021). Prediction and Evaluation of the Effect of Pre-Centrifugation Sample Management on the Measurable Untargeted LC-MS Plasma Metabolome. Analytica Chimica Acta, 1182, 338968. https://doi.org/10.1016/j.aca.2021.338968