

Pemanfaatan Ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) Sebagai Pengganti Larutan Kristal Violet Pada Pewarnaan Jamur *Candida albicans*

Dewi Hartati¹, Nurhidayanti², Juwy Trianes³

¹ ProGram Studi DIV Teknologi Laboratorium Medis Universitas Muhammadiyah Ahmad Dahlan

Abstrak

Latar belakang: Jamur *Candida albicans* merupakan mikroorganisme yang diduga sebagai patogen oportunistik. Dalam laboratorium diagnosis, pewarnaan sangat diperlukan untuk identifikasi morfologi dan keberadaan *Candida albicans* pada spesimen. Pewarnaan Gram yang banyak digunakan untuk membedakan jenis bakteri juga dapat diterapkan untuk observasi morfologi jamur. Salah satu komponen utama pewarnaan Gram adalah larutan kristal violet, yang berfungsi memberikan warna ungu pada mikroorganisme dengan dinding sel tertentu. Namun kristal violet memiliki beberapa keterbatasan, seperti potensi toksisitas dan dampak lingkungan. Oleh karena itu, penelitian untuk mencari alternatif pewarna alami yang ramah lingkungan dan mudah didapat salah satunya yang belum pernah dilaporkan yaitu kulit buah manggis. Kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) yang kaya akan senyawa aktif, seperti antosianin, tanin, dan xanton. Tujuan: penelitian ini adalah untuk membandingkan kualitas sediaan jamur *Candida albicans* menggunakan larutan kristal violet dan ekstrak kulit buah manggis. Metode Penelitian: *True-experiment* dengan Analisis *Univariat* atau *Descriptive Statistics* dan Analisis *bivariat*, pengelolaan data menggunakan uji *Kruskal walis*. Hasil: didapatkan nilai $p > 0,050$ yaitu didapatkan 0,510, pewarnaan alami ekstrak kulit buah manggis konsentrasi 50% lebih optimal dalam melakukan pemeriksaan mendeteksi jamur *Candida albicans*. Simpulan hasil penelitian yaitu ekstrak kulit buah manggis dapat menjadi alternatif potensial bagi pewarnaan Gram, khususnya dalam mendeteksi *Candida albicans*.

Kata Kunci : *Candida albicans*, Kristal Vviolet, Ekstrak kulit buah manggis, Pewarnaan Gram

Utilization of Mangosteen Fruit Peel Extract (*Garcinia mangostana* L.) As a Substitute for Crystal Violet Solution in Fungal Staining *Candida albicans*

Abstract

Background: *Candida albicans* fungus is a microorganism suspected to be an opportunistic pathogen. In laboratory diagnosis, staining is indispensable for morphological identification and the presence of *Candida albicans* in specimens. Gram stain, which is widely used to distinguish types of bacteria, can also be applied to observe fungal morphology. One of the main components of Gram staining is a crystal violet solution, which functions to give a purple color to microorganisms with certain cell walls. However, crystal violet has several limitations, including potential toxicity and environmental impact. Therefore, research to find alternative natural dyes that are environmentally friendly and easily available, one of which has never been reported, namely mangosteen fruit peel. Mangosteen rind (*Garcinia mangostana* L.) is rich in active compounds, such as anthocyanins, tannins, and xanthenes. Objective: This study was to compare the quality of *Candida albicans* fungal preparations using crystal violet solution and mangosteen fruit peel extract. Research Methods: *True-experiment* with *Univariate Analysis* or *Descriptive Statistics* and *bivariate analysis*, data management using the *Kruskal-Wallis* test. Results: obtained a $p\text{-value} > 0.050$, which is obtained 0.510, natural coloring of mangosteen rind extract with a concentration of 50% is more optimal in examining to detect *Candida albicans* fungi. Conclusion: Mangosteen peel extract can be a potential alternative for Gram staining, especially in detecting *Candida albicans*.

Keywords: *Candida albicans*, Crystal Violet, Mangosteen Peel, Gram Stain

Korespondensi: Nurhidayanti, Prodi DIV Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Muhammadiyah Ahmad Dahlan Palembang, Jalan Ahmad Yani no 13 Palembang, mobile 08112648222, e-mail nuri89_yanti@yahoo.com

Pendahuluan

Jamur *Candida albicans* merupakan salah satu mikroorganisme yang sering menjadi objek penelitian karena diduga sebagai patogen oportunistik (Lass-Flörl et al., 2024; Ore, 2024). Dalam laboratorium diagnosis, pewarnaan sangat diperlukan untuk identifikasi morfologi dan keberadaan *Candida albicans* pada spesimen. Pewarnaan mikroskopis merupakan salah satu teknik penting dalam bidang mikrobiologi, termasuk untuk mengidentifikasi jamur *Candida albicans* (Gharieb et al., 2024; Stratigaki et al., 2024).

Pewarnaan Gram yang banyak digunakan untuk membedakan jenis bakteri juga dapat diterapkan untuk observasi morfologi jamur (Mutschlechner et al., 2024). Salah satu komponen utama pewarnaan Gram adalah larutan kristal violet, yang berfungsi memberikan warna ungu pada mikroorganisme dengan dinding sel tertentu. Namun kristal violet memiliki beberapa keterbatasan, seperti potensi toksisitas dan dampak lingkungan (Hixson et al., 2024; Husbandary, 2024). Oleh karena itu, penelitian untuk mencari alternatif pewarna alami yang ramah lingkungan dan mudah didapat salah satunya yang belum pernah dilaporkan yaitu kulit buah manggis.

Kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) telah dikenal sebagai salah satu bahan alami yang kaya akan senyawa aktif, seperti antosianin, tanin, dan xanton (Kumatso, 2024; Rashid et al., 2024). Antosianin khususnya memiliki potensi sebagai pewarna alami karena sifatnya yang dapat memberikan warna ungu hingga merah tergantung pada pH lingkungannya. Kandungan senyawa bioaktif yang tinggi, ekstrak kulit buah manggis tidak hanya berpotensi digunakan sebagai pewarna, tetapi juga memiliki sifat antimikroba, sehingga menarik untuk diaplikasikan dalam mikrobiologi (Joyce Pohan et al., 2024; Zhu et al., 2024; Han et al., 2024).

Buah manggis banyak ditemukan di berbagai wilayah tropis, termasuk Indonesia, dan kulitnya sering kali menjadi limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal. Kulit manggis yang kaya akan senyawa fenolik sering kali hanya digunakan sebagai bahan pembuatan ekstrak herbal atau suplemen kesehatan (Eamsiri et al., 2024). Padahal, potensi pemanfaatannya dalam bidang bioteknologi, khususnya sebagai bahan pengganti pewarna sintetis, sangat menjanjikan. Hal ini dapat memberikan solusi ramah lingkungan sekaligus nilai tambah bagi limbah kulit manggis (Hendiani et al., 2024).

Keunggulan utama dari penggunaan kulit manggis sebagai pewarna alami adalah sifat yang aman bagi lingkungan. Berbeda dengan kristal violet yang bersifat sintetis dan memerlukan proses kimia kompleks, ekstrak kulit manggis dapat diperoleh melalui metode ekstraksi sederhana menggunakan pelarut udara atau etanol. Dengan demikian, proses ini lebih berkelanjutan dan sesuai untuk diterapkan pada skala laboratorium maupun industri kecil (Ma et al., 2024; Gharieb et al., 2024; Charisma, 2024).

Pemanfaatan pewarna alami seperti ekstrak kulit manggis dalam proses ini dapat menjadi inovasi baru yang mendukung penelitian mikrobiologi berkelanjutan (Indiarto et al., 2023). Selain sebagai pewarna alami, pemanfaatan kulit manggis juga dapat menjadi langkah dalam pengelolaan limbah organik. Limbah kulit manggis yang dihasilkan dari industri jus atau pengolahan buah dapat diolah menjadi produk bernilai guna, seperti pewarna untuk laboratorium (Ilyasa, 2023; Thumwong et al., 2023).

Menurut penelitian Sophia, 2024 (Sophia & Suraini, 2024) pewarnaan alternatif dengan menggunakan kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata blume.*) pada uji mikroskopis *Candida albicans* penyebab kandidiasis oral dilaporkan Kualitas pewarnaan menggunakan konsentrasi larutan kulit bakau 1:6, KOH 10% dan laktofenol memberikan latar warna yang lebih terang, bentuk *Candida albicans* jelas dan dapat dibedakan dengan kotoran.

Penggunaan bahan alami seperti kulit manggis dalam pengganti larutan kristal violet juga mendukung tren global menuju keinginan dalam penelitian ilmiah. Dalam jangka panjang, langkah ini dapat mengurangi ketergantungan pada bahan kimia sintetis yang memiliki risiko lingkungan dan kesehatan.

Tujuan penelitian ini membandingkan kualitas sediaan jamur *Candida albicans* yang diwarnai dengan larutan kristal violet dan ekstrak kulit buah manggis dengan beberapa konsentrasi.

Metode

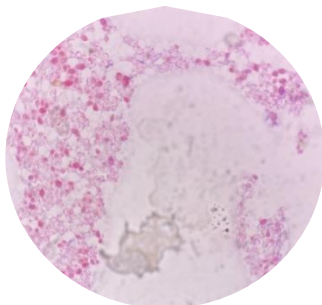
Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian *True Eksperimental*. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2025, bertempat di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Muhammadiyah Ahmad Dahlan Palembang.

Dalam penelitian ini dibuat 4 konsentrasi ekstrak kulit buah manggis, yaitu 25%, 50%,

80% dan 100%. Masing-masing konsentrasi dilakukan pengulangan sebanyak 6 kali. Penggunaan ekstrak kulit buah manggis digunakan untuk melihat kejelasan tentang bentuk dan warna jamur *Candida albicans* pada preparat yang menggunakan pewarnaan Gram (kristal violet) dan pewarnaan ekstrak kulit buah manggis (*Garcini mangostana* L.) sebagai alternatif pewarna pada pemeriksaan jamur *Candida albicans*. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Object Glass, Mikroskop, Tissue. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Aquades, subkultur jamur *Candida albicans*, oil imersi, ekstrak kulit buah manggis, kristal violet, iodine, alkohol, safranin. Prosedur pemeriksaan dilakukan dengan menyiapkan preparat jamur *Candida albicans*, pembuatan ekstrak kulit buah manggis, dan melakukan pewarnaan preparat dengan pewarna Gram menggunakan kristal violet dan ekstrak kulit buah manggis. Pengolahan data penelitian ini menggunakan Analisis *Univariat* atau *Descriptive Statistics* dan Analisis *bivariat*, pengelolaan data menggunakan uji *Kruskal walis*.

Hasil

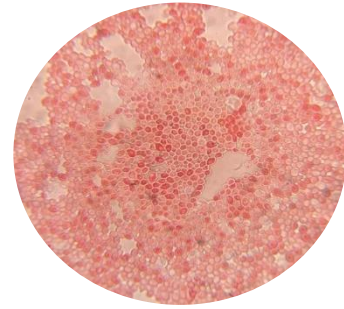
Sampel preparat *Candida albicans* dibuat 24 sediaan dengan menggunakan pewarnaan yang berbeda yaitu pewarnaan menggunakan kristal violet sebanyak 6 sediaan, pewarnaan kulit manggis konsentrasi 100% sebanyak 6 sediaan, pewarnaan kulit manggis konsentrasi 80% sebanyak 6 sediaan, pewarnaan kulit manggis konsentrasi 50% sebanyak 6 sediaan, dan, pewarnaan kulit manggis konsentrasi 25% sebanyak 6 sediaan dengan menggunakan metode pewarnaan Gram.



Gambar. 1 Jamur *Candida albicans* Pewarnaan Kristal violet

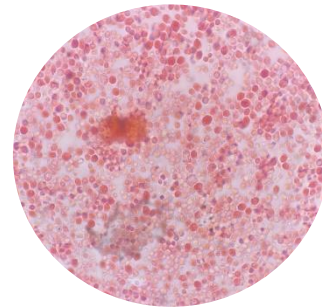
Berdasarkan gambar 1 di atas menunjukkan didapatkan hasil tampak bagian – bagian jamur *Candida albicans* lebih jelas dibedakan dengan latar belakang akan tetapi

masih banyak terdapat kotoran pada sediaan. Selain itu, terdapat beberapa sediaan warna cerah dan terang.



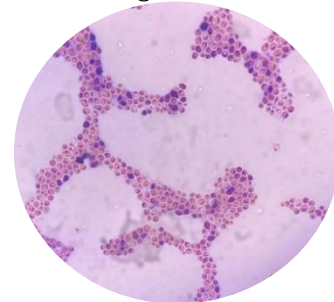
Gambar. 2 Jamur *Candida albicans* Pewarnaan ekstrak kulit buah manggis (100%)

Berdasarkan gambar 2 diatas menunjukkan hasil tampak bagian – bagian jamur *Candida albicans* baik dibedakan dengan latar belakang sedikit kotor.



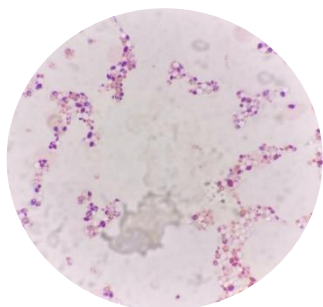
Gambar. 3 Jamur *Candida albicans* Pewarnaan ekstrak kulit buah manggis (80%)

Berdasarkan gambar 3 diatas menunjukkan hasil tampak bagian – bagian jamur *Candida albicans* lebih baik dibedakan dengan latar belakang sedikit kotor.



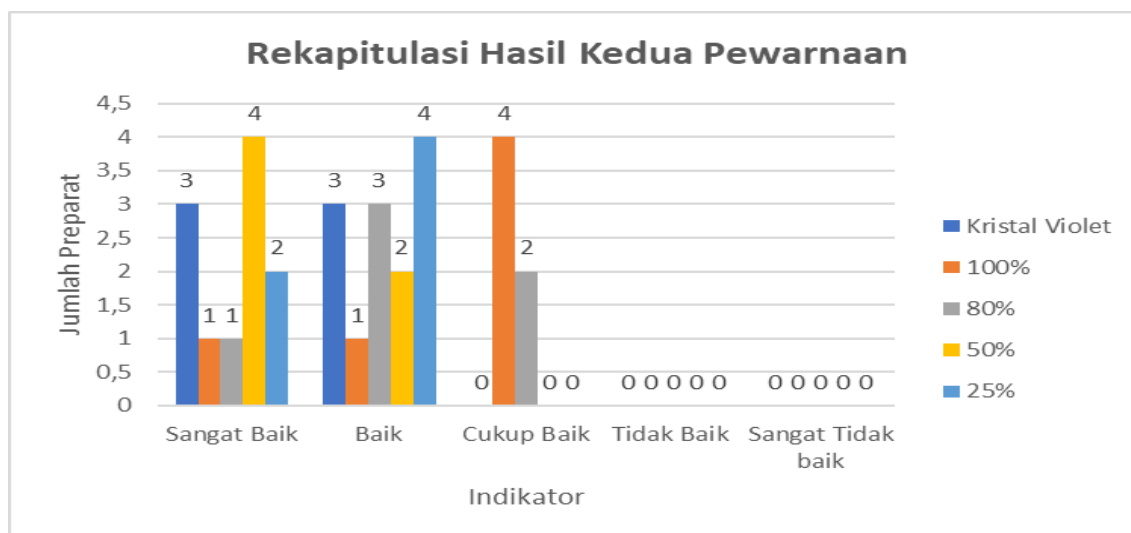
Gambar. 4 Jamur *Candida albicans* Pewarnaan ekstrak kulit buah manggis (50%)

Berdasarkan 4 gambar diatas menunjukkan hasil tampak bagian – bagian jamur *Candida albicans* sangat baik dibedakan dengan latar belakang sedikit kotor.



Gambar. 5 Jamur *Candida albicans* Pewarnaan ekstrak kulit buah manggis (25%)

Berdasarkan gambar 5 diatas menunjukkan hasil tampak bagian – bagian jamur *Candida albicans* sangat lebih baik dibedakan dengan latar belakang sedikit kotor



Gambar 6. Grafik hasil pewarnaan pada sediaan jamur *Candida albicans*

Berdasarkan gambar 6, hasil kualitas kedua pewarna yang telah diuji dan analisa data secara deskriptif mendapatkan adanya perbedaan hasil dari pemeriksaan jamur *Candida albicans* dengan pewarnaan Gram menggunakan kristal violet dan pewarnaan alami ekstrak kulit buah manggis dengan konsentrasi 100%, 80%, 50%, 25% untuk mendeteksi jamur *Candida albicans*, terlihat pada gambar tersebut pewarnaan alami ekstrak kulit buah manggis konsentrasi 50% lebih optimal dalam melakukan pemeriksaan mendeteksi jamur *Candida albicans* dengan memperoleh hasil sangat baik sebanyak 4 sediaan jika dibandingkan dengan pewarnaan Gram menggunakan kristal violet yang hanya memperoleh hasil sangat baik sebanyak 3 sediaan. Untuk melihat perbandingan pewarnaan kristal violet dan kulit buah manggis dilakukan analisis data menggunakan uji normalitas dan dilanjutkan uji *kruskal walis*.

Tabel 1. Uji Normalitas

	Shapiro-Wilk		Sig.
	Statistic	df	
Kristal violet	0.683	6	0.004
Ekstrak kulit buah manggis 100%	0.701	6	0.006
Ekstrak kulit buah manggis 80%	0.866	6	0.212
Ekstrak kulit buah manggis 50%	0.640	6	0.001
Ekstrak kulit buah manggis 25%	0.640	6	0.001

Berdasarkan hasil uji normalitas *Shapiro-wilk* test diatas, diketahui nilai *p-value* untuk hasil pewarnaan Gram menggunakan kristal violet 0.004 <0.05 terdistribusi tidak normal, sedangkan nilai *p-value* pewarnaan Gram menggunakan ekstrak kulit buah manggis konsentrasi 100% didapat (0.006), konsentrasi 50% (0.001), konsentrasi 25% (0.001) disimpulkan $p < 0.05$ yang berarti data

terdistribusi tidak normal. Oleh karena itu, perlu dilakukan uji lanjutan yaitu uji Transformasi Data, jika data masih tidak normal dilanjutkan dengan uji non-parametrik (Uji *Kruskal-Wallis*).

Tabel 2. Uji *Kruskal-Wallis*

Shapiro-Wilk				Sig.
	Mean	df		
Kristal violet	12.00	6		0.510
Ekstrak kulit buah manggis 100%	22.33	6		
Ekstrak kulit buah manggis 80%	19.17	6		
Ekstrak kulit buah manggis 50%	10.00	6		
Ekstrak kulit buah manggis 25%	14.00	6		

Berdasarkan tabel 2 diatas, menunjukkan hasil nilai *Asymp. Sig (p-value)* sebesar 0.510, yaitu lebih besar dari >0.05 . hal ini menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan pada pewarnaan ekstrak kulit buah manggis konsentrasi 100%, 80%, 50%, dan 25% terhadap pewarnaan Gram menggunakan kristal violet.

Pembahasan

Pewarnaan Gram merupakan metode penting dalam identifikasi mikroorganisme, terutama dalam mendeteksi bakteri dan jamur seperti *Candida albicans* (Thairu et al., 2024). Dalam penelitian ini, telah dilakukan perbandingan antara pewarnaan Gram menggunakan kristal violet dengan pewarnaan alami dari ekstrak kulit buah manggis dalam berbagai konsentrasi (100%, 80%, 50%, dan 25%). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa nilai *Asymp. Sig (p-value)* sebesar 0.510, yang lebih besar dari 0.05. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara pewarnaan ekstrak kulit buah manggis dengan pewarnaan Gram menggunakan kristal violet terhadap pewarnaan ekstrak kulit buah manggis dalam mendeteksi *Candida albicans*.

Walaupun secara statistik tidak ditemukan perbedaan yang signifikan, analisis deskriptif menunjukkan adanya variasi dalam efektivitas pewarnaan di antara konsentrasi ekstrak kulit buah manggis. Dari hasil pemeriksaan, pewarnaan alami dengan ekstrak kulit buah manggis konsentrasi 50% memberikan hasil optimal dalam mendeteksi *Candida albicans*, dengan memperoleh hasil sangat baik sebanyak 4 sediaan. Sementara itu, pewarnaan Gram

menggunakan kristal violet hanya memperoleh hasil sangat baik pada 3 sediaan.

Pewarnaan alami dari ekstrak kulit buah manggis telah dikaji dalam penelitian Gondokesumo et al., (2025) yang menunjukkan bahwa senyawa aktif dalam kulit manggis, seperti xanton dan flavonoid, memiliki sifat sebagai agen pewarna alami dan juga memiliki aktivitas antimikroba. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa ekstrak kulit manggis mampu berinteraksi dengan komponen dinding sel jamur, sehingga dapat meningkatkan efektivitas deteksi jamur pada metode pewarnaan (Suharyani et al., 2025) .

Dalam penelitian terdahulu, pewarnaan alami berbasis tanaman telah diuji sebagai alternatif terhadap pewarnaan sintesis untuk berbagai aplikasi mikrobiologi, Penelitian oleh Zhan et al., (2025) menemukan bahwa ekstrak kulit manggis dapat memberikan kontras warna yang cukup baik untuk visualisasi struktur mikroba, meskipun intensitas warna mungkin bervariasi tergantung pada konsentrasi ekstrak yang digunakan.

Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah manggis dengan konsentrasi 50% merupakan yang sangat baik di antara konsentrasi yang diuji untuk mendeteksi *Candida albicans*. Hal ini mungkin disebabkan oleh keseimbangan antara kandungan pigmen alami dan kelarutannya dalam media pewarnaan, sehingga memberikan visualisasi yang lebih jelas dibandingkan konsentrasi yang lebih tinggi atau lebih rendah (Sahaja dan Pudukarapu, 2021).

Dibandingkan dengan kristal violet, ekstrak kulit buah manggis memiliki beberapa keunggulan, seperti sifatnya yang lebih ramah lingkungan dan kemungkinan efek tambahan sebagai agen antimikroba. Namun, tantangan dalam penggunaan pewarna alami tetap ada, seperti stabilitas warna dan daya tahan terhadap berbagai kondisi laboratorium (Ngwenya et al., 2025).

Penting untuk mencatat bahwa hasil pewarnaan tidak hanya bergantung pada jenis pewarna yang digunakan tetapi juga pada teknik aplikasi, waktu pewarnaan, serta kondisi lingkungan saat pemeriksaan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi parameter-parameter ini agar pewarnaan berbasis ekstrak kulit buah manggis dapat dioptimalkan.

Meskipun secara statistik tidak ada perbedaan signifikan, hasil deskriptif menunjukkan bahwa pewarnaan dengan ekstrak kulit manggis, khususnya pada konsentrasi 50%,

memberikan hasil yang lebih baik dalam mendeteksi *Candida albicans* dibandingkan dengan kristal violet. Hal ini membuka peluang bagi pengembangan metode pewarnaan berbasis bahan alami untuk aplikasi mikrobiologi di masa depan.

Simpulan penelitian ini adalah ekstrak kulit buah manggis dapat menjadi alternatif potensial bagi pewarnaan Gram, khususnya dalam mendeteksi *Candida albicans*. Dalam penelitian ini didapatkan pewarnaan alami ekstrak kulit buah manggis konsentrasi 50% lebih optimal dalam melakukan pemeriksaan mendeteksi jamur *Candida albicans* dengan memperoleh hasil sangat baik sebanyak 4 sediaan jika dibandingkan dengan pewarnaan Gram menggunakan kristal violet yang hanya memperoleh hasil sangat baik sebanyak 3 sediaan. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk memastikan kestabilan warna, reproduktifitas hasil, serta efektivitas jangka panjang dari penggunaan pewarna alami ini dalam praktik laboratorium.

Disarankan untuk dapat menggunakan alternatif pewarna alami lainnya yang memiliki kestabilan warna.

Daftar Pustaka

- Charisma. (2024). The comparison of the effectiveness of shoe flower (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) and roselle flower (*Hibiscus sabdariffa* L.) infusions as alternative reagents for the examination of STH eggs. *Indonesian Journal of Medical Laboratory Science and Technology*, 6(1). <https://doi.org/10.33086/ljmlst.v6i1.5409>
- Eamsiri, J., Pewlong, W., Sajjabut, S., Chookaew, S., Khemtong, K., Photinam, R., & Prakongsil, P. (2024). *Improvement of Hygienic and Phytochemical Qualities of Mangosteen (Garcinia Mangostana) Peel by Irradiation*. 21(12), 1–15.
- Gharieb, M. M., Rizk, A., & Elfeky, N. (2024). Anticandidal activity of a wild *Bacillus subtilis* NAM against clinical isolates of pathogenic *Candida albicans*. *Annals of Microbiology*, 74(1). <https://doi.org/10.1186/s13213-024-01764-9>
- Gondokesumo, M. E., Novilla, A., Prahastuti, S., Kusuma, H. S. W., Widowati, W., Zahiroh, F. H., Hadiprasetyo, D. S., & Surakusumah, W. (2025). Anticancer Effectivity of Nanocrystals Derived from Mangosteen (*Garcinia mangostana*) Peel Extract on Leukemia HL-60 Cells. *Science and Technology Indonesia*, 10(1), 228–237. <https://doi.org/10.26554/sti.2025.10.1.228-237>
- Han, M. M., Tangpromphan, P., Kaewchada, A., & Jaree, A. (2024). Recovery and partial isolation of α -mangostin from mangosteen pericarp via sequential extraction and precipitation. *PloS One*, 19(10), e0310453. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0310453>
- Hendiani, I., Devi, T., & Bawono, C. A. (2024). The Effectiveness of Herbal Mouthwash with Mangosteen Peel Extract in Inhibiting Dental Plaque Formation. *Original Article*.
- Hixson, B., Huot, L., Morejon, B., Yang, X., Nagy, P., Michel, K., & Buchon, N. (2024). The transcriptional response in mosquitoes distinguishes between fungi and bacteria but not Gram types. *BMC Genomics*, 25(1), 1–26. <https://doi.org/10.1186/s12864-024-10153-0>
- Husbandary, A. (2024). Isolation And Characterization Of Isolation and Characterization of. *International Journal of African Research and Sustainability Studies*, 388001(04), 109–115.
- Ilyasa, L. S. (2023). Teman (Mangosteen Effervescent Tablets) Development and Processing of Mangosteen Peel Extract Into Effervescent as a Health Supplement. *Journal of Social Research*, 2(4), 1106–1131. <https://doi.org/10.55324/josr.v2i4.783>
- Indiarto, R., Reni, R., Utama, G. L., Subroto, E., Pangawikan, A. D., & Djali, M. (2023). The physicochemical, antioxidant, and sensory properties of chocolate biscuits incorporated with encapsulated mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) peel extract. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 122–138. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2159429>

- Joyce Pohan, D., Octarizqika Fatimazahra, A., & . R. (2024). Testing the Effectiveness of Mangosized Skin Extract (*Garcinia mangostana*) as an Antimicrobial Against Bacteria Causing GI Tract Infections. *Galore International Journal of Health Sciences and Research*, 9(3), 7–14. <https://doi.org/10.52403/gijhsr.20240302>
- Kumatso, J. M. (2024). *Nutritional Benefits , Phytoconstituents , and Pharmacological Properties of Garcinia Fruits : A Review*. 14(5).
- Lass-Flörl, C., Kanj, S. S., Govender, N. P., Thompson, G. R., Ostrosky- Zeichner, L., & Govrins, M. A. (2024). Invasive candidiasis. *Nature Reviews Disease Primers*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41572-024-00503-3>
- Ma, N. B., Ton, N. M. N., & Le, N. L. (2024). Co-optimization of polysaccharides and polyphenols extraction from mangosteen peels using ultrasound-microwave assisted extraction (UMAE) and enzyme-ultrasound assisted extraction (EUAE) and their characterization. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 18(8), 6379–6393. <https://doi.org/10.1007/s11694-024-02656-x>
- Mutschlechner, M., Gstir, R., Schöbel, H., Rössler, A., Lass-Flörl, C., & Bach, K. (2024). From process to product: exploring microbial diversity in paints. *Journal of Coatings Technology and Research*. <https://doi.org/10.1007/s11998-024-00990-9>
- Ngwenya, S., Sithole, N. J., Ramachela, K., Mthiyane, D. M. N., & Mwanza, M. (2025). Eco - friendly synthesis of ZnO , CuO , and ZnO / CuO nanoparticles using extract of spent *Pleurotus ostreatus* substrate , and their antioxidant and anticancer activities. *Discover Nano*. <https://doi.org/10.1186/s11671-025-04199-6>
- Ore, D. I. N. (2024). *Candida albicans and Candida glabrata: global priority pathogen*.
- Rashid, M. A., Ibadullah, W., & Fitry, I. (2024). Antimicrobial activity and antioxidant changes of spontaneously fermented. *Food Research*, 8(October), 174–183.
- Sahaja, K., & Pudukarapu, L. (2021). Natural and Eco-Friendly Cotton Dyeing Process Using Eutectic Solvents and CCurcumin. *Portugasl Journal*, 6(6), 1–4.
- Sophia, A., & Suraini. (2024). Pewarnaan Alternatif Dengan Menggunakan Kulit Batang Bakau (*Rhizophora Apiculata* Blume.) Pada Uji Mikroskopis *Candida Albicans* Penyebab Kandidiasis Oral. *Jurnal Biologi Makassar*, 9(2), 67–72. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/bio ma>
- Stratigaki, M., Armirotti, A., Ottonello, G., Manente, S., & Traviglia, A. (2024). Fungal and bacterial species richness in biodeteriorated seventeenth century Venetian manuscripts. *Scientific Reports*, 14(1), 1–18. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57228-2>
- Suharyani, I., Fouad, A., Mohammed, A., Muchtaridi, M., Abdassah, M., Suhandi, C., & Wathoni, N. (2025). Complexation of α -Mangostin with γ - Cyclodextrin and Its Application in Alginate / Chitosan Hydrogel Mucoadhesive Film for Treatment of Recurrent Aphthous Stomatitis. *Journal of Inflammation Research, February*, 2185–2204.
- Thairu, Y., Usman, Y., & Nasir, I. (2024). Laboratory perspective of Gram staining and its significance in investigations of infectious diseases. *Sub-Saharan African Journal of Medicine*, 1(4), 168. <https://doi.org/10.4103/2384-5147.144725>
- Thumwong, A., Darachai, J., Thamrongsiripak, N., Tokonami, S., Ishikawa, T., & Saenboonruang, K. (2023). Fruit Peel Powder as Natural Antioxidant and Reinforcing Bio-Filler in Natural Rubber Latex Gloves: Cases of Mangosteen, Pomelo and Durian. *Antioxidants*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/antiox12051119>

Zhan, N., Song, Z., Yu, L., & Huang, D. (2025). Sustainable agriceuticals : Alkaline solubilization and acid precipitation (ASAP) effectively isolate mangosteen pericarps xanthonones with high bioactivity. *Journal of Agriculture and Food Research Journal*, 19(January), 0–11.

Zhu, J., Liu, Q., Wang, Y., Zhu, K., Guo, J., Jin, Y., & Liu, Y. (2024). Mangosteen extract reduces the bacterial load of eggshell and improves egg quality. *Heliyon*, 10(15), e35857.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35857>