

Potensi Bunga Telang (*Clitorea ternatea* L.) sebagai Pewarna Bakteri Sederhana Berbasis Bahan Alam Ramah Lingkungan

Atik Kurniawati^{1,*}, Tanto Hariyanto², Hupitoyo³

¹Laboratorium Mikrobiologi, Poltekkes Kemenkes Malang,

²Prodi D3 Anafarma, Poltekkes Kemenkes Malang

³Prodi D3 Teknologi Bank Darah, Poltekkes Kemenkes Malang

*Corresponding author. E-mail: atik_kurniawati@poltekkes-malang.ac.id

Submisi: 14 Februari 2023; Penerimaan: 29 November 2023

ABSTRAK

Pewarnaan bakteri merupakan salah satu materi dari Praktikum Mikrobiologi yang harus ditempuh oleh mahasiswa di salah satu Program Studi Vokasi Kesehatan. Penggunaan pewarna bakteri sintesis berbahaya terhadap manusia dan lingkungan hidup karena bersifat mutagenik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi dari ekstrak kelopak bunga telang (*Clitorea ternatea* L.) sebagai alternatif pewarna bakteri sederhana berbasis bahan alam ramah lingkungan. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan menggunakan analisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak kelopak bunga telang (*C. ternatea* L.) memiliki kemampuan untuk mewarnai sel bakteri Gram-positif *Staphylococcus aureus* dan bakteri Gram-negatif *Escherichia coli* dengan kontras yang dapat dilihat di mikroskop. Bila dilihat dari kualitas pewarnaan nya, preprat yang diwarnai dengan ekstrak kelopak bunga telang memberikan kualitas pewarnaan yang kurang baik bila dibandingkan pewarna bakteri seperti safranin dan kristal violet. Kesimpulan dalam penelitian ini adalah ekstrak kelopak bunga telang (*C. ternatea* L.) belum bisa dipergunakan secara langsung sebagai alternatif pewarna bakteri sederhana berbasis bahan alam ramah lingkungan karena membutuhkan penambahan co-pigment sebagai stabilisator dari antosianin.

Kata Kunci : bakteri, pewarna, alami

PENDAHULUAN

Mikroorganisme seperti virus, bakteri dan jamur merupakan organisme berukuran kecil yang membutuhkan alat bantu pengamatan seperti mikroskop. Tujuan melakukan pengamatan terhadap mikroorganisme adalah untuk mengetahui jenis mikroorganisme serta mengenali sifat-sifat fisiologisnya. Hal yang diharapkan dengan mengetahui jenis dan mengenali sifat fisiologis suatu mikroorganisme, maka langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi secara diagnostik atau menentukan suatu jenis penyakit atau mikroorganisme penyebab kontaminasi didalam makanan (Li et al., 2020; Moyes et al., 2009)

Bakteri diidentifikasi dengan cara mengenali sifat dari lapisan permukaannya. Lapisan permukaan utama dari bakteri terdiri dari kapsul berlendir yang longgar. Pada bakteri, dinding sel berlapis membentuk struktur kaku dengan ketebalan seragam di permukaan sehingga memberi bentuk sel (batang, kokus atau spiral), disebut dengan lapisan peptidoglikan. Lapisan peptidoglikan terlibat dalam proses pertumbuhan sel dan pembelahan sel bakteri (Vollmer et al., 2008).

Berdasarkan lapisan permukaannya bakteri dikategorikan menjadi dua jenis yaitu bakteri Gram-positif dan bakteri Gram-negatif. Pada bakteri Gram-positif, dinding sel relatif tebal sehingga polimer

dinding sel lainnya seperti asam teikoat, polisakarida dan peptidoglipid secara kovalen melekat pada peptidoglikan. Pada Gram-negatif lapisan peptidoglikan cenderung tipis berlapis tunggal yang ditutupi membran lipid bilayer terdiri dari lipopolisakarida (Garde et al., 2021; Moyes et al., 2009a; Salton, Milton & Kim, 1996).

Salah satu cara untuk melakukan identifikasi bakteri adalah dengan melakukan pewarnaan. Pewarnaan bakteri dilakukan untuk melihat lebih baik sel bakteri karena pada umumnya sel bakteri tidak berwarna (transparan). Pewarnaan bakteri terdiri dari pewarnaan sederhana dan pewarnaan kompleks (bertingkat) seperti pewarnaan Gram. Pewarnaan bakteri secara sederhana dapat digunakan untuk semua tipe sel bakteri yang bertujuan untuk mengetahui morfologi sel seperti bentuk dan ukurannya. Teknik ini disebut sederhana karena menggunakan hanya satu macam pewarna bakteri, misalnya methylen blue, safranin dan kristal violet (Moyes et al., 2009b).

Pewarnaan mikroorganisme khususnya bakteri merupakan salah satu materi praktikum pada matakuliah Mikrobiologi yang harus ditempuh mahasiswa Program Studi di Vokasi Kesehatan. Selama praktikum mahasiswa dikenalkan bentuk bakteri melalui pemeriksaan mandiri berbantu mikroskop. Sebelum mengenali bentuk bakteri, mahasiswa terlebih dahulu diminta untuk melakukan pewarnaan. Pewarnaan yang dilakukan mulai pewarnaan sederhana hingga bertingkat. Pewarna yang digunakan biasanya kristal violet yang memberikan warna ungu pada sel bakteri. Prinsip dari pewarna sederhana bakteri dengan memberikan warna kontras terbaik yang dapat dilihat melalui mikroskop. Pewarna sederhana yang baik, juga tidak mewarnai latar belakang (Gupta et al., 2014; Moyes et al., 2009b).

Dibalik manfaatnya dalam mewarnai bakteri, ternyata kristal violet menyimpan

potensi bahaya terhadap manusia dan lingkungan hidup. Kristal violet merupakan pewarna kationik yang mudah berinteraksi dengan permukaan membran sel bermuatan negatif dan dapat masuk ke dalam sel sehingga terkonsentrasi di sitoplasma dan oleh sebab itu dicurigai sebagai mutagen sehingga menjadi ancaman terhadap lingkungan yang dampaknya merugikan bagi kesehatan manusia dan keanekaragaman hayati (Haki et al., 2022; Mani & Bharagava, 2016; Rani & Chaudhary, 2022).

Bunga telang (*C. ternatea* L.) adalah salah satu tanaman yang diketahui memiliki warna biru cerah karena kandungan pigmen biru didalam kelopak bunganya. Beberapa orang menggunakan pigmen biru tersebut sebagai pewarna makanan atau minuman berwarna (sirup) sehingga bunga ini dikenal sebagai teh biru atau blue pea (Marpaung, 2020; Vidana Gamage et al., 2021). Pigmen didalam kelopak bunga telang (*C. ternatea* L.) memiliki sifat mudah larut dalam air dan tidak toksik terhadap lingkungan sehingga aman bila digunakan pengenalan dasar bahan laboratorium pada saat praktikum. Penelitian terdahulu menunjukkan potensi pigmen alami antosianin dari bahan alam seperti pigmen merah pada buah naga dan pigmen ungu dari kentang dapat berpotensi sebagai pewarna bakteri yang ramah lingkungan (Jiwintarum et al., 2016; Nunki et al., 2020).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi pigmen alami dari kelopak bunga telang (*C. ternatea* L.) untuk dipergunakan sebagai pewarna bakteri berbahan dasar alam ramah lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen laboratorium. Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif dan studi literatur yang relevan. Rancangan penelitian deskriptif bertujuan

untuk mendeskripsikan berbagai hal yang mencakup fakta-fakta yang diperoleh mengenai potensi senyawa bioaktif bunga telang (*C. ternatea L.*) sebagai agen pewarna bakteri dari alam. Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2022 di Laboratorium Terpadu Poltekkes Kemenkes Malang. Tanaman yang dipergunakan dalam penelitian ini berasal dari pembelian biji Kebun Raya Bogor yang telah ditumbuhkan dan dirawat di pekarangan peneliti sejak 2020 sehingga menghasilkan kelopak bunga yang dipergunakan untuk penelitian. Tanaman tersebut telah mendapat determinasi dari Herbarium Bogoriense, Bidang Botani Pusat Riset Biologi - BRIN Cibinong, Nomor B-983/V/DI.05.07/12/2021.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk mengekstrak senyawa bioaktif dari kelopak bunga telang antara lain tabung reaksi, erlenmeyer, becker glass, gelas ukur, grinder, *hotplate*, rotary evaporator (Buchi) dan Mikroskop Olympus CX33. Bahan untuk mengekstrak senyawa bioaktif kelopak bunga telang adalah ethanol 70% (Merck).

Prosedur Ekstraksi

Kelopak bunga telang dipanen segar dan mekar sempurna dikeringkan dengan sinar matahari selama dua hari. Kelopak bunga telang yang telah kering dilakukan penggilingan dengan menggunakan alat grinder sampai terbentuk serbuk kelopak bunga telang dengan kadar air 1%. Serbuk kasar kelopak bunga telang disaring dengan ayakan 30 mesh hingga diperoleh serbuk halus. Ditimbang 5 gram serbuk kelopak bunga telang ditambahkan dengan 100 ml etanol 70% dan dipanaskan di atas magnetic hotplate stirer pada suhu 70°C selama 8 jam. Ekstrak kemudian disaring dengan kertas saring dan dilakukan pemekatan dengan cara di evaporasi. Selanjutnya ekstrak cair bunga telang dipanaskan dalam oven untuk

menguapkan sisa-sisa pelarut (Aditiyarini & Iswuryani, 2021; Jeyaraj et al., 2020; Ludin et al., 2018).

Preparasi Bakteri

Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* yang didapatkan dari Laboratorium Mikrobiologi Poltekkes Kemenkes Malang dilakukan subkultur kedalam media Nutrien Agar (Himedia). Semua bakteri yang disubkultur diinkubasi pada suhu 37°C selama kurang lebih 24 jam.

Pembuatan Hapusan

Kultur bakteri umur 24 jam diambil menggunakan ose steril dan dicampurkan pada satu tetes aquadest di atas objek glass bersih. Campuran dioleskan searah jarum jam kemudian di fiksasi di atas nyala api 2-3 kali lalu biarkan hingga menguap. Preparat yang sudah kering bisa langsung digunakan untuk pewarnaan (Gupta et al., 2014; Li et al., 2020; Wanger et al., 2017).

Pewarnaan Bakteri

Preparat dari masing-masing bakteri (*E.coli* dan *S.aureus*) yang telah siap diwarnai dibagi menjadi tiga kategori, yaitu preparat yang diwarnai dengan ekstrak kelopak bunga telang, preparat yang diwarnai dengan cat sederhana (kristal violet/ safranin), dan preparat yang tidak diberi pewarna sebagai pembanding. Cara pewarnaan sederhana mengacu pada literatur, yaitu dengan meneteskan larutan pewarna dan dibiarkan hingga satu menit, kemudian dibilas dan dilakukan pemeriksaan di mikroskop. Cara pewarnaan dengan ekstrak kelopak bunga telang yaitu dengan menempatkan ekstrak (100%) sebanyak 50ul dengan ditambah aquadest 50ul (1:1) kemudian ditutup cover glass. Preparat yang sudah jadi siap dilakukan pemeriksaan di mikroskop (Risandiansyah et al., 2020; Triol et al., 2020).

Pemeriksaan Sel Bakteri

Preparat yang sudah diwarnai ditempatkan diatas meja kerja mikroskop Olympus CX33 dan dilakukan pemeriksaan dengan perbesaran 1000x, dengan pencahayaan sedang dan diafragma yang disesuaikan. Satu tetes minyak immersi diteteskan diatas preparat untuk membantu memperjelas objek yang diamati. Setelah ditemukan objek, maka pengambilan Gambar dilakukan menggunakan kamera handphone melalui lensa okuler dan dipotong sesuai untuk ditampilkan (Sanderson, 2020).

Pengambilan Data dan Analisis

Pengambilan data dilakukan dengan cara pengamatan langsung secara mikroskopis, dengan membandingkan preparat bakteri *E.coli* dan *S. aureus* yang masing-masing diwarnai dengan ekstrak bunga telang, cat safranin, cat kristal violet serta preparat kontrol yang tidak diberikan pewarna apapun. Semua perlakuan ini dilakukan sebanyak tiga kali. Untuk memudahkan analisis data maka dilakukan pencatatan kriteria preparat yang diamati dengan kategori Sangat Baik, bila hasil penyerapan zat warna pada preparat terlihat sangat kontras terhadap latar belakang dan preparat pewarnaan terlihat bersih dari endapan cat pada pengamatan dibawah mikroskop. Kategori Baik bila hasil penyerapan zat warna pada preparat terlihat kontras terhadap latar belakang dan preparat pewarnaan terlihat bersih dari endapan cat pada pengamatan dibawah mikroskop. Kategori Kurang Baik, bila hasil penyerapan zat warna pada preparat terlihat kurang kontras terhadap latar

belakang dan preparat pewarnaan terlihat bersih dari endapan cat pada pengamatan dibawah mikroskop. Kategori Tidak Baik, jika hasil penyerapan zat warna pada preparat tidak terlihat kontras terhadap latar belakang dan preparat pewarnaan terdapat endapan cat pada pengamatan dibawah mikroskop (Jiwintarum et al., 2016).

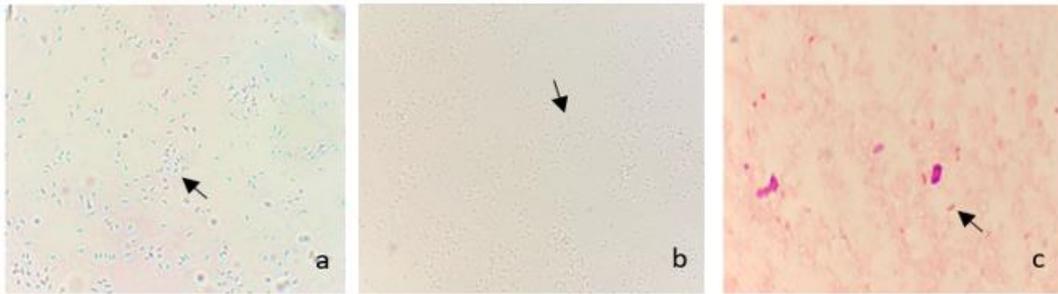
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Gambar 1, dapat diketahui bahwa sel bakteri dari hasil pewarnaan dengan bahan alami ekstrak kelopak bunga telang memberikan kontras yang baik dengan latar belakang. Bentuk sel dapat terlihat dengan jelas karena warna yang berasal dari pigmen dapat menembus dinding sel bakteri. Berbeda dengan preparat yang tidak diwarnai yang memberikan hasil sangat transparan sehingga sulit dideskripsikan. Pewarnaan dengan cat safranin sebagai pembanding juga memberikan hasil kontras yang bagus.

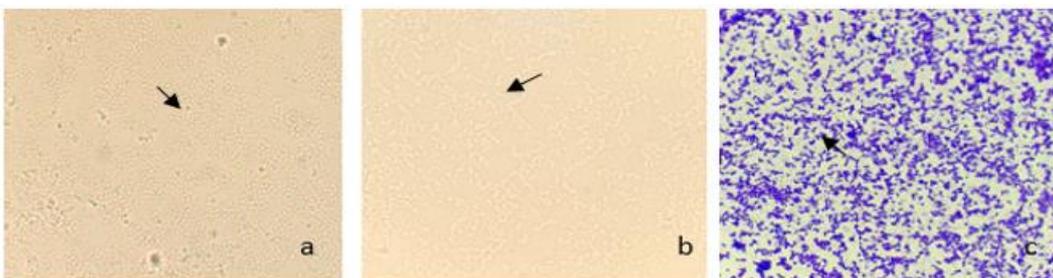
Berdasarkan Gambar 2, dapat diketahui bahwa sel bakteri dari hasil pewarnaan dengan bahan alami ekstrak kelopak bunga telang memberikan kontras yang cukup baik dengan latar belakang. Bentuk sel dari *S.aureus* cukup terlihat dengan jelas karena warna yang berasal dari pigmen sedikit menembus dinding sel bakteri. Berbeda dengan preparat yang tidak diwarnai yang memberikan hasil sangat transparan sehingga sulit dideskripsikan. Pewarnaan dengan cat kristal violet sebagai pembanding juga memberikan hasil kontras yang sangat bagus.

Tabel 1. Kriteria Pewarnaan Sel Bakteri *E.coli* yang Diwarnai dengan Ekstrak Bunga Telang dan Safranin

Pewarna	Kualitas Pewarnaan								Jumlah	Total
	Sangat Baik		Baik		Kurang Baik		Tidak Baik			
	n	%	n	%	n	%	n	%		
Ekstrak bunga telang (100%)	-	-	1	33,33	2	66,67	-	-	3	100
Safranin 1%	-	-	2	66,67	1	33,33	-	-	3	100
Kontrol	-	-	-	-	-	-	3	100	3	100



Gambar 1. Tampilan Hasil Pewarnaan Sel Bakteri *E.coli* dengan Ekstrak Bunga Telang (a), Sel yang Tidak Diwarnai (b), Sel yang diwarnai dengan Safranin (c).



Gambar 2. Tampilan Hasil Pewarnaan Sel Bakteri *S. aureus* dengan Ekstrak Bunga Telang (a), Sel yang Tidak Diwarnai (b), Sel yang diwarnai dengan Kristal Violet (c).

Tabel 2. Kriteria Pewarnaan Sel Bakteri *S.aureus* yang Diwarnai dengan Ekstrak Bunga Telang dan Kristal Violet

Pewarna	Kualitas Pewarnaan								Jumlah	Total
	Sangat Baik		Baik		Kurang Baik		Tidak Baik			
	n	%	n	%	n	%	n	%		
Ekstrak bunga telang (100%)	-	-	-	-	3	100	-	-	3	100
Kristal Violet 1%	3	100	-	-	-	-	-	-	3	100
Kontrol	-	-	-	-	-	-	3	100	3	100

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa preparat sel bakteri *E.coli* yang diwarnai dengan ekstrak bunga telang memberikan hasil mayoritas yang kurang baik bila dibandingkan dengan cat safranin. Sedangkan pada Tabel 2, cat kristal violet memperoleh kategori kualitas pewarnaan yang sangat baik dalam mewarnai sel *S.aureus*.

Pigmen didalam tanaman berpotensi untuk dijadikan pewarna bakteri aman dan ramah lingkungan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa melalui pembuatan preparat yang telah diwarnai dengan ekstrak kelopak bunga telang mendapatkan hasil sel bakteri yang terwarnai dan dapat diperiksa di mikroskop. Beberapa penelitian telah melaporkan

potensi dari pigmen alami sebagai bahan alternatif pewarna bakteri karena sifatnya yang mudah terdegradasi di alam dan memberikan hasil yang bagus pada pewarnaan sel (Gupta et al., 2014).

Kedua preparat memberikan hasil berbeda ketika diwarnai dengan ekstrak bung telang dimana preparat bakteri *E.coli* lebih mudah diamati dan dibedakan dibandingkan dengan bakteri *S.aureus*. Hal ini terjadi karena lapisan dinding Gram-negatif lebih tipis dibandingkan dengan Gram-positif. Gram-negatif seperti *E.coli*, *Bacillus sp*, *Klebsiella sp*, *Salmonella sp* dan lainnya merupakan bakteri basil yang memiliki lapisan tebal dibandingkan dengan Gram-positif seperti *S.aureus*. Dinding sel pada Gram-positif terdiri dari

lapisan peptidoglikan yang tebal dan berlapis-lapis serta tersusun dari polimer seperti asam teikoat yang dapat mencapai ketebalan hingga 50% massa dinding sel dari bakteri Gram-positif. Selain itu terdapat protein permukaan yang berikatan secara kovalen dengan peptidoglikan atau terikat secara non-kovalen dengan polimer dinding sel bakteri (Vollmer et al., 2008). Pada percobaan ini diperkirakan bahan pewarna berasal dari ekstrak bunga telang terserap lebih cepat pada bakteri Gram-negatif dibandingkan bakteri Gram-positif.

Terdapat beberapa penelitian yang mengeksplorasi alternatif bahan lain untuk menggantikan pewarna bakteri, penelitian tersebut menunjukkan hasil positif dan memberikan harapan untuk mengeksplorasi lebih lanjut tentang potensi bahan alami sebagai pewarna bakteri (Gupta et al., 2014; Risandiansyah et al., 2020). Potensi yang terdapat dalam bahan alam sebagai sebagai pewarna bakteri berasal dari antosianin. Antosianin merupakan pigmen dalam tumbuhan yang larut dalam air, sifat antosianin yang stabil pada kondisi asam ternyata dapat digunakan untuk mewarnai bakteri, meskipun bersifat sementara karena dinding bakteri yang banyak bermuatan negatif tidak bisa mengikat cat warna yang bersifat asam terlalu lama. Selain itu kandungan air yang berasal dari ekstrak juga dapat memudahkan lunturnya zat warna dari dinding sel sehingga hasil preparat yang diwarnai menghasilkan kualitas pewarnaan yang kurang baik untuk kedua sel bakteri (Jiwintarum et al., 2016). Berdasarkan penelitian lain disebutkan bahwa sifat kationik dari antosianin dan struktur molekulnya memungkinkan antosianin dapat berinteraksi dengan DNA inti dengan cara interkalasi. Adanya kation dari antosianin memudahkan interaksi dengan polinukleotida di dalam nukleus (Jasphin et al., 2023).

Untuk menjadi pewarna bakteri diperlukan bahan yang tersedia banyak

dan tidak dikhawatirkan musnah sehingga dapat dipergunakan kapanpun dibutuhkan. Dengan demikian bunga telang (*C. ternatea* L.) memiliki potensi untuk menjadi bahan baku pewarna bakteri karena sifatnya yang mudah tumbuh di lingkungan kering maupun basah serta memiliki kemampuan untuk berbunga sepanjang tahun (Afrianto et al., 2020; Aziza et al., 2021; Purba, 2020). Kemampuannya untuk menjadi alternatif pewarna perlu ditunjang dengan penelitian lainnya dengan memberikan penambahan *co-pigments* seperti katekin yang terbukti mampu meningkatkan stabilitas dari antosianin ekstrak bunga telang (Charurungsipong et al., 2020)

KESIMPULAN

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah ekstrak kelopak bunga telang (*C. ternatea* L.) belum dapat secara langsung digunakan sebagai alternatif pewarna bakteri sederhana berbasis bahan alam ramah lingkungan karena diperlukan perlakuan tambahan untuk mengatasi kekurangan dari zat warna alaminya. Saran yang dapat diambil dari penelitian ini adalah dengan melakukan penelitian lanjutan dengan memberikan penambahan *co-pigment* untuk meningkatkan stabilitas antosianin dari ekstrak bunga telang (*C. ternatea* L.).

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiyarini, D., & Iswuryani, E. O. (2021). Effect of various extraction factors on anthocyanins extraction from butterfly pea flower (*Clitoria ternatea* L.). *Nova Biotechnologica et Chimica*, 20(1). <https://doi.org/10.36547/nbc.817>
- Afrianto, W. F., Tamnge, F., & Hasanah, L. N. (2020). Review: A relation between ethnobotany and bioprospecting of edible flower Butterfly Pea (*Clitoria ternatea*) in Indonesia. *Asian Journal of Ethnobiology*, 3(2).

- <https://doi.org/10.13057/asianjethno/biol/y030202>
- Aziza, V., Ulimaz, T. A., Ustari, D., Suganda, T., Concibido, V., Irawan, B., & Karuniawan, A. (2021). Keragaman Fenotipik Bunga Telang Double Petal Asal Indonesia dan Thailand Berdasarkan Morfologi Bunga. *Al-Kauniah: Jurnal Biologi*, 14(1).
<https://doi.org/10.15408/kauniah.v14i1.15558>
- Charurungsipong, P., Tangduangdee, C., Amornraksa, S., Asavasanti, S., & Lin, J. (2020). Improvement of Anthocyanin Stability in Butterfly Pea Flower Extract by Co-pigmentation with Catechin. *E3S Web of Conferences*, 141.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014103008>
- Gupta, A., Sengupta, S., Nathan, A., Agarwal, A., Devadas, M., Madhumati, G., & Suneetha, V. (2014). Preparation of a microbial stain from the natural product kumkum for pharmaceutical applications. *International Journal of Drug Development and Research*, 6(4).
- Jasphin, S., Raghavendra, A. P., Solomon, M. C., Amuthan, A., Singh, B. M. K., & Kairanna, N. V. (2023). Anthocyanins: A Hue For Histology - Systematic Review. *Malaysian Journal of Science*, 42(1).
<https://doi.org/10.22452/mjs.vol42no1.10>
- Jeyaraj, E. J., Lim, Y. Y., & Choo, W. S. (2020). Extraction methods of butterfly pea (*Clitoria ternatea*) flower and biological activities of its phytochemicals. In *Journal of Food Science and Technology*.
<https://doi.org/10.1007/s13197-020-04745-3>
- Jiwintarum, Y., Rohmi, & Prayuda, I. D. P. M. (2016). Buah Naga (*hylocereus polyrhizus*) Sebagai Pewarna Alami untuk Pewarnaan Bakteri. *Jurnal Kesehatan Prima*, 10(2).
- Li, H., Li, L., Chi, Y., Tian, Q., Zhou, T., Han, C., Zhu, Y., & Zhou, Y. (2020). Development of a standardized Gram stain procedure for bacteria and inflammatory cells using an automated staining instrument. *MicrobiologyOpen*, 9(9).
<https://doi.org/10.1002/mbo3.1099>
- Ludin, N. A., Al-Alwani, M. A. M., Mohamad, A. B., Kadhum, A. A. H., Hamid, N. H., Ibrahim, M. A., Teridi, M. A. M., Al-Hakeem, T. M. A., Mukhlus, A., & Sopian, K. (2018). Utilization of natural dyes from *Zingiber officinale* leaves and *Clitoria ternatea* flowers to prepare new photosensitisers for dye-sensitised solar cells. *International Journal of Electrochemical Science*, 13(8).
<https://doi.org/10.20964/2018.08.04>
- Moyes, R. B., Reynolds, J., & Breakwell, D. P. (2009). Preliminary staining of bacteria: Simple stains. In *Current Protocols in Microbiology* (Issue suppl. 15).
<https://doi.org/10.1002/9780471729259.mca03es15>
- Nunki, N., Titik Mutiarawati, D., & Prayekti, E. (2020). Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Peels Extract as an Alternative Dye For Bacteria Gram Staining. *Indonesian Journal of Medical Laboratory Science and Technology*, 2(2).
<https://doi.org/10.33086/ijmlst.v2i2.1655>
- Purba, E. C. (2020). Kembang telang (*Clitoria ternatea* L.): Pemanfaatan dan Bioaktivitas. *EduMatSains*, 4(2).
- Risandiansyah, R., Arniyati, A., Nurita, N. I., & Gionika, N. H. (2020). The Use of Food Coloring Dyes in Bacterial Staining. *The Journal of Experimental Life Science (JELS)*, 10(2).
<https://doi.org/https://doi.org/10.21776/ub.jels.2020.010.02.10>
- Sanderson, J. (2020). Fundamentals of Microscopy. *Current Protocols in Mouse Biology*, 10(2).
<https://doi.org/10.1002/cpmo.76>
- Triol, C. B., Dionela, A. T. V., Ecube, A. I. D., Joy, C., Mediodia, A., Science, P., Visayas, W., Bito-on, B., & City, I. (2020). The use of *Clitoria ternatea* (blue ternate) ethanolic extract as a potential stain for bacteria. *Department of Science and Technologi, Philippines*, 3(1).

- Vollmer, W., Blanot, D., & De Pedro, M. A. (2008). Peptidoglycan structure and architecture. In *FEMS Microbiology Reviews* (Vol. 32, Issue 2). <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2007.00094.x>
- Wanger, A., Chavez, V., Huang, R. S. P., Wahed, A., Actor, J. K., & Dasgupta, A. (2017). Biochemical Tests and Staining Techniques for Microbial Identification. In *Microbiology and Molecular Diagnosis in Pathology* (pp. 61–73). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-805351-5.00005-3>