Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual
Vol. 11, No. 4, November 2026 pp. 1064-1076
E-ISSN: 2541-4224, P-ISSN: 2541-4216
DOI: http://dx.doi.org/10.28926/briliant.v11i4.2517

Skrining Starter Mikroba Indigenous Kulit Nanas dalam Memfermentasi Bunga Telang: Kultur Tunggal dan Konsorsium

Muhammad Rizza Pahlevi[(1)], Adhitya Rizky Arissaputra Aswanto[(2)], Hesti Kurniahu[(3)]

[1, 2]Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Kristen Cipta Wacana,
Jl. K. S. Tubun No. 28 A, Kebonsari, Malang, Indonesia
[3]Program Studi Biologi, Universitas PGRI Ronggolawe,
Jl. Manunggal No. 61, Tuban, Indonesia

Email: [1]mpahlevi@gmail.com, [2]adhityarzky30@gmail.com, [3]hestiku.hk@gmail.com

Tersedia Online di
http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant

Sejarah Artikel
Diterima 05 Agustus 2026
Direvisi 23 Oktober 2026
Disetujui 09 November 2026
Dipublikasikan 22 November 2026

Keywords:
Clitoria ternatea, Fermentation, Fungsional Starter, Indigenous Microbia, Peeled Pineapple

Abstract*: Butterfly pea flower drinks is less preferred due to its bland and beany flavor, while spontaneous tepache fermentation as a solution yields inconsistent quality, thus requiring a standardized local microbial starter for fermenting butterfly pea flower (Clitoria ternatea) extract drinks. Aiming to assess acidification efficiency, organoleptic profiles, and bioactive retention. Six Gram-positive isolates were characterized: three lactic acid bacteria (LAB) and three non-LAB isolates. Single cultures, the consortium, and the tepache control successfully fermented the matrix by reducing pH and shifting anthocyanin color profiles, though acidification rates varied. Isolate 4 produced gas, indicating heterofermentative LAB. The highest total flavonoid retention occurred in Isolate 1 (41.627 ppm), Isolate 4 (39.213 ppm), and the consortium (39.100 ppm), while Isolate 2 showed the lowest (24.859 ppm). Vitamin C levels remained stable at 3.520 % across most variants, except for Isolate 2, which degraded by nearly half to 1.760 %. It is concluded that the best candidate starter for fermenting butterfly pea flower extract drinks, considering color, taste, and aroma profiles as well as flavonoid and vitamin C content, is the isolate 1 and consortium starter. Molecular biology techniques for identification microbes are recommended for future research to standardize starter formula.*

Kata Kunci:
Bunga Telang, Fermentasi, Kulit Nanas, Mikroba *Indigenous*, Starter Fungsional

***Corresponding Author*:**
Name:
Muhammad Rizza Pahlevi
Email:
mpahlevi@gmail.com

Abstrak: Minuman bunga telang kurang disukai karena hambar dan langu, sementara fermentasi spontan tepache sebagai solusinya bermutu tidak konsisten, sehingga dibutuhkan starter mikroba lokal yang terstandar pada minuman fermentasi ekstrak telang (*Clitoria ternatea*), bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi pengasaman, karakter profil minuman hasil fermentasi, retensi senyawa bioaktif flavonoid dan vitamin C. Enam isolat gram positif berhasil dikarakterisasi yaitu 3 isolat kelompok BAL dan 3 isolat kelompok non-BAL. Starter isolat tunggal maupun konsorsium dan kontrol positif tepache telang mampu melakukan fermentasi dengan menurunkan pH dan mengubah visualisasi warna pigmen antosianin minuman telang. Kecepatan pengasaman bervariasi antar starter. Starter isolat 4 menghasilkan gas diduga termasuk BAL heterofermentatif. Retensi kandungan flavonoid terbaik dimiliki oleh starter isolat 1 (41,627 ppm), konsorsium (39,100 ppm) dan isolat 4 (39,213 ppm) sedangkan terendah oleh starter isolat 2 (24.859 ppm). Seluruh kandungan vitamin C masing-masing starter dan tepache telang bernilai sama (3,520 %) kecuali starter isolat 2 yang paling rendah hampir setengahnya yaitu (1,760 %). Disimpulkan kandidat starter terbaik dalam proses fermentasi minuman ekstrak bunga telang dengan memperhatikan profil warna, rasa dan aroma serta kandungan flavonoid dan vitamin C yaitu starter tunggal isolat 1 dan isolat konsorsium.

Disarankan untuk mengidentifikasi isolat yang ditemukan secara biologi molekuler agar starter lebih terstandarisasi.

PENDAHULUAN

Bunga telang (*Clitoria ternatea*) telah banyak dikenal sebagai salah satu komoditas lokal yang dapat digunakan sebagai bahan baku minuman fungsional sebagai minuman teh yang kaya akan manfaat (Kurniahu *et al*., 2025; Marpaung, 2020; Zahara, 2022). Bunga telang diketahui kaya akan senyawa bioaktif, antara lain flavonoid dan antosianin yang bertindak sebagai sumber antioksidan (Multisona *et al*., 2023; Sitompul & Martati, 2025; Suryana, 2021; Yuliasari *et al*., 2023). Kandungan flavonoid bunga telang bervariasi tergantung banyak hal, antara lain habitat, iklim, dan kesuburan tanah (Hawari et al., 2022), serta penanganan bunga telang, misalnya suhu penyeduhan, di mana teh yang diseduh pada suhu 70°C kadar flavonoidnya berkisar 3,24 ± 0,0759 EK (mg/gram sampel) (Waruwu et al., 2023), berbeda dengan yang direbus, yaitu 1,50 EK (mg/gram sampel) (Purwanto *et al*., 2022). Bunga telang juga mengandung vitamin C sekitar 135, 1 mg/ 100 gram bunga telang dan kadarnya akan bervariasi tergantung waktu penyeduhan (Burhan *et al*., 2022). Meskipun senyawa bioaktif bunga telang memiliki potensi kesehatan yang tinggi dan tampilan warna birunya yang memikat, pemanfaatan bunga telang sebagai seduhan teh memiliki kelemahan sensoris berupa rasa hambar dan langu sehingga kurang disukai sebagian besar konsumen (Indriasari *et al*., 2023; Pahlevi *et al*., 2025). Oleh karena itu, untuk mengatasi kelemahan tersebut, diperlukan upaya memodifikasi pengolahan yang tidak hanya mampu mempertahankan kandungan senyawa bioaktifnya tetapi juga dapat memperbaiki atau menyamarkan aroma langu tersebut.

Salah satu inovasi yang potensial untuk mengatasi kelemahan tersebut adalah dengan menerapkan bioteknologi, yaitu fermentasi dengan memanfaatkan kulit nanas (*Ananas comosus*) yang kaya aroma dan sensasi segar (*tepache*) (Kurniahu *et al*., 2025; Pahlevi *et al*., 2025). Studi terdahulu telah mendapatkan formulasi minuman telang *tepache* yang memanfaatkan bakal limbah kulit nanas menjadi minuman kaya manfaat yang disukai generasi Z (Pahlevi *et al*., 2025). Namun demikian, minuman tepache tradisional bersifat spontan (Ojeda-Linares et al., 2021), sehingga mutunya tidak konsisten antar waktu, antar lokasi, dan antar pembuatan akibat adanya fluktuasi jenis dan jumlah mikroba alami yang terlibat. Hal ini akan mempengaruhi kualitas mutu fisikokimia dan stabilitas senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya. Oleh karena itu diperlukan standardisasi menggunakan starter mikroba lokal terkontrol yang dapat menjaga konsistensi mutu tersebut (Massinai *et al*., 2026). Bioprospeksi kemampuan fermentatif mikroba lokal, baik dalam bentuk isolat tunggal maupun konsorsium, menjadi langkah penting yang perlu dilakukan untuk mendapatkan minuman fungsional telang *tepache* yang terstandar.

Informasi terkait pemanfaatan bunga telang melalui ekstraksi langsung (Ansori *et al*., 2023; Khairina *et al*., 2021) ataupun fermentasi melalui kombucha telang (Fadillah *et al*., 2022) yang mana masa fermentasinya relatif lebih lama (Pribadi *et al*., 2025) telah umum ditemui. Di sisi lain, fermentasi spontan *tepache* dari kulit nanas telah banyak dilaporkan menghasilkan minuman khas dengan masa fermentasi yang lebih singkat namun menghasilkan kombinasi asam-manis dan sensasi bersoda yang disukai konsumen (Pahlevi *et al*., 2025), akan tetapi profil mikrobiotanya terlalu heterogen dan bervariasi sehingga kebaruan dari penelitian ini terletak pada penyediaan bukti empiris mengenai sejauh mana kultur murni mikroba fermentatif baik kultur tunggal maupun konsorsium dapat digunakan untuk starter terstandar yang mampu menyamai atau mengungguli performa fermentatif mikrobiota alami *tepache* pada matriks baru berupa teh bunga telang. Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi kemampuan fermentatif isolat yang didapatkan dalam kulit nanas dalam bentuk tunggal dan konsorsium pada teh bunga telang dengan pembanding kontrol positif yaitu *tepache* telang dengan fermentasi spontan. Hasil studi ini diharapkan menjadi landasan dalam menyeleksi isolat starter terbaik yang potensial digunakan dalam standarisasi produksi minuman fungsional berbasis bunga telang baik skala industri rumahan maupun skala industri lebih besar.

METODE

Kandidat starter mikroba fermentatif diisolasi dari kulit nanas yang telah dibersihkan. Sampel diencerkan secara bertingkat hingga pengenceran 10^{-7} menggunakan akuades steril. Sebanyak 1 mL suspensi dari pengenceran 10^{-3} hingga 10^{-7} diinokulasikan secara duplo ke dalam cawan petri steril menggunakan metode *pour plate* pada Media *de Man Rogosa Sharpe Agar* (MRSA) diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam dengan pendekatan metode Medaando dkk. (Medaando *et al*., 2024). Mikroba diamati koloninya menggunakan MRSA, mikroba dengan koloni berbeda dipurifikasi menggunakan metode *streak plate* di media MRSA secara bertahap. Isolat hasil purifikasi dilakukan uji pewarnaan Gram untuk diamati kategori gramnya, uji katalase dengan metode tetes larutan H_2O_2 3% jika terbentuk gelembung oksigen menunjukkan hasil katalase positif (+), sedangkan tidak terbentuk gelembung menunjukkan hasil katalase negatif (-), dan uji motilitas menggunakan media *Nutrient Broth* semi padat dengan metode tusuk (*stab inoculation*) hingga mendekati dasar media. Selanjutnya, tabung diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam. Hasil uji diamati berdasarkan pola pertumbuhan bakteri di sekitar jalur tusukan. Pertumbuhan yang menyebar dari jalur tusukan menunjukkan hasil motil positif (+), sedangkan pertumbuhan yang terbatas pada jalur tusukan menunjukkan hasil motil negatif (-) sesuai pendekatan metode Sari dkk. (Sari *et al*., 2023).

Proses pembuatan suspensi sel mengikuti pendekatan metode Wulandari dkk. (Wulandari *et al*., 2022) diawali dengan meremajakan isolat uji pada media *MRS Broth*. Masing-masing koloni murni diinokulasikan ke dalam tabung reaksi yang berisi 10 mL MRS Broth dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Kultur cair dari masing-masing isolat disentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan pelet sel dari supernatannya. Pelet sel yang diambil dan dicuci menggunakan larutan salin steril (0,9% NaCl) sebanyak dua kali. Pelet sel yang telah bersih kemudian dilarutkan kembali (resuspensi) menggunakan larutan 0,9% NaCl steril hingga diperoleh kekeruhan yang setara dengan standar McFarland 0,5 (kurang lebih mengandung sel bakteri sebanyak 1,5 x 10^8 CFU/mL) (Hita *et al*., 2025). Suspensi sel dari masing-masing isolat siap digunakan sebagai inokulum untuk tahapan pengujian selanjutnya.

Selain inokulum tunggal, dibuat pula satu inokulum konsorsium bakteri yang merupakan campuran homogen dari seluruh suspensi isolat murni tersebut dengan perbandingan volume yang sama (1:1:1:1:1:1:1). Masing-masing isolat yang ditemukan dan konsorsium dilakukan *enrichment* dengan menyiapkan media jus nanas sebagai substrat fermentasi. Jus nanas digunakan sebagai media starter dengan pendekatan metode Ariyanto dkk. (Ariyanto *et al*., 2021), jus nanas murni ber volume 9,5 mL disterilisasi guna memastikan tidak ada kontaminan mikroba lain, ketika dingin suhu ruang kemudian diinokulasikan 0,5 mL suspensi sel tunggal isolat untuk masing-masing starter tunggal. Sementara itu, ke dalam tabung reaksi ketujuh diinokulasikan sebanyak 0,5 mL suspensi sel konsorsium campuran. Seluruh sampel dihomogenkan secara perlahan, lalu diinkubasi pada kondisi mikroaerofilik atau anaerobik pada suhu 30°C–37°C selama 24 hingga 48 jam. Proses *enrichment* ini bertujuan untuk memberikan waktu bagi ke-6 isolat tunggal dan 1 konsorsium BAL memanfaatkan nutrisi dan gula alami pada jus nanas guna meningkatkan kerapatan populasi sel dan digunakan sebagai starter.

Penelitian ini memfermentasi ekstrak bunga telang kering sebanyak 0,5% b/v dengan masing-masing isolat yang ditemukan, isolat konsorsium dan kontrol positif berupa *tepache* telang. Penelitian ini tidak menggunakan kontrol negatif namun menggunakan kontrol positif berupa minuman telang-*tepache* yang dibuat dengan formulasi yaitu kulit nanas 30% b/v, gula pasir 10% b/v, bunga telang kering 0,5% b/v dan air demineralisasi komersial yang di fermentasi 3 hari menggunakan pedekatan metode Pahlevi dkk. (Pahlevi *et al*., 2025). Sebanyak 400 ml ekstrak bunga telang dengan konsentrasi 0,5% b/v di fermentasi menggunakan masing-masing starter. Data profil pH hari ke 0 dan hari ke 1 dicek menggunakan kertas pH universal. Profil rasa, aroma, warna dicatat pada masa inkubasi 36 jam (1,5 hari inkubasi). Profil warna difoto dan dicek dengan *imagecolorpicker* menggunakan pendekatan Tjandra dkk. (Tjandra *et al*., 2023) secara *online* melalui *imagecolorpicker.com* untuk melihat perubahan warna pada hari ke 1,5 dan

hari ke 2. Pada hari ke 3 hasil fermentasi masing-masing starter dikirimkan ke jasa analisis terstandarisasi (ISO 9001 dan 17025 dari KAN) di Laboratorium Sentral Universitas Muhammadiyah Malang untuk diujikan kandungan flavonoid (ppm) dengan metode spektrofotometri (*standard quercentin*) dan vitamin C (%) dengan metode iodometri. Data dianalisis secara deskriptif kualitatif sesuai pendekatan (Aýun *et al*., 2023) untuk mengkonfirmasi kemampuan starter dalam memfermentasi ekstrak bunga telang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil isolasi kulit nanas didapatkan 6 isolat dengan profil sesuai pada Tabel 1. Empat karakter utama untuk menentukan golongan mikroba BAL dan non-BAL yang digunakan yaitu morfologi, pewarnaan Gram, uji katalase dan uji motilitas. Hasil pewarnaan gram seluruh isolat yang ditemukan pada kulit nanas mempertahankan warna dari kristal violet yang berwarna ungu sehingga seluruh isolat merupakan Gram-positif. Sedangkan pada uji katalase dan motilitas didapatkan beberapa golongan mikroba. Isolat dengan uji katalase negatif dan non motil merupakan ciri dari golongan BAL dalam hal ini dimiliki oleh isolat 1, isolat 2 dan isolat 4. Menurut Fauziyah *et al*., (2023), BAL memiliki ciri antara lain Gram positif, katalase negatif, non-motil dan memiliki bentuk beragam bisa basil maupun *coccus* yang memproduksi asam laktat dengan memfermentasi karbohidrat. Sedangkan isolat dengan katalase positif termasuk golongan mikroba non-BAL. Namun demikian, mikroba tersebut tetap dianalisis lebih lanjut potensi kemampuan fermentasinya karena termasuk memengaruhi pada fermentasi spontan minuman *tepache* (Pelealu *et al*., 2024). Isolat yang termasuk golongan non-BAL yaitu isolat 3, isolat 5 dan isolat 6.

Tabel 1. Profil isolat mikroba *indigenous* kulit nanas kandidat starter

Isolat	Morfologi	Pewarnaan Gram	Uji katalase	Uji motilitas
Isolat 1	Basil	Positif	Negatif	Non motil
Isolat 2	Basil	Positif	Negatif	Non motil
Isolat 3	Cocobasil	Positif	Positif	Non motil
Isolat 4	Basil	Positif	Negatif	Non motil
Isolat 5	*Coccus*	Positif	Positif	Non motil
Isolat 6	Basil	Positif	Positif	Motil

Isolat yang ditemukan kemudian dikemas dalam bentuk starter tunggal dan starter konsorsium dengan menggabungkan kesemuanya dalam satu isolat yang kemudian digunakan sebagai starter dalam memfermentasi ekstrak telang. Kandidat starter yang fungsional memiliki kemampuan dalam menurunkan pH media tumbuhnya (Massinai *et al*., 2026). Proses penurunan pH menggambarkan efisiensi metabolik mikroba dalam merombak karbohidrat dalam hal ini gula manis 10% b/v menjadi senyawa asam organik. Berdasarkan Tabel 2 terjadi penurunan pH pada pengamatan 36 jam atau 1,5 hari dibandingkan dari fase awal inokulasi pada minuman bunga telang. Baik isolat tunggal maupun konsorsium dan *tepache*-telang sebagai kontrol positif terjadi proses peningkatan keasaman produk. Menurut Gupratiwi *et al*., (2025), semakin lama waktu fermentasi maka akan semakin meningkat proses perombakan karbohidrat menjadi asam laktat sehingga pH akan semakin menurun.

Tabel 2. pH starter masing-masing isolat pada awal dan hari ke 1,5 (36 jam)

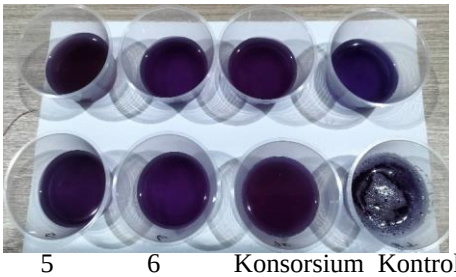
Starter	pH awal	pH jam ke 36
Isolat 1	5,5	4,5
Isolat 2	5,5	4,5
Isolat 3	5,5	4,5
Isolat 4	5,5	5
Isolat 5	5,5	4,5
Isolat 6	5,5	4,5
Konsorsium	5,5	4
Kontrol positif (*tepache* telang)	6	5

Catatan: pH awal dicek dengan indikator pH universal setelah penuangan starter ((isolat 1-6, dan konsorsium) dan ekstrak telang manis pada kontrol positif (*tepache*-telang) skor 5,5 menandakan skor antara chart posisi 5 dan 6, begitu pula skor 4,5 yaitu posisi antara chart 4 dan 5.

Laju pengasaman minuman telang yang paling tinggi dilakukan oleh starter konsorsium. Pada starter konsorsium capaian pH ini merupakan efek dari sinergitas dan metabolisme silang antara mikroba dari isolat 1, 2 dan 4. Kombinasi dan sinergitas dari beberapa isolat BAL ini akan mempercepat perombakan glukosa sehingga akan lebih cepat akumulasi ion H^+ daripada starter isolat BAL dalam bentuk tunggal. Hal ini sejalan dengan studi terhadap variasi starter pada derajat keasaman minuman probiotik instan dimana semakin beragam starter yang ditambahkan semakin menurun pH dan semakin asam minuman (Atiah & Nairfana, 2025). Penurunan pH pada lambat pada starter isolat 4 dapat diduga karena mikroba tersebut adalah BAL heterofermentatif, yang mana mikroba tersebut mengalihkan sebagian metabolismenya melalui jalur pentosa fosfat bukan hanya untuk memproduksi asam laktat namun juga produk sampingan seperti CO_2 dan etanol. Menurut Hibatullah & Primadiaty (2025), BAL memperoleh energi dari memfosforilasi gula yang dikategorikan menjadi 2 golongan yaitu homofermentatif dan heterofermentatif, golongan heterofermentatif berkemampuan dalam mendegradasi heksosa dan pentosa dimana pada substrat pentosa dengan menggunakan jalur pentosa fostat dengan produk berupa asam laktat, karbondioksida dan etanol ataupun asetat. Penurunan yang lambat juga terjadi pada kontrol positif yaitu *tepache* telang, penurunan yang lambat ini disebabkan oleh adanya sifat fermentasi yang spontan (A'yuni *et al*., 2023). Menurut Pelealu *et al*., (2024), fermentasi dapat terjadi secara spontan tanpa penambahan mikroba ataupun tidak spontan dengan menggunakan starter. Mikroba *indigenous* yang proses fermentasi spontan akan memengaruhi variabilitas mutu (Massinai *et al*., 2026). Mikroba *indigenous* dari kulit nanas membutuhkan waktu adaptasi lebih panjang serta waktu yang lebih lama untuk memperbanyak diri sebelum akhirnya meningkatkan penurunan pH (Pelealu *et al*., 2024).

Penurunan pH masing-masing starter tervisualisasi pada Gambar 1 dan Tabel 3 dimana terdapat variasi perubahan warna pada ekstrak bunga telang. Ekstrak bunga telang secara alami mengandung antosianin, dimana antosianin sensitif terhadap konsentrasi H^+ (perubahan pH) (Aprilliani *et al*., 2022; Marpaung & Pustikarini, 2023). Antosianin akan berwarna biru pada pH netral dan akan berubah menjadi ungu pekat pada pH sekitar 4-5 (Angriani, 2019). Pada awal sebelum proses fermentasi terjadi antosianin akan berwarna biru pekat (biru telang) karena antosianin berada pada struktur basa kuinoidal yang stabil, namun ketika proses fermentasi berjalan hingga 36 jam atau 1,5 hari maka antosianin berubah ke ke bentuk molekul kation flavilium yang mana akan merubah dari warna biru menjadi warna ungu. Menurut (Yunianto *et al*., 2025), warna biru bunga telang dikatikan dengan basa kuinoidal netral, warna merah dikaitkan dengan adanya ion flavilium dan warna hijau untuk kalkon ionik. Gradasi warna ini tergantung pada kecepatan laju pengasaman masing-masing starter isolat. Pada kontrol positif, meskipun warna ungunya kurang pekat namun pada minuman ini terdapat akumulasi buih yang menandakan adanya aktivitas fermentasi heterofermentatif dan khamir, di mana gula dirombak secara besar-besaran untuk menghasilkan gas CO_2 dan etanol bukannya asam laktat murni (Hibatullah & Primadiaty, 2025; Ramadana *et al*., 2025).

1 2 3 4



5 6 Konsorsium Kontrol +

Gambar 1. Perbandingan tampilan warna minuman telang yang terfermentasi starter tunggal 1-6 (isolat 1-6), konsorsium dan kontrol + (*tepache*-telang) sesudah 1,5 hari fermentasi

Fenomena transisi warna akibat adanya laju penurunan pH yang bervariasi antara starter, fermentasi juga mempengaruhi profil rasa dan aroma Tabel 3. Rasa pada konsorsium menghasilkan profil rasa yang lebih kuat asam daripada manis, rasa ini didapatkan karena sinergisme antara isolat 1, 2 dan 4 yang efektif mempercepat akumulasi asam laktat sehingga keasaman yang dihasilkan mampu sedikit menutupi rasa manis dari sisa gula awal. Starter yang beragam berpengaruh terhadap organoleptik, mutu dan fisik (Atiah & Nairfana, 2025). Sedangkan pada starter isolat 6 menghasilkan rasa yang berimbang antara asam dan manis. Rasa yang muncul dari starter isolat 6 diduga mikroba ini golongan mikroba yang memiliki sifat alami dalam memproduksi enzim hidrolitik ekstraseluler dalam jumlah yang besar sehingga mampu merombak gula menjadi asam organik campuran namun efisiensi hidrolisisnya masih meninggalkan residu gula sehingga rasa manis masih dapat dirasakan berimbang. Isolat 4 menunjukkan rasa yang mengkonfirmasi sifat heterofermentatif, yang mana perombakan gula tidak difokuskan menjadi asam laktat murni namun juga produk lain yaitu produk-produk non asam (Hibatullah & Primadiaty, 2025; Ramadana *et al*., 2025).

Aroma langu pada minuman ekstrak bunga telang dari beberapa starter isolat merupakan aroma alami dari bunga telang (Pahlevi *et al*., 2025). Hal ini terjadi dikarenakan senyawa volatil pemicu aroma tersebut belum terombak oleh mikroba yang dominan menghasilkan asam murni maupun campuran. Sedangkan aroma khas fermentasi terbentuk bisa dikarenakan ada kerja golongan mikroba non-BAL maupun golongan mikroba BAL heterofermentatif yang mana mampu memproduksi metabolit sekunder volatil yang secara efektif mampu menutupi aroma langu alami bunga telang. Menurut Feng *et al*., (2025), kombinasi antara BAL dan mikroba non-BAL secara sinergis akan menghasilkan profil aroma volatil baru yang akan menutupi karakter aroma asli dari bahan baku.

Tabel 3. Profil aroma, warna, rasa minuman telang terfermentasi oleh starter BAL pada hari ke 1,5 (36 jam)

Starter	Warna (Hex)	Aroma	Rasa
Isolat 1	#43203e	Dominan langu	Asam (++) manis (++) berimbang
Isolat 2	#3c154a	Dominan manis	Asam (++) manis (++) berimbang
Isolat 3	#431e54	Dominan manis	Asam (++) manis (++) berimbang
Isolat 4	#311c55	Dominan manis	Asam (+) dominan manis (++)

Starter	Warna (Hex)	Aroma	Rasa
Isolat 5	#42174b	Manis- khas fermentasi (+)	Asam (++) manis (++) berimbang
Isolat 6	#471564	Dominan langu	Asam (+++) manis (+++) berimbang
Konsorsium	#31132b	Dominan langu	Dominan asam (+++) manis (++)
Kontrol positif (*tepache*-telang)	#1c0f20	Dominan manis	Asam (++) manis (++) khas fermentasi

Catatan: Semakin banyak tanda + menunjukkan intensitas yang semakin kuat.

Proses fermentasi yang diperpanjang dari 1,5 hari menuju 2 hari menunjukkan adanya perubahan karakteristik profil warna pada masing-masing starter yang digunakan. Perubahan ini dapat diamati berdasarkan perubahan warna antosianin serta keberadaan buih sesuai Tabel 4. Keberadaan buih pada permukaan minuman telang menandakan kemunculan gas CO_2 hasil dari metabolisme mikroba. Pada starter isolat 4 terdapat sedikit buih, yang secara nyata mengonfirmasi dugaan awal bahwa mikroba ini termasuk golongan BAL heterofermentatif. Mikroba memecah glukosa menggunakan jalur pentosa fosfat yang akan menghasilkan produk sampingan berupa CO_2 dan etanol selain asam laktat (Hibatullah & Primadiaty, 2025; Ramadana *et al*., 2025). Begitu pula pada starter konsorsium, starter gabungan ini memicu gas dikarenakan adanya starter yang termasuk dari golongan BAL heterofermentatif. Sama halnya pada kontrol positif yang menghasilkan buih yang melimpah. Buih yang melimpah ini akibat adanya sinergisme yang intens antara BAL dan khamir *indigenous* yang populasinya semakin tinggi, yang ditandai dengan tingkat kekeruhan pada minuman *tepache*-telang. Starter isolat lain yang tidak berbuih berjalan konsisten pada metabolisme karbohidrat yang tidak menghasilkan produk samping gas CO_2. Semakin lama fermentasi, maka akan semakin berbuih, aroma semakin menyengat, dan rasa lebih asam (Amalia *et al*., 2024).

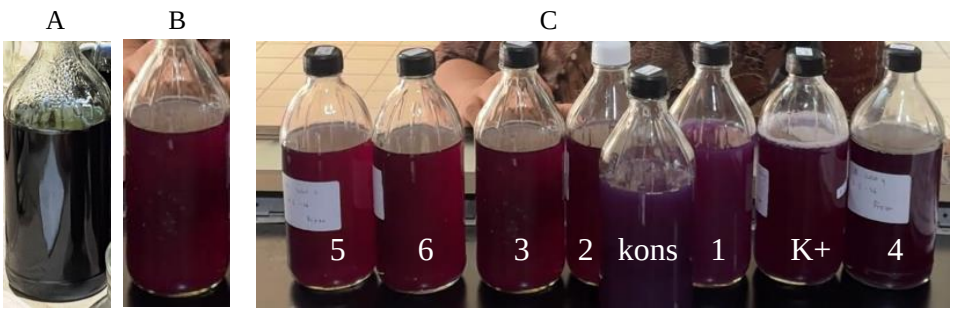
Perpanjangan waktu inkubasi memicu pergeseran gradasi warna minuman masing-masing starter dan kontrol positif. Perubahan semakin jelas ke arah kemerahan pada kebanyakan starter tunggal, terutama pada starter isolat 2, 3, 5 dan 6. Perubahan warna ini menandakan aktivitas pengasaman pada media terus berjalan dan bervariasi perubahannya antar isolat. Akumulasi asam organik produk fermentasi terus meningkatkan ion H^+ ke dalam minuman, yang akan memaksa struktur pigmen antosianin bunga telang berubah lebih dalam ke bentuk kation flavilium, yang akan mengekspresikan warna merah cerah pada lingkungan yang sangat asam (Marpaung, 2020; Marpaung & Pustikarini, 2023). Semakin bertambahnya masa inkubasi proses fermentasi pada minuman bunga telang akan lebih meningkatkan akumulasi produk asam sehingga minuman semakin asam dan warna akan semakin merah (Aprilliani *et al*., 2022). Pada starter konsorsium dan kontrol positif warna cenderung masih stabil di ungu kemerahan daripada starter isolat tunggal dikarenakan pada konsorsium dan kontrol positif terjadi kompetisi ruang dan nutrisi antar mikroba dan interaksi antara berbagai jenis produk hasil metabolisme mikroba berbeda sehingga membuat pigmen antosianin berubah lebih lama untuk bertransformasi menjadi bentuk kation flavilium. Menurut Rifai *et al*., (2020), konsorsium adalah campuran mikroba yang dapat memiliki hubungan kooperatif, mutualistik, hingga komensal baik berupa konsorsium alamiah maupun buatan dimana dapat memiliki hubungan metabolisme yang saling melengkapi ataupun berkompetisi baik tempat maupun sumber nutrisi yang digunakan, baik dalam hubungan secara sinergisme maupun antagonisme akan memengaruhi laju dan hasil aktivitas metabolik secara keseluruhan minuman. Dominasi mikroba selama fermentasi kulit nanas berlangsung akan

berbeda setiap harinya tergantung aktivitas dan kondisi pertumbuhan mikroba, yaitu perubahan pH (Pelealu *et al*., 2024).

Tabel 4. Profil warna minuman telang terfermentasi starter hingga hari ke 2.

Starter	Warna hari ke 1,5	Warna hari ke 2	Keterangan
Isolat 1			Tidak berbuih
Isolat 2			Tidak berbuih
Isolat 3			Tidak berbuih
Isolat 4			Sedikit berbuih (+)
Isolat 5			Tidak berbuih
Isolat 6			Tidak berbuih
Konsorsium			Sedikit berbuih (+)
Kontrol positif (*tepache*-telang)			Keruh, berbuih banyak (+++)

Visualisasi fisik perubahan warna minuman telang yang terfermentasi dapat dilihat pada Gambar 2. Dimana pada Gambar 2A menunjukkan warna karakteristik minuman bunga telang yang belum mengalami proses fermentasi (hari ke 0) yang ditunjukkan dengan warna biru telang yang pekat dan stabil dimana antosianin dalam bentuk struktur basa kuinoidal, sedangkan pada Gambar 2B, minuman bunga telang telah terfermentasi menghasilkan warna merah cerah yang menandakan antonsianin berubah kestruktur kation flavilium. Sedangkan Gambar 2C menunjukan adanya variasi perubahan warna antosianin antar starter, yang mana starter isolat tunggal relatif lebih cepat daripada yang konsorsium maupun yang kontrol positif. Fenomena ini dapat terjadi karena faktor kompetisi dan lanjut pengasaman spesifik yang berbeda, dari produk asam organik yang beragam termasuk produk volatil yang dihasilkan (Feng *et al*., 2025; Hibatullah & Primadiaty, 2025). Sehingga jenis starter dan efisiensi jalur metabolisme berperan terhadap kestabilan estetika visual produk akhir minuman telang terfermentasi.



Gambar 2. Perbandingan tampilan warna sebelum terfermentasi warna biru telang pekat (A) dan warna minuman setelah terfermentasi selama 2 hari dengan warna merah (B), dan variasi perubahan warna dengan berbagai starter pada hari ke 2 (C).

Aktivitas fermentasi ini, selain mempengaruhi antosianin yang terkandung di dalam minuman telang, juga mempengaruhi kandungan flavonoid dan vitamin C minuman ekstrak bunga telang, yang tersaji pada Tabel 5. Pada starter isolat 1, isolat 4 dan konsorsium menunjukkan kandungan flavonoidnya paling baik yaitu 41,627 ppm; 39,213 ppm dan 39,100 ppm. Tingginya kadar flavonoid pada starter tersebut menunjukkan bahwa kelompok BAL baik tunggal maupun konsorsium mampu menjaga dan membantu pelepasan ikatan kompleks glikosida pada flavonoid ekstrak bunga telang menjadi bentuk aglikon yang bebas melalui aktivitas enzim hidrolitik. Menurut Paventi *et al*., (2025), berbagai jenis ikatan glikosida dapat dihidrolisis oleh enzim β-glukosidase yang memungkinkan terlepasnya senyawa aglikon bioaktif dan terbentuknya senyawa volatil oleh BAL yang memungkinkan digunakan untuk minuman fermentasi. Sedangkan starter isolat 2 yang paling rendah, yaitu sebesar 24,859 ppm menunjukkan bahwa isolat tersebut memiliki keterbatasan dalam mengekstrak senyawa fenolik dari ekstrak bunga telang atau bahkan isolat tersebut mendegradasi sebagian struktur cincin flavonoid selama proses fermentasi. Tidak semua BAL memiliki kemampuan setara dalam mengekstrak dari bahan baku, ada isolat yang mungkin kurang efektif dibandingkan dengan isolat yang lainnya (Natania *et al*., 2019). Jika mikroba tertentu tidak memiliki pelepasan yang optimal, kemungkinan karena dimanfaatkan oleh mikroba tersebut atau bahkan mengalami oksidasi enzimatik (Khoiriyah & Wikandari, 2023).

Kandungan vitamin C seluruh starter dan kontrol positif stabil pada angka 3,520 %, namun tidak pada starter isolat 2 yang menunjukkan angka 1,760 %. Selama proses fermentasi, asam organik yang dihasilkan akan memproteksi vitamin C dari kerusakan/oksidasi yang terkandung di minuman ekstrak bunga telang. Secara umum, ekstrak bunga telang mengandung vitamin C yang bervariasi tergantung proses pengeringan maupun ekstraksinya. Bunga telang dengan penyeduhan 7 menit menghasilkan kadar vitamin C sebesar 0,1351 % (b/b) (Burhan *et al*., 2022). Proses fermentasi mampu menaikkan kandungan vitamin C pada minuman bunga telang. Namun demikian, pada starter isolat 2 terjadi penurunan kandungan vitamin C sekitar setengah dari starter yang lain, hal ini bisa disebabkan bakteri pada isolat tersebut merusak atau menggunakan vitamin C selama proses fermentasi. Menurut Sarmila & Romadhan, (2025), vitamin C dalam proses fermentasi medium bersifat tidak stabil, mudah terdegradasi oleh lingkungan asam, suhu ruang, atau pengaruh enzimatik mikrobia selama fermentasi, ataupun pada kondisi tertentu mikroba menggunakannya.

Tabel 5. Profil flavonoid dan vitamin C minuman telang yang terfermentasi starter BAL

Starter	Flavonoid (ppm)	Vitamin C (%)
Isolat 1	41,627	3,520
Isolat 2	24,859	1,760
Isolat 3	31,778	3,520
Isolat 4	39,213	3,520
Isolat 5	34,591	3,520
Isolat 6	33,019	3,520
Konsorsium	39,100	3,520
Kontrol positif (*tepache*-telang)	38,906	3,520

Hasil integrasi seluruh parameter dari karakterisasi isolat, laju penurunan pH masing-masing starter, profil warna-rasa-aroma, keberadaan buih, hingga pengaruhnya terhadap profil flavonoid dan vitamin C, maka starter terbaik yang dapat digunakan sebagai agen fermentasi minuman ekstra bunga telang yaitu konsorsium karena menawarkan keunggulan fungsional yang lebih seimbang pada kesemua parameter. Sinergisme unik konsorsium mampu mempertahankan kandungan flavonoid dan kandungan vitamin C, menghasilkan karakter asam manis yang menyegarkan, stabilitas warna ungu antosianin yang konsisten yang berguna dalam mempertahankan mutu jangka panjang. Berdasarkan hasil parameter yang diujikan, dapat dilakukan pendugaan mikroba pada setiap isolatnya. Pada isolat 1 dan isolat 2 diduga kuat golongan bakteri asam laktat (BAL) homofermentatif dari genus

Lactobacillus/Lactiplantibacillus, isolat 3 diduga golongan non-BAL lain, isolat 4 diduga sebagai BAL heterofermentatif genus *Leuconostoc*, isolat 5 dan isolat 6 diduga non-BAL yang ada pada kulit nanas yang mampu melakukan fermentasi dan tahan terhadap antibakteri dari ekstrak bunga telang. Menurut Pelealu *et al*., (2024), fermentasi yang terjadi di kulit nanas terdapat beberapa bakteri yang diduga terlibat di dalam prosesnya antara lain dari genus *Lactobacillus, Bacillus*, dan *Staphylococcus*. Bunga telang mengurangi diversitas dan jumlah bakteri, namun tidak memengaruhi bakteri fermentasi (Kurniahu *et al*., 2026).

SIMPULAN

Karakterisasi isolat starter dari kulit nanas didapatkan 6 isolat mikroba Gram positif, 3 isolat terindikasi sebagai BAL baik dari golongan homofermentatif maupun heterofermentatif yaitu isolat 1, isolat 2 dan isolat 4 dan 3 isolat lainnya termasuk golongan non-BAL. Seluruh starter dari isolat maupun konsorsium mampu memfermentasi gula 10% b/v menjadi asam organik yang mampu menurunkan pH dan mengubah antosianin ekstrak bunga telang. Fermentasi lebih lanjut menjadikan warna minuman ekstrak telang semakin memerah disertai kemunculan buih terjadi pada starter isolat 4 (tipis), konsorsium, dan kontrol positif *tepache*-telang. Hasil retensi senyawa bioaktif flavonoid tertinggi terjadi pada starter isolat 1 dilanjutkan isolat 4 dan konsorsium, dan terendah dimiliki oleh isolat 2. Retensi kandungan vitamin C seluruh starter isolat sama kecuali pada starter isolat 2. Dengan demikian, starter terbaik digunakan untuk memfermentasi minuman ekstrak bunga telang adalah starter isolat 1 dan starter konsorsium. Perlu penelitian lebih lanjut terkait keamanan pangan penggunaan starter masing-masing isolat, terutama isolat 1 dan konsorsium. Selain itu, disarankan juga untuk identifikasi dan karakterisasi lebih lanjut terhadap isolat-isolat yang didapatkan secara molekuler, sehingga didapatkan starter yang lebih terstandarisasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM), Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemdiktisaintek) melalui pendanaan tahun anggaran 2026.

DAFTAR RUJUKAN

A'yuni, Q., Sabira, N., & Suryani, T. (2023). Glucose Levels and Organoleptic Quality Probiotic Tepache of Pineapple Peel on Variation of Sugar and Fermentation Duration. *International Conference on Biology Education, Natural Science, and Technology, 1*(1), 348–355.

Amalia, E. Y., Maulana, A., Astuti, F. I., & Anindita, N. S. (2024). Tepache minuman probiotik dari kulit nanas. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, *2*(28 September 2024), 524–529. https://proceeding.unisayogya.ac.id/index.php/prosemnaslppm/issue/view/7

Angriani, L. (2019). The Potential of Extract Butterfly Pea Flower (Clitoria ternatea L.) as a Local Natural Dye for Various Food Industry. *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, *2*(1), 32–37. https://doi.org/10.20956/canrea.v2i1.120

Ansori, A., Sekaringgalih, R., Rachmah, A. N. L., Susanti, Y., A'yun, A. Q., & Lestari, I. P. (2023). Edukasi Pembuatan Teh Bunga Telang (Clitoria ternatea L.) di Desa Bagorejo Kabupaten Banyuwangi. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, *7*(3), 2026–2034. https://doi.org/10.31764/jpmb.v7i3.17254

Aprilliani, F., Ayuningtyas, L. P., & Lestari, H. A. (2022). Bunga Telang (Clitoria ternatea L.) Sebagai Indikator pH dalam Sistem Kemasan Pintar. *Agroteknika*, *5*(2), 87–97. https://doi.org/10.55043/agroteknika.v5i2.133

Ariyanto, Y. S., Meryandini, A., & Sunarti, T. C. (2021). Application Lactobacillus plantarum NHC6 as a Probiotic in Pineapple Juice. *Jurnal Sumberdaya Hayati*, *7*(1), 1–8. https://doi.org/10.29244/jsdh.7.1.1-8

Atiah, S., & Nairfana, I. (2025). Variasi Jumlah Starter Bakteri Asam Laktat (BAL) Terhadap Mutu Kimia, Organoleptik, dan Fisik Minuman Probiotik Instan dari Jagung Pulut (Zea mays ceratina) Sumbawa. *Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan*, *1*(1), 25–30. https://doi.org/10.30812/jtmp.v1i1.2170

Aýun, Q., Muthiáh, S. N., & Sukmalara, D. (2023). Potensi Bakteri Asam Laktat (BAL) Dari Jus Tempe Sebagai Kandidat Probiotik. *JURNAL Al-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, *8*(2), 171–177. https://doi.org/10.36722/sst.v8i2.1673

Burhan, A. H., Rhamadhani, E. A., & Irianto, I. D. K. (2022). Pengaruh Waktu Penyeduhan terhadap Kadar Vitamin C pada Minuman Bunga Telang (Clitoria ternatea). *Jurnal Ilmu Kesehatan (JIKA)*, *1*(1), 39–49.

Fadillah, M. F., Hariadi, H., Kusumiyati, Rezaldi, F., & Setyaji, D. Y. (2022). Karakteristik Biokimia dan Mikrobiologi pada Larutan Fermentasi Kedua Kombucha Bunga Telang (Clitoria ternatea L) Sebagai Inovasi Produk Bioteknologi Terkini. *Jurnal Biogenerasi*, *7*(2), 19–34. https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v7i2.1765

Fauziyah, Z., Nia, L., Nandi, F. J., Lingga, R., & Helmi, H. (2023). Identification and Probiotic Potency of Lactic Acid Bacteria of Fermented Local Food. *JURNAL BIOS LOGOS*, *13*(2), 54–64. https://doi.org/10.35799/jbl.v13i2.4790

Feng, T., Cai, W., Sun, W., Yu, S., Cao, J., Sun, M., Wang, H., Yu, C., Kang, W., & Yao, L. (2025). Co-cultivation effects of Lactobacillus plantarum and Pichia pastoris on the key aroma components and non-volatile metabolites in fermented jujube juice. *RSC Advances*, *15*(14), 10653–10662. https://doi.org/10.1039/d5ra00193e

Guspratiwi, R., Agustina, Taufiq, T. T., & Handika, D. B. (2025). Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Profil Sensori, pH, dan Aktivitas Antioksidan Kombucha Teh Daun Kelor (Moringa oleifera). *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, *10*(2), 8331–8339. https://doi.org/10.63071/vy9t6074

Hawari, H., Pujiasmanto, B., & Triharyanto, E. (2022). Morfologi dan kandungan flavonoid total bunga telang (Clitoria Ternatea L.) di berbagai ketinggian. *Kultivasi*, *21*(1), 88–96. https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.36327

Hibatullah, A. Y., & Primadiaty, N. N. (2025). Diversitas dan Metabolisme Mikroba Selama Fermentasi Kombucha: Tinjauan Literatur. *EduNaturalia: Jurnal Biologi Dan Kependidikan Biologi*, *6*(2), 231–243. https://doi.org/10.26418/edunaturalia.v6i2.100180

Hita, I. P. G. A. P., Setiawan, P. Y. B., Anggarini, N. P. D., & Wintariani, N. P. (2025). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kenanga (Cananga odorata (Lam.) Hook.F. & Thomson) Terhadap Bakteri Streptococcus Mutans dan Bakteri Pseudomonas Aeruginosa. *Jurnal Farmasimed (JFM)*, *8*(1), 122–130. https://doi.org/10.35451/nyc2kg76

Indriasari, Y., Risman, & Raungku, I. (2023). Sensory Characteristic and Antioxidant Activity of Functional Drink Enriched by Butterfly Pea Flower (Clitoria ternatea L) and Moringa Leaf (Moringa oleifera). *AGROTEKNIKA ISSN:*, *6*(1), 103–114. https://doi.org/10.55043/agroteknika.v6i1.206

Khairina, H., Siregar, N., Hartati, S., Azhar, S., & Jayanti, N. A. D. (2021). Edukasi Pembuatan Teh Bunga Telang (Clitoria ternatea) di Desa Manik Majara Kec. Sidamanik, Kab. Simalungun dalam Rangka Pengabdian Masyarakat. *Best Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, *4*(2), 298–304. https://doi.org/10.30743/best.v4i2.4448

Khoiriyah, I., & Wikandari, P. R. (2023). Potensi minuman sari kulit singkong fermentasi dengan kultur starter Lactobacillus plantarum B1765 sebagai antioksidan. *Unesa Journal of Chemistry*, *12*(3), 120–128.

Kurniahu, H., Pahlevi, M. R., & Rahmawati, A. (2025). Diversifikasi produk untuk meningkatkan variasi minuman telang Kampung Proklim Kelurahan Baturetno Kabupaten Tuban Jawa Timur melalui teknik fermentasi. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, *9*(5), 3029.

Kurniahu, H., Pahlevi, M. R., & Widhianata, H. (2026). *Skrining Kualitatif Bakteri Fermentasi*

dari Tepache dengan Penambahan Bunga Telang (Clitoria ternatea). *5*(1), 18–25.
Marpaung, A. M. (2020). Tinjauan manfaat bunga telang (Clitoria ternatea L.) bagi kesehatan manusia. *Journal of Functional Food and Nutraceutical*, *1*(2), 47–69. https://doi.org/10.33555/jffn.v1i2.30
Marpaung, A. M., & Pustikarini, D. (2023). Spectrophotometric Change of Butterfly Pea (Clitoria ternatea L.) Flower Extract in Various Metal Ion Solutions During Storage. *Science and Technology Indonesia*, *8*(3), 367–372. https://doi.org/10.26554/sti.2023.8.3.367-372
Massinai, N. R., Wahyuni, S., Khaeruni, A., Nafilawati, W. O., & Ningsih, M. L. (2026). Potensi Mikroorganisme Pangan Fermentasi Indonesia sebagai Starter Culture Industri. *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, *11*(2), 304–320. https://jstpuho.id/index.php/jstp
Medaando, Rahmawati, & Turnip, M. (2024). Identifikasi Bakteri Asam Laktat Berdasarkan Kemiripan Fenotipik dari Kulit Nanas Varietas Queen di Kalimantan Barat yang Difermentasi secara Alami. *Life Science*, *13*(1). https://doi.org/10.15294/lifesci.v13i1.68553
Multisona, R. R., Shirodkar, S., Arnold, M., & Gramza-Michalowska, A. (2023). Clitoria ternatea Flower and Its Bioactive Compounds: Potential Use as Microencapsulated Ingredient for Functional Foods. *Applied Sciences*, *13*(2134), 1–24. https://doi.org/10.3390/app13042134
Natania, K., Susanto, M., & Cahyana, A. H. (2019). PENGARUH FERMENTASI BAKTERI ASAM LAKTAT TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN KADAR ANTOSIANIN BUAH DUWET (Syzygium cumini) [EFFECT OF LACTIC ACID FERMENTATION TOWARD ANTIOXIDANT AND ANTHOCYANIN CONTENT OF DUWET (Syzygium cumini)]. *Jurnal Sains and Teknologi*, *3*(2), 17–26.
Ojeda-Linares, C., Álvarez-Ríos, G. D., Figueredo-Urbina, C. J., Islas, L. A., Lappe-Oliveras, P., Nabhan, G. P., Torres-García, I., Vallejo, M., & Casas, A. (2021). Traditional fermented beverages of Mexico: A biocultural unseen foodscape. *Foods*, *10*(2390), 1–31. https://doi.org/10.3390/foods10102390
Pahlevi, M. R., Widhianata, H., & Kurniahu, H. (2025). Characterization and Formulation of Butterfly Pea Flower Drinks (Clitoria ternatea L.) Fermented by Pineapple Peel based on Organoleptic Attributes and Gen-Z Acceptance. *Jurnal Pembelajaran Dan Biologi Nukleus*, *11*(3), 984–997. https://doi.org/10.36987/jpbn.v11i3.7907
Paventi, G., Di Martino, C., Coppola, F., & Iorizzo, M. (2025). β-Glucosidase Activity of Lactiplantibacillus plantarum: A Key Player in Food Fermentation and Human Health. *Foods*, *14*(9), 1–28. https://doi.org/10.3390/foods14091451
Pelealu, I. W., Lawalata, H. J., Tengker, A. C., Sumampow, H. M., & Posumah, D. (2024). Suksesi Bakteri pada Fermentasi Kulit Buah Nanas (Ananas comosus (L.) Merr). *Soscied*, *7*(2), 629–640. https://doi.org/10.32531/jsoscied.v7i2.861
Pribadi, T., Zakiyyah, Z., Anisa, N., Wijayadi, I., Masitah, M., Sari, E. R. A., Hadi, I. R. C., & Rahmawati, A. I. (2025). *Organoleptic Evaluation and Consumer Preferences for Singkil Tea and Kombucha Products (Premna corymbose Rottl. Et Willd)*. *11*(2), 594–610. https://doi.org/10.36987/jpbn.v11i2.7120
Purwanto, U. M. S., Aprilia, K., & Sulistiyani. (2022). Antioxidant Activity of Telang (Clitoria ternatea L.) Extract in Inhibiting Lipid Peroxidation. *Current Biochemistry*, *9*(1), 26–37. https://doi.org/10.29244/cb.9.1.3
Ramadana, M. M., Laila, I., Halim, M. G., Ubaedilah, N. A., & Supriyatna, A. (2025). Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Gula Terhadap Minuman Fermentasi Kulit Nanas (Tepache). *Algoritma : Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumian Dan Angkasa*, *3*(1), 142–151. https://doi.org/10.62383/algoritma.v3i1.362
Rifai, M. R., Widowati, H., & Sutanto, A. (2020). Sinergisme Dan Antagonisme Beberapa Jenis Isolat Bakteri Yang Dikonsursiumkan. *Biolova*, *1*(1), 21–26. https://doi.org/10.24127/biolova.v1i1.31
Sari, N. I., Leksono, T., & Yuliana, C. H. (2023). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat

pada Bekasam Ikan Nila (Orechromis niloticus) dengan Penambahan Dadih. *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, *17*(4), 854–865. https://doi.org/10.21107/agrointek.v17i4.16669

Sarmila, & Romadhan, M. F. (2025). Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan Kombucha Daun Kecapi (Sandoricum koetjape) The Effect of Fermentation Time on The Content of Kombucha From Sentul Leaves (Sandoricum koetjape). *JOFE : Journal of Food Engineering | E-ISSN*, *4*(3), 127–139. https://doi.org/10.25047/jofe.v4i3.6058

Sitompul, J. N., & Martati, E. (2025). The Physicochemical Properties of Butterfly Pea Flower (Clitoria ternatea L.) Extracts: Influence of Various Extraction Conditions. *The Journal of Experimental Life Sciences*, *15*(3), 97–105. https://doi.org/10.21776/ub.jels.2025.015.03.01

Suryana, M. R. (2021). Ekstraksi Antosianin Pada Bunga Telang (Clitoria Ternatea L.): Sebuah Ulasan. *Pasundan Food Technology Journal*, *8*(2), 45–50. https://doi.org/10.23969/pftj.v8i2.4049

Tjandra, A. D., Heywood, T., & Chandrawati, R. (2023). Trigit: A free web application for rapid colorimetric analysis of images. *Biosensors and Bioelectronics: X*, *14*(March), 100361. https://doi.org/10.1016/j.biosx.2023.100361

Waruwu, I. S., Rawar, E. A., & Kristiyani, A. (2023). Penetapan Kadar Flavonoid Total dan Fenolik Total serta Uji Penghambatan Denaturasi Protein dalam Seduhan Teh Bunga Telang (Clitoria ternatea L.). *Majalah Farmasi Dan Farmakologi*, *27*(2), 47–51. https://doi.org/10.20956/mff.v27i2.26250

Wulandari, E., Putranto, W. S., Gumilar, J., Suryaningsih, L., Pratama, A., & Anggaini, T. K. (2022). Kecepatan Pertumbuhan Spesifik Bakteri Asam Laktat dengan Ekstrak Kacang Merah (Phaseolus vulgaris L.) sebagai Studi Awal Produksi Flavored Yogurt. *Jurnal Agripet*, *22*(1), 72–78. https://doi.org/10.17969/agripet.v22i1.21129

Yuliasari, H., Ayuningtyas, L. P., & Erminawati. (2023). Identifikasi Senyawa Bioaktif dan Evaluasi Kapasitas Antioksidan Seduhan Simplisia Bunga Telang (Clitoria ternatea L .). *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, *18*(1), 1–9. https://doi.org/10.26623/jtphp.v18i1.6104

Yunianto, A. E., Komala, R., & Febriani, W. (2025). Antosianin Bunga Telang (Clitoria ternatea L.) Sebagai Anti Diabetes: Sebuah Tinjauan. *Media Ilmiah Kesehatan Indonesia*, *3*(3), 135–144. https://doi.org/10.58184/miki.v3i3.350

Zahara, M. (2022). Brief Review: Description of Clitoria ternatea L. and its Benefits. *Jurnal Jeumpa*, *9*(2), 719–728. https://doi.org/10.33059/jj.v9i2.6509