

Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai Sumber Antioksidan Alami dalam Formulasi Kefir Susu Sapi

Yola Desnera Putri^{1*}, Restiani Novitasari², Sohadi Warya³, Adit Andriyannto⁴

^{1,2,3,4}Departemen Farmasetika, Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia, Kota Bandung, Jawa Barat 40266, Indonesia

*Email Korespondensi: yoladesnera@stfi.ac.id

Informasi Artikel

Diterima : 19 April 2026
Direvisi : 21 Juni 2026
Disetujui : 23 Juni 2026
Diterbitkan : 31 Juli 2026

Keywords

Antioxidant, Dragon Fruit Peel Extract, IC₅₀, Kefir

Kata Kunci

Antioksidan, Ekstrak Kulit Buah Naga, IC₅₀, Kefir.

ABSTRACT

*Kefir is a fermented beverage rich in probiotics with potential antioxidant activity capable of scavenging free radicals. In order to enhance its antioxidant activity, this study utilized red dragon fruit peel extract (*Hylocereus polyrhizus*), which is known to contain polyphenolic compounds as natural antioxidants. This study aimed to evaluate the effect of red dragon fruit peel extract fortification on the antioxidant activity and chemical characteristics of cow milk kefir. The research methods included extraction and phytochemical screening, preparation of kefir with different extract concentrations (0.002%, 0.1%, and 0.2%), antioxidant activity assessment using the DPPH method, and chemical analysis including pH, protein content, fat content, and lactic acid content, which were performed on the formulation with the highest antioxidant activity. All analyses were conducted in triplicate (n=3). The results showed that the red dragon fruit peel extract contained polyphenols, flavonoids, tannins, and quinones. The extract exhibited an IC₅₀ value of 19.96 µg/mL, while the unfortified kefir showed an IC₅₀ value of 93.96 µg/mL. Fortification of kefir with the extract increased antioxidant activity, as indicated by decreasing IC₅₀ values of 75.47 µg/mL (0.002%), 37.28 µg/mL (0.1%), and 29.61 µg/mL (0.2%). These findings indicate that increasing extract concentration enhances the antioxidant activity of kefir. Kefir fortified with 0.2% extract exhibited the following chemical characteristics: pH 4.51, protein content 3.84%, fat content 5.67%, and lactic acid content 1.24%, all of which complied with the quality standards of kefir according to CODEX STAN 243-2003. In conclusion, fortification with red dragon fruit peel extract has the potential to enhance the antioxidant activity of cow milk kefir without compromising its chemical quality, suggesting its potential application as a functional food.*

ABSTRAK

Kefir merupakan minuman fermentasi yang kaya akan probiotik dan memiliki potensi aktivitas antioksidan dalam menangkal radikal bebas. Upaya peningkatan aktivitas antioksidan dilakukan melalui fortifikasi ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) yang diketahui mengandung senyawa polifenol sebagai antioksidan alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan ekstrak kulit buah naga merah terhadap aktivitas antioksidan dan karakteristik kimia kefir susu sapi. Metode penelitian meliputi ekstraksi dan skrining fitokimia, pembuatan kefir dengan variasi konsentrasi ekstrak 0,002%, 0,1%, dan 0,2%, pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH, serta analisis kimia yang meliputi pH, kadar protein, kadar lemak, dan kadar asam laktat pada formula dengan aktivitas antioksidan tertinggi. Seluruh pengujian dilakukan dengan tiga kali pengulangan (n=3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah naga merah mengandung senyawa polifenol, flavonoid, tanin, dan kuinon. Aktivitas antioksidan ekstrak menunjukkan nilai IC₅₀ sebesar 19,96 µg/mL, sedangkan kefir tanpa fortifikasi memiliki nilai IC₅₀ sebesar 93,96 µg/mL. Penambahan ekstrak pada kefir meningkatkan aktivitas antioksidan yang ditunjukkan dengan penurunan nilai IC₅₀, yaitu 75,47 µg/mL (0,002%), 37,28 µg/mL (0,1%), dan 29,61 µg/mL (0,2%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak sejalan dengan peningkatan aktivitas antioksidan kefir. Kefir dengan konsentrasi ekstrak 0,2% memiliki karakteristik kimia berupa pH 4,51, kadar protein 3,84%, kadar lemak 5,67%, dan kadar asam laktat 1,24%, yang masih memenuhi persyaratan mutu kefir berdasarkan CODEX STAN 243-2003. Berdasarkan hasil tersebut, fortifikasi ekstrak

kulit buah naga merah berpotensi meningkatkan aktivitas antioksidan kefir susu sapi tanpa menurunkan mutu kimianya, sehingga dapat dikembangkan sebagai pangan fungsional

PENDAHULUAN

Kefir adalah minuman hasil fermentasi susu yang menghasilkan sifat asam-alkohol, dengan rasa agak asam dan tekstur kental mirip krim. Kefir biasanya diproduksi melalui fermentasi susu menggunakan butir kefir, yang berisi konsorsium mikroba simbiotik, meliputi bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, serta *Streptococcus*, ditambah ragi seperti *Kluyveromyces* dan *Saccharomyces*. Pada proses fermentasi tersebut, terbentuk senyawa pokok berupa asam laktat, etanol, dan CO₂, yang turut membentuk ciri khas kefir seperti kekentalan, derajat keasaman, serta kadar alkohol rendah. Secara keseluruhan, kefir tergolong produk fermentasi serupa yoghurt dan dikenal memiliki beragam manfaat kesehatan [1].

Produk ini dikenal memiliki profil nutrisi yang tinggi beserta beragam manfaat kesehatan, di antaranya pemeliharaan kesehatan saluran pencernaan serta inhibisi proliferasi bakteri patogen [2,3]. Selain itu, kefir menunjukkan potensi aplikasi kosmetik berkat kandungan bioaktifnya yang mampu menginhibisi aktivitas enzim tirosinase penyebab pigmentasi kulit serta melindungi sel dari kerusakan oksidatif akibat radikal bebas [4–6]. Kefir dapat diproduksi dari berbagai matriks susu hewani, seperti susu sapi atau susu kambing, melalui proses fermentasi menggunakan granula kefir [1].

Seiring dengan peningkatan minat konsumen terhadap pangan fungsional, kefir kerap difortifikasi dengan berbagai bahan alami, terutama buah-buahan, guna meningkatkan bioaktivitasnya [7,8]. Salah satu bahan potensial adalah buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*), yang saat ini banyak diolah menjadi berbagai produk pangan. Namun, pemanfaatan buah naga masih terfokus pada daging buah, sedangkan kulitnya (30–35% berat total) sering kali dibuang sebagai limbah organik [8].

Kulit buah naga diketahui memiliki aktivitas antioksidan yang sangat tinggi. Beberapa studi menyatakan bahwa nilai IC₅₀ ekstrak kulit buah naga mencapai 2,6949 ppm, yang mengindikasikan kandungan senyawa bioaktif yang sangat efektif dalam menangkal radikal bebas, sehingga berpotensi sebagai sumber antioksidan alami [9]. Penelitian lain mengonfirmasi bahwa ekstrak kulit buah naga merah, baik dari bahan segar maupun simplisia kering, memiliki aktivitas antioksidan kuat. Sebaliknya, daging buah naga merah justru menunjukkan aktivitas antioksidan rendah dan diklasifikasikan sebagai lemah [10].

Di sisi lain, kualitas kefir harus mematuhi standar yang telah ditetapkan, termasuk parameter komposisi kimia. Menurut standar susu fermentasi CODEX STAN 243-2003, kadar protein minimal mencapai 2,7%, kadar lemak tidak melebihi 10%, serta kadar asam laktat minimal 0,6%. Studi pendahulu menunjukkan bahwa starter dengan konsentrasi 5% menghasilkan kefir yang sesuai standar tersebut [3], meskipun masih terbatas pada formulasi kefir konvensional tanpa fortifikasi bahan tambahan.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan ekstrak kulit buah naga merah terhadap aktivitas antioksidan serta karakteristik kimia kefir susu sapi. Hasil penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan inovasi produk kefir dengan nilai fungsional yang lebih tinggi, sekaligus mengoptimalkan pemanfaatan limbah kulit buah naga sebagai sumber antioksidan alami pada produk pangan fungsional.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang dilakukan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan serta karakteristik kimia kefir susu sapi yang difortifikasi ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). Tahapan penelitian meliputi determinasi tanaman, karakterisasi mutu simplisia, ekstraksi kulit buah naga merah, skrining fitokimia, pembuatan kefir susu sapi, fortifikasi ekstrak ke dalam kefir, pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH, serta pengujian kandungan kimia kefir. Pengujian kandungan kimia meliputi pH, kadar asam laktat, kadar lemak, dan kadar protein yang dilakukan pada formula kefir dengan konsentrasi fortifikasi ekstrak kulit buah naga merah yang menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi. Setiap pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan (triplo) untuk meningkatkan keandalan hasil penelitian. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk nilai rata-rata.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan meliputi timbangan analitik (Ohaus), spektrofotometer UV-Vis (Genesys 10S Thermo), pH meter (Mettler Toledo), labu Kjeldahl, oven, termometer, toples kaca, aluminium foil, pengaduk kaca, saringan, serta peralatan laboratorium standar lainnya. Bahan penelitian mencakup DPPH (Sigma-Aldrich), metanol p.a (Fulltime), H_2SO_4 , HCl, H_3BO_3 , NaOH, n-heksana, asam oksalat, indikator Bromcresol Green-Methyl Red, larutan buffer pH 4, 7, 9, air suling (akuades), dan berbagai reagen fitokimia pendukung. Buah naga merah didapatkan dari PT Trisna Naga Asih (Cirangkong, Cijambe, Subang), susu sapi segar, serta starter kefir dari Komunitas Kefir Indonesia (Jl. Cilengkrang, Kampung Garung, Desa Cilengkrang, Bandung).

Determinasi Tanaman

Identifikasi dan determinasi tanaman penelitian dilakukan terlebih dahulu di Laboratorium Herbarium Taksonomi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Bandung.

Pemeriksaan Karakterisasi Mutu Simplisia

Karakterisasi mutu simplisia dilakukan melalui pemeriksaan beberapa parameter utama, yakni kadar abu total, kadar sari larut air, serta kadar sari larut etanol [11,12]. Pemeriksaan karakterisasi simplisia dilakukan di Laboratorium Biologi Farmasi dan Laboratorium Farmasetika, Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Ekstraksi Kulit Buah Naga

Kulit buah naga dibersihkan terlebih dahulu hingga bebas kotoran, kemudian dipotong-potong, dikeringkan, dan dihancurkan menggunakan blender hingga menjadi serbuk simplisia halus. Ekstraksi dilakukan melalui metode maserasi dengan akuades pada perbandingan 1:5 selama 3×24 jam. Pasca-maserasi, campuran disaring untuk memisahkan residu dan filtrat. Filtrat hasil penyaringan selanjutnya dikeringkan menggunakan teknik *freeze drying* [13–15]. Ekstraksi dilakukan di Laboratorium Biologi Farmasi, Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Skrining Fitokimia

Uji skrining fitokimia dilaksanakan terhadap simplisia serta ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) guna mengidentifikasi keberadaan senyawa metabolit sekunder, seperti alkaloid, flavonoid, tanin, polifenol, triterpenoid, steroid, kuinon, saponin, monoterpenoid, dan

seskuiterpenoid [11,16]. Skrining fitokimia dilakukan di Laboratorium Biologi Farmasi, Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Pembuatan Kefir Susu Sapi

Susu sapi segar sebanyak 2000 mL dipasteurisasi pada suhu 85–90°C selama 30 menit, kemudian didinginkan hingga suhu kamar 20–25°C. Starter kefir sebanyak 5% ditambahkan dan dihomogenisasi, diikuti fermentasi pada suhu kamar 20–25°C selama 48 jam [3]. Kefir hasil fermentasi difortifikasi dengan ekstrak kering kulit buah naga merah pada konsentrasi bertingkat, yaitu F1 (0,002%), F2 (0,1%), dan F3 (0,2%). Selain itu, digunakan kontrol negatif berupa kefir tanpa penambahan ekstrak kulit buah naga merah (0%) untuk membandingkan pengaruh fortifikasi ekstrak terhadap aktivitas antioksidan dan karakteristik kimia kefir. Pembuatan kefir dilakukan di Laboratorium Farmasetika, Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Uji Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan dievaluasi dengan metode DPPH pada berbagai sampel, meliputi asam askorbat, ekstrak kulit buah naga, kefir susu sapi konvensional, serta kefir yang difortifikasi ekstrak kulit buah naga. Persentase inhibisi dihitung dengan mencampur 2 mL sampel dan 2 mL larutan DPPH 50 ppm, diinkubasi 30 menit pada suhu kamar, kemudian absorbansi diukur spektrofotometrik pada λ 516 nm untuk mengukur potensi antioksidan. Selanjutnya, penentuan IC_{50} dilakukan melalui preparasi lima level konsentrasi sampel, masing-masing dicampur DPPH (rasio 1:1), diinkubasi 30 menit, dan absorbansi dibaca pada λ yang sama. Data absorbansi diproses untuk menghasilkan kurva regresi linier dengan % inhibisi (sumbu Y) terhadap konsentrasi (sumbu X); nilai IC_{50} diperoleh dengan substitusi 50 ke persamaan regresi guna mendapatkan konsentrasi inhibisi 50%. [13,17]. Uji aktivitas antioksidan dilakukan di Laboratorium Farmasetika, Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Pengujian Kandungan Kimia

Pengukuran pH

pH meter distabilkan 15–30 menit, dikalibrasi dengan buffer pH 4, 7, 9 (bilas elektroda akuades antar-kalibrasi). Elektroda diimersi dalam sampel hingga stabil, nilai pH dicatat [18]. Pengukuran pH dilakukan di Laboratorium Farmakokimia, Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Penentuan Kadar Asam Laktat

Sampel 20 mL ditempatkan dalam gelas kimia, diaduk dengan magnetic stirrer 200 rpm. Larutan NaOH dalam buret ditambahkan secara bertahap ke sampel sambil memantau perubahan pH menggunakan elektroda. Penambahan awal dilakukan per 1 mL, kemudian dikurangi menjadi 0,1 mL saat mendekati lonjakan pH. Data pH-volume titran diproyeksikan menjadi kurva titrasi untuk menetapkan titik akhir titrasi (TAT). Kadar asam laktat selanjutnya dikuantifikasi berdasarkan volume NaOH yang dikonsumsi [15,18,19]. Penentuan kadar asam laktat dilakukan di Laboratorium Farmakokimia, Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia dan dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Asam laktat} = \frac{A \times B \times 90}{C \times 1000} \times 100 \%$$

Keterangan:

- A : Volume NaOH terpakai (mL)
 B : Konsentrasi NaOH (N)
 C : Volume sampel yang dianalisis (mL)
 90 : BE asam laktat (90 g/ekivalen)

Penentuan Kadar Lemak

Sampel 5 g dimasukkan ke erlenmeyer, ditambahkan 50 mL n-heksana, ditransfer ke corong pisah. Campuran dikocok secara lembut hingga terpisah menjadi dua fasa. Fasa n-heksana diekstrak dan dikoleksikan dalam wadah ditimbang. Ekstraksi diulang dua kali guna optimalisasi yield. Pelarut dievaporasi, residu dikeringkan (oven 105°C, 24 jam), didinginkan dalam desikator, ditimbang untuk menghitung kadar lemak [15,20,21]. Penentuan kadar lemak dilakukan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Laboratorium Aplikasi Kimia dan Pelayanan, Universitas Padjadjaran dan dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{W3-W2}{W1} \times 100\%$$

Keterangan:

- W1 : Bobot sampel (g)
 W2 : Bobot labu lemak kosong (g)
 W3 : Bobot labu lemak + lemak hasil ekstraksi (g)

Penentuan Kadar Protein

Sampel 1 g ditempatkan dalam labu Kjeldahl, ditambahkan 25 mL H₂SO₄ pekat dan 2 g selenium sebagai katalis. Campuran didigesti sekitar 2 jam hingga jernih, didinginkan, dan diencerkan hingga volume tertentu. Aliquot didistilasi setelah penambahan NaOH 30%, uap ditangkap dalam asam borat 2% berindikator Bromcresol Green-Methyl Red, dititrasi dengan HCl 0,01 N hingga perubahan warna. Kadar protein dihitung dari volume titran dengan faktor konversi nitrogen-protein. [20,21]. Penentuan kadar protein dilakukan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Laboratorium Aplikasi Kimia dan Pelayanan, Universitas Padjadjaran. Kadar protein dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar protein} = \frac{(v1-v2) \times N \times 0,014 \times f.k \times f.p}{W} \times 100 \%$$

Keterangan:

- V1 : Volume HCl yang digunakan pada titrasi sampel
 V2 : Volume HCl yang digunakan pada titrasi blanko
 W : Bobot cuplikan
 N : Normalitas HCl
 f.k : Faktor koreksi (6,38)
 f.p : Adalah faktor pengenceran

HASIL

Tahap pengujian awal diawali dengan verifikasi taksonomi tanaman untuk memastikan identitas bahan uji. Sampel dikonfirmasi sesuai dengan kulit buah naga merah dari spesies

Hylocereus lemairei atau *Hylocereus polyrhizus*. Selanjutnya, kulit buah naga merah dikeringkan hingga menjadi bubuk simplisia, kemudian diuji kualitasnya (meliputi kadar abu total, sari larut air, dan sari larut etanol). Data karakterisasi simplisia ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil karakterisasi simplisia kulit buah naga merah

Jenis Karakterisasi	Hasil (%)	Syarat Farmakope Herbal Indonesia edisi II., 2017 (%)
Kadar abu total	1,2	< 10,6
Kadar sari larut air	18	> 12
Kadar sari larut etanol	12	> 8

Dari Tabel 1, kadar abu total mencapai 1,2%, kadar sari larut etanol 12%, serta kadar sari larut air 18%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kelarutan senyawa dalam air lebih baik dibandingkan dalam etanol. Selanjutnya, simplisia dilakukan skrining fitokimia, diikuti ekstraksi, dan skrining ulang pada ekstrak yang dihasilkan. Perbandingan kedua skrining tersebut digunakan untuk menilai retensi metabolit sekunder pasca-ekstraksi. Data skrining fitokimia dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil penapisan fitokimia simplisia dan ekstrak

Golongan Senyawa	Simplisia	Ekstrak
Polifenol	+	+
Tanin	+	+
Flavonoid	+	+
Kuinon	+	+
Saponin	-	-
Alkaloid	-	-
Monoterpen dan seskuiterpen	-	-
Steroid dan triterpenoid	-	-

Keterangan : (+) : Terdeteksi
: (-) : Tidak terdeteksi

Berdasarkan hasil penapisan fitokimia terhadap simplisia dan ekstrak kulit buah naga merah, diperoleh profil metabolit sekunder yang relatif sama, menunjukkan bahwa proses ekstraksi tidak menyebabkan degradasi maupun perubahan signifikan terhadap senyawa bioaktif yang terkandung. Senyawa bioaktif yang terdeteksi meliputi polifenol, tanin, flavonoid, dan kuinon. Sebelum dilakukan penapisan fitokimia, ekstrak kulit buah naga merah dikeringkan menggunakan metode freeze drying (liofilisasi). Proses ekstraksi menghasilkan rendemen sebesar 9,13%, yang dihitung berdasarkan perbandingan massa ekstrak kering terhadap massa simplisia awal. Ekstrak kulit buah naga merah selanjutnya diuji aktivitas antioksidannya menggunakan asam askorbat sebagai standar pembanding yang hasilnya disajikan pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah dan Kefir Susu Sapi

Sampel	Persamaan regresi	R ²	IC ₅₀ µg/mL
Asam askorbat	y = 11,871x + 3,021	0,9973	3,96
Ekstrak kulit buah naga merah	y = 0,4625x + 40,775	0,9938	19,96
Kefir susu sapi	y = 0,1784x + 33,236	0,9882	93,96
F1	y = 0,116x + 41,245	0,9938	75,47
F2	y = 0,1634x + 43,908	0,9904	37,28

Sampel	Persamaan regresi	R ²	IC ₅₀ µg/mL
F3	y = 0,311x + 40,792	0,9912	29,61

Keterangan

F1 : penambahan ekstrak 0,002%

F2 : penambahan ekstrak 0,1%

F3 : penambahan ekstrak 0,2 %

Berdasarkan nilai IC₅₀ ekstrak kulit buah naga merah sebesar 19,96 µg/mL (19,96 ppm), ditentukan tiga tingkat konsentrasi fortifikasi, yaitu 1 kali IC₅₀, 50 kali IC₅₀, dan 100 kali IC₅₀ yang berturut-turut setara dengan 20, 1.000, dan 2.000 µg/mL. Selanjutnya, konsentrasi dalam satuan µg/mL dikonversi menjadi persen (% b/v) menggunakan persamaan :

$$\text{Konsentrasi (\%)} = \frac{\text{konsentrasi (\mu g/mL)}}{10.000}$$

Berdasarkan perhitungan, konsentrasi 20, 1.000, dan 2.000 µg/mL masing-masing setara dengan 0,002%, 0,1%, dan 0,2%. Oleh karena itu, konsentrasi fortifikasi ekstrak kulit buah naga merah yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,002%, 0,1%, dan 0,2% yang masing-masing merepresentasikan 1, 50, dan 100 kali nilai IC₅₀ ekstrak kulit buah naga merah. Selanjutnya, sampel kefir hasil fortifikasi dievaluasi aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak kulit buah naga merah dari 0,002% (F1), 0,1% (F2), hingga 0,2% (F3) diikuti oleh penurunan nilai IC₅₀ dari 75,47 µg/mL menjadi 37,28 µg/mL dan 29,61 µg/mL, yang mengindikasikan peningkatan aktivitas antioksidan seiring peningkatan konsentrasi ekstrak. Berdasarkan hasil tersebut, formula F3 dipilih sebagai formula dengan aktivitas antioksidan tertinggi.

Selanjutnya, analisis kandungan kimia yang meliputi pH, kadar protein, kadar lemak, dan kadar asam laktat difokuskan pada formula F3 sebagai representasi formula optimum. Pemilihan ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian mutu kefir fortifikasi terhadap persyaratan yang tercantum dalam CODEX STAN 243-2003. Formula F1 dan F2 tidak dilanjutkan pada pengujian parameter kimia karena penelitian ini berfokus pada karakterisasi formula dengan aktivitas antioksidan paling optimal sebagai dasar evaluasi mutu produk.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kandungan Kimia Kefir Susu Sapi dengan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah

Parameter	Sampel		Syarat (CODEX STAN 243-2003)
	Kefir susu sapi	Kefir susu sapi + ekstrak 0,2 %	
Kadar lemak (%)	5,36	5,67	< 10 %
Kadar protein (%)	3,02	3,84	Min 2,7 %
Kadar asam laktat (%)	1,13	1,24	Min 0,6 %
pH	4,72	4,51	-

Profil kimia kefir susu sapi yang difortifikasi dengan ekstrak kulit buah naga merah pada konsentrasi 0,2% sebagaimana disajikan pada Tabel 4 menunjukkan adanya peningkatan kadar lemak, protein, dan asam laktat dibandingkan dengan kefir tanpa fortifikasi (kontrol).

PEMBAHASAN

Determinasi taksonomi merupakan langkah krusial awal dalam penelitian fitokimia bahan alam, guna memverifikasi identitas dan autentisitas spesies tanaman uji. Akurasi identifikasi ini

secara langsung memengaruhi validitas hasil, mengingat variasi komposisi kimia dan potensi biologis antarspesies. Kesalahan determinasi berpotensi menimbulkan disparitas data dan bias interpretasi [22].

Dalam studi ini, determinasi kulit buah naga merah dilakukan dengan melibatkan pemeriksaan karakter morfologi dan perbandingan dengan literatur serta spesimen referensi herbarium. Hasil mengonfirmasi identitas sebagai *Hylocereus polyrhizus*. Temuan ini menjamin keakuratan bahan uji, sehingga mendukung reliabilitas data tahap lanjutan. Dengan demikian, determinasi taksonomi menjadi fondasi esensial untuk konsistensi dan kualitas penelitian, terutama pada evaluasi metabolit sekunder dan aktivitas biologis tanaman.

Setelah determinasi taksonomi, kulit buah naga merah diproses menjadi simplisia yang dievaluasi mutunya. Kadar abu total yang rendah (<10,6%) berdasarkan hasil penelitian mengindikasikan kemurnian tinggi dan minim kontaminasi mineral. Kadar sari larut air yang lebih tinggi dibandingkan etanol menunjukkan dominasi senyawa polar seperti flavonoid, tanin, dan fenolik yang larut optimal dalam pelarut air [23,24]. Dengan demikian, hasil karakterisasi simplisia ini memberikan gambaran awal mengenai kualitas bahan serta sifat kelarutan senyawa yang terkandung di dalamnya, yang selanjutnya dapat menjadi dasar dalam pemilihan metode ekstraksi dan pelarut yang sesuai.

Ekstraksi simplisia kulit buah naga merah menggunakan metode maserasi (3 × 24 jam) dengan pelarut akuades. Teknik maserasi dipilih karena sederhana, tanpa pemanasan ekstrem, sehingga meminimalisir degradasi senyawa bioaktif [25]. Pelarut air dipilih sebagai pelarut optimal karena menghasilkan rendemen lebih tinggi dibandingkan etanol, serta kompatibel untuk aplikasi pangan karena bebas residu alkohol dan aman untuk dikonsumsi [26]. Ekstrak hasil maserasi dikeringkan melalui *freeze drying* untuk mempertahankan integritas metabolit sekunder, terutama flavonoid yang termosensitif. Pengeringan pada suhu rendah (<50°C) efektif mencegah degradasi termal flavonoid [27].

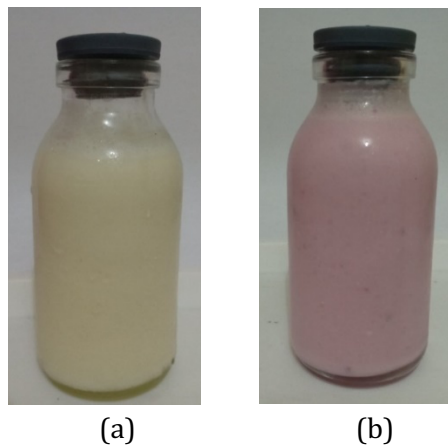
Hasil skrining pada Tabel 2, menunjukkan profil metabolit sekunder ekstrak identik dengan simplisia, menandakan bahwa maserasi akuades dan *freeze drying* tidak menginduksi degradasi atau kehilangan senyawa aktif. Temuan ini membuktikan keefektifan metode ekstraksi dalam mempertahankan integritas metabolit sekunder, sehingga ekstrak berpotensi biologis setara simplisia. Hal tersebut menegaskan peran krusial pemilihan pelarut dan pengeringan dalam menjaga stabilitas senyawa aktif bahan alam [28].

Aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah naga merah dievaluasi menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) karena keunggulan dalam kesederhanaan prosedur, waktu analisis singkat, dan efisiensi penggunaan sampel. Aktivitas antioksidan diukur melalui nilai IC_{50} (konsentrasi menghambat 50% radikal DPPH, $\mu\text{g/mL}$). Klasifikasi kekuatan antioksidan: sangat kuat (<50 $\mu\text{g/mL}$), kuat (50–100 $\mu\text{g/mL}$), sedang (100–150 $\mu\text{g/mL}$), lemah (150–250 $\mu\text{g/mL}$). Semakin rendah nilai IC_{50} , semakin tinggi potensi antioksidan [13,29]. Metode DPPH juga digunakan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan kefir dan formulasi fortifikasi, karena metode ini sensitif dan banyak digunakan untuk menentukan kemampuan penangkapan radikal bebas suatu sampel. Meskipun metode DPPH tidak dapat merepresentasikan seluruh mekanisme aktivitas antioksidan, metode ini mampu memberikan gambaran awal mengenai kapasitas antioksidan melalui mekanisme penangkapan radikal bebas dan secara luas digunakan sebagai metode skrining aktivitas antioksidan pada bahan pangan dan produk fermentasi [30,31].

Asam askorbat digunakan sebagai kontrol positif untuk membandingkan aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah naga merah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa asam askorbat memiliki nilai IC_{50} sebesar 3,96 $\mu\text{g/mL}$ ($R^2 = 0,9973$), sedangkan ekstrak kulit buah naga merah

memiliki nilai IC_{50} sebesar 19,96 $\mu\text{g/mL}$ ($R^2 = 0,9938$). Nilai R^2 yang mendekati 1 menunjukkan hubungan linear yang sangat baik antara konsentrasi sampel dan persentase inhibisi radikal DPPH [9].

Berdasarkan nilai IC_{50} , baik asam askorbat maupun ekstrak kulit buah naga merah termasuk dalam kategori antioksidan sangat kuat karena memiliki nilai IC_{50} kurang dari 50 $\mu\text{g/mL}$. Meskipun demikian, asam askorbat menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih kuat dibandingkan ekstrak kulit buah naga merah, ditunjukkan oleh nilai IC_{50} yang lebih rendah. Selanjutnya, ekstrak kulit buah naga merah difortifikasi ke dalam kefir susu sapi untuk mengevaluasi pengaruh penambahan ekstrak terhadap aktivitas antioksidan kefir. Visualisasi kefir susu sapi disajikan pada Gambar 1



Gambar 1. Susu Kefir Sapi (a) Tanpa Fortifikasi dan (b) Fortifikasi Ekstrak Kulit Buah Naga 0,2%.

Kefir susu sapi tanpa penambahan ekstrak memiliki aktivitas antioksidan yang kuat, berkat senyawa hasil fermentasi seperti peptida bioaktif, asam organik, dan vitamin yang dihasilkan oleh mikroorganisme [2,4]. Penambahan ekstrak kulit buah naga merah meningkatkan aktivitas antioksidan kefir, yang terbukti dari penurunan nilai IC_{50} seiring peningkatan konsentrasi ekstrak. Formula F1 termasuk dalam kategori antioksidan kuat, sedangkan F2 dan F3 tergolong dalam kategori sangat kuat karena memiliki IC_{50} di bawah 50 $\mu\text{g/mL}$. Peningkatan aktivitas antioksidan ini disebabkan oleh senyawa flavonoid dan fenolik dalam ekstrak yang mampu menangkal radikal bebas melalui mekanisme donasi hidrogen [10,13]. Selain itu, efek gabungan antara senyawa kefir dan ekstrak turut mendukung peningkatan tersebut [4,15].

Kefir yang berkualitas harus memenuhi standar mutu, salah satunya berdasarkan kandungan kimia seperti kadar lemak, protein, asam laktat, dan pH. Berdasarkan hasil penelitian, kefir susu sapi dengan maupun tanpa penambahan ekstrak kulit buah naga merah masih memenuhi standar CODEX STAN 243-2003, sehingga dapat dikatakan layak secara mutu kimia [3,18]. Penambahan ekstrak kulit buah naga merah menyebabkan peningkatan kadar lemak dan protein dalam kefir. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kandungan lemak serta protein pada kulit buah naga yang berkontribusi terhadap peningkatan kandungan tersebut pada produk akhir [32]. Selain itu, kadar protein juga tergantung kualitas susu dasar, di mana semakin tinggi nilainya, semakin baik mutu hasil fermentasi [33].

Kadar asam laktat pada kefir dengan penambahan ekstrak juga mengalami peningkatan. Hal ini berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme dalam starter kefir yang memfermentasi laktosa menjadi asam organik, terutama asam laktat. Peningkatan kadar asam laktat kemungkinan dipengaruhi oleh tersedianya substrat tambahan yang dapat difermentasi dari ekstrak, sehingga

produksi asam laktat meningkat [1,34]. Analisis kadar asam laktat dilakukan menggunakan metode titrasi potensiometri, yang dipilih karena warna sampel dapat mengganggu penentuan titik akhir titrasi secara visual, sehingga metode ini dinilai lebih akurat [19].

Nilai pH kefir pada penelitian ini berkisar 4,72 dan mengalami penurunan menjadi 4,51 setelah penambahan ekstrak kulit buah naga merah, sedangkan ekstrak memiliki nilai pH sebesar 4,27. Penurunan pH tersebut menunjukkan bahwa penambahan ekstrak memengaruhi tingkat keasaman kefir. Namun, hasil ini berbeda dengan penelitian menggunakan ekstrak bunga telang yang menunjukkan bahwa penambahan ekstrak tidak memberikan pengaruh berarti terhadap pH kefir. Hal tersebut disebabkan nilai pH ekstrak bunga telang (4,12) relatif mendekati pH kefir tanpa penambahan ekstrak (4,32), sehingga setelah penambahan ekstrak 3% pH hanya menurun menjadi 4,31. Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa perubahan pH kefir dipengaruhi oleh tingkat keasaman ekstrak yang ditambahkan [4,15].

Nilai pH yang lebih rendah berkaitan dengan karakteristik sensori kefir yang cenderung memiliki rasa lebih asam akibat terbentuknya asam organik selama proses fermentasi. [34]. Berdasarkan penelitian Anjliany et al., (2022) *water* kefir kulit buah naga merah menunjukkan penurunan pH seiring bertambahnya waktu fermentasi. Nilai pH terendah diperoleh pada penggunaan starter 5% dengan fermentasi selama 36 jam, yaitu sebesar $4,59 \pm 0,069$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin lama proses fermentasi berlangsung, semakin tinggi pembentukan asam organik sehingga pH produk menjadi lebih rendah [35].

Susu sapi mengandung laktosa yang tinggi, sehingga selama proses fermentasi bakteri asam laktat dalam kefir grains memetabolisme laktosa menjadi asam laktat [36]. Pada penelitian ini, kadar asam laktat kefir susu sebesar 1,13% dan meningkat menjadi 1,24% setelah fortifikasi ekstrak 0,2%, yang sejalan dengan penurunan nilai pH pada sampel. Tingkat keasaman kefir mencerminkan akumulasi asam organik, terutama asam laktat, hasil metabolisme laktosa oleh bakteri asam laktat selama fermentasi.

Pembentukan asam laktat terjadi ketika laktosa diuraikan menjadi glukosa dan galaktosa, kemudian glukosa dimetabolisme melalui jalur Embden-Meyerhoff-Parnas (EMP) menjadi piruvat yang selanjutnya dikonversi menjadi asam laktat. Oleh karena itu, lama fermentasi memengaruhi jumlah asam laktat yang terbentuk. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa fermentasi selama 48 jam menghasilkan kadar asam laktat sebesar 1,13%, sejalan dengan penelitian lain yang melaporkan kadar asam laktat sebesar 1,0193% pada fermentasi 48 jam, sedangkan fermentasi selama 24 jam menghasilkan kadar asam laktat yang lebih rendah, yaitu 0,8734% [36].

Secara keseluruhan, penambahan ekstrak kulit buah naga merah tidak hanya meningkatkan aktivitas antioksidan, tetapi juga masih mempertahankan bahkan meningkatkan beberapa parameter kimia kefir tanpa melanggar standar mutu yang berlaku. Hal ini menunjukkan bahwa produk kefir dengan penambahan ekstrak berpotensi sebagai pangan fungsional dengan nilai gizi dan aktivitas biologis yang lebih baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penambahan ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) terbukti meningkatkan aktivitas antioksidan kefir susu sapi, yang ditandai dengan penurunan nilai IC_{50} seiring peningkatan konsentrasi ekstrak. Aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh pada formula F3 (0,2%) dengan nilai IC_{50} sebesar 29,61 $\mu\text{g/mL}$. Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan perbedaan aktivitas antioksidan antara kelompok perlakuan berdasarkan nilai IC_{50} yang diperoleh. Selain itu, kefir yang dihasilkan pada

formula F3 tetap memenuhi standar mutu kimia berdasarkan CODEX STAN 243-2003, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional dengan aktivitas antioksidan yang baik. Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena analisis yang dilakukan masih terbatas pada pendekatan deskriptif tanpa uji statistik inferensial, sehingga perbedaan antara kelompok belum diuji signifikansinya secara statistik. Selain itu, penelitian ini belum mencakup analisis mikrobiologi, stabilitas penyimpanan, serta uji sensori yang diperlukan untuk evaluasi mutu produk secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putri, Y. D., Setiani, N. A., & Warya, S. (2020). The effect of temperature, incubation and storage time on lactic acid content, pH, and viscosity of goat milk kefir. *Current Research on Biosciences and Biotechnology*, 2, 101–104. <https://doi.org/10.5614/crb.2020.2.1/HPMQ5042>
- [2] Farag, M. A., Jomaa, S. A., Abd El-Wahed, A., & El-Seedi, H. R. (2020). The many faces of kefir fermented dairy products: Quality characteristics, flavour chemistry, nutritional value, health benefits, and safety. *Nutrients*, 12, 346. <https://doi.org/10.3390/nu12020346>
- [3] Putri, Y. D., Setiani, N. A., & Ayuningtyas, Y. (2020). Standardisasi mikrobiologi kefir dari susu kambing dan susu sapi. *Journal of Pharmacopolium*, 3(2), 68–71.
- [4] Vieira, C. P., Rosario, A. I. L. S., Lelis, C. A., Rekowsky, B. S. S., Carvalho, A. P. A., Rosário, D. K. A., Elias, T. A., Costa, M. P., Foguel, D., & Conte-Junior, C. A. (2021). Bioactive compounds from kefir and their potential benefits on health: A systematic review and meta-analysis. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/9081738>
- [5] Putri, Y. D., Nurfalah, A. D., & Sohadi. (2022). Formulasi dan evaluasi krim kefir susu kambing dengan penambahan ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai antioksidan. *PHRASE (Pharmaceutical Science) Journal*, 2(1), 1–10.
- [6] Dewi, M. L., Rusdiana, T., Muchtaridi, & Putriana, N. A. (2018). Artikel tinjauan: Manfaat kefir untuk kesehatan kulit. *Farmaka*, 16(2), 80–86.
- [7] Aiello, F., Restuccia, D., Spizzirri, U. G., Carullo, G., Leporini, M., & Loizzo, M. R. (2020). Improving kefir bioactive properties by functional enrichment with plant and agro-food waste extracts. *Fermentation*, 6, 83. <https://doi.org/10.3390/fermentation6030083>
- [8] Marjenah, M., Kustiawan, W., Nurhifitiani, I., Sembiring, K. H. M., & Ediyono, R. P. (2018). Pemanfaatan limbah kulit buah-buahan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik cair. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 1. <https://doi.org/10.32522/ujht.v1i2.800>
- [9] Winahyu DA, Purnama RC, Setiawati MY. (2019). Test of antioxidant activities in red dragon fruit extract (*Hylocereus polyrhizus*) using DPPH method. *Jurnal Analis Farmasi*. 4(2):117–121.
- [10] Aliya, N., Riyanta, A. B., & Muldiyana, T. (2024). Uji aktivitas antioksidan ekstrak kulit dan daging buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dan penentuan parameter non spesifik. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 6, 1–15. <https://doi.org/10.33759/jrki.v6i1.485>
- [11] Sari, R. P., Laoli, M. T., et al. (2019). Karakterisasi simplisia dan skrining fitokimia serta analisis secara KLT daun dan kulit buah jeruk lemon (*Citrus limon*). 2(2), 59–68.
- [12] Handayani, F., Apriliana, A., & Novianti, I. (2020). Karakterisasi dan skrining fitokimia simplisia buah selutui puka (*Tabernaemontana macracarpa*). 12(1).
- [13] Ummy, M., Fadhillah, S., & Korry, N. (2025). Uji aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah naga (*Hylocereus monacanthus*). *Pharmacoscrypt*, 8, 326–339. <https://doi.org/10.36423/pharmacoscrypt.v8i2.2159>
- [14] Nurbaya SR, Dwi W, Putri R, Murtini S. (2019). The effect of water-ethanol solvent mixture on the characteristics of betacyanin extract from red dragon fruit peel (*Hylocereus polyrhizus*).19.
- [15] Pertiwi, A. F., Taufik, E., & Arief, I. I. (2022). Karakteristik kefir susu sapi dengan penambahan ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28, 34–45. <https://doi.org/10.18343/jipi.28.1.34>

- [16] Butar-Butar RGS, Neswita E, Sembiring N, et al. Electronic phytochemical screening test and measurement of total flavonoid levels in paku (*Nephrolepis biserrata*). *J Pharm Sci.* n.d.;6.
- [17] Polakitan, O. A., Yudistira, A., & Rumondor, E. M. (2024). Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol spons *Liosina paradoxa* yang diperoleh dari Pantai Selatan Desa Poopoh. *Pharmacon*, 669–673. <https://doi.org/10.35799/pha.13.2024.49396>
- [18] Julianto, B., Rossi, E., & Yusmarini. (2016). Karakteristik kimiawi dan mikrobiologi kefir susu sapi dengan penambahan susu kedelai. *Jom Faperta*, 3(1).
- [19] Zakaria, Y., Delima, M., & Diana, E. (2013). Analisa keasaman dan total bakteri asam laktat yogurt. Vol. 13.
- [20] Horwitz W. Official methods of analysis of AOAC International. AOAC International; 2006.
- [21] Ndumuye, E., Langi, T. M., & Taroreh, M. I. R. (2022). Karakteristik kimia tepung muate (*Pteridophyta filicinae*) sebagai pangan tradisional masyarakat Pulau Kimaam. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, 3(2), 261–267.
- [22] Galingging, A., Ratnaningsih, A. T., & Lestari, I. (2022). Kunci determinasi famili Dipterocarpaceae di arboretum Universitas Lancang Kuning. *Jurnal Penelitian Kehutanan Bonita*, 4(2), 21–31.
- [23] Devitria, R., Wulandari, R., & Elfia, M. (2023). Uji kadar abu larut air dan tidak larut asam pada simplisia biji jambu bol (*Syzygium malaccense*). *Jurnal Ilmu Kesehatan Abdurrah*, 1, 12–16.
- [24] Handayani, R., Qamariah, N., Sartika, F., & Nugroho, S. A. (2024). Uji parameter non spesifik simplisia umbi sarang semut asal Kalimantan Tengah. *Jurnal Ilmiah Farmasi Akademi Farmasi*, 7(2), 116–124.
- [25] Fahiroh, J., Arifin, N., Devitri, R. W., Septiarini, R. T., Zahara, E. S., Maulidya, V., Maulidya, Y. E., Rahmawati, E. E., Sabila, Z., Humaidah, Z., Hisbiah, A., Klau, I. C. S., & Ningsih, A. W. (2025). Tinjauan literatur: Efektivitas maserasi sebagai metode ekstraksi fitokimia. *Obat: Jurnal Riset Ilmu Farmasi dan Kesehatan*, 3(6), 228–242. <https://doi.org/10.61132/obat.v3i6.19>
- [26] Plaskova, A., & Mlcek, J. (2023). New insights of the application of plant extract in food. *Frontiers in Nutrition*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1118761>
- [27] Fridayanti, A., Darajat, N. Z., Ramadhani, D., Febrianie, N. L., Zakinah, N., Eldriana, S. A., & Aulia, S. (2026). Pengaruh *freeze-drying* terhadap kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol umbi bawang dayak (*Eleutherine bulbosa*). *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 7(1).
- [28] Sulistiawanti, N. L., et al. (2025). Review perbedaan penggunaan pelarut terhadap rendemen ekstraksi. *An-Najat*, 3, 213–231. <https://doi.org/10.59841/an-najat.v3i3.3169>
- [29] Nwachukwu, I. D., Sarteshnizi, R. A., Udenigwe, C. C., & Aluko, R. E. (2021). Review of antioxidant assay methods. *Molecules*, 26, 4865. <https://doi.org/10.3390/molecules26164865>.
- [30] Ahyani IN, Mahbub F, Kanalung ATP, Kusumaningtyas FA. (2025). Penetapan kadar flavonoid total dan uji aktivitas antioksidan ekstrak kulit coklat. *Maj Farmaseutik*. 21:213. <https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v21i2.106730>.
- [31] Wardani IGA AK, Adrianta KA, Udayani NNW, et al. (2025). Aktivitas antioksidan ekstrak etanol kulit biji dan buah bakau. *J Ilm Medicamento*. 11:86–98. <https://doi.org/10.36733/medicamento.v11i1.9426>.
- [32] Salsabillah, I. I., Purwani, E., & Sofyan, A. (2025). The effect of red dragon fruit peel flour substitution on crackers. *Nutriology*, 6, 41–52. <https://doi.org/10.30812/nutriology.v6i1>
- [33] Mufida NS, Hanwar D. (2025). Effect of soaking time and grinding temperature on soy milk protein content. *J Pharm Sci*. 1452–1468. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com>.
- [34] Kurniawan, Milanda T, & Kusuma SA. (2025). Kefir: minuman fermentasi dengan manfaat antibakteri. *J Ilm Glob Farm*. (3)1, 28–35.
- [35] Anjliany, M., Pangesti, R. F., & Mualim, I. A. (2022). *Water kefir containing dragon fruit skin: Effect of starter and fermentation time*. Dalam S. Herlinda et al. (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-10 Tahun 2022: Revitalisasi Sumber Pangan Nabati dan*

Hewani Pascapandemi dalam Mendukung Pertanian Lahan Suboptimal secara Berkelanjutan (hlm. 660–673). Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

- [36] Rusdhi, A., Siswoyo, P., & Adelia, T. (2023). Uji kualitas kimia kefir dari imbalanced susu kambing dan susu sapi dengan lama fermentasi yang berbeda. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6(4), 1626–1634. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i4.266>