Original Article

Jurnal Apoteker Indonesia (JAI), 1(6), 80-93

Formulasi Losion Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji (*Psidium Guajava*) Dengan Variasi Konsentrasi Basis Lanolin

Ratna Ajeng Kristiana[1], Irmanto[2], Dhadhang Wahyu Kurniawan[1,*]

[1]Jurusan Farmasi, Fakultas Ilmu-ilmu Kesehatan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

2Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

ARTICLE HISTORY

Received: October 2024
Revised: November 2024
Accepted: December 2024

**corresponding author*
Email:
dhadhang.kurniawan@unsoed.ac.id

ABSTRACT

Abstract Usage of natural antioxidants as a skin protector is still not much. One of the plants that produce natural antioxidants is guava leaves. This research aimed to make formulations of topical cosmetic dosage in the form of lotion from the ethanol extract of guava (*Psidium guajava*) leaves which fulfill the stability condition, physical properties test, and antioxidant activity was tested by 1,1-diphenil-2-picrylhidrazyl (DPPH) method. The ethanol extract of guava leaves was prepared by maceration method. Lotion of ethanol guava leaves extract were produced for 5 formulas with lanolin concentration variation on the formula I-V are 5%, 7%, 9%, 11%, and 13% respectively. Lotion was prepared by adding the hydrophobic phase to hydrophilic phase. The physical tests was the measurement of pH, viscosity, homogeneity test, stability test, spreadibility test, and adhesion test for four weeks. Lotion's antioxidant activity assay is using DPPH method. The result showed that ethanol extract of *Psidium guajava* leaves containing flavonoids, and it could be formulated into topical cosmetic in the form of lotion that fulfilled the physical stability condition and physical properties test. Formula II (Lanolin 7%) is the best formulation with pH 7,3, viscosity 26440 Cp, spreadibility 8,30 cm, and adhesion 0,43 second which is homogenous and physically stable, and also has the activity in 15,216 µg/mL concentration with 18,88% percentage reduction value.

Keywords: *lotion, antioxidant, ethanol extract, Psidium guajava, lanolin*

Copyright@author

PENDAHULUAN

Pengaruh lingkungan hidup secara cepat atau lambat dapat merusak jaringan kulit manusia, misalnya tekanan, tarikan, goresan, kelembaban, panas, dingin, debu, polusi, zat kimia, sinar ultraviolet, jasad renik, dan sebagainya. Radiasi sinar ultraviolet adalah agen radikal bebas yang dapat membahayakan kulit kita. Kerusakan kulit tersebut terjadi akibat adanya komponen sinar ultraviolet dari sinar matahari yang mencapai bumi kita. Ada 2 macam komponen sinar ultraviolet yang mencapai bumi, yaitu UVA (320 - 400 nm) dan UVB (290 - 320 nm). UVB merupakan komponen yang mempunyai daya rusak tinggi pada kulit, sedangkan UVA lebih condong dapat merusak kulit dengan bantuan dari berbagai macam *foto sensitizer* kimia baik alami maupun sintetis yang terdapat pada kulit. Oleh sebab itu tubuh kita memerlukan suatu substansi penting yakni antioksidan yang dapat membantu melindungi tubuh dari serangan radikal bebas dengan meredam dampak negatif senyawa ini (Lewandowski & Gwozdzinski, 2017).

Antioksidan berfungsi mengatasi atau menetralisir radikal bebas sehingga diharapkan dengan pemberian antioksidan tersebut dapat menghambat proses penuaan dini dan mencegah terjadinya kerusakan tubuh dari timbulnya radikal bebas itu sendiri (Gwozdzinski et al., 2025). Sumber-sumber antioksidan dapat berupa antioksidan sintetik maupun antioksidan alami. Tetapi saat ini penggunaan antioksidan sintetik mulai dibatasi karena dari hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa antioksidan sintetik seperti (BHT) ternyata dapat meracuni binatang percobaan dan bersifat karsinogenik. Oleh karena itu industri makanan dan obat-obatan beralih mengembangkan antioksidan alami dan mencari sumber-sumber antioksidan alami baru (Hes et al., 2019).

Ada banyak bahan pangan yang dapat menjadi sumber antioksidan alami, misalnya rempah-rempah, teh, coklat, dedaunan, biji-biji serelia, sayur-sayuran, enzim, dan protein. Kebanyakan sumber antioksidan alami

adalah tumbuhan dan umumnya merupakan senyawa fenolik yang tersebar di seluruh bagian tumbuhan baik di kayu, biji, daun, buah, akar, bunga maupun serbuk sari (He et al., 2017). Senyawa fenolik atau polifenolik antara lain dapat berupa golongan flavonoid. Kemampuan flavonoid sebagai antioksidan telah banyak diteliti belakangan ini, dimana flavonoid memiliki kemampuan untuk mengubah atau mereduksi radikal bebas dan juga sebagai antiradikal bebas (Rodriguez-Arce & Saldias, 2021).

Daun jambu biji (*Psidium guajava* L), yang secara empiris digunakan sebagai pengkelat, obat sakit perut, peluruh haid, dan obat kulit, dilaporkan mengandung senyawa kimia yang terdiri atas flavonoid, tanin, saponin, sterol, kuinon, minyak atsiri, minyak lemak, eugenol, dan asam malat. Kandungan senyawa flavonoid dalam daun jambu biji inilah yang memiliki fungsi sebagai antioksidan (Ruksiriwanich et al., 2022). Menurut Podgorska et al. (2021), beberapa zat aktif yang terkandung dalam tanaman biasanya banyak digunakan dalam sediaan kosmetik sebagai pelembab, pemutih kulit, tabir surya, antioksidan, antiaging, antijerawat, dan astringen. Sediaan kosmetik yang beredar di pasaran biasanya dibuat dalam bentuk sediaan berupa krim, sabun, sampo, dan losion.

Penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Dos Santos et al. (2025), mengenai formulasi gel antioksidan dengan berbagai konsentrasi ekstrak dari daun jambu biji dinilai efektif dan aman digunakan sebagai antioksidan. Formulasi ekstrak daun jambu biji sebagai antioksidan dalam bentuk sediaan losion belum pernah dilakukan, padahal sediaan losion memiliki bentuk yang lebih cair daripada bentuk gel dan karena sifat cair itu memungkinkan pemakaian yang merata dan cepat pada permukaan kulit yang luas (Arifin et al., 2019).

Salah satu uji untuk menentukan aktivitas antioksidan adalah metode DPPH (*1,1-Diphenyl-2-picrylhidrazyl*). Metode DPPH memberikan informasi reaktivitas senyawa yang diuji dengan suatu radikal stabil. DPPH memberikan serapan kuat pada panjang gelombang 517 nm dengan warna violet gelap. Penangkap radikal bebas menyebabkan elektron menjadi berpasangan yang kemudian menyebabkan penghilangan warna yang sebanding dengan jumlah elektron yang diambil (Munteanu & Apetrei, 2021). Berdasarkan tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang formulasi losion antioksidan dari ekstrak etanol daun jambu biji (*Psidium guajava*) dengan variasi basis lanolin sebagai sediaan topikal kosmetika yang bersumber dari bahan alam, serta dilakukannya pengujian aktivitas antioksidan.

METODE

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah daun jambu biji (*Psidium guajava*) yang masih muda berwarna hijau pupus, bebas dari hama dan penyakit yang diambil dari Desa Beji, Kelurahan Purwokerto Utara, Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah. Bahan kimia yang digunakan adalah etanol 70% teknis (Brataco chemica), lanolin (Brataco chemica), malam putih (Brataco chemica), asam stearat (Brataco chemica), propil paraben (Brataco chemica), trietanolamin (Brataco chemica), metil paraben (Brataco chemica), propilen glikol (Brataco chemica), dinatrium EDTA (Brataco chemica), serbuk Mg, HCl pekat, parfum, serbuk 1,1-diphenil-2-picrylhidrazyl (DPPH), dan akuades.

Peralatan yang digunakan adalah seperangkat alat maserasi, penyaring Buchner, *rotary evaporator*, mortir dan stamper, *waterbath*, *vacuum pump*, neraca analitik, pemberat, viskosimeter Brookfield DV-E, pH *stick*, spektrofotometer UV-Visibel, dan alat-alat gelas.

Determinasi Tanaman Jambu Biji

Determinasi tanaman bertujuan untuk menetapkan kebenaran dari sampel tanaman yang digunakan dalam penelitian. Determinasi tanaman dilakukan di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto.

Pembuatan Serbuk Simplisia

Daun jambu biji dibersihkan di bawah air mengalir sebanyak 2 kali. Bahan basah dikeringkan dengan oven pada suhu 40°C sampai kering. Bahan yang sudah kering diserbuk menggunakan *blender* (Kurniawan, Lestari, et al., 2022).

Pembuatan Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji

Pembuatan ekstrak etanol daun jambu biji dilakukan dengan cara maserasi, yaitu merendam 400 gram serbuk simplisia kering dalam 1,6 liter etanol 70%, ditutup dan didiamkan selama 24 jam terlindung dari cahaya, lalu disaring dengan kertas saring menggunakan bantuan corong Buchner. Filtrat I ditampung sedangkan ampasnya direndam kembali dalam 1 liter etanol 70% selama 24 jam, kemudian disaring dengan kertas saring menggunakan bantuan corong Buchner. Filtrat II ditampung sedangkan ampasnya direndam kembali dalam 1 liter etanol 70% selama 24 jam, kemudian disaring lagi dengan kertas saring menggunakan bantuan corong Buchner.

Kemudian filtrat III ditampung kembali. Semua filtrat dicampur, kemudian diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 70° sehingga diperoleh ekstrak etanol daun jambu biji kental. Ekstrak kental disimpan dan dihitung rendemennya (Kurniawan et al., 2024).

Identifikasi Flavonoid

Ekstrak etanol daun jambu biji dilarutkan dalam 2 mL etanol 70%. Setelah itu ditambahkan 0,1 gram serbuk Mg dan 4-5 tetes HCl pekat. Larutan berwarna merah sampai kuning yang terbentuk menunjukkan adanya flavonoid (Wang et al., 2023).

Formulasi Losion

Losion dibuat menggunakan formula seperti yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Formula Losion Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji

Komposisi Bahan	Formula				
	I	II	III	IV	V
Fase Hidrofob (Bagian A):					
Lanolin	5	7	9	11	13
Malam Putih	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Asam Stearat	4	4	4	4	4
Propil Paraben	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Fase Hidrofil (Bagian B):					
Ekstrak Daun Jambu Biji	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Metil Paraben	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Dinatrium EDTA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Propilen Glikol	5	5	5	5	5
Trietanolamin	1	1	1	1	1
Oleum Rose	qs	qs	qs	qs	qs
Ad aquades	100ml	100ml	100ml	100ml	100 ml

Keterangan :
- FI : Ekstrak etanol daun jambu biji + Lanolin 5%
- FII : Ekstrak etanol daun jambu biji + Lanolin 7%
- FIII : Ekstrak etanol daun jambu biji + Lanolin 9%
- FIV : Ekstrak etanol daun jambu biji + Lanolin 11%
- FV : Ekstrak etanol daun jambu biji + Lanolin 13%

Pembuatan Losion

Bahan-bahan A (fase hidrofob) dan bahan-bahan B (fase hidrofil) yang tercantum pada Tabel 1, dipanaskan secara terpisah pada suhu 70°C, dengan pengadukan, hingga tiap bagian isi dapat dilarutkan. Bahan A ditambahkan ke bahan B secara perlahan sambil diaduk. Pengadukan dilanjutkan sampai terbentuk emulsi pada suhu ruangan (25-27°C), lalu ditambahkan akuades secukupnya untuk mendapatkan 100 mL losion (Huo et al., 2023).

Evaluasi Sediaan

Evaluasi yang dilakukan dalam penelitian formulasi losion antioksidan ekstrak etanol daun jambu biji (*Psidium guajava*) diantaranya adalah:

a. Pengukuran pH. Pengukuran pH sediaan menggunakan pH *stick*. pH *stick* dicelupkan ke dalam sediaan losion, kemudian didiamkan sesaat, lalu warna yang timbul disesuaikan dengan warna yang tercantum pada kemasan alat pengukur pH. Pengukuran dilakukan pada suhu ruang selama 4 minggu, yang dilakukan uji setiap 1 minggu sekali dan dalam 1 minggu pertama pengamatan dilakukan setiap hari (Kurniawan, Agustina, et al., 2022).

b. Pengukuran viskositas losion. Pengukuran dilakukan dengan viskosimeter Brookfield DV-E menggunakan spindel 62 dan kecepatan 1 rpm. Pengukuran viskositas dilakukan selama 4 minggu, yang dilakukan uji setiap 1 minggu sekali dan dalam 1 minggu pertama pengamatan dilakukan setiap hari. Pengujian dilakukan dengan pengulangan 3 kali untuk tiap-tiap formula (Rodina et al., 2016).

c. Uji Kestabilan Losion. Losion diuji kestabilannya dengan melakukan penyimpanan pada suhu kamar (27°C), kemudian diamati bau dan warna, serta terjadi/tidak terjadinya *creaming*. Pengamatan kestabilan dilakukan selama 4 minggu, yang dilakukan uji setiap 1 minggu sekali dan dalam 1 minggu pertama pengamatan dilakukan setiap hari (Puspita et al., 2012). Pengujian dilakukan dengan pengulangan 3 kali untuk tiap-tiap formula.

d. Uji Homogenitas Losion. Losion diambil masing-masing formula secukupnya dan dioleskan pada plat kaca, diraba, dan saat digosokkan massa losion harus menunjukkan susunan homogen yang tidak terasa adanya bahan padat pada kaca. Pengamatan homogenitas losion dilakukan selama 4 minggu, yang dilakukan uji setiap 1 minggu sekali dan dalam 1 minggu pertama pengamatan dilakukan setiap hari (Ikramina et al., 2024). Pengujian dilakukan dengan pengulangan 3 kali untuk tiap-tiap formula.

e. Uji Daya Sebar. Sebanyak 0,5 gram losion diletakkan di tengah alat dengan diameter 15 cm, kaca yang satu diletakkan di atasnya dan dibiarkan selama 1 menit. Diameter losion yang menyebar diukur, kemudian ditambahkan 50 gram bahan tambahan dan didiamkan selama 1 menit kemudian diukur diameter losion yang menyebar. Hal tersebut dilakukan berulang sampai didapat diameter sebar yang konstan (Wijayanto et al., 2013). Dilakukan dengan replikasi 3 kali. Pengamatan daya sebar losion dilakukan selama 4 minggu, yang dilakukan uji setiap 1 minggu sekali dan dalam 1 minggu pertama pengamatan dilakukan setiap hari.

f. Uji Daya Lekat. Losion ekstrak etanol daun jambu biji yang akan diuji diambil sebanyak 0,2 gram kemudian dioleskan pada sebuah plat kaca. Kedua plat ditempelkan sampai plat menyatu, dan ditekan dengan beban seberat 1 kg selama 5 menit, setelah itu bahan dilepas, lalu diberi bahan pelepasan untuk pengujian. Waktu dicatat sampai kedua plat saling lepas, kemudian dilakukan replikasi 3 kali. Pengamatan daya lekat losion dilakukan selama 4 minggu, yang dilakukan uji setiap 1 minggu sekali dan dalam 1 minggu pertama pengamatan dilakukan setiap hari (Kurniawan, Agustina, et al., 2022).

Uji Aktivitas Antioksidan

a. Pembuatan larutan DPPH. Sebanyak 4 mg serbuk DPPH dilarutkan dalam 100 mL etanol 70% sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 102 µM, kemudian diaduk hingga larut sempurna dan didiamkan di tempat gelap (Rumpf et al., 2023).

b. Penentuan panjang gelombang maksimum. Dipipet sebanyak 3 mL larutan DPPH 102 µM dan ditambahkan dengan 1 mL etanol 70%. Setelah dibiarkan selama 30 menit ditempat gelap, serapan larutan diukur dengan spektrofotometer UV-Visibel pada λ 400-800 nm. Panjang gelombang maksimal ditentukan berdasarkan absorbansi tertinggi pada rentang panjang gelombang tersebut (Rumpf et al., 2023). Secara teoritik DPPH mempunyai panjang gelombang maksimum 517 nm.

c. Penentuan waktu operasional. Penentuan waktu operasional dilakukan dengan cara mengukur hubungan antara waktu pengukuran dengan absorbansi larutan. Dipipet sebanyak 3 mL larutan DPPH 102 µM dan ditambahkan dengan 1 mL etanol 70%. Serapan larutan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada λ maksimum pada menit ke-0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, dan 60.

d. Uji aktivitas antioksidan *in vitro* dengan metode DPPH. Sebanyak 0,1 gram, 0,15 gram, 0,2 gram, dan 0,25 gram sampel losion dari formula terbaik ditimbang. Kemudian masing-masing losion dengan berbagai konsentrasi diekstraksi dengan 10 mL pelarut yang terdiri dari etanol 70% dan isopropanol dengan perbandingan 8:2 (v/v) (Rumpf et al., 2023). Sehingga didapat konsentrasi ekstrak losion 6 µg/mL, 9 µg/mL, 12 µg/mL, dan 15 µg/mL. Kemudian masing-masing konsentrasi ekstrak losion diambil sebanyak 1 mL dan ditambahkan 3 mL larutan DPPH 102 µM. Campuran selanjutnya dihomogenkan menggunakan alat vorteks dan dibiarkan selama 30 menit pada tempat yang terhindar dari cahaya, kemudian diukur serapannya pada panjang gelombang maksimum dengan blanko etanol 70% (Rumpf et al., 2023). Pengujian dilakukan dengan tiga kali replikasi. Persen peredaman radikal bebas dihitung dengan rumus:

$$\%\,peredaman = \left(\frac{Absorbansi\ DPPH - Absorbansi\ Sampel}{Absorbansi\ DPPH}\right) x100\%$$

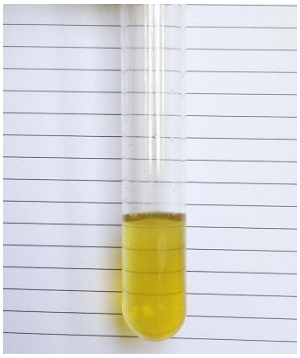
Analisis data

Berdasarkan hasil evaluasi sifat fisik losion antara lain pengukuran pH, uji homogenitas dan uji kestabilan dilakukan analisis data secara deskriptif sedangkan hasil pengukuran viskositas, daya sebar, daya lekat setiap formula analisa data yang digunakan adalah uji ANAVA satu jalan dengan taraf kepercayaan 95%. Apabila data yang diperoleh berbeda secara signifikan, maka dilanjutkan dengan Uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Analisis data persentase peredaman radikal bebas dilakukan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

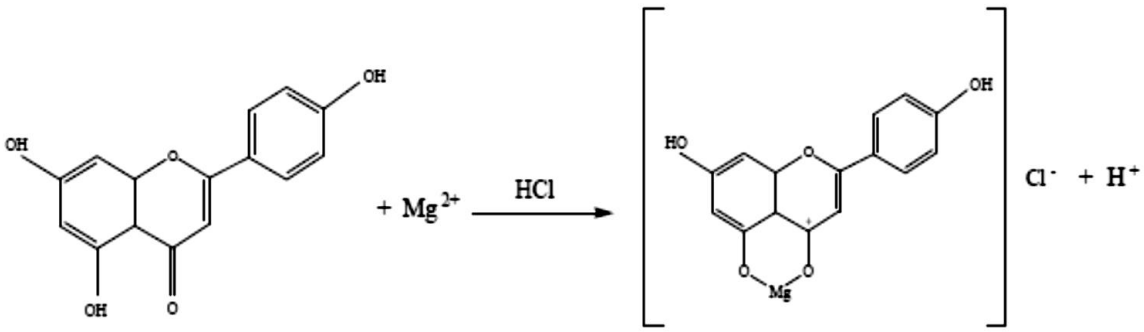
Determinasi tanaman (daun jambu biji) yang dilakukan di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto, menyatakan benar bahwa tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah jambu biji (*Psidium guajava*) dari familia Myrtaceae. Hasil ekstraksi diperoleh 80 gram ekstrak kental daun jambu biji yang berwarna coklat kehitaman, rendemennya sebesar 18,61%.

Hasil identifikasi flavonoid ekstrak etanol daun jambu biji dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil uji positif flavonoid dalam ekstrak etanol daun jambu biji diperoleh warna kuning yang menandakan bahwa dalam ekstrak etanol daun jambu biji terdapat senyawa flavonoid. Warna kuning yang terbentuk disebabkan oleh terjadinya reduksi senyawa flavonoid oleh Mg dan HCl pekat.



Gambar 1. Hasil identifikasi senyawa Flavonoid

Ion magnesium mudah larut dalam suasana asam dan menghasilkan kation bivalen Mg^{2+} serta gas hidrogen pada identifikasi senyawa flavonoid. Adanya gas hidrogen dapat dibuktikan ketika penambahan asam klorida pekat ke dalam larutan etanol dan serbuk magnesium, muncul busa atau gelembung udara pada campuran. Ion magnesium ini yang direaksikan dengan asam diduga akan berikatan pada senyawa flavonoid yang terdapat pada ekstrak etanol daun jambu biji menghasilkan garam benzopirilium yang berwarna sehingga muncul larutan berwarna. Apabila dalam identifikasi flavonoid dihasilkan warna merah sampai kuning maka senyawa yang memberikan warna tersebut adalah senyawa flavon (Rampadarath et al., 2022).



Gambar 2. Reaksi identifikasi flavonoid (Marliana et al., 2005)

Hasil uji sifat fisik losion

Losion yang telah dibuat berwarna putih kecoklatan yang selanjutnya dievaluasi mengenai pH, viskositas, daya sebar, daya lekat, homogenitas, dan kestabilan fisik sediaan. Hasil pengukuran pH losion ektrak etanol daun jambu biji dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Pengukuran pH

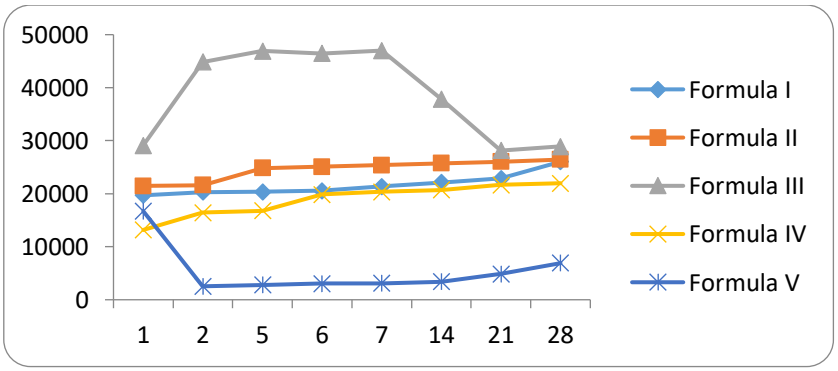
Waktu	pH*				
	I	II	III	IV	V
Hari 1	7.0±0.0	7.3±0.6	7.7±0.6	7.7±0.6	7.7±0.6
Hari 2	7.3±0.6	7.3±0.6	7.7±0.6	7.7±0.6	8.0±0.0
Hari 5	7.3±0.6	7.3±0.6	7.7±0.6	7.7±0.6	8.0±0.0
Hari 6	7.3±0.6	7.3±0.6	7.7±0.6	8.0±0.0	8.0±0.0
Hari 7	7.3±0.6	7.3±0.6	7.7±0.6	8.0±0.0	8.0±0.0
Hari 14	7.3±0.6	7.3±0.6	7.7±0.6	8.0±0.0	8.0±0.0
Hari 21	7.3±0.6	7.3±0.6	7.7±0.6	8.0±0.0	8.0±0.0
Hari 28	7.3±0.6	7.3±0.6	7.7±0.6	8.0±0.0	8.0±0.0

*Hasil rata-rata ± standar deviasi dari tiga kali pengukuran

Berdasarkan data Tabel 2, menunjukkan bahwa pH losion dari kelima formula cenderung stabil dari minggu ke-1 sampai minggu ke-4. Hal tersebut menunjukkan bahwa sediaan stabil secara kimia, tidak terjadi reaksi atau interaksi kimia baik dengan wadah penyimpanan maupun antara bahan-bahan yang terkandung dalam sediaan. Hasil pengukuran pH losion ekstrak etanol daun jambu biji selama 4 minggu penyimpanan menunjukkan bahwa sediaan memiliki tingkat keasaman antara 7-8. pH losion selama penyimpanan masih berada dalam kisaran nilai pH sesuai SNI-16-4399-1996 sebagai syarat mutu pelembab kulit, yaitu 4,5-8, sehingga sediaan losion ekstrak etanol daun jambu biji dapat diaplikasikan pada kulit (Ikramina et al., 2024).

Pengukuran pH yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai pH sediaan losion yang telah dibuat dan untuk mengamati adanya perubahan pH yang mungkin terjadi selama penyimpanan. Nilai pH berhubungan dengan stabilitas zat aktif, efektifitas pengawet, dan pH kulit. Nilai pH losion selama penyimpanan cenderung stabil, namun mengalami sedikit peningkatan. Peningkatan nilai pH selama penyimpanan diduga karena adanya atom nitrogen dalam formulasi yang berasal dari trietanolamin ($(CH_2OHCH_2)_3N$). Meningkatnya kekuatan basa ini berkaitan dengan kemampuan nitrogen dalam mengikat hidrogen sehingga semakin banyak atom H yang terikat pada atom N, akan mengurangi ketersediaan hidrogen bebas. Dengan demikian, pH produk akan semakin meningkat (Rodina et al., 2016).

Hasil pengukuran viskositas sediaan losion ekstrak etanol daun jambu biji dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil pengukuran viskositas sediaan losion menunjukkan bahwa adanya perbedaan konsentrasi lanolin dan lama penyimpanan mempengaruhi viskositas losion. Pengukuran viskositas yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui kekentalan dari sediaan losion yang dibuat. Kekentalan ini berhubungan dengan sukar atau mudahnya sediaan losion untuk dituang dari dalam wadah botol sehingga memudahkan dalam pemakaian. Hasil pengukuran viskositas losion ekstrak etanol daun jambu biji selama 4 minggu penyimpanan menunjukkan bahwa sediaan memiliki nilai viskositas antara 2540-47000 Cp. Nilai viskositas ini memenuhi SNI 16-4399-1996 sebagai syarat mutu pelembab kulit, yaitu antara 2000-50.000 cP (Kurniawan, Agustina, et al., 2022).



Gambar 3. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan viskositas losion

Gambar 3 menunjukkan bahwa lama penyimpanan mempengaruhi viskositas losion. Hasil pengukuran viskositas losion setelah disimpan selama 4 minggu menunjukkan bahwa secara umum semakin lama waktu penyimpanan maka semakin tinggi nilai viskositasnya. Ini menandakan bahwa losion ini memiliki sifat aliran dilatan yang dikarakterisasi oleh peningkatan viskositas seiring bertambahnya umur sediaan. Selama dalam keadaan diam, partikel-partikel bahan padat dikelilingi oleh suatu selimut solvat, dimana selimut cairan tersebut akan berkurang atau hilang akibat adanya kerja geseran, sehingga akan terbentuk kelompok partikel yang lebih rapat dan memperkuat munculnya gesekan antar partikel. Hal ini mengakibatkan naiknya nilai viskositas (Puspita et al., 2012). Tidak adanya perubahan viskositas dengan bertambahnya umur preparat dianggap ideal, walaupun kebanyakan sistem yang dapat diterima memperlihatkan peningkatan viskositas, hal ini kemungkinan besar berhubungan dengan pemisahan fase yang belum tampak oleh mata (Wijayanto et al., 2013).

Selama pengadukan suatu emulsi dapat terjadi pembentukan busa. Pembentukan busa terjadi karena sifat surfaktan yaitu trietanolamin stearat yang melarut dalam air, yang dibutuhkan untuk emulsifikasi, umumnya juga mengurangi tegangan permukaan pada antarmuka udara-air (Ikramina et al., 2024). Trietnaolamin stearat yang melarut dalam air ini mengakibatkan perubahan bentuk losion yang semakin tidak kental sehingga viskositas sediaan tidak stabil. Adanya kandungan saponin dalam ekstrak etanol daun jambu biji, juga berperan dalam tebentuknya busa pada losion sehingga mempengaruhi kestabilan viskositas sediaan.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan uji ANAVA dan diperoleh F hitung (374,454) lebih besar dibandingkan F tabel (3,48) yang berarti konsentrasi lanolin yang berbeda memberikan perbedaan viskositas sediaan losion yang signifikan. Setelah didapat perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji BNT, didapatkan hasil bahwa Formula I berbeda signifikan dengan Formula III, IV, dan V. Formula II berbeda signifikan dengan Formula III, IV, dan V. Formula III berbeda signifikan dengan Formula I, II, IV, dan V. Formula IV berbeda signifikan dengan Formula I, II, III, dan V. Formula V berbeda signifikan dengan Formula I, II, III, dan IV. Hasil analisis data ANAVA dapat dilihat pada Lampiran 4.

Hasil uji daya sebar sediaan losion ekstrak etanol daun jambu biji dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Daya Sebar Losion

Waktu	Daya Sebar (cm)*				
	I	II	III	IV	V
Hari 1	8,83±0.06	8,77±0.06	8,53±0.40	8,50±0.30	8,43±0.15
Hari 2	8,83±0.06	8,70±0.10	8,43±0.21	8,43±0.15	8,20±0.17
Hari 5	8,73±0.06	8,67±0.12	8,43±0.42	8,47±0.12	8,20±0.10
Hari 6	8,73±0.06	8,67±0.20	8,43±0.06	8,40±0.26	8,20±0.17
Hari 7	8,70±0.10	8,67±0.06	8,40±0.20	8,40±0.17	8,17±0.31
Hari 14	8,70±0.00	8,63±0.06	8,40±0.10	8,23±0.15	7,93±0.15
Hari 21	8,60±0.10	8,57±0.06	8,27±0.21	7,87±0.06	7,80±0.30
Hari 28	8,23±0.06	8,10±0.10	8,07±0.15	7,83±0.15	7,60±0.10

*Hasil rata-rata ± standar deviasi dari tiga kali pengukuran

Uji daya sebar dilakukan pada sediaan losion untuk mengetahui seberapa besar losion dapat menyebar pada kulit. Hal ini berhubungan dengan cepat atau lambatnya efek terapi yang diberikan dengan asumsi bahwa semakin luas daya sebar suatu formula maka dengan cepat pula melepaskan efek terapi yang diinginkan di kulit. Daya sebar yang baik dapat menjamin pelepasan bahan obat yang memuaskan (Kurniawan, Agustina, et al., 2022).

Hasil uji daya sebar menunjukkan bahwa adanya perbedaan konsentrasi lanolin dan lama penyimpanan mempengaruhi daya sebar losion. Peningkatan konsentrasi Lanolin menyebabkan penurunan daya sebar losion dari minggu ke-1 sampai minggu ke-4 waktu penyimpanan. Formula I dengan konsentrasi basis lanolin yang lebih rendah (5%) dan dengan viskositas yang lebih kecil dibandingkan dengan Formula II, III, IV, dan V, memiliki daya sebar yang lebih besar. Hal ini menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik antara daya sebar dengan viskositas, semakin besar viskositas sediaan, maka daya sebarnya menjadi semakin kecil. Hal ini dikarenakan viskositas yang besar memerlukan tekanan yang lebih besar untuk mengalir sehingga dengan besar tekanan yang dibuat sama maka sediaan dengan viskositas yang lebih besar akan semakin kecil penyebarannya.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan uji ANAVA dan diperoleh F hitung (13,452) lebih besar dibandingkan F tabel (3,48) yang berarti konsentrasi lanolin yang berbeda memberikan perbedaan daya sebar sediaan losion yang signifikan. Setelah didapat perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji BNT, didapatkan hasil bahwa Formula I berbeda signifikan dengan Formula IV dan Formula V. Formula II berbeda signifikan dengan Formula IV dan Formula V. Formula III berbeda signifikan dengan Formula IV dan Formula V. Formula IV berbeda signifikan dengan Formula I, II, III, dan V. Formula V berbeda signifikan dengan Formula I, II, III, dan IV.

Hasil uji daya lekat sediaan losion ekstrak etanol daun jambu biji dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji daya lekat losion

Waktu	Daya Lekat (detik)*				
	I	II	III	IV	V
Hari 1	0.36±0.02	0.37±0.03	0.37±0.03	0.28±0.02	0.28±0.02
Hari 2	0.36±0.01	0.37±0.01	0.38±0.01	0.31±0.06	0.28±0.02
Hari 5	0.36±0.02	0.37±0.02	0.38±0.02	0.31±0.02	0.32±0.02
Hari 6	0.37±0.02	0.37±0.02	0.38±0.01	0.31±0.02	0.31±0.01
Hari 7	0.37±0.01	0.37±0.01	0.38±0.01	0.33±0.04	0.31±0.04
Hari 14	0.40±0.01	0.41±0.02	0.40±0.02	0.33±0.03	0.37±0.02
Hari 21	0.41±0.03	0.42±0.02	0.41±0.02	0.35±0.02	0.38±0.03
Hari 28	0.43±0.01	0.43±0.04	0.55±0.03	0.37±0.02	0.41±0.04

*Hasil rata-rata ± standar deviasi dari tiga kali pengukuran

Tabel 5 memperlihatkan hasil uji daya lekat pada mingggu ke-1 sampai minggu ke-4 yang berubah-ubah tiap minggunya antara formula satu dengan yang lainnya. Hasil uji daya lekat menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi Lanolin menyebabkan peningkatan daya lekat losion yang diformulasikan. Uji daya lekat dilakukan untuk mengetahui seberapa lama daya lekat losion terhadap kulit. Uji kelekatan losion penting untuk mengevaluasi sejauh mana losion dapat menempel pada kulit, sehingga efek terapi yang diharapkan dapat tercapai. Bila losion memiliki daya lekat yang terlalu kuat maka akan menghambat pernafasan kulit, namun apabila daya lekatnya terlalu lemah, maka efek terapi tidak tercapai (Wijayanto et al., 2013).

Peningkatan konsentrasi Lanolin menyebabkan peningkatan daya lekat losion yang diformulasikan. Hal ini berhubungan dengan viskositas formula losion, karena semakin tinggi konsentrasi basis Lanolin, viskositas losion semakin tinggi, artinya sediaan semakin kental sehingga daya lekatnya semakin tinggi. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan uji ANAVA dan diperoleh F hitung (28,731) lebih besar dibandingkan F tabel (3,48) yang berarti konsentrasi lanolin yang berbeda memberikan perbedaan daya lekat sediaan losion yang signifikan. Setelah didapat perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji BNT, didapatkan hasil bahwa Formula I berbeda signifikan dengan Formula III, IV, dan V. Formula II berbeda signifikan dengan Formula III, IV, dan V. Formula III berbeda signifikan dengan Formula I, II, IV, dan V. Formula IV berbeda signifikan dengan Formula I, II, dan Formula III. Formula V berbeda signifikan dengan Formula I, II, dan Formula III.

Homogenitas merupakan parameter yang cukup penting di dalam suatu sediaan kosmetika karena parameter ini menunjukkan tingkat kehalusan dan keseragaman tekstur losion yang dihasilkan. Semakin halus dan seragam tekstur, maka semakin baik losion yang dihasilkan karena tekstur tersebut merupakan parameter tercampurnya komponen minyak dan air (Ikramina et al., 2024). Uji homogenitas losion dilakukan pada sediaan losion untuk mengetahui apakah pencampuran masing-masing komponen dalam pembuatan losion telah tercampur merata. Hal tersebut menjamin bahwa zat aktif yang terkandung di dalamnya telah terdistribusi secara merata.

Hasil pengamatan homogenitas losion dapat dilihat pada Tabel 6. yang menunjukkan bahwa seluruh sediaan losion homogen.

Tabel 6. Data Pengamatan Homogenitas Sediaan Losion

Formula	Homogenitas							
	Hari 1	Hari 2	Hari 5	Hari 6	Hari 7	Hari 14	Hari 21	Hari 28
I	H	H	H	H	H	H	H	H
II	H	H	H	H	H	H	H	H
III	H	H	H	H	H	H	H	H
IV	H	H	H	H	H	H	H	H
V	H	H	H	H	H	H	H	H

Keterangan: H = homogen

Seluruh sediaan losion tidak memperlihatkan adanya butir-butir kasar pada saat sediaan losion dioleskan pada plat kaca yang menunjukkan bahwa sediaan yang dibuat mempunyai susunan yang homogen (*Anonim, 1985*). Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi lanolin tidak berpengaruh pada homogenitas losion, selain itu pencampuran tiap bahan dilakukan dengan baik pada masing-masing formula sehingga losion terlihat homogen dan teksturnya tidak kasar. Kondisi pembuatan emulsi losion dalam pencampuran fase terdispersi dan fase pendispersi cukup baik, sehingga tidak ada pemisahan antara kedua komponen penyusun emulsi tersebut. Suatu emulsi dapat dikatakan homogen apabila tidak terlihat adanya pemisahan antara komponen penyusun emulsi. Homogenitas sistem emulsi dipengaruhi oleh teknik atau cara pencampuran yang dilakukan, serta alat yang digunakan pada proses pembuatan emulsi (Rodina et al., 2016). Semakin kecil dan seragam bentuk droplet, maka emulsi akan semakin stabil (Ikramina et al., 2024). Sediaan losion yang dihasilkan tetap homogen selama masa penyimpanan sehingga dapat dikatakan sediaan losion stabil.

Uji kestabilan fisik

Uji kestabilan losion dilakukan pada sediaan untuk mengetahui kestabilan yang meliputi warna, bau, dan *creaming* (peristiwa terbentuknya dua lapisan emulsi) selama waktu penyimpanan 4 minggu. Hasil pengamatan kestabilan fisik sediaan losion dapat dilihat pada Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9.

Tabel 7. Data pengamatan kestabilan warna losion

Formula	Warna							
	Hari 1	Hari 2	Hari 5	Hari 6	Hari 7	Hari 14	Hari 21	Hari 28
I	PK	PK	PK	PK	PK	PK	PK	PK
II	PK	PK	PK	PK	PK	PK	PK	PK
III	PK	PK	PK	PK	PK	PK	PK	PK
IV	PK	PK	PK	PK	PK	PK	PK	PK
V	PK	PK	PK	PK	PK	PK	PK	PK

Keterangan: PK = Putih Kecoklatan

Tabel 8. Data Pengamatan Kestabilan Bau Losion

Formula	Bau							
	Hari 1	**Hari 2**	**Hari 5**	**Hari 6**	**Hari 7**	**Hari 14**	**Hari 21**	**Hari 28**
I	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum
II	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum
III	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum
IV	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum
V	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum	Ol. Rosarum

Tabel 9. Data pengamatan terjadi / tidak terjadinya creaming

Formula	Perubahan Bentuk Losion							
	Hari 1	**Hari 2**	**Hari 5**	**Hari 6**	**Hari 7**	**Hari 14**	**Hari 21**	**Hari 28**
I	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TT
II	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TT
III	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TT
IV	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TT
V	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TT

Keterangan: T = Terjadi Creaming, TT = Tidak Terjadi Creaming

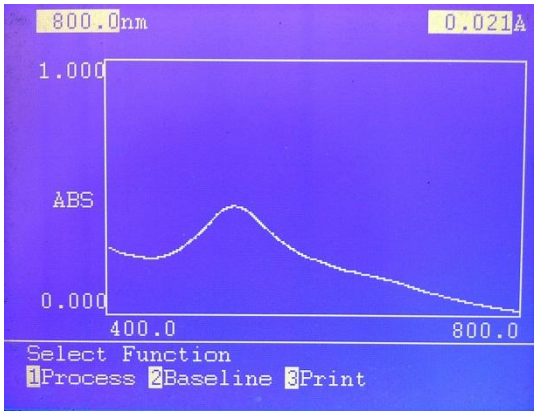
Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan terhadap sediaan losion, menunjukkan bahwa kelima formula losion yang dibuat dengan penambahan ekstrak etanol daun jambu biji menyebabkan sediaan berwarna putih kecoklatan yang tidak mengalami perubahan warna, bau, dan tidak terjadi *creaming* selama pengamatan. Hal tersebut menunjukkan bahwa sediaan losion yang terbentuk stabil secara fisik, tidak terjadi penguraian bahan atau komponen yang dapat menyebabkan perubahan bentuk, warna, dan bau sediaan losion. Hasil uji deskriptif yaitu pengukuran pH, uji homogenitas, dan uji kestabilan menunjukkan bahwa losion memenuhi syarat kestabilan pengamatan. Kestabilan hasil pengamatan menunjukkan bahwa losion ekstrak etanol daun jambu biji ini memenuhi persyaratan parameter sifat fisik losion yang baik.

Pengukuran viskositas pada losion menunjukkan bahwa lama penyimpanan dan peningkatan konsentrasi basis Lanolin pada formula menyebabkan peningkatan nilai viskositas. Pengukuran daya sebar pada losion menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Lanolin menyebabkan semakin kecil daya sebar. Pengukuran daya lekat pada losion menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Lanolin menyebabkan semakin kuat daya lekatnya. Konsentrasi Lanolin mempengaruhi hasil pengukuran viskositas, daya sebar, dan daya lekat. Hasil pengukuran viskositas, daya sebar dan daya lekat losion pada minggu ke-1, 2, 3, dan 4 tersebut menunjukkan kestabilan fisik yang kurang pada losion.

Formula losion ekstrak etanol daun jambu biji yang paling baik adalah formula II (Lanolin 7%) dengan pH 7,3, viskositas 26440 cps, daya sebar 8,30 cm, daya lekat 0,43 detik yang homogen dan stabil secara fisik. Perubahan nilai viskositas, daya sebar, dan daya lekat pada formula II selama waktu penyimpanan 4 minggu tidak terlalu mencolok dibandingkan dengan sediaan losion pada formula I, III, IV, dan V. Dengan demikian formula II dianggap sebagai formula yang paling memenuhi syarat stabilitas secara fisik dan uji sifat fisik.

Uji Aktivitas Antioksidan

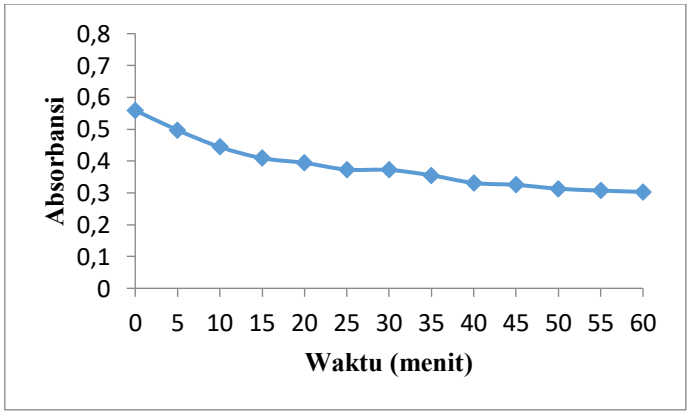
Grafik hasil pengukuran absorbansi untuk menentukan panjang gelombang maksimal larutan DPPH 102 µM dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik panjang gelombang maksimal larutan DPPH 102 µM

Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan bahwa panjang gelombang maksimal untuk larutan DPPH 102 µM yang didapat pada penelitian ini adalah 519 nm dengan absorbansi sebesar 0,433. Hasil pengukuran panjang gelombang maksimal sesuai dengan literature, yang menyatakan bahwa panjang gelombang maksimum DPPH berada dalam rentang 515-520 nm (Rodina et al., 2016).

Hasil penentuan waktu operasional DPPH dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik waktu operasional larutan DPPH 102µM

Berdasarkan Gambar 5 diketahui bahwa waktu operasional larutan DPPH 102 µM adalah antara menit ke 25 sampai menit ke-30 dengan nilai absorbansi 0,373-0,372. Adanya selisih nilai absorbansi pada menit ke-25 sampai menit ke-30 yang kecil dapat diabaikan sehingga nilai absorbansi dianggap stabil pada waktu tersebut. Waktu operasional tersebut menunjukkan bahwa larutan DPPH 102 µM stabil hingga menit ke-30.

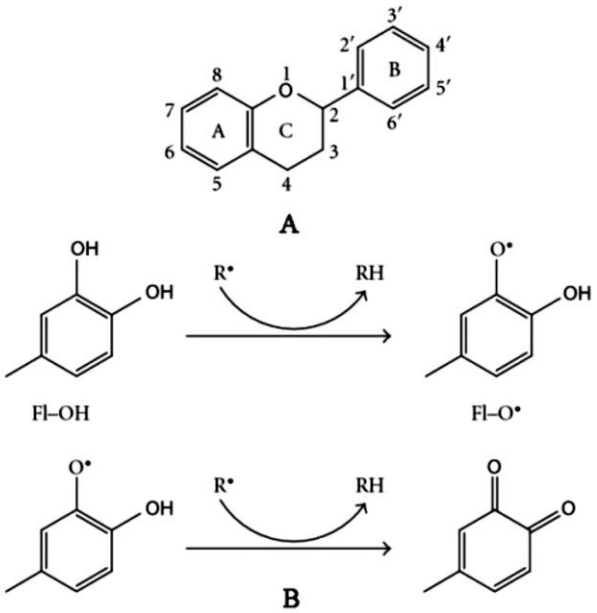
Uji aktivitas antioksidan dilakukan terhadap formula losion antioksidan ekstrak etanol daun jambu biji yang paling baik, yaitu Formula II. Hasil penentuan aktivitas antioksidan losion ekstrak etanol daun jambu biji dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Aktivitas antioksidan losion ekstrak etanol daun jambu biji

Konsentrasi ekstrak dalam Losion (µg/mL)	Replikasi 1			Replikasi 2			Replikasi 3			Rerata % peredaman
	Abs. Losion	Abs. DPPH Kontrol	% Peredaman	Abs. Losion	Abs. DPPH Kontrol	% Peredaman	Abs. Losion	Abs. DPPH Kontrol	% Peredaman	
6,084	0,148	0,179	17,32	0,144	0,174	17,24	0,158	0,169	6,51	13,69
9,132	0,142	0,176	19,32	0,148	0,165	10,30	0,154	0,178	13,48	14,26
12,174	0,139	0,172	19,19	0,133	0,145	8,28	0,139	0,176	21,02	16,16
15,216	0,191	0,259	26,25	0,423	0,537	21,23	0,149	0,164	9,15	18,88

Tabel 10 menunjukkan bahwa masing-masing konsentrasi losion ekstrak etanol daun jambu biji memiliki persentase peredaman DPPH yang berbeda. Aktivitas antioksidan dihitung sebagai persentase reduksi DPPH (Rodina et al., 2016). Menurut Rumpf et al. (2023), nilai 0 berarti tidak terjadi peredaman radikal DPPH, sementara 100% berarti terjadi peredaman total yang menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi. Pada konsentrasi ekstrak etanol daun jambu biji dalam losion sebesar 6,084 µg/mL hingga konsentrasi 15,216 µg/mL belum memiliki persen peredaman sebesar 50%. Untuk memperoleh persen peredaman sebesar 50% perlu dilakukan peningkatan konsentrasi ekstrak etanol daun jambu biji dalam losion. Suatu bahan dikatakan aktif sebagai peredam radikal bebas jika memiliki persentase peredaman lebih besar atau sama dengan 50% (Rodina et al., 2016).

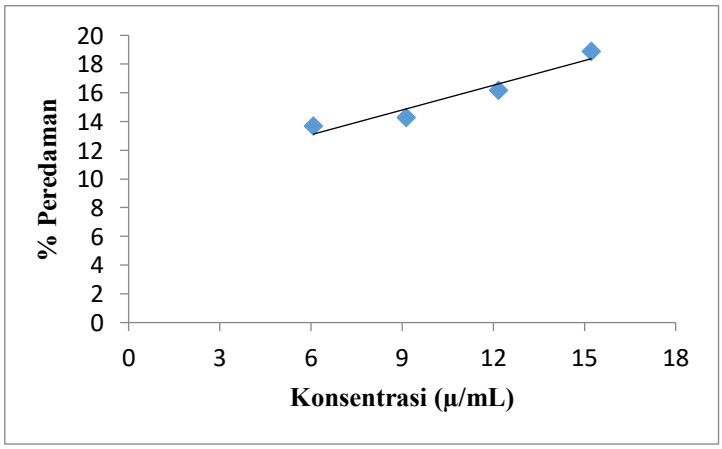
Uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH bertujuan untuk mengetahui potensi ekstrak etanol daun jambu biji dalam sediaan losion sebagai antioksidan. Aktivitas antioksidan merupakan kemampuan suatu senyawa atau ekstrak untuk menghambat reaksi oksidasi yang dapat dinyatakan dengan persen penghambatan.



Gambar 6. Peredaman Radikal Bebas oleh Flavonoid. (A) Struktur Dasar Flavonoid (B) Proses Peredaman Radikal Bebas oleh Flavonoid (Rampadarath et al., 2022)

Berdasarkan mekanisme tersebut, maka dapat dikatakan bahwa senyawa antioksidan mempunyai sifat yang relatif stabil dalam bentuk radikalnya. Senyawa aktif dalam losion ekstrak etanol daun jambu biji yang berpotensi sebagai antioksidan dapat diprediksi dari golongan flavonoid yang merupakan senyawa polar. Hal tersebut sejalan dengan hasil uji kualitatif ekstrak etanol daun jambu biji yang positif mengandung senyawa flavonoid setelah ekstrak direaksikan dengan magnesium dan asam klorida pekat sehingga menimbulkan perubahan warna menjadi warna kuning (Rampadarath et al., 2022).

Kurva hubungan antara konsentrasi losion ekstrak etanol daun jambu biji terhadap % peredaman DPPH dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kurva Hubungan Konsentrasi Losion Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji terhadap % peredaman DPPH

Gambar 7 menunjukkan hubungan konsentrasi losion ekstrak etanol daun jambu biji terhadap persen peredaman DPPH, yang menyatakan bahwa semakin besar nilai konsentrasi losion ekstrak etanol daun jambu biji semakin besar nilai persen peredaman yang dihasilkan. Aktivitas antioksidan tertinggi dihasilkan oleh konsentrasi losion sebesar 15,216 µg/mL dengan persen peredaman sebesar 18,88%. Semakin besar nilai persen peredaman yang dihasilkan maka senyawa uji tersebut mempunyai keaktifan sebagai penangkap radikal bebas yang semakin kuat.

KESIMPULAN

Ekstrak etanol daun jambu biji dapat diformulasikan menjadi sediaan losion antioksidan. Formula losion ekstrak etanol daun jambu biji yang paling baik adalah Formula II (Lanolin 7%) dengan pH 7,30, viskositas 26440 cps, daya sebar 8,30 cm, daya lekat 0,43 detik yang homogen dan stabil secara fisik. Losion ekstrak etanol daun jambu biji formula II pada konsentrasi sebesar 15,216 µg/mL memiliki aktivitas antioksidan, hal ini ditunjukkan dengan kemampuannya meredam DPPH sebesar 18,88%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Tri Rahayu Rengganis yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian.

KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan di antara mereka.

REFERENCES

Arifin, B., Nasution, R., Desrianti, N., Marianne, M., & Helwati, H. (2019). Antimicrobial Activity of Hand Lotion of Flower Mimusops elengi. *Open Access Maced J Med Sci*, *7*(22), 3748-3756. https://doi.org/10.3889/oamjms.2019.496

Dos Santos, R. D., Matos, B. N., Freire, D. O., da Silva, F. S., do Prado, B. A., Gomes, K. O., de Araujo, M. O., Bilac, C. A., Rodrigues, L. F. S., da Silva, I. C. R., de Sa Barreto, L. C. L., Gomes da Camara, C. A., de Moraes, M. M., Gelfuso, G. M., & Orsi, D. C. (2025). Chemical Characterization and Antimicrobial Activity of Essential Oils and Nanoemulsions of Eugenia uniflora and Psidium guajava. *Antibiotics (Basel)*, *14*(1). https://doi.org/10.3390/antibiotics14010093

Gwozdzinski, K., Pieniazek, A., & Gwozdzinski, L. (2025). Nitroxides: Chemistry, Antioxidant Properties, and Biomedical Applications. *Molecules*, *30*(10). https://doi.org/10.3390/molecules30102159

He, L., He, T., Farrar, S., Ji, L., Liu, T., & Ma, X. (2017). Antioxidants Maintain Cellular Redox Homeostasis by Elimination of Reactive Oxygen Species. *Cell Physiol Biochem*, *44*(2), 532-553. https://doi.org/10.1159/000485089

Hes, M., Dziedzic, K., Gorecka, D., Jedrusek-Golinska, A., & Gujska, E. (2019). Aloe vera (L.) Webb.: Natural Sources of Antioxidants - A Review. *Plant Foods Hum Nutr*, *74*(3), 255-265. https://doi.org/10.1007/s11130-019-00747-5

Huo, W., Jing, Z., Wang, R., Tao, S., Li, Q., Gao, S., & Feng, M. (2023). Mechanism of Yixishu lotion in the treatment of vaginitis based on network pharmacology combined with experimental validation: an experimental research study. *Ann Med Surg (Lond)*, *85*(12), 5932-5940. https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000000920

Ikramina, N., Rehana, R., Prasetya, R. A., & Kurniawan, D. W. (2024). Formulation and Evaluation of Soursop (Annona muricata) Leaf Extract Nanoemulgel Against Propionibacterium acnes. *Borneo Journal of Pharmacy*, *7*(4), 374-384. https://doi.org/10.33084/bjop.v7i4.5977

Kurniawan, D. W., Agustina, V. N., Sunarto, Wibowo, G. A., & Syamsu Hidayat, M. Z. (2022). Formulation of Cinnamon Bark Essential Oil Gel as Mosquito Repellent. *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 208-212. https://doi.org/10.22159/ijap.2022v14i1.43034

Kurniawan, D. W., Lestari, N. D., Sulistyo, H., & Cacu, C. (2022). Pengaruh Pemberian Kombinasi Ekstrak Etanol Brotowali, Sambiloto, Meniran dan Kayu Manis Terhadap Histopatologi Glomerulus Tikus Model Hiperglikemia. *JPSCR: Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, *7*(3). https://doi.org/10.20961/jpscr.v7i3.51501

Kurniawan, D. W., Rasyid, K. A., Santosa, R. A., & Sunarto. (2024). Extraction and Characterization of Carrageenan from Seaweed (Kappaphycus alvarezii) Produced by South Lampung Indonesia Farmers and Utilization as a Tablet Binder using Metformin as a Drug Model. *Iraqi Journal of Pharmaceutical Sciences*, *33*(4), 115-125. https://doi.org/10.31351/vol33iss4pp115-125

Lewandowski, M., & Gwozdzinski, K. (2017). Nitroxides as Antioxidants and Anticancer Drugs. *Int J Mol Sci*, *18*(11). https://doi.org/10.3390/ijms18112490

Munteanu, I. G., & Apetrei, C. (2021). Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review. *Int J Mol Sci*, *22*(7). https://doi.org/10.3390/ijms22073380

Podgorska, A., Puscion-Jakubik, A., Grodzka, A., Naliwajko, S. K., Markiewicz-Zukowska, R., & Socha, K. (2021). Natural and Conventional Cosmetics-Mercury Exposure Assessment. *Molecules*, *26*(13). https://doi.org/10.3390/molecules26134088

Puspita, E., Sulaeman, T. N. S., & Kurniawan, D. W. (2012). Formulasi gel antioksidan dari ekstrak etanol bunga brokoli dengan menggunakan methocel K15M premium EP. *PHARMACY*, *09*(01), 38-50.

Rampadarath, A., Balogun, F. O., Pillay, C., & Sabiu, S. (2022). Identification of Flavonoid C-Glycosides as Promising Antidiabetics Targeting Protein Tyrosine Phosphatase 1B. *J Diabetes Res*, *2022*, 6233217. https://doi.org/10.1155/2022/6233217

Rodina, A. F., Sobri, I., & Kurniawan, D. W. (2016). Krim antioksidan ekstrak etanol kelopak bunga rosela (Hibiscus sabdariffa L.). *Acta Pharmaciae Indonesia*, *4*(1), 15-20.

Rodriguez-Arce, E., & Saldias, M. (2021). Antioxidant properties of flavonoid metal complexes and their potential inclusion in the development of novel strategies for the treatment against neurodegenerative diseases. *Biomed Pharmacother*, *143*, 112236. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112236

Ruksiriwanich, W., Khantham, C., Muangsanguan, A., Phimolsiripol, Y., Barba, F. J., Sringarm, K., Rachtanapun, P., Jantanasakulwong, K., Jantrawut, P., Chittasupho, C., Chutoprapat, R., Boonpisuttinant, K., & Sommano, S. R. (2022). Guava (Psidium guajava L.) Leaf Extract as Bioactive Substances for Anti-Androgen and Antioxidant Activities. *Plants (Basel)*, *11*(24). https://doi.org/10.3390/plants11243514

Rumpf, J., Burger, R., & Schulze, M. (2023). Statistical evaluation of DPPH, ABTS, FRAP, and Folin-Ciocalteu assays to assess the antioxidant capacity of lignins. *Int J Biol Macromol*, *233*, 123470. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123470

Wang, R., Li, W., Fang, C., Zheng, X., Liu, C., & Huang, Q. (2023). Extraction and identification of new flavonoid compounds in dandelion Taraxacum mongolicum Hand.-Mazz. with evaluation of antioxidant activities. *Sci Rep*, *13*(1), 2166. https://doi.org/10.1038/s41598-023-28775-x

Wijayanto, B. A., Kurniawan, D. W., & Sobri, I. (2013). Formulasi dan Efektivitas Gel Antiseptik Tangan Minyak Atsiri Lengkuas (Alpinia galanga (L.) Willd.). *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, *11*(2), 102-107.