

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL

1. Determinasi Daun Asam Jawa

Tanaman daun asam jawa dideterminasi di Laboratorium Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Terapan, Universitas Ahmad Dahlan, dilaksanakan pada tanggal 21 Mei 2025. Dapat dilihat hasil determinasi pada Lampiran 1.

2. Penyiapan Simplisia

Daun asam jawa digunakan sebagai sampel pada penelitian ini. Hasil dari panen didapatkan daun asam jawa sejumlah 2 kg dan dilakukan sortasi basah, langkah selanjutnya dicuci dengan air yang mengalir. Pencucian ini bertujuan agar kotoran yang terdapat pada sampel daun asam jawa hilang. Selanjutnya ditiriskan air pada sampel sampai kering kemudian dikeringkan menggunakan oven menggunakan suhu 45°C. Setelah simplisia sudah kering dilakukan penghalusan simplisia menggunakan grinder sampai halus dan diayak dengan ayakan 40 mesh. Penghalusan simplisia bertujuan untuk memperkecil ukuran sampel dan meningkatkan luas permukaan bahan, hal ini dapat mempermudah dan mempercepat proses ekstraksi, karena pelarut dapat menembus jaringan tanaman dengan lebih efisien dan melarutkan senyawa aktif secara optimal. Hasil dari penyerbukan serbuk yang didapatkan sebanyak 730 g.

3. Ekstraksi daun asam jawa

Ekstrak daun asam jawa dibuat menggunakan metode maserasi. Ekstrak kental dari hasil ekstraksi didapatkan ekstrak kental sejumlah 99,3 gram dan rendemen ekstrak 19,86%. Didapatkan rendemen yang hasilnya memenuhi syarat.

4. Karakteristik Ekstrak Etanol Daun Asam Jawa

Karakteristik yang diperoleh dari ekstrak (organoleptis, pH, dan kadar air) dapat dilihat pada Tabel 4. Dilakukan uji organoleptis untuk mengevaluasi

tampilan dari ekstrak daun asam jawa berdasarkan persepsi indera, seperti warna, bau dan bentuk. Uji kadar air pada ekstrak bertujuan untuk mengetahui jumlah kandungan air yang masih tersisa dalam ekstrak setelah proses penguapan. Kadar air dari ekstrak daun asam jawa yaitu 2,28% menunjukkan bahwa kadar air ekstrak memenuhi syarat. Syarat kadar air ekstrak yang baik <10%. Dari hasil pengujian, pH ekstrak daun asam jawa yaitu 5,4. Untuk mengetahui terdapat kandungan metabolit sekunder pada ekstrak etanol daun asam jawa (*Tamarindus indica* L.) dilakukan skrining fitokimia. Berdasarkan analisis kualitatif, ekstrak daun asam jawa teridentifikasi mengandung senyawa flavonoid, saponin, tanin, fenolik, dan alkaloid. Data lengkap mengenai hasil pengujian tersebut tersaji pada Tabel 5.

Tabel 4. Hasil uji karakteristik ekstrak daun asam jawa

Karakteristik ekstrak		Hasil
Organoleptis	Bentuk	Kental
	Warna	Hijau kecoklatan
	Aroma	Khas
pH		5,4
Kadar air		2,28%

Tabel 5. Hasil skrining fitokimia daun asam jawa

Kandungan	Reagen	Hasil	Keterangan Hasil Uji	Reaksi Positif (Literatur)
Flavonoid		+	Larutan orange	Larutan orange atau jingga (Anggriyani & Endriyanto, 2024)
Saponin		+	Terbentuk busa	Terbentuk busa tidak hilang (Oktavia & Sutoyo, 2021)
Tanin		+	Larutan hitam kehijauan	Larutan warna biru kehitaman, biru tua, atau hitam kehijauan (Tunny <i>et al.</i> , 2020)
Fenolik		+	Larutan hijau	Larutan warna biru, hijau, ungu tua atau merah kemerahan (Oktavia & Sutoyo, 2021)

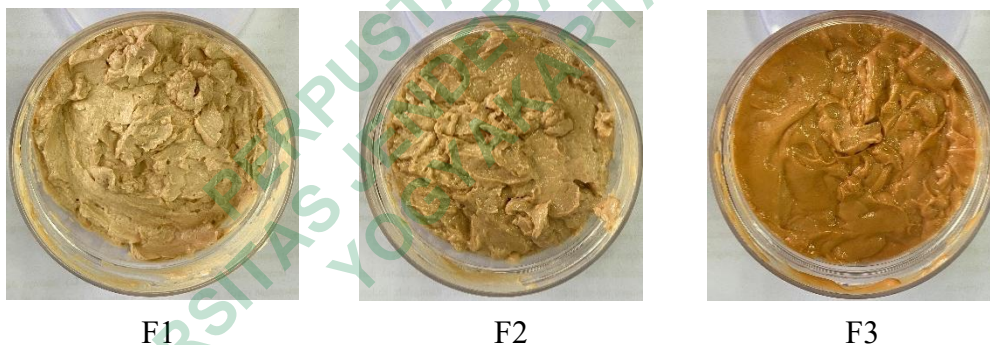
Kandungan	Reagen	Hasil	Keterangan Hasil Uji	Reaksi Positif (Literatur)
Alkaloid	Mayer	+	Endapan putih kekuningan	Endapan putih atau kuning (Wahyuni & Marpaung, 2020)
	Wagner	+	Endapan coklat kehitaman	Endapan coklat-hitam
	Dragendorf	+	Endapan merah bata	Endapan merah bata

Keterangan: - = Tidak mengandung golongan senyawa

+ = Mengandung golongan senyawa

5. Formulasi krim ekstrak daun asam jawa

Diperoleh tiga formula krim dengan variasi konsentrasi kombinasi emulgator (asam stearat : trietanolamin) yaitu Formula 1 (asam stearat 17% : trietanolamin 2%) , Formula 2 (asam stearat 16% : trietanolamin 3%), dan Formula 3 (asam stearat 15% : trietanolamin 4%). Tampilan visual krim dapat dilihat pada Gambar 8.



F1

F2

F3

Gambar 8. Sediaan krim ekstrak Daun Asam Jawa

Keterangan: F1 (krim konsentrasi 17% : 2%), F2 (krim konsentrasi 16% : 3%), F3 (krim konsentrasi 15% : 4%)

6. Evaluasi Fisik Sediaan Krim

a. Uji organoleptis

Uji organoleptik bertujuan untuk menilai tampilan fisik sediaan krim meliputi bentuk, warna, dan aroma. Hasil pengamatan organoleptik ditampilkan pada Tabel 7. Dari hasil pengamatan, menunjukkan bahwa ketiga formula krim ekstrak etanol daun asam jawa (*Tamarindus indica* L.) memiliki aroma yang serupa, namun terdapat perbedaan pada bentuk dan warnanya.

b. Uji Homogenitas

Hasil pengamatan uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui seberapa baik bahan-bahan seperti zat aktif dan bahan tambahan tercampur secara merata dalam sediaan krim. Dari hasil uji pada krim yang mengandung ekstrak etanol daun asam jawa (*Tamarindus indica* L.) dengan formula F1, F2, dan F3, diperoleh hasil bahwa sediaan krimnya tercampur rata dan tidak ditemukan partikel kasar atau gumpalan. Hal ini menunjukkan bahwa krim sudah memenuhi syarat homogenitas, yaitu tidak ada butiran kasar yang terlihat.

c. Uji pH

Hasil pengamatan uji pH dari penelitian ini bisa dilihat pada Tabel 7. Ketiga formula mendapatkan krim dengan pH yang baik, yaitu memenuhi syarat nilai pH sediaan 4,5-6,5.

d. Uji daya sebar

Jika dilihat dari Tabel 7. Ketiga formula masih sesuai sama standar daya sebar krim yaitu 5-7 cm. Formula 3 punya daya sebar yang paling besar, sementara formula 1 yang paling kecil. Tetapi secara umum, semuanya masih masuk kriteria yang disyaratkan.

e. Uji daya lekat

Dari Tabel 7 juga, kelihatan jika formula 1 dan 2 punya daya lekat yang lebih lama dibanding formula 3. Tetapi semuanya masih memenuhi syarat karena daya lekatnya lebih dari 1 detik, sehingga memenuhi syarat.

f. Uji viskositas

Berdasarkan tabel, semua formula masuk dalam rentang viskositas yang dianggap bagus, yaitu 4000-40.000 cp. Formula 1 punya viskositas paling tinggi, sedangkan formula 3 paling rendah.

g. Uji stabilitas krim

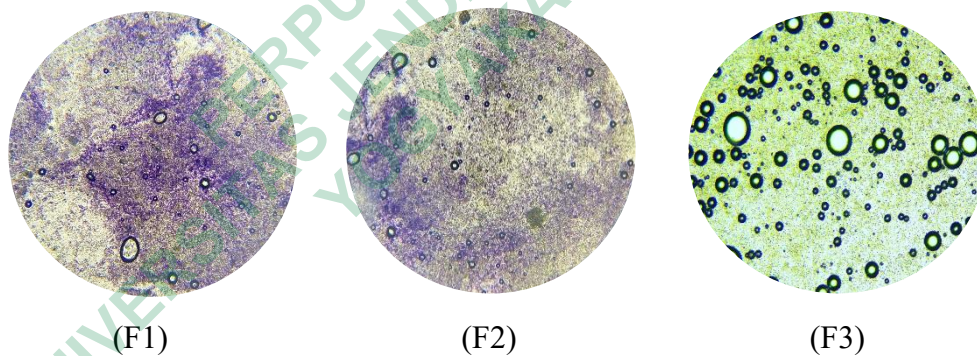
Dari data yang ada di Tabel 6. Bisa dilihat bahwa semua krim hasil formulasi dinyatakan stabil. Hal ini dibuktikan dengan nilai rasio pemisahan (F) yang semuanya menunjukkan angka 1, yang artinya tidak terjadi pemisahan antara fase krim sebelum dan sesudah disentrifugasi.

Tabel 6. Hasil Uji Sentrifugasi Krim Ekstrak Daun Asam Jawa

Formula	Konsentrasi kombinasi emulgator (As Stearat:TEA)	Nilai Ho (nilai tinggi awal (cm))	Nilai Hu (nilai tinggi akhir (cm))	Rasio pemisahan (F)
F1	17% : 2%	4,5	4,5	1
F2	16% : 3%	4,5	4,5	1
F3	15% : 4%	4,5	4,5	1

h. Uji determinasi tipe krim

Penentuan tipe krim dilakukan pakai metode pengenceran dan hasilnya menunjukkan bahwa semua formula, mulai dari F1 sampai F3, termasuk ke dalam tipe M/A (minyak dalam air). Pada saat krim dicampur dengan akuades, krimnya bisa bercampur. Selain itu, dari pengamatan mikroskop juga terlihat jika minyak tidak menyatu dengan pewarna, tetapi fase air yang memblok warna biru, ini jadi bukti tambahan bahwa krim termasuk tipe M/A. Gambar pendukung dapat dilihat pada Gambar 9.

**Gambar 9. Uji Determinasi Tipe Krim Metode Pewarnaan**

Keterangan: F1 (krim konsentrasi Asam Stearat 17% : Trietanolamin 2%),
 F2 (krim konsentrasi Asam Stearat 16% : Trietanolamin 3%),
 F3 (krim konsentrasi Asam Stearat 15% : Trietanolamin 4%).

Tabel 7. Hasil Evaluasi Sifat Fisik Krim Ekstrak Daun Asam Jawa

Formula	Konsentrasi Kombinasi Emulgator (As Stearat : TEA)	Organoleptis			Rata-rata± SD Daya sebar (cm)	Rata-rata± SD Daya lekat (detik)	Rata-rata± SD pH	Rata-rata±SD Viskositas (cP)
		Warna	Bau	Tekstur				
F1	17% : 2%	Cream	Khas	Semi Padat	5,06 ± 0,61	4,01 ± 0,32	5,4 ± 0,15	25.769 ± 4,93
F2	16% : 3%	Coklat muda	Khas	Semi Padat	5,11 ± 0,20	2,09 ± 0,12	5,7 ± 0,05	16.960 ± 1,41
F3	15% : 4%	Coklat tua	Khas	Semi Padat	6,8 ± 1,39	1,31 ± 0,11	6,1 ± 0,11	15.200 ± 1,02

7. Uji aktivitas antioksidan krim ekstrak daun asam jawa dengan kombinasi emulgator

Pengujian aktivitas antioksidan dari krim ekstrak daun asam jawa dilakukan menggunakan metode spektrofotometri dengan panjang gelombang 515 nm. Operating time untuk mengetahui waktu optimal pencampuran larutan sampel dengan DPPH sampai mencapai kestabilan dan diamati absorbansinya pada panjang gelombang 515 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada menit ke 0-60. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa absorbansi paling stabil terjadi pada menit ke-26. Dalam uji ini, vitamin C digunakan sebagai kontrol positif, sementara konsentrasi ekstrak daun asam jawa dalam krim dijaga tetap sebesar 6% pada tiap formula. Variasi formula hanya terletak pada kombinasi emulgator yang digunakan. Nilai IC_{50} yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin rendah nilai IC_{50} , maka semakin tinggi kemampuan antioksidan dalam menangkap radikal bebas DPPH. Berdasarkan hasil yang diperoleh, vitamin C termasuk dalam kategori sangat kuat. Sedangkan aktivitas antioksidan krim F1, F2, dan F3 termasuk dalam kategori rendah. Perbedaan kombinasi emulgator pada tiap formula tidak terlalu mempengaruhi efektivitas kinerja senyawa antioksidan.

Tabel 8. Nilai IC_{50} Krim Ekstrak Daun Asam Jawa

Kelompok	Formula	Konsentrasi kombinasi emulgator (As Stearat : TEA)	Rata-rata \pm SD IC_{50} (ppm)	Kategori nilai IC_{50}
Vitamin C	-	-	5,01 \pm 0,01	Sangat kuat
Krim ekstrak daun asam jawa	1	17% : 2%	159,10 \pm 3,83	Rendah
	2	16% : 3%	161,68 \pm 3,76	Rendah
	3	15% : 4%	163,19 \pm 2,11	Rendah

Keterangan : Nilai IC_{50} diperoleh dari rata-rata 3 data.

8. Analisis data

a. Hasil statistik evaluasi fisik sediaan krim ekstrak daun asam jawa

Hasil uji normalitas menggunakan metode Shapiro-Wilk pada evaluasi fisik krim (pH, daya sebar, daya lekat, dan viskositas)

menunjukkan bahwa sebagian besar data terdistribusi normal ($\text{sig} > 0,05$) kecuali parameter pH yang tidak terdistribusi normal ($\text{sig} < 0,05$). Sementara itu, hasil uji homogenitas menggunakan metode Levene's menunjukkan bahwa data homogen ($\text{sig} > 0,05$) pada semua parameter, kecuali viskositas yang menunjukkan data tidak homogen ($\text{sig} < 0,05$). Jika kedua data diperoleh homogen dan terdistribusi dengan normal maka dilanjutkan dengan uji One Way Anova, dipilih untuk melihat apakah perbedaan formulasi emulgator menghasilkan perubahan yang bermakna secara statistik terhadap parameter fisik atau aktivitas antioksidan krim. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa variasi kombinasi emulgator berpengaruh signifikan terhadap seluruh parameter uji fisik krim, ditunjukkan dengan nilai signifikansi $< 0,05$ pada dua parameter yaitu uji daya sebar dan daya lekat. Uji Kruskal-Wallis digunakan untuk menganalisis apakah terdapat perbedaan signifikan pada parameter fisik krim atau aktivitas antioksidan antar tiga formula krim, ketika data tidak normal dan/atau tidak homogen, ditunjukkan dengan nilai signifikansi $< 0,05$. Uji Post Hoc menunjukkan bahwa perbedaan yang signifikan terjadi terutama antar Formula 1 (17% : 2%) dan Formula 3 (15% : 4%) pada semua parameter.

Tabel 9. Hasil Statistik Sifat Fisik Krim Daun Asam Jawa Kombinasi Emulgator

Sifat fisik krim	Konsentrasi Emulgator (As Stearat : TEA)	P-Value				
		Normalitas	Homogenitas	Kruskal-Wallis	One Way Anova	Post Hoc
pH	17% : 2%	0,637	0,286	0,026	-	F1 \neq F3
	16% : 3%	0,000				
	15% : 4%	0,000				
Daya Sebar	17% : 2%	0,363	0,088	-	$<0,001$	F1 \neq F3
	16% : 3%	0,450				
	15% : 4%	0,868				
Daya Lekat	17% : 2%	0,570	0,141	-	$<0,001$	F1 \neq F3
	16% : 3%	0,150				
	15% : 4%	0,702				

Viskositas	17% : 2%	0,140	0,025	0,044	-	F1 ≠ F3
	16% : 3%	0,719				
	15% : 4%	0,609				

b. Hasil statistik nilai IC₅₀ krim ekstrak daun asma jawa

Berdasarkan hasil analisis statistik terhadap nilai IC₅₀ sediaan krim ekstrak daun asam jawa menggunakan metode DPPH, diketahui bahwa data terdistribusi normal berdasarkan uji Shapiro-Wilk dengan nilai signifikansi >0,05.

Tabel 10. Hasil Statistik Nilai IC₅₀ Krim Ekstrak Daun Asam Jawa Kombinasi Emulgator

Sampel	Konsentrasi Emulgator (As Stearat : TEA)	P-Value		
		Normalitas	Homogenitas	ANOVA
Krim Ekstrak	17% : 2%	0,296	0,335	0,066
Daun Asam	16% : 3%	0,724		
Jawa	15% : 4%	0,153		

Berdasarkan hasil uji statistik pada Tabel 10, nilai signifikan uji normalitas untuk semua formula krim ekstrak daun asam jawa menunjukkan hasil lebih besar dari 0,05 sehingga data dapat dinyatakan terdistribusi normal. Uji homogenitas menunjukkan nilai $p=0,335$ yang lebih besar dari 0,05 sehingga data bersifat homogen. Uji ANOVA memberikan nilai signifikan sebesar 0,066 (>0,05) yang berarti tidak terdapat perbedaan yang bermakna pada nilai IC₅₀ anatr formula krim ekstrak daun asam jawa dengan variasi kombinasi emulgator.

B. PEMBAHASAN

Penelitian ini dimulai dengan memanfaatkan daun asam jawa (*Tamarindus indica* L.) yang diperoleh dari Malioboro di sepanjang jalannya. Selama ini, tanaman daun asam jawa masih jarang dimanfaatkan secara optimal dan biasanya hanya dijadikan sebagai tanaman peneduh. Padahal, beberapa sumber menyebutkan bahwa daun ini mengandung senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan. Maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar aktivitas

antioksidan yang dimiliki serta menilai sifat fisik dari krim yang diformulasikan menggunakan ekstrak etanol daun asam jawa dengan variasi konsentrasi emulgator asam stearat dan trietanolamin. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi selama tiga hari (3x24 jam) dan remaserasi juga selama 3 hari (3x24 jam). Metode ini dipilih karena prosesnya cukup sederhana, alat yang dibutuhkan tidak rumit, dan lebih aman untuk menjaga stabilitas senyawa aktif karena tidak menggunakan panas. Dalam prosesnya digunakan pelarut etanol 96% yang bersifat polar, sehingga mampu melarutkan senyawa aktif seperti flavonoid yang juga bersifat polar. Selama proses maserasi, campuran diekstraksi dengan cara diaduk secara berkala setiap 6 jam sekali, lalu didiamkan kembali hingga waktu ekstraksi selesai. Tujuan dari pengadukan ini adalah agar seluruh bagian permukaan daun asam jawa dapat bersentuhan langsung dengan pelarut, sehingga zat aktif yang terkandung di dalamnya bisa larut secara optimal. Setelah proses berlangsung selama tiga hari, dilakukan penyaringan untuk memisahkan ampas daun dari cairan ekstrak. Langkah selanjutnya adalah penguapan ekstrak menggunakan kompor listrik, dengan suhu yang dijaga tidak melebihi 50°C. Hal ini dilakukan agar senyawa aktif flavonoid dalam ekstrak tidak mengalami kerusakan akibat suhu tinggi (Syafriana *et al.*, 2024). Proses penguapan dihentikan saat didapatkan ekstrak kental daun asam jawa. Dari hasil akhir, diperoleh ekstrak kental sebanyak 99,3 gram, dengan rendemen sebesar 19,86%. Berdasarkan Farmakope Herbal Indonesia 2017, nilai rendemen ekstrak minimal 10%. Ekstrak daun asam jawa yang dihasilkan dalam penelitian ini telah memenuhi standar rendemen. Nilai rendemen yang diperoleh sebesar 19,86% menandakan bahwa ekstrak memiliki kandungan senyawa bioaktif yang cukup tinggi. Semakin besar nilai rendemen, maka umumnya kandungan zat aktif dalam sampel juga semakin tinggi (Pawarti *et al.*, 2023).

Pada uji organoleptis, ekstrak yang diperoleh memiliki bentuk kental, berwarna hijau kehitaman, dan beraroma khas daun asam jawa. Hasil analisis kadar air menunjukkan nilai sebesar 2,28% yang berarti sesuai dengan persyaratan karena berada di bawah batas maksimum 10%. Kadar air yang rendah ini penting karena apabila kadar air lebih dari 10%, maka sisa air dalam ekstrak dapat menjadi tempat tumbuhnya mikroorganisme seperti bakteri dan jamur, yang biasanya bisa

mempercepat kerusakan ekstrak. Setelah itu, dilakukan skrining fitokimia untuk mengetahui jenis-jenis senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam ekstrak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ekstrak daun asam jawa mengandung flavonoid, saponin, tanin, dan alkaloid. Senyawa-senyawa ini diketahui memiliki aktivitas biologis yang bermanfaat, terutama sebagai antioksidan. Reaksi positif terhadap flavonoid ditandai dengan munculnya warna jingga setelah penambahan larutan NaOH, yang mengindikasikan keberadaan senyawa tersebut dalam ekstrak. Flavonoid dikenal sebagai antioksidan kuat karena mampu menangkap radikal bebas dan mencegah kerusakan sel. Adanya saponin ditunjukkan dengan terbentuknya busa stabil setelah dikocok, yang menandakan kemampuannya sebagai surfaktan alami dan pendukung aktivitas antioksidan. Uji terhadap tanin memperlihatkan perubahan warna menjadi hitam kehijauan saat bereaksi dengan FeCl_3 , sedangkan reaksi terhadap fenolik menunjukkan larutan berwarna hijau, yang keduanya mendukung peran sebagai senyawa antioksidan melalui kemampuan pengikatan logam dan perendaman radikal (Gülçin *et al.*, 2010). Kandungan alkaloid juga tereteksi dari terbentuknya endapan pada pengujian dengan pereaksi Mayer, Wagner, dan Dragendorff yang memperkuat bahwa ekstrak ini mengandung senyawa bioaktif dengan potensi farmakologis seperti antimikroba, antiinflamasi, analgesik, antikanker, dan antioksidan (Cushnie *et al.*, 2014; Wink, 2015).

Ekstrak daun asam jawa dimanfaatkan sebagai zat aktif dalam formulasi krim karena memiliki potensi sebagai antioksidan yang bisa membantu melindungi kulit dari radikal bebas. Dalam proses pembuatan krim, semua formula menggunakan ekstrak sebesar 6%, perbedaan terletak pada kombinasi emulgator Asam Stearat dan Trietanolamin. Kombinasi emulgator asam stearat dan trietanolamin dipilih karena dapat memengaruhi stabilitas fisik, warna, dan efektivitas krim. Minyak zaitun digunakan sebagai pelembab (emolien) sebanyak 5% pada semua formula. Tujuannya untuk membantu melembabkan kulit dan membuat tekstur krim lebih mudah saat diaplikasikan. Asam stearat digunakan sebagai bahan pengemulsi, yang membantu menyatukan fase minyak dan air dalam krim. Di formula ini, konsentrasi asam stearat dibuat berbeda-beda yaitu 17% pada

formula 1, 16% pada formula 2, dan 15% pada formula 3, untuk melihat pengaruhnya terhadap karakteristik fisik krim seperti viskositas dan stabilitas, asam stearat biasanya digunakan dalam kisaran 1-20%. Trietanolamin (TEA) tidak bekerja sendiri sebagai emulsifer, melainkan menetralkan asam stearat sehingga terbentuk TEA-stearat yang berfungsi sebagai emulgator anionik. Selain itu, TEA juga berperan sebagai alkalizing agent yang memengaruhi pH sediaan. Kandungannya ditingkatkan dari 2% hingga 4% di tiap formula untuk membantu menstabilkan emulsi dan menyesuaikan pH sediaan agar tetap seimbang. Setil alkohol ditambahkan sebesar 3% sebagai pengental yang juga berperan dalam meningkatkan kestabilan fisik krim. Metil paraben dan propil paraben digunakan sebagai pengawet dengan konsentrasi masing-masing 0,1%. Kombinasi kedua bahan ini digunakan karena memiliki efek antimikroba yang saling mendukung sehingga mampu menjaga kualitas sediaan selama penyimpanan. Propilen glikol berperan sebagai humektan dan ditambahkan sebesar 7% pada semua formula. Bahan ini membantu mempertahankan kelembapan kulit secara menarik air dari lingkungan sekitar.

Evaluasi fisik terhadap krim dilakukan dengan cara mengamati beberapa aspek, seperti uji organoleptis, homogenitas, pH, daya sebar, daya lekat, kekentalan (viskositas), uji sentrifugasi, dan uji jenis krimnya. Uji organoleptis sendiri dipakai untuk melihat tampilan, warna, dan aroma dari krim. Dari ketiga jenis formula yang diuji, formula 3 terlihat paling pekat warnanya meskipun konsentrasi ekstrak etanol daun asam jawa yang digunakan sama, yaitu 6%. Perbedaan warna ini disebabkan oleh variasi konsentrasi kombinasi emulgator yang digunakan dalam masing-masing formula. Formula 3 menunjukkan warna krim yang paling pekat jika dibandingkan dengan formula lainnya. Hal ini dapat disebabkan oleh variasi konsentrasi asam stearat dan trietanolamin. Peningkatan konsentrasi asam stearat cenderung membuat krim lebih kental, sehingga berpengaruh terhadap tampilan warna sediaan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perbedaan organoleptik krim terutama dipengaruhi oleh perbedaan proporsi kedua emulgator (Anggriyani & Endriyatno, 2024). Kombinasi inilah yang menyebabkan warna krim pada formula 3 tampak lebih pekat dibandingkan formula 1 dan 2.

Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui sejauh mana bahan aktif dan bahan tambahan (eksipien) tercampur secara merata dalam sediaan krim (Anggriyani & Endriyatno, 2024). Pada penelitian ini, seluruh formula krim ekstrak etanol daun asam jawa (*Tamarindus indica* L.), yaitu formula 1, 2, dan 3 menunjukkan hasil yang homogen, tanpa adanya partikel kasar maupun gumpalan yang terlihat. Dengan demikian, ketiga formula telah memenuhi syarat uji homogenitas. Homogenitas sediaan dapat dipengaruhi oleh metode pencampuran yang digunakan. Dalam proses pembuatan krim ini, digunakan homogenizer dengan kecepatan yang disesuaikan agar proses pencampuran bahan berlangsung merata dan stabil. Hasil ini juga didukung oleh penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi emulgator seperti trietanolamin dan asam stearat mampu menghasilkan sediaan krim yang homogen (Anggriyani & Endriyatno, 2024).

Uji pH dilakukan untuk mengetahui apakah pH krim yang diformulasikan sudah sesuai dengan pH fisiologis kulit, yang idealnya berada dalam rentang 4,5-6,5. pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat memengaruhi kesehatan kulit. Jika pH krim terlalu tinggi (bersifat basa), maka kulit berisiko menjadi kering, kasar, atau bersisik. Sebaliknya, pH yang terlalu rendah (bersifat asam) dapat menyebabkan iritasi pada kulit (Zulfa & Mufrod, 2018). Berdasarkan hasil pengujian, formula 1 memiliki rata-rata pH sebesar $5,46 \pm 0,15$, formula 2 sebesar $5,77 \pm 0,06$, dan formula 3 sebesar $6,17 \pm 0,12$. Ketiga formula masih berada dalam rentang pH yang aman untuk kulit. Formula 3 menunjukkan nilai pH paling tinggi, namun tetap belum melewati batas maksimal yang ditoleransi kulit, yaitu 6,5. Perbedaan nilai pH ini bisa dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi komposisi bahan, terutama konsentrasi trietanolamin yang semakin tinggi pada formula 3, mengingat sifatnya yang sedikit basa. Standar deviasi yang relatif kecil pada masing-masing formulasi juga menunjukkan bahwa data pH yang diperoleh cukup stabil dan tidak menyebar jauh dari nilai rata-ratanya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa seluruh formula memiliki pH yang sesuai dan aman untuk digunakan pada kulit. Hasil uji homogenitas menunjukkan nilai $\text{sig} > 0,05$ sehingga data pH bersifat homogen. Namun, hasil uji normalitas menunjukkan nilai $\text{sig} <$

0,05 yang menandakan bahwa data tidak terdistribusi normal, sehingga analisis dilanjutkan menggunakan uji non-parametrik Kruskal-Wallis. Hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan nilai sig < 0,05 yang berarti terdapat perbedaan pH yang signifikan antar formula krim ekstrak daun asam jawa. Berdasarkan uji Post Hoc LSD, perbedaan nyata terjadi antar Formula 1 (asam stearat 17% : TEA 2%) dan Formula 3 (asam stearat 15% : TEA 4%). Perbedaan pH ini disebabkan oleh kandungan trietanolamin yang bersifat basa. Formula 3 yang mengandung trietanolamin paling tinggi menunjukkan pH paling tinggi, sedangkan Formula 1 memiliki pH paling rendah. Perbedaan nilai pH antar formula dapat dipengaruhi oleh variasi konsentrasi emulgator, khususnya trietanolamin (TEA). Trietanolamin merupakan basa lemah yang dalam formula krim akan bereaksi dengan asam stearat membentuk garam trietanolamin stearat yang berfungsi sebagai emulgator anionik. Namun, pada konsentrasi TEA yang lebih tinggi, seperti pada formula 3, tidak semua TEA bereaksi sempurna dengan asam stearat sehingga terdapat sisa TEA bebas dalam sistem. Keberadaan TEA bebas ini bersifat basa sehingga dapat menyebabkan kenaikan pH pada sediaan krim. Hal ini menjelaskan bahwa semakin tinggi konsentrasi TEA, maka kecenderungan pH sediaan juga semakin meningkat. (Arifin *et al.*, 2022).

Uji daya sebar dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sediaan dapat tersebar di permukaan kulit. Sediaan yang memiliki kemampuan sebar yang baik umumnya lebih disukai, karena semakin luas area sebarannya, maka semakin luas pula permukaan kulit yang dapat terlindung oleh sediaan tersebut (Zulfa & Mufrod, 2018). Dalam penelitian ini, ketiga formula krim dengan variasi konsentrasi trietanolamin dan asam stearat menunjukkan perbedaan nilai daya sebar yang signifikan secara visual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Formula 3 punya nilai daya sebar paling tinggi, yaitu $6,80 \pm 1,39$ cm, dibanding Formula 2 sebesar $5,12 \pm 0,21$ cm, dan Formula 1 sebesar $5,07 \pm 0,62$ cm. Nilai tersebut menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi trietanolamin, krim jadi lebih mudah menyebar. Hal ini sejalan dengan jurnal (Anggriyani & Endriyatno, 2024), yang menyatakan bahwa peningkatan kadar trietanolamin dalam formula krim dapat menurunkan viskositas sediaan, sehingga menghasilkan krim dengan daya sebar lebih tinggi.

Penurunan kekentalan tersebut menyebabkan krim menjadi lebih mudah menyebar ketika diaplikasikan pada kulit. Secara mekanisme, TEA akan bereaksi dengan asam stearat membentuk garam trietanolamin stearat yang bersifat surfaktan anionik. Surfaktan ini mampu menurunkan tegangan antarmuka antara fase minyak dan fase air. Pada konsentrasi TEA yang lebih tinggi, jumlah surfaktan yang terbentuk juga lebih banyak, sehingga struktur emulsi menjadi lebih longgar dan mobilitas partikel dalam sistem meningkat. Hal ini mengakibatkan viskositas krim menurun dan menyebabkan daya sebar meningkat (Anggriyani & Endriyatno, 2024; Rowe *et al.*, 2020). Sementara itu, asam stearat memiliki efek sebaliknya, yaitu meningkatkan viskositas dan daya lekat krim. Oleh karena itu, perbandingan emulgator yang seimbang penting untuk meningkatkan sediaan dengan daya sebar yang ideal. Pada pengujian tanpa beban, semua formula menunjukkan nilai daya sebar di bawah standar minimal (5 cm), yaitu: F1 = 4,68 cm, F2 = 4,91 cm, dan F3 = 5,05 cm. Namun, setelah diberikan beban hingga 200 g, semua formula mengalami peningkatan yang signifikan. Formula 3 bahkan mencapai 8,56 cm di beban 200 g. Ini menunjukkan bahwa tekanan tambahan memang bisa bantu krim untuk menyebar lebih luas. Rentang nilai standar untuk daya sebar krim topikal berada pada 5-7 cm (Lestari *et al.*, 2017). Dengan demikian, Formula 2 merupakan formula yang paling optimal karena menghasilkan daya sebar yang berada dalam rentang ideal dan memiliki variasi hasil yang kecil, terbukti dari nilai standar deviasinya yang paling rendah ($\pm 0,21$ cm), yang mencerminkan kestabilan hasil antar pengujian. Selanjutnya data uji daya sebar dianalisis statistik uji homogenitas menggunakan Levene's yang menunjukkan bahwa data daya sebar homogen ($\text{sig} > 0,05$) dan uji normalitas menggunakan metode Shapiro Wilk, diperoleh bahwa data terdistribusi normal ($\text{sig} > 0,05$). Sehingga uji ANOVA dapat dilanjutkan, diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan signifikan antar formula ($p < 0,05$) dan uji Post Hoc LSD menunjukkan perbedaan nyata antar Formula 1 (asam stearat 17% : TEA 2%) dan Formula 3 (asam stearat 15% : TEA 4%). Daya sebar berbanding terbalik dengan viskositas. Formula 3 yang memiliki viskositas paling rendah akibat dari kadar trietanolamin lebih tinggi, menghasilkan daya sebar paling besar (Anggriyani & Endriyatno, 2024).

Uji daya lekat dilakukan untuk mengetahui seberapa lama krim dapat menempel di kulit sebelum akhirnya terlepas (Anggriyani & Endriyatno, 2024). Daya lekat yang baik dapat meningkatkan waktu kontak sediaan dengan kulit, sehingga memperpanjang efektivitas kerja zat aktif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Formula 1 memiliki daya lekat tertinggi yaitu $4,02 \pm 0,32$ detik, diikuti oleh Formula 2 sebesar $2,09 \pm 0,13$ detik, dan formula 3 sebesar $1,31 \pm 0,11$ detik. Semakin besar nilai daya lekat maka semakin lama krim bertahan di kulit. Nilai ini berbanding lurus dengan kandungan asam stearat dalam formula, karena asam stearat berfungsi memperkuat struktur krim sehingga daya lekatnya meningkat (Lestari *et al.*, 2017). Dari hasil tersebut bisa disimpulkan bahwa Formula 1 memiliki daya lekat yang paling baik, karena kandungan asam stearatnya paling tinggi (17%). Sebaliknya, Formula 3 yang kandungan asam stearatnya paling rendah (15%) menunjukkan waktu lekat paling singkat. Jadi, komposisi emulgator benar-benar berpengaruh pada kemampuan krim untuk menempel di permukaan kulit. Selanjutnya data uji daya lekat dianalisis statistik uji homogenitas menggunakan Levene's yang menunjukkan bahwa data daya lekat homogen ($\text{sig} > 0,05$) dan uji normalitas menggunakan metode Shapiro Wilk, diperoleh bahwa data terdistribusi normal ($\text{sig} > 0,05$). Sehingga uji ANOVA dilanjutkan, hasil menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar formula ($p < 0,05$) dengan perbedaan nyata antar Formula 1 (asam stearat 17% : TEA 2%) dan Formula 3 (asam stearat 15% : TEA 4%) dari uji Post Hoc. Formula 1 memiliki waktu lekat paling lama, karena kadar asam stearat lebih tinggi yang membentuk struktur krim lebih padat dan kohesif (Tari & Indriani, 2023).

Uji viskositas atau kekentalan merupakan parameter penting yang menggambarkan tekstur dan kestabilan fisik krim. Viskositas yang terlalu tinggi bisa membuat krim sulit diratakan, sedangkan viskositas yang terlalu rendah bisa membuat krim jadi encer dan gampang rusak. Idealnya, krim punya viskositas yang cukup supaya nyaman digunakan dan tidak cepat berubah bentuk selama penyimpanan (Lumentut *et al.*, 2020). Dari hasil uji, diketahui bahwa Formula 1 mempunyai viskositas paling tinggi yaitu $25.769 \pm 4,932$ cp, lalu disusul Formula 2 sebesar $16.960 \pm 1,415$ cp, dan Formula 3 sebesar $15.200 \pm 1,021$ cp. Nilai ini

menunjukkan bahwa viskositas krim menurun seiring meningkatnya kadar trietanolamin dan menurunnya kadar asam stearat. Hal ini sesuai dengan hal penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa trietanolamin dapat menurunkan viskositas karena sifat surfaktan basanya yang membuat sistem lebih encer (Anggriyani & Endriyatno, 2024). Dengan begitu, Formula 1 yang kadar asam stearatnya lebih tinggi mampu mempertahankan kekentalan lebih baik dibanding dua formula lainnya. Hasil ini juga mendukung hasil uji daya lekat sebelumnya, di mana formula dengan viskositas lebih tinggi juga punya daya lekat yang lebih besar. Selanjutnya data uji viskositas dianalisis statistik uji homogenitas menggunakan Levene's yang menunjukkan bahwa data viskositas tidak homogen ($\text{sig} < 0,05$) dan uji normalitas menggunakan metode Shapiro Wilk, diperoleh bahwa data terdistribusi normal ($\text{sig} > 0,05$). Karena data tidak homogen maka dilanjutkan dengan Kruskal-Wallis Test digunakan untuk mengetahui apakah terdapat data yang berbeda signifikan atau tidak berbeda signifikan. Hasil yang diperoleh nilai Asymp.sig $< 0,05$ yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan. Berdasarkan uji Post Hoc, perbedaan nyata terjadi antar Formula 1 (asam stearat 17% : TEA 2%) dan Formula 3 (asam stearat 15% : TEA 4%). Formula 1 memiliki viskositas paling tinggi karena mengandung asam stearat dengan konsentrasi terbesar. Asam stearat merupakan asam lemak jenuh padat yang dapat meningkatkan kekentalan sediaan dengan cara membentuk struktur kristal dan memperkuat fase minyak dalam sistem emulsi, sehingga pergerakan fase cair menjadi lebih terbatas dan viskositas meningkat. Sebaliknya, Formula 3 menunjukkan viskositas paling rendah akibat konsentrasi trietanolamin (TEA) yang tinggi. TEA bereaksi dengan asam stearat membentuk garam trietanolamin stearat yang bersifat surfaktan anionik. Jumlah surfaktan yang lebih tinggi akan menurunkan tegangan antarmuka minyak-air dan membuat struktur emulsi lebih longgar, sehingga krim menjadi lebih encer dan viskositasnya menurun (Rohmani *et al.*, 2023; Rowe *et al.*, 2020).

Uji sentrifugasi dilakukan untuk mengecek kestabilan fisik krim ketika diberi perlakuan gaya sentrifugal tinggi, yaitu dengan cara memutar sediaan dalam kecepatan tinggi untuk melihat apakah terjadi pemisahan fase (misalnya krim terpisah jadi air dan minyak). Kalau tidak terjadi perubahan, berarti sediaanya

stabil (Patandung & Ishariyanto, 2025). Hasil dari uji ini menunjukkan bahwa seluruh formula (F1, F2, dan F3) memiliki rata-rata yang sama, yaitu 4,5 cm, dan tidak menunjukkan adanya pemisahan fase. Ini berarti ketiga formula memiliki kestabilan fisik yang baik dan tahan terhadap gaya sentrifugal. Jadi, dari sisi stabilitas mekanik, semua formula sudah memenuhi kriteria.

Penentuan tipe emulsi krim bertujuan untuk mengetahui apakah krim tergolong dalam tipe minyak dalam air (M/A) atau air dalam minyak (A/M). Pada penelitian ini digunakan dua metode yaitu pengenceran dan pewarnaan. Melalui uji pengenceran, krim dicampurkan dengan air dan menunjukkan hasil dapat bercampur secara homogen. Hal ini menandakan bahwa fase luar dari emulsi adalah air, sehingga krim termasuk dalam tipe M/A. Hasil diperkuat dengan metode pewarnaan menggunakan metilen blue, di mana warna biru menyebar merata pada permukaan sediaan, yang menjadi ciri khas dari emulsi minyak dalam air. Jenis emulsi M/A umumnya lebih disukai untuk sediaan topikal karena lebih mudah diaplikasikan di kulit, tidak lengket, dan cepat menyerap (Lumentut *et al.*, 2020). Selain itu, krim tipe M/A biasanya juga lebih stabil dalam penyimpanan dan tidak terlalu berminyak saat digunakan, sesuai dengan karakteristik krim modern untuk kosmetik maupun farmasi (Rahayu *et al.*, 2023; Zam & Musdalifah, 2022).

Uji aktivitas antioksidan pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode DPPH karena metode ini dikenal mudah, cepat, dan efisien dalam mendeteksi senyawa yang bersifat antioksidan, bahkan dalam jumlah kecil. Pengujian dilakukan pada sediaan krim ekstrak etanol daun asam jawa yang diformulasikan dengan konsentrasi ekstrak tetap sebesar 6%. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui efektivitas krim dalam menangkap radikal bebas DPPH serta melihat pengaruh variasi konsentrasi kombinasi emulgator terhadap aktivitas antioksidan krim yang dihasilkan. Larutan DPPH disimpan dalam kondisi terlindung dari cahaya menggunakan aluminium foil untuk mencegah degradasi akibat paparan cahaya. Pemindaian spektrum absorbansi dilakukan pada panjang gelombang 400-800 nm dan diperoleh hasil bahwa DPPH memiliki panjang gelombang maksimum pada 515 nm. Selanjutnya dilakukan penentuan operating time untuk mengetahui waktu optimal pencampuran larutan sampel dengan DPPH

sampai mencapai kestabilan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa absorbansi paling stabil terjadi pada menit ke-26, sehingga waktu ini digunakan sebagai acuan inkubasi dalam setiap pengukuran absorbansi sampel.

Berdasarkan hasil pengukuran absorbansi, dilakukan perhitungan nilai % inhibisi dan dilanjutkan dengan penentuan nilai IC_{50} menggunakan regresi linear. Nilai IC_{50} digunakan sebagai indikator kekuatan aktivitas antioksidan, di mana semakin kecil nilai IC_{50} menunjukkan kemampuan antioksidan yang semakin tinggi dalam menangkap radikal bebas (Saputra & Yudhantara, 2019). Dari hasil penelitian diperoleh bahwa Formula 1 dengan kombinasi emulgator 17% asam stearat dan 2% terietanolamin memiliki nilai IC_{50} sebesar 159,10 ppm. Formula 2 dengan kombinasi 16% : 3% menghasilkan nilai IC_{50} sebesar 161,68 ppm, sedangkan Formula 3 dengan kombinasi 15% : 4% memiliki nilai IC_{50} sebesar 163,19 ppm, dan semuanya dikategorikan memiliki aktivitas antioksidan rendah. Penelitian ini membuktikan bahwa IC_{50} dari Formula 1,2, dan 3 memiliki rentan yang tidak begitu jauh artinya perbandingan emulgator tidak begitu mempengaruhi aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol daun asam jawa (*Tamarindus indica* L.).

Untuk mengetahui apakah perbedaan antar formula tersebut signifikan atau tidak, dilakukan analisis statistik menggunakan SPSS. Hasil analisis statistik terhadap nilai IC_{50} krim ekstrak daun asam jawa dengan variasi kombinasi emulgator menunjukkan bahwa data terdistribusi normal (sig > 0,05 pada uji Shapiro-Wilk) dan bersifat homogen (sig > 0,05 pada uji Levene's test). Karena memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, analisis dilanjutkan menggunakan One Way ANOVA. Berdasarkan hasil uji One Way ANOVA diperoleh nilai sig > 0,05, yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan nilai IC_{50} antar ketiga formula. Hal ini menunjukkan bahwa variasi perbandingan emulgator asam stearat dan terietanolamin tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan krim. Hasil ini sejalan dengan fakta bahwa seluruh formula mengandung ekstrak daun asam jawa pada konsentrasi yang sama (6%), sehingga jumlah senyawa bioaktif (flavonoid, polifenol, dan tanin) yang berperan dalam menangkap radikal bebas relatif setara. Perbedaan rasio emulgator lebih dominan memengaruhi sifat fisik

krim (pH, viskositas, daya sebar, dan daya lekat) dibandingkan efektivitas antioksidan pada pengujian in vitro dengan metode DPPH.

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS JENDERAL ACHMAD YANI
YOGYAKARTA