

*Optimization of Teak Leaf Extract (*Tectona grandis L.F*) and Carbopol in Hair Dye Formulation Using Factorial Design Method*

Optimasi Ekstrak Daun Jati (*Tectona grandis L.F*) Dan Carbopol Pada Sediaan Pewarna Rambut dengan Metode Desain Faktorial

Sofiatih Halimah^{1*}, Afi Sania Rosanti², Riza Dwiningrum³, Mida Pratiwi⁴

^{1,2,3,4} Farmasi, Universitas Aisyah Pringsewu, Lampung, Indonesia

(*) Corresponding Author : sofiatihalihmah697@gmail.com

Article info

Keywords:

Hair dye, Tectona grandis L.F, Carbopol, Gel, Stability

Abstract

Cosmetics are preparations intended for use on the external parts of the human body, and one commonly used type is hair dye. However, many hair dye products on the market still rely on synthetic dyes, which may pose health risks such as irritation or internal organ damage if used long-term. To reduce these risks, the use of natural dyes has become an increasingly popular alternative, especially due to their content of anthocyanins that can provide natural color. One such natural ingredient is teak leaves (*Tectona grandis L.F*), which are rich in anthocyanin pigments and other bioactive compounds. This study aims to determine the optimal hair dye gel formulation using a combination of teak leaf extract and Carbopol, utilizing the Factorial Design method. The research was conducted observationally by preparing several formulas with varying concentrations, followed by evaluating the physical properties of each formulation, including organoleptic tests, pH, homogeneity, spreadability, adhesion, viscosity, and protective ability. The results indicated that the optimal formula consisted of 15% teak leaf extract and 2% Carbopol, showing a pH of 6.1±0.80, adhesion time of 7.74±2.41 seconds, spreadability of 6.43±0.60 cm, and viscosity of 34,000±12,124 cps. The resulting gel appeared stable, homogeneous, and capable of protecting the scalp. Therefore, the combination of teak leaf extract and Carbopol can be formulated into a natural hair dye cosmetic product that meets quality standards, offers good stability, and is safe for use.

Kata kunci:

Pewarna rambut, *Tectona grandis L.F*, Carbopol, Gel, Stabilitas

Abstrak

Kosmetik adalah sediaan yang digunakan pada bagian luar tubuh manusia, salah satunya adalah pewarna rambut yang berfungsi untuk memperindah penampilan. Namun, mayoritas produk pewarna rambut yang beredar di masyarakat masih mengandung zat pewarna sintetis yang berisiko terhadap kesehatan, seperti iritasi atau gangguan organ dalam jika digunakan dalam jangka panjang. Sebagai alternatif yang lebih aman, penggunaan bahan alami mulai dikembangkan, terutama karena kandungan antosianin di dalamnya mampu memberikan warna secara alami. Salah satu bahan alami yang potensial adalah daun jati (*Tectona grandis L.F*), yang diketahui memiliki kandungan pigmen antosianin dan senyawa bioaktif lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formulasi gel pewarna rambut yang optimal dengan menggunakan

kombinasi ekstrak daun jati dan Carbopol, melalui pendekatan metode Desain Faktorial. Penelitian dilakukan secara observasional, dengan menyusun beberapa formula berdasarkan variasi konsentrasi bahan, lalu diuji secara fisik meliputi organoleptik, pH, homogenitas, daya sebar, daya lekat, viskositas, dan daya proteksi terhadap kulit kepala. Hasilnya menunjukkan bahwa formula terbaik diperoleh dari kombinasi ekstrak daun jati 15% dan Carbopol 2%, yang memiliki pH $6,1 \pm 0,80$, daya lekat $7,74 \pm 2,41$ detik, daya sebar $6,43 \pm 0,60$ cm, dan viskositas 34.000 ± 12.124 cps. Selain itu, gel yang dihasilkan tampak stabil, homogen, serta mampu memberikan perlindungan terhadap kulit. Dengan demikian, kombinasi ini dinilai efektif sebagai formulasi dasar sediaan pewarna rambut berbahan alami yang aman dan memenuhi standar mutu.

PENDAHULUAN

Kosmetik merupakan sediaan yang secara umum digunakan pada bagian luar tubuh manusia seperti kulit, rambut, kuku, bibir, serta organ genital bagian luar, dengan tujuan untuk membersihkan, mewangikan, memperbaiki penampilan, dan menjaga kesehatan tubuh agar tetap dalam kondisi yang baik (Antara *et al.*, 2022). Salah satu jenis kosmetik yang cukup populer di masyarakat adalah pewarna rambut. Produk ini tidak hanya digunakan untuk menutupi uban atau mengembalikan warna alami rambut, tetapi juga sebagai bagian dari gaya hidup dan tren kecantikan, khususnya di kalangan remaja dan dewasa. Bahkan, mewarnai rambut telah menjadi ekspresi diri yang penting, dengan nilai estetika yang dinilai setara dengan perhiasan atau aksesoris penunjang penampilan (Zaky *et al.*, 2015; Wahyuni *et al.*, 2024).

Saat ini, mayoritas pewarna rambut yang beredar di pasaran menggunakan zat warna sintetis. Pewarna sintetis umumnya memberikan hasil warna yang lebih tajam dan tahan lama, namun penggunaan dalam jangka panjang dapat memicu berbagai risiko kesehatan, seperti iritasi kulit, reaksi alergi, bahkan gangguan sistemik seperti kerusakan ginjal dan hati. Beberapa jenis pewarna sintetis bahkan diketahui bersifat karsinogenik. Oleh karena itu, penggunaannya telah diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 033 Tahun 2012, yang hanya memperbolehkan jenis tertentu dalam kadar yang terbatas (Yulianti, 2017). Kekhawatiran masyarakat terhadap dampak negatif pewarna sintetis mendorong munculnya tren kembali ke bahan-bahan alami, termasuk dalam produk perawatan rambut.

Penggunaan pewarna alami dari bahan tumbuhan telah banyak diteliti dan dikembangkan. Beberapa bahan alam seperti kunyit, bunga telang, kayu secang, kopi, hingga daun suji telah dimanfaatkan karena mengandung senyawa pigmen alami seperti antosianin dan flavonoid. Salah satu bahan alam yang potensial untuk digunakan sebagai pewarna rambut alami adalah daun jati (*Tectona grandis* L.F). Daun jati diketahui memiliki kandungan pigmen antosianin yang tinggi, mampu menghasilkan warna merah hingga coklat kemerahan, dan telah lama dimanfaatkan sebagai pewarna pada tekstil serta makanan (Syilwa *et al.*, 2024; Afsari *et al.*, 2019). Selain itu, daun jati juga memiliki kandungan metabolit sekunder seperti flavonoid, saponin, dan tanin yang memiliki aktivitas antioksidan dan antimikroba, sehingga berpotensi memberikan manfaat tambahan dalam perawatan kulit kepala (Wiraningtyas *et al.*, 2021; Badruttamam, 2022).

Untuk memperoleh sediaan pewarna rambut alami yang efektif, stabil, dan mudah digunakan, pemilihan basis sediaan juga sangat penting. Salah satu bentuk sediaan yang praktis adalah gel, karena mudah diaplikasikan, nyaman digunakan, serta memiliki

stabilitas fisik yang baik. Dalam formulasi gel, carbopol banyak digunakan sebagai agen pembentuk gel (gelling agent) karena memiliki kemampuan untuk membentuk sistem viskoelastik yang stabil dengan konsentrasi rendah, bersifat non-toksik, dan diterima baik oleh kulit (Thomas *et al.*, 2023). Carbopol juga mampu meningkatkan viskositas sediaan sehingga mendukung daya lekat gel pada rambut, yang sangat penting untuk efektivitas pewarnaan.

Untuk memperoleh kombinasi formula optimum antara ekstrak daun jati dan carbopol, diperlukan metode perancangan formulasi yang sistematis. Metode Desain Faktorial merupakan salah satu metode statistik yang sering digunakan dalam penelitian farmasi karena memungkinkan analisis simultan terhadap beberapa faktor dan interaksinya dalam satu rangkaian eksperimen. Keunggulan dari metode ini adalah efisiensi dalam penggunaan sampel dan waktu, serta kemampuannya dalam menentukan pengaruh langsung dan interaksi antara dua variabel atau lebih terhadap suatu respons (Tisngati *et al.*, 2019). Dalam konteks ini, konsentrasi ekstrak daun jati dan carbopol dijadikan sebagai dua faktor utama yang dievaluasi untuk menghasilkan sediaan gel dengan karakteristik fisik terbaik.

Penelitian yang dilakukan oleh Budiman (2020) menunjukkan bahwa ekstrak daun jati memiliki efektivitas sebagai pewarna rambut alami dalam bentuk sediaan krim, menghasilkan warna coklat kemerahan yang menarik. Namun, masih ditemukan kendala berupa ketidakstabilan warna selama penyimpanan. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan bentuk sediaan lain seperti gel yang lebih stabil dan mudah diaplikasikan, serta pengujian ulang terhadap kombinasi bahan aktif dan basis gel yang tepat agar dapat diperoleh formula yang optimal.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi formulasi gel pewarna rambut berbahan dasar ekstrak daun jati dan carbopol menggunakan metode desain faktorial. Penelitian ini juga mengevaluasi sifat fisik sediaan seperti pH, daya sebar, daya lekat, viskositas, homogenitas, serta stabilitas warna dan proteksi, guna memastikan bahwa formula yang dihasilkan aman, efektif, dan dapat diterapkan sebagai alternatif pewarna rambut alami yang ramah lingkungan.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental laboratorium yang bertujuan untuk mengoptimasi formulasi gel pewarna rambut dengan bahan aktif ekstrak daun jati (*Tectona grandis* L.F) dan bahan dasar gel carbopol. Metode yang digunakan adalah Desain Faktorial 2^2 , yaitu rancangan percobaan yang melibatkan dua faktor dengan dua level masing-masing, untuk mengevaluasi pengaruh konsentrasi ekstrak dan carbopol terhadap sifat fisik sediaan gel. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: ekstrak daun jati, carbopol 940, aquadest, gliserin, trietanolamin (TEA), metil paraben, dan pirogalol. Semua bahan bersifat farmasi dan diperoleh dari pemasok resmi. Alat-alat yang digunakan meliputi alat ekstraksi (*maserator*), timbangan analitik, hotplate, pH meter digital, viscometer Brookfield, kaca objek, dan stopwatch. Selain itu, prosedur dalam penelitian ini memuat:

1. Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah daun jati muda yang diperoleh di Desa Sukoharjo II, Kec Pringsewu, Kab Pringsewu, Lampung.

2. **Determinasi**
Determinasi tanaman dilakukan di Laboratorium Botani FMIPA Universitas Lampung.
3. **Pembuatan Simplisia**
Pemilihan daun jati yang muda dilakukan dengan menyortasi terhadap bagian tanaman yang rusak dan tidak sesuai dengan sampel yang akan digunakan, sebanyak 6 kg daun jati segar dicuci menggunakan air mengalir, kemudian ditiriskan. Kemudian dipotong tipis-tipis lalu dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari hingga kering, dengan sesekali dibalik untuk memastikan pengeringan merata. Setelah kering, dilakukan sortasi kering. Kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk kemudian diayak menggunakan ayakan mesh no 40. Setelah dihaluskan ditimbang berat serbuk simplisia, dari total 6 kg daun jati segar, diperoleh 500 gram serbuk simplisia daun jati kering dan siap diekstraksi (Rizky *et al.*, 2018).
4. **Pembuatan Ekstrak**
Serbuk simplisia ditimbang sebanyak 500 gram dimaserasi dengan menggunakan 5000 ml pelarut etanol 70% dan dibiarkan selama 3 hari terlindungi dari cahaya sambil sering diaduk. Ekstrak disaring dengan menggunakan kertas saring untuk memisahkan ekstrak. Proses ekstraksi dilakukan sebanyak 1 kali. Pemekatan ekstrak dilakukan penggantian pelarut dengan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50°C, kecepatan 100 rpm dan tekanan 220 mbar. Untuk memaksimalkan pemekatan dilakukan dengan menggunakan waterbath selama 3 jam untuk memastikan pemekatan sempurna (Rizky *et al.*, 2018).
5. **Skrining Fitokimia**
Untuk memastikan kebenaran simplisia yang digunakan Ekstrak diuji secara kualitatif untuk mendeteksi kandungan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, dan antosianin sebagai indikator pewarna alami.
6. **Formula Sediaan Gel Pewarna Rambut**
Rancangan formula pewarna rambut dibuat berdasarkan penelitian terdahulu (Lithiflika *et al.*, 2024) dan (Zaila *et al.*, 2019). Formula ekstrak daun jati dan carbopol diformula dengan metode desain faktorial dengan menggunakan metode *Faktorial Design* dari perangkat *Design Expert 13*.

Tabel 1.
Rancangan Formula Pewarna Rambut

Bahan	F 1 (gram)	F2 (gram)	F 3 (gram)	F4 (gram)	Fungsi
Daun Jati	2	15	15	2	Zat aktif
Carbopol	2	2	0.5	0.5	Gelling agent
Trietanolamine	2	2	2	2	Menjernihkan gel
Gliserin	3	3	3	3	Humektan
Pirogalol	0,5	0,5	0,5	0,5	Zat pembangkit
Metil Paraben	0.2	0.2	0.2	0.2	Pengawet
Aquadest Ad	qs	qs	qs	qs	Pelarut

7. **Pembuatan Pewarna Rambut**
Siapkan dan timbang masing-masing bahan yang dibutuhkan. Kembangkan carbopol dengan air panas, diamkan beberapa saat lalu aduk. Tambahkan metil paraben yang telah dilarutkan dengan aquadest 70% kemudian tambahkan gliserin. Ditambahkan ekstrak daun jati perlahan dan ditambah TEA sedikit demi sedikit hingga terbentuk massa gel. Setelah itu dicampurkan semua diaduk hingga diperoleh massa gel yang

transparan. Gel yang sudah homogen ditempatkan kedalam wadah tertutup rapat untuk dilakukan evaluasi sediaan (Lithiflika *et al.*, 2024).

8. Evaluasi Fisik Gel

Sediaan yang dihasilkan dievaluasi meliputi:

- a. Uji organoleptik (warna, bau, dan bentuk)
- b. Uji pH menggunakan pH meter
- c. Uji homogenitas dengan kaca objek
- d. Uji daya sebar dengan metode beban berat
- e. Uji daya lekat menggunakan beban tekan dan stopwatch
- f. Uji viskositas dengan viscometer
- g. Uji daya proteksi menggunakan KOH 0,1N dan indikator fenolftalein
- h. Uji stabilitas warna terhadap pencucian dan paparan sinar matahari
- i. Uji stabilitas fisik dilakukan dengan metode freeze-thaw selama 3 siklus (4°C dan 40°C masing-masing selama 24 jam)

9. Analisis Data

Data hasil uji dianalisis menggunakan perangkat lunak *Design Expert versi 13* untuk menentukan formula optimum berdasarkan nilai parameter fisik. Model statistik yang digunakan adalah desain faktorial dengan persamaan regresi linear dua faktor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Ekstrak Daun Jati

Tabel 2.
 Hasil perhitungan rendemen ekstrak daun jati

Sampel	Berat Ekstrak	Rendemen Ekstrak	Syarat FHI
Serbuk Simplisia daun jati 500 gram	97 gram	19,4%	> 16,9%

Skrining Fitokimia

Tabel 3.
 Hasil skrining fitokimia

Golongan Senyawa	Pereaksi	Hasil	Kesimpulan
Alkaloid	Dragendrof	Terdapat endapan berwarna jingga	Positif (+)
Flavanoid	HCl Pekat	Terbentuknya warna kuning jingga	Positif (+)
Saponin	Aquadest	Terbentuknya busa yang stabil selama 10 menit	Positif (+)

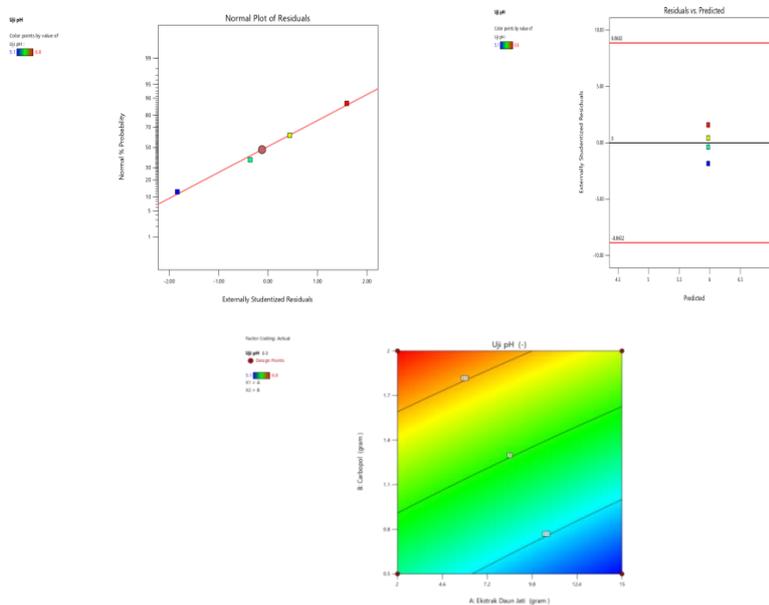
Tanin	Fecl3 1%	Terbentuknya warna hijau kehitaman	Positif (+)
Antosianin	HCl Pekat	Tetapnya warna merah	Positif (+)

Analisa Respon Dalam Optimasi Desain Faktorial

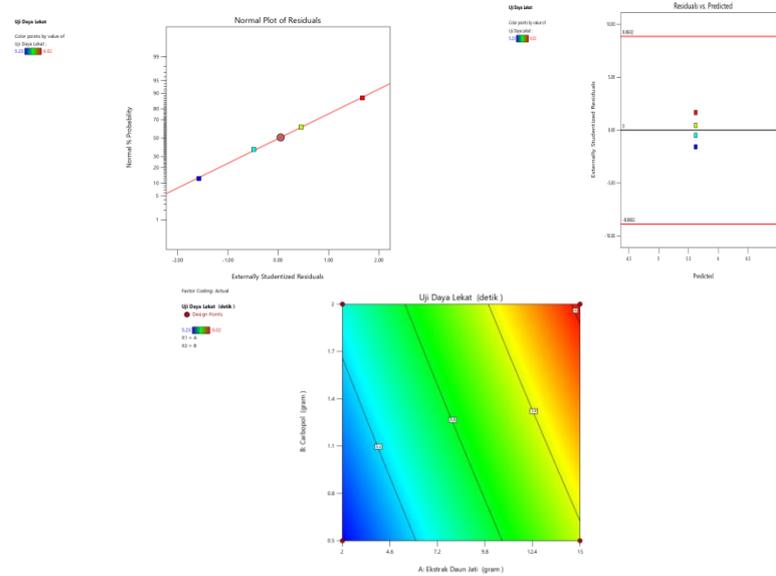
Tabel 4.
 Hasil respon

Respon	Parameter						
	Mean	Standar deviation	CV (%)	R2	Adjusted R2	Predicted R2	Adequate precision
Uji pH	5.98	0.0500	0.8368	0.9985	0.9954	0.9754	39.2598
Uji Daya Lekat	5.62	0.0100	0.1779	0.9997	0.9992	0.9956	91.2213
Uji Daya Sebar	6.97	0.0500	0.7168	0.9986	0.9957	0.9771	41.5692
Uji Viskositas	30750.00	500.00	1.63	0.9978	0.9935	0.9651	34.6410

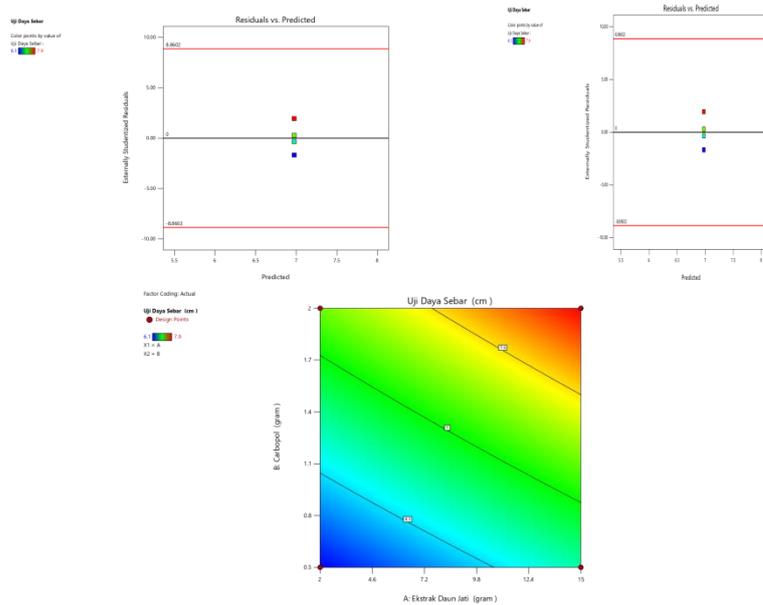
Analisis data menggunakan uji ANOVA dalam aplikasi *Design Expert* 13. Nilai R2 adjusted yang disesuaikan dan R2 predicted <0,2 nilai adequate precision yang memadai hasil >4. Hasil analisis gel pewarna rambut menggunakan aplikasi *Design Expert* 13.



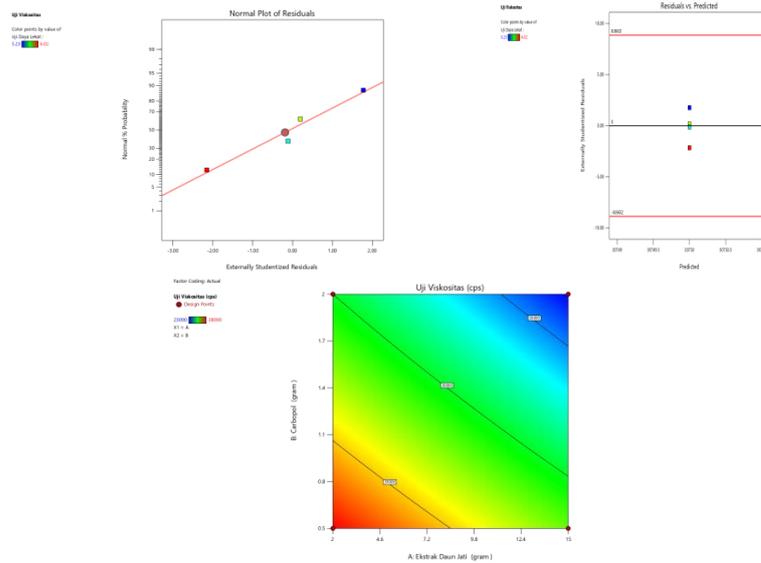
Gambar 1.
 Grafik uji pH



Gambar 2.
 Grafik uji daya lekat



Gambar 3.
 Grafik uji daya sebar



Gambar 4.
 Grafik uji viskositas

Berdasarkan grafik normal *plot of residuals*, Hasil tersebut mengindikasikan bahwa data terdistribusi secara normal dan layak dilanjutkan untuk tes ANOVA. Kurva actual vs predicted value untuk mendeteksi nilai selisih anatar adjusted R2 dan predicted R2 kurang dari 0,2. Plot 3D surface merupakan grafik dari persamaan yang diperoleh pada model dan digunakan untuk mempelajari interaksi antar parameter dan untuk menentukan kondisi optimum dari setiap parameter (Wicaksono *et al.*, 2020).

Pembahasan

Determinasi

Determinasi tanaman dilakukan di Laboratorium Botani FMIPA Universitas Lampung. Bagian tanaman yang digunakan untuk determinasi adalah daun jati. Hasil menunjukkan bahwa tanaman daun jati berasal dari family *Lamiaceae* Dan spesies *Tectona grandis* L.f .

Ekstrasi Daun Jati

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh rendemen ekstrak kental dari daun jati sebesar 19,4% yang artinya dari 500 gram serbuk simplisia diperoleh 97 gram ekstrak kental.

Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia ekstrak bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis senyawa yang terkandung dalam daun jati. Daun jati positif mengandung senyawa-senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan antosianin memiliki peran penting dalam sediaan pewarna rambut yang dapat memberikan warna dan efek antioksidan.

Adapun hasil dari skrining fitokimia secara kualitatif daun jati (*Tectona grandis* L.f.) dengan menggunakan pelarut etanol 70%.

Formulasi dan Evaluasi Formula Pewarna Rambut Ekstrak Daun Jati

Ekstrak daun jati yang sudah diketahui mengandung zat warna antosianin diformulasikan menjadi bentuk sediaan pewarna rambut. Pada penelitian ini mula-mula dirancang menggunakan *software design expert* 13. Faktor yang diteliti adalah ekstrak daun jati sebagai faktor A dan carbopol sebagai faktor B. Kadar ekstrak daun jati antara 2-15% sedangkan carbopol memiliki rentang antara 0,5-2%. Kemudian sediaan pewarna rambut dibuat sesuai formula.

Organoleptik Pewarna Rambut

Berdasarkan hasil evaluasi fisik sediaan pewarna rambut ekstrak daun jati secara organoleptik, diperoleh sediaan pewarna rambut pada F1 dan F4 dengan konsentrasi 2% ekstrak daun jati berwarna coklat, mempunyai bau yang khas dan memiliki tekstur semi solid. Sediaan pewarna rambut pada F2 dan F3 dengan konsentrasi 15% ekstrak daun jati berwarna coklat pekat, mempunyai bau yang khas dan memiliki tekstur semi solid pada saat sebelum dan sesudah uji stabilitas dapat dilihat pada tabel 4.3 tidak mengalami perubahan. Dapat diketahui perbedaan konsentrasi ekstrak daun jati tidak mempengaruhi warna dan aroma dari sediaan yang ditandai dengan bentuk dan warna dari semua formula. Hal ini sejalan dengan penelitian Fildza *et al.*, (2018) menyatakan bahwa warna pada tiap formula dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak daun jati yang digunakan, semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan maka semakin pekat (gelap) warna yang dihasilkan.

Homogenitas

Berdasarkan pemeriksaan homogenitas pada sediaan gel menunjukkan hasil yang homogen ditandai dengan semua partikel yang terdispersi secara merata diatas kaca objek dan tidak ada penggumpalan pada setiap sediaan. Berdasarkan hasil evaluasi homogenitas menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan antara keempat formula tersebut tidak memiliki butiran kasar setelah diamati sehingga memiliki daya homogenitas yang baik karena tidak terdapat partikel pada gel. Hal ini sejalan dengan penelitian Tungadi *et al.*, (2023) bahwa sediaan pewarna rambut ekstrak daun jati didapatkan hasil bahwa semua sediaan dinyatakan homogen, karena tidak adanya bagian yang menggumpal dan mempunyai warna yang merata.

pH

Berdasarkan hasil uji pH tidak mengalami perubahan selama pengujian. Parameter pH untuk kosmetik berkisar antara 4,5-7,5. Berdasarkan hasil uji pH sediaan pewarna rambut dari ekstrak daun jati (*Tectona grandis* L.F) memiliki nilai pH yang memenuhi syarat uji sifat fisik terhadap pewarna rambut (Budiman *et al.*, 2020). pH gel yang terlalu asam atau dibawah 4,5 akan menyebabkan kulit menjadi iritasi dan pH gel yang terlalu basah atau diatas pH 8 akan menyebabkan kulit menjadi kering. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Prasongko *et al.*, (2024) bahwa hasil uji pH gel menggunakan pH meter, didapatkan pH dalam rentang 4,5-7,5.

Daya Lekat

Berdasarkan hasil pengujian daya lekat sediaan gel ekstrak daun jati pada F1 5,23 detik, F2 6,02 detik, F3 5,45 detik, F4 5,78 detik. Daya lekat yang semakin lama melekat pada kulit maka semakin baik karena zat aktif yang dilepaskan pada basis gel akan semakin

banyak diabsorpsi. Hasil uji ini menunjukkan bahwa sediaan gel ekstrak daun jati memiliki daya lekat yang baik dan sudah memenuhi persyaratan yaitu daya lekat yang lebih dari 4 detik (Irianto *et al.*, 2020). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fatima *et al.*, (2017) dalam penelitiannya mengatakan bahwa daya lekat yang baik untuk sediaan gel adalah lebih dari 4 detik.

Daya Sebar

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, nilai daya sebar yang diperoleh dari nilai rata rata pada F1 (5,73), F2 (6,43), F3 (6,56), F4 (6,63). Berdasarkan hasil yang diperoleh, semua sediaan gel ekstrak daun jati sudah memenuhi persyaratan uji daya sebar berada pada kisaran 5-7 cm (Murukmihadi *et al.*, 2019). Hal ini sejalan dengan penelitian Thomas *et al.*, (2023) bahwa sediaan gel dapat menyebar dengan mudah dan merata dengan daya sebar yang dikehendaki untuk sediaan gel yaitu 5-7 cm. jika daya sebar sediaan gel dibawah 5 cm dan diatas 7 cm maka gel akan mengurangi kenyamanan dan mengurangi efektivitasnya ketika digunakan pada kulit (Wahidah *et al.*, 2024).

Viskositas

Berdasarkan hasil yang diperoleh nilai viskositas sediaan gel ekstrak daun jati memenuhi kriteria persyaratan gel yang baik yaitu 20000cps-50000cps (Tari *et al.*, 2023). Adanya perbedaan nilai viskositas F1, F2, F3, F4 adalah dipengaruhi adanya pemberian dari ekstrak daun jati. Semakin tinggi ekstrak daun jati maka sediaan semakin kental maka daya lekat gel semakin besar dan gel tersebut baik. Hal ini sejalan dengan penelitian Tari *et al.*, (2023). Mengatakan bahwa sediaan gel yang baik dalam memenuhi uji viskositas yaitu berada dikisaran 2000-50000cps.

Proteksi

Berdasarkan hasil uji proteksi yang didapat sediaan gel ekstrak daun jati F1, F2, F3, F4 menunjukkan tidak adanya noda merah. Hasil ini menunjukkan bahwa sediaan gel ekstrak daun jati mampu memberikan efek proteksi atau memberikan perlindungan terhadap iritasi dan perlindungan dari lingkungan luar, hal ini sesuai dengan standar uji daya proteksi yang baik yaitu gel yang baik adalah gel yang tidak menunjukkan adanya noda merah (Habiba *et al.*, 2022). Hal ini sejalan dengan penelitian (Sawiji, 2024) dalam penelitiannya mengatakan bahwa gel yang baik adalah gel yang mampu memproteksi atau memberi perlindungan dari luar yang ditandai dengan tidak adanya noda merah terhadap sediaan gel.

Warna Terhadap Pencucian

Berdasarkan uji stabilitas warna terhadap pencucian diperoleh hasil keempat formula memiliki warna yang tetap sampai 7 kali pencucian dengan shampoo, setelah melebihi 7 kali pencucian maka rambut perlahan-lahan akan memudar tetapi dalam warna yang memudar tidak terlalu jelas perubahannya. Hal ini sejalan dengan penelitian (Rum *et al.*, 2019) bahwa warna rambut dikatakan stabil terhadap pencucian karena adanya pencampuran zat warna alami dengan zat warna senyawa logam. Campuran tersebut dapat memperbaiki daya lekat warna pada rambut sehingga zat warna dapat menempel lebih kuat pada tangkai rambut.

Warna Terhadap Matahari

Berdasarkan hasil terlihat bahwa sesudah rambut terpapar sinar matahari langsung warna rambut tetap sama. Hal ini sejalan dengan penelitian (Harefa *et al.*, 2017) menyatakan bahwa zat warna dapat menembus kutikula dan masuk kedalam korteks rambut sehingga warna rambut tidak mudah berubah. Sinar matahari dapat mempengaruhi terjadinya perubahan warna pada hasil aplikasi pewarna rambut terhadap matahari diperoleh bahwa semua formula pewarna rambut yang dihasilkan stabil pada paparan sinar matahari selama 5 jam.

Stabilitas

Berdasarkan hasil pengamatan tiga siklus uji stabilitas, dapat disimpulkan bahwa semua formula pewarna rambut memiliki stabilitas fisik yang baik. Sediaan tidak menunjukkan perubahan homogenitas maupun kerusakan sediaan. Meskipun terdapat sedikit fluktuasi pada daya sebar dan daya lekat, hal tersebut masih dalam batas yang dapat diterima.

Optimasi Formula Optimum Ekstrak Daun Jati Dan Carbopol

Hasil optimasi didapatkan 4 formula sebagai variabel bebas dengan variasi perbandingan ekstrak daun jati dan basis carbopol dan variabel terikat yaitu uji sifat fisik seperti organoleptik, pH, daya sebar, daya lekat, viskositas, daya proteksi dan stabilitas. Variabel tersebut harus memenuhi persyaratan sediaan yang baik untuk gel pewarna rambut ekstrak daun jati. Sediaan yang telah dibuat menggunakan perbandingan ekstrak daun jati dan carbopol dilakukan uji fisik, hasil uji fisik dimasukkan kedalam desain faktorial sebagai variabel terikat. Desain faktorial akan menganalisis sehingga diperoleh formula optimum. Solusi yang dianggap sebagai formula optimum ditandai dengan nilai desirability. Nilai desirability menjadi indikator penting dalam yang disarankan oleh sistem yakni formula dengan konsentrasi ekstrak daun jati 15% dan carbopol 2% dengan nilai desirability 0,988. Hasil nilai desirability pada penelitian ini sejalan dengan penelitian (Widyaningsih *et al.*, 2022). Yang menyatakan Nilai *desirability* yang semakin mendekati 1 menunjukkan kemampuan program untuk menghasilkan formula dengan kriteria yang dikehendaki semakin sempurna.

Validasi Formula Optimum Ekstrak Daun Jati Dan Carbopol

Validasi yang dilakukan formula optimum dapat dilihat pada daerah yang berwarna merah, sedangkan warna biru adalah daerah yang berada dibawah maupun diatas range persyaratan pengujian sediaan gel pewarna rambut. Konsentrasi optimum dari ekstrak daun jati 15% dan carbopol 2% terdapat pada F2. Dari hasil formula optimum yang didapat akan menghasilkan formula yang sesuai dengan target masing-masing respon dengan nilai pH yaitu 6,275, uji daya sebar 7,875, uji daya lekat 6,075 dan uji viskositas 23250 serta terpilih sebagai formula optimum dengan nilai desirability yaitu 0,988. Sedangkan pada formula yang tidak optimum terdapat pada formula F1,F3,F4 karena tidak mendapatkan hasil yang sesuai dengan target masing-masing respon. Hal ini sejalan dengan penelitian (Wicaksono *et al.*, 2020) yang menyatakan bahwa optimasi dilakukan untuk mendapatkan respon yang sesuai dengan goal yang ditentukan dari masing-masing parameter jika formula yang tidak sesuai target respon tidak dapat dikatakan formula optimum.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun jati (*Tectona grandis* L.F.) dan Carbopol dapat diformulasikan menjadi sediaan gel pewarna rambut yang memenuhi kriteria mutu fisik, stabilitas, dan keamanan penggunaan. Formula optimum diperoleh pada kombinasi ekstrak daun jati 15% dan Carbopol 2%, yang menghasilkan sediaan dengan pH 6,1, daya lekat 7,74 detik, daya sebar 6,43 cm, dan viskositas 34.000 cps. Formula ini juga menunjukkan sifat organoleptik yang baik, homogenitas yang merata, serta kemampuan proteksi terhadap kulit kepala. Dengan demikian, kombinasi ekstrak daun jati dan Carbopol berpotensi digunakan sebagai alternatif pewarna rambut alami yang aman dan efektif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Ibu apt. Afi Sania Rosanti, S.Si., M.Farm selaku dosen pembimbing, Ibu apt. Mida Pratiwi, M.Farm dan Ibu Riza Dwiningrum, S.Si., M.Biomed selaku dosen penguji, serta seluruh dosen dan staf Fakultas Kesehatan Universitas Aisyah Pringsewu yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama masa studi. Ucapan terima kasih yang tak terhingga juga penulis sampaikan kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Sunahyo dan Ibu Rasmini, atas segala doa, dukungan, dan kasih sayang yang tiada henti, serta kepada saudara, sahabat, dan seluruh teman seperjuangan di S1 Farmasi yang senantiasa memberi semangat dan kebersamaan. Semoga segala kebaikan yang diberikan mendapat balasan dari Allah SWT, dan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca maupun pengembangan ilmu di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Antara, I. P. S., Megawati, F., & Anita Dewi, N. L. K. A. (2022). Review Artikel: Trend Pemilihan Sediaan Kosmetik Herbal Pada Kulit Wajah. *Usadha*, 2(1), 43–50. <https://doi.org/10.36733/Usadha.V2i1.5661>
- Badruttamam, M. I. (2022). Pemanfaatan Kandungan Senyawa Alami Pada Daun Jati (*Tectona Grandis*) Sebagai Antibakteri Dan Antioksidan. *Jurnal Ilmia Fitomedika Indonesia*, 1(1), 8–18. Retrieved From <https://ajs.stikes/pp.ac.id/index.php/Ifmi>
- Budiman, A., Regita, A., Miranda, V., & Syarifah, A. (2020). Formulasi Dan Uji Stabilitas Fisik Krim Ekstrak Daun Jati (*Tectona Grandis* L.) Sebagai Pewarna Rambut Formulation And Physical Stability Test Of Cream Containing Teak Leaf (*Tectona Grandis* L.) Extract As Hair Dye Agent. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 17(1), 53–53.
- Fatima, F., Widyaningsih, W., & Ikhsanudin, A. (2017). Uji Sifat Fisik Repelan Minyak Atsiri Kombinasi Rimpang Temulawak Dan Rimpang Jahe Basis Cold Cream. *Pharmaciana*, 7(1), 79. <https://doi.org/10.12928/Pharmaciana.V7i1.6342>
- Fildza Hf, Rindya Ma, Masfiyah, R. W. (2018). Uji Aktivitas Ekstrak Etanolik Daun Jati (*Tectona Grandis* L. F.) Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Secara In Vitro. *Media Farmasi Indonesia*, 12(1), 1167–1175.
- Habiba, S. A., Tilarso, D. P., & Putri, A. E. (2022). Pengaruh Konsentrasi Karbomer-940 Pada Sediaan Emulgel Minyak Zaitun Dan Ekstrak Daun Kelor. *Jurnal Sains Dan*

Kesehatan, 4(2), 138–146. <https://doi.org/10.25026/jsk.v4i2.894>

- Harefa, K., Sianipar, A. Y., Nurbaya, S., & Mayryanisa, S. (2017). Penggunaan Kulit Batang Jamblang (*Syzygiumcumini*) Dalam Formulasi Pewarna Rambut. *Jurnal Farmanesia*, 4(1), 53–58.
- Irianto, I. D. K., Purwanto, P., & Mardan, M. T. (2020). Aktivitas Antibakteri Dan Uji Sifat Fisik Sediaan Gel Dekokta Sirih Hijau (Piper Betle L.) Sebagai Alternatif Pengobatan Mastitis Sapi. *Majalah Farmaseutik*, 16(2), 202. <https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v16i2.53793>
- Lithiflika, G. F., Mahmudah, F., & Rusli, R. (2024). Formulation Of Hair Dye Gel From Roselle Flower (*Hibiscus Sabdariffa L.*) Extract Formulasi Sediaan Gel Pewarna Rambut Dari Ekstrak Bunga Rosela (*Hibiscus Sabdariffa L.*), 6(1).
- Nur, S., Sami, F. J., Awaluddin, A., & Afsari, M. I. A. (2019). Korelasi Antara Kadar Total Flavonoid Dan Fenolik Dari Ekstrak Dan Fraksi Daun Jati Putih (Gmelina Arborea Roxb.) Terhadap Aktivitas Antioksidan. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal Of Pharmacy) (E-Journal)*, 5(1), 33–42. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2019.v5.i1.12034>
- Prasongko, E. T., Ejelita, T., & Wiyono, B. (2024). Formulasi Ekstrak Kulit Kayu Manis (Cinnamomum Burmanni Nees Ex Bi) Sebagai Sediaan Gel Pewarna Rambut Dengan Basis Carbopol 940. *Sains Indonesiana: Jurnal Ilmiah Nusantara*, 2(4), 19–26.
- R, R., Wiraningtyas, A., & S, S. (2021). Ekstraksi Zat Warna Dari Daun Jati Muda (Tectona Grandis Linn. F.) Dan Aplikasinya Pada Benang Tenunan Bima. *Jurnal Redoks (Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia)*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.33627/re.v4i1.512>
- Rizky, T. A., & Sogandi. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Dan Fraksi Daun Jati (Tectona Grandis Linn.F) Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Escherichia Coli Dan Staphylococcus Aureus Secara In Vitro. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*, 3(1), 2502–8421.
- Rum, I. A., Ulfha, M., & Ghazali, D. (2019). Formulasi Pewarna Rambut Dari Biji Pepaya (Carica Papaya L.) Dalam Bentuk Sediaan Gel. *Jurnal Mitra Kesehatan*, 1(2), 74–80. <https://doi.org/10.47522/jmk.v1i2.15>
- Syilwa Aulia Rizquna, Syifa Nur Maulida, Hannifah Hannifah, Ahmad Abdan Syakuron, Iffah Muflihati, & Sari Suhendriani. (2024). Penggunaan Ekstrak Dari Tiga Jenis Daun Jati (Daun Jati Lokal, Daun Jati Super, Dan Daun Jati Belanda) Sebagai Pewarna Alami Pada Sirup. *Jurnal Triton*, 15(1), 207–220. <https://doi.org/10.47687/jt.v15i1.532>
- Sawiji, R. T. (2024). Pengaruh Variasi Konsentrasi Gelling Agent (Xanthan Gum Dan Carbopol) Pada Sediaan Serum Dengan Bahan Aktif Retinoic Acid. *Acta Holistica Pharmacia*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.62857/ahp.v6i1.157>
- Tari, M., & Indriani, O. (2023). Formulasi Dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Krim Ekstrak Sembung Rambut (*Mikania Micrantha Kunth*). *Jurnal Ilmiah Multi Science Kesehatan*, 15(1), 192–211.
- Thomas, N. A., Tungadi, R., Hiola, F., & S. Latif, M. (2023). Pengaruh Konsentrasi Carbopol 940 Sebagai Gelling Agent Terhadap Stabilitas Fisik Sediaan Gel Lidah

- Buaya (Aloe Vera). *Indonesian Journal Of Pharmaceutical Education*, 3(2), 316–324. <https://doi.org/10.37311/ijpe.V3i2.18050>
- Tisngati, U., Martini, Meifiani, N. I., & Apriyani, D. C. N. (2019). *Model-Model Anava Untuk Desain Faktorial 4 Faktor*. Lppm Press Stkip Pgri Pacitan.
- Tungadi, R., Sy. Pakaya, M., & D.As'ali, P. W. (2023). Formulasi Dan Evaluasi Stabilitas Fisik Sediaan Krim Senyawa Astaxanthin. *Indonesian Journal Of Pharmaceutical Education*, 3(1), 117–124. <https://doi.org/10.37311/ijpe.V3i1.14612>
- Wahyuni, N., & Yanita, M. (2024). Kelayakan Sediaan Kosmetik Pewarna Rambut Dari Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana L*) Untuk Rambut Beruban. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 8427–8434.
- Wahidah, S., Ayu, G., & Saputri, R. (2024). Formulasi Dan Uji Stabilitas Sediaan Gel Ekstrak Etanol Daun Asam Jawa (*Tamarindus Indica L.*) Dengan Variasi Gelling Agent, 10(2), 508–518.
- Wicaksono, L. A., Basuki, E. K., Jariyah, R., & Mayadita, A. (2020). Optimasi Ekstraksi Pektin Buah Pedada (*Sonneratia Caseolaris*) Menggunakan Pelarut Na₂HPO₄ (Disodium Phosphate) Dengan Metode Kurva Respon Permukaan. *Teknologi Pangan Dan Gizi*, 19(2), 63–73.
- Widyaningsih, T. D., Alif Nugroho, M. F., & Ulilalbab, A. (2022). Optimasi Formula Wedang Uwuh Berbasis Rosella Merah Sebagai Minuman Fungsional. *Amerta Nutrition*, 6(1), 53. <https://doi.org/10.20473/Amnt.V6i1.2022.53-62>
- Yuliyanti, M., Husada, V. M. S., Fahrudi, H. A. A., & Setyowati, W. A. E. (2019). Quality And Detergency Optimization, Liquid Detergent Preparation, Mahogany Seed Extract (*Swietenia Mahagoni*). *Jkpk (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 4(2), 65. <https://doi.org/10.20961/jkpk.V4i2.32750>
- Zaila, T., & Ayu, M. (2019). *Evaluasi Sediaan Gel Ekstrak N -Heksan Dan Etanol Daun Matoa Pertumbuhan Jamur Trichophyton Mentagrophytes Atcc 9533*.
- Zaky, M., Susanti, T. R., & Kuncoro, B. (2015b). Pengembangan Formulasi Dan Uji Evaluasi Fisik Sediaan Pewarna Rambut Ekstrak Biji Pinang (*Areca Catechu L.*) Sebagai Pewarna Alami Formulation Development And Evaluation Of Physical Test Preparations Hair Dye Pinang Seed Extract (*Areca Catechu L.*) As Natur. *Februari*, 1i(1), 35.