

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tumbuhan Kelapa Sawit

2.1.1 Taksonomi Tumbuhan Kelapa Sawit



Gambar 1. Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)
(Dokumentasi pribadi)

Tanaman kelapa sawit tumbuh optimal di lahan perkebunan komersial dengan kisaran suhu sekitar 24 hingga 28°C. Kelapa sawit memiliki sistem perakaran serabut yang tergolong dangkal, sehingga membuatnya lebih mudah terpengaruh oleh kondisi kekeringan dan stres lingkungan (Idris, dkk. 2020).

Secara taksonomi tumbuhan, menurut Corley, dkk. (2016) tanaman kelapa sawit diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi : Magnoliphyta

Kelas : Angiospermae

Ordo : Arecales

Family : Aracaceae

Genus : *Elaeis*

Spesies : *Elaeis guineensis* Jacq.

2.1.2 Morfologi Kelapa Sawit

Kelapa sawit yang menghasilkan buah memiliki ciri morfologis berupa diameter batang sebesar 62–74 cm pada ketinggian 50 cm dari permukaan tanah dan 56–68 cm pada ketinggian 100 cm. Tanaman ini biasanya memiliki 40–56 pelepah per pohon. Kelapa sawit juga memiliki bunga jantan dan betina, serta tumbuh optimal pada suhu lingkungan dengan kisaran antara 20,10°C hingga 28,90°C. Sebaliknya, kelapa sawit yang tidak berbuah ditandai dengan diameter batang yang lebih kecil, yaitu 56–65 cm pada ketinggian 50 cm dan 46–56 cm pada ketinggian 100 cm, serta memiliki jumlah pelepah yang jauh lebih sedikit, yakni hanya 5–9 pelepah. Tanaman ini tidak menunjukkan adanya bunga jantan maupun betina dan tumbuh pada suhu minimum 19,70°C hingga maksimum 30,60°C (Suhatman dkk., 2016).

Daun pada tanaman kelapa sawit menyerupai daun kelapa, karena tersusun sebagai daun majemuk dengan sirip genap dan tulang daun yang sejajar. Panjang pelepah daun bisa mencapai 7,5 sampai 9 meter, dan setiap pelepah terdiri atas sekitar 250 hingga 400 anak daun. Daun yang masih muda dan belum mekar biasanya berwarna kuning pucat (Idris, dkk. 2020).

2.1.3 Kandungan Kimia Daun Kelapa Sawit

Ekstrak etanol dari daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) mengandung berbagai senyawa aktif, terutama senyawa fenolik seperti flavonoid, tannin, kumarin, alkaloid, saponin, terpenoid, steroid, serta karbohidrat. Flavonoid

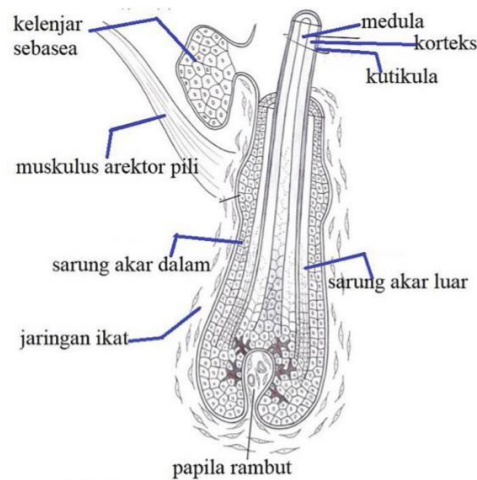
merupakan komponen utama yang terkandung dalam daun tersebut, khususnya jenis flavanol. Beberapa flavanol yang ditemukan meliputi epigallocatechin (0,8 mg/g), catechin (3,0 mg/g), epicatechin (0,1 mg/g), epigallocatechin gallate (2,8 mg/g), epicatechin gallate (0,5 mg/g), serta glikosida (Ahmad, dkk. 2018).

2.1.4 Bioaktivitas Tanaman Kelapa Sawit

Aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol daun kelapa sawit dilakukan menggunakan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil), dengan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang maksimum 515 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Berdasarkan hasil penelitian, rendemen ekstrak etanol daun kelapa sawit yang diperoleh sebesar 5,44%. Ekstrak ini menunjukkan kemampuan sebagai antioksidan terhadap radikal DPPH, dengan nilai IC50 sebesar 133,58 ppm. Nilai tersebut menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) memiliki aktivitas antioksidan yang termasuk dalam kategori sedang, karena nilai IC50 berada dalam rentang 100–150 ppm (Zumaro dkk., 2021).

Penelitian lain juga mengungkapkan bahwa ekstrak daun kelapa sawit mengandung senyawa yang bersifat antioksidan dan fitoestrogen, di antaranya vitamin E, asam ferulat, asam klorogenat, serta berbagai senyawa biofenol seperti asam galat dan asam protokatekuat. Kandungan fitokimia dalam ekstrak daun kelapa sawit ini memberikan potensi tambahan sebagai bahan baku untuk industri farmasi dan kosmetik (Kresnawaty dkk., 2023).

2.2 Rambut



Gambar 2. Anatomi Rambut (Panjaitan, A. O. 2023)

Rambut manusia adalah struktur filamen (seperti benang) yang kompleks yang muncul dari folikel rambut di dalam kulit. Rambut memiliki fungsi vital, termasuk perlindungan terhadap faktor lingkungan, termoregulasi dan persepsi sensorik. (Panjaitan., 2023)

1. Anatomi Rambut

Rambut yang lebat dan memiliki banyak pigmen terkonsentrasi pada area tertentu pada tubuh manusia. Area seperti kepala, ketiak dan genitalia merupakan lokasi tipe rambut ini. Tipe rambut seperti ini disebut dengan rambut terminal.

Rambut diproduksi di dalam folikel rambut, yaitu lubang tempat tumbuhnya rambut. Bangunan yang terdapat pada folikel rambut adalah (Panjaitan., 2023).

a. Akar Rambut

Akar rambut berada pada bagian bawah folikel rambut yang melebar, tempat dimulainya pertumbuhan rambut. Akar rambut dibentuk oleh beberapa bangunan.

b. Papila Rambut

Bangunan ini berada paling dasar dari akar rambut yang merupakan titik dimana rambut tumbuh. Disini banyak mengandung kapiler darah yang memberi nutrisi pada rambut yang tumbuh di atasnya.

c. Sarung Akar Rambut/Matriks Rambut

Sarung akar rambut turut menyusun akar rambut, dengan posisi memeluk papila rambut. Bangunan ini dibentuk oleh sel yang membelah secara aktif yang berkontribusi pada pertumbuhan rambut.

d. Batang Rambut

Batang rambut terdiri dari tiga lapisan yaitu medula, korteks dan kutikula. Kutikula adalah lapisan terluar dari batang rambut, terdiri dari sel-sel yang tumpang tindih yang melindungi lapisan dalam. Korteks adalah lapisan tengah, yang mengandung sebagian besar pigmen rambut dan berkontribusi pada kekuatan dan elastisitasnya sedangkan medula adalah lapisan paling dalam.

e. Kelenjar Sebacea

kelenjar ini membantu melembabkan dan melindungi rambut. Kelenjar sebacea bergerak di sepanjang batang rambut dan berkontribusi pada kesehatan dan penampilan rambut secara keseluruhan.

f. Muskulus Arektor Pili

muskulus arektor pili adalah otot kecil yang melekat pada folikel rambut dipengaruhi saraf simpatis. Apabila berkontraksi akan menarik rambut.

g. Saraf Sensorik

Folikel rambut berhubungan dengan ujung saraf sensorik, memungkinkan kita untuk merasakan sensasi seperti sentuhan dan tekanan.

2. Fisiologi Rambut

Batang rambut tersusun atas tiga lapisan utama, yaitu medula (bagian terdalam), korteks (penentu kekuatan, elastisitas, dan warna rambut karena kandungan keratin dan melanin), serta kutikula (lapisan terluar berupa sisik pelindung). Kutikula berfungsi menjaga kelembapan serta melindungi korteks dari kerusakan fisik maupun kimia. Ketika rambut terpapar radikal bebas dari sinar UV, polutan, asap rokok, panas berlebih, maupun bahan kimia (misalnya pewarna rambut), terjadi stres oksidatif yang mengoksidasi protein keratin, lipid, dan pigmen rambut. Oksidasi ini mengakibatkan kutikula terangkat atau hilang, sehingga korteks terekspos dan kehilangan kelembapan. Akibatnya batang rambut menjadi kering, rapuh, serta mudah patah. Kondisi ini tampak secara klinis sebagai rambut bercabang, pecah-pecah, mengembang, dan kusam, bukan hanya sekadar kerontokan. Dengan demikian, kerusakan rambut lebih banyak dipengaruhi oleh degradasi struktur serat rambut, khususnya kutikula dan korteks, yang melemah akibat proses oksidatif (Trüeb., 2015).

a. Siklus Pertumbuhan Rambut

Rambut manusia mengalami proses pertumbuhan terus menerus dan siklus yang dikenal sebagai siklus pertumbuhan rambut. Siklus ini terdiri dari tiga fase utama, yaitu (Panjaitan., 2023).

1) Fase Anagen

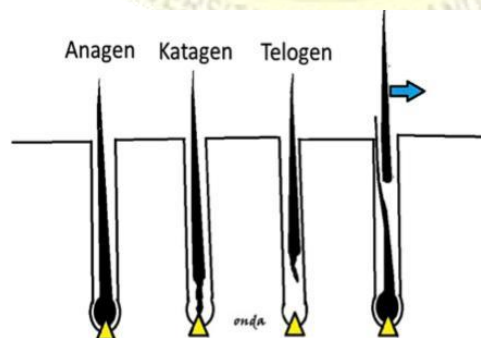
Selama fase ini, folikel rambut tumbuh secara aktif, dengan sel-sel dalam akar rambut membelah dengan cepat. Rambut memanjang sekitar 1 sentimeter setiap 28 hari, dan fase ini dapat berlangsung selama beberapa tahun.

2) Fase Katagen

Pada fase ini pembelahan sel melambat dan pertumbuhan folikel mengalami kemunduran. Akhirnya Rambut berhenti tumbuh dan bagian bawah folikel mengalami perubahan struktural sehingga menyempit dan tidak ada celah untuk rambut terhubung dengan papila rambut sebagai sumber nutrisi.

3) Fase Telogen

Fase ini adalah fase istirahat di mana rambut yang terputus tetap tertahan di dalam saluran rambut. Setelah beberapa minggu hingga bulan fase ini akan berakhir diganti fase anagen kembali. Setelah siklus rambut baru dimulai, folikel membuka dan menumbuhkan rambut baru. Rambut lama yang bertahan pada saluran di atasnya akan terdesak oleh rambut yang baru tumbuh kemudian rontok.



Gambar 3. Fase Perkembangan Rambut (Panjaitan., 2023)

b. Regulasi fisiologis rambut

Hormon, growth factor dan molekul pensinyalan lainnya mengatur siklus pertumbuhan rambut. Hormon androgen, termasuk testosteron dan dihidrotestosteron (DHT), memainkan peran penting dalam pertumbuhan dan pola rambut. Kecenderungan genetik, fluktuasi hormonal, dan faktor lingkungan dapat memengaruhi kepekaan folikel rambut terhadap hormon-hormon ini, yang menyebabkan kondisi stress oksidatif sehingga terjadi kerusakan Rambut (Panjaitan., 2023).

Menurut Indrawati 2025 jenis jenis rambut ada 3 yaitu :

1. Rambut normal Rambut normal mempunyai daya elastisitas 20%, jika diraba lembut dan halus, bercahaya, dan mudah ditata.
2. Rambut kering Rambut kering mempunyai ciri-ciri jika kita pegang akan bersuara, penampilan gersang dan kaku, warna pirang, kemerahan, cahaya pudar, rambut tipis, rapuh, ujung berbelah, dan sering ditumbuhi ketombe.
3. Rambut berminyak Rambut berminyak yang ditandai oleh rambut yang tumbuh lebat, tingkat elastisitasnya mencapai 40% - 50%, selalu basah dan lengket, serta sering ditumbuhi ketombe.

2.3 Kosmetik

Kosmetik merupakan produk yang digunakan untuk penggunaan topikal yaitu kuku, rambut, epidermis, bibir, dan termasuk juga organ genital bagian luar, mukosa mulut dan gigi. Fungsi utama kosmetik yaitu memperbaiki bau, membersihkan serta memelihara tampilan tubuh tetap dalam keadaan yang baik. Pada saat ini banyak dikembangkan kosmetik dari bahan alam yang umumnya

mengandung antioksidan. Salah satunya yaitu sediaan kosmetik dalam bentuk serum. (Nurheni dkk., 2023)

Menurut BPOM RI tahun 2018, kosmetik digolongkan yaitu :

1. Preparat untuk bayi, seperti bedak bayi, minyak bayi, dan lainnya.
2. Preparat mandi, termasuk sabun mandi, *bath capsule*, *bath oil*, *bubble bath*, dan lainnya.
3. Preparat untuk riasan mata, seperti maskara, *eyeshadow*, *eyeliner*, dan lainnya.
4. Preparat wewangian, seperti parfum, dan lainnya.
5. Preparat rambut, seperti kondisioner, pelurus rambut, Pomade, *hair tonic*, *hair serum*, *hair spray*, dan lainnya.
6. Preparat pewarna rambut, seperti pewarna rambut, shampo berwarna, dan lainnya.
7. Preparat *make-up* (kecuali mata), seperti bedak, lipstik, *blush on*, dan lainnya.
8. Preparat kebersihan mulut, seperti pasta gigi, obat kumur, dan lainnya.
9. Preparat kebersihan tubuh seperti, deodoran, sabun, dan lainnya.
10. Preparat kuku seperti, cat kuku, *lotion* kuku, dan lainnya.
11. Preparat perawatan kulit seperti pembersih, pelembap, dan lainnya.
12. Preparat cukur seperti, sabun cukur, krim cukur, dan lainnya.
13. Preparat untuk perlindungan sinar matahari seperti, *sunscreen*, krim, dan lainnya.

2.4 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan suatu metode pemisahan dalam bidang kimia yang bertujuan untuk mengambil atau menarik senyawa tertentu dari suatu sampel menggunakan pelarut yang sesuai (Leba., 2017). Keberhasilan proses ekstraksi dipengaruhi oleh luas permukaan serbuk simplisia yang bersinggungan dengan pelarut. Oleh karena itu, semakin kecil ukuran partikel simplisia, maka kontak dengan pelarut semakin besar sehingga hasil ekstraksi yang diperoleh menjadi lebih maksimal (Febriana, dkk. 2019). Penentuan metode ekstraksi harus disesuaikan dengan sifat senyawa, jenis pelarut yang dipakai, serta fasilitas atau peralatan yang tersedia. Selain itu, faktor seperti struktur senyawa, kondisi suhu, dan tekanan juga menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan agar proses ekstraksi berlangsung optimal (Hanan., 2015).

Berdasarkan ada atau tidaknya proses pemanasan, metode ekstraksi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu ekstraksi dingin dan ekstraksi panas (Safitri, dkk. 2018). Ekstraksi dingin dilakukan tanpa pemanasan untuk menjaga kestabilan senyawa bioaktif agar tidak rusak selama proses. Ekstraksi panas melibatkan pemberian panas dengan tujuan mempercepat keluarnya senyawa dari bahan yang diekstraksi (Rahayu., 2017).

Beberapa jenis metode ekstraksi yang umum digunakan antara lain:

1. Maserasi

Maserasi adalah metode pemisahan senyawa dengan merendam bahan (simplisia) ke dalam pelarut organik pada suhu tertentu. Teknik ini dipilih untuk bahan yang sensitif terhadap panas karena dilakukan pada suhu ruang (20–30°C).

Proses biasanya berlangsung beberapa waktu dengan sesekali pengadukan (± 15 menit) untuk memastikan kontak yang merata antara bahan dan pelarut (Karina dkk., 2016)

2. Perkolasi

Metode ini menggunakan prinsip aliran pelarut yang terus-menerus melewati serbuk simplisia dalam wadah silinder. Pada bagian bawah silinder terdapat sekat berpori untuk mengatur aliran pelarut. Perkolasi umumnya dilakukan pada suhu ruang (Irfan, 2018).

3. Refluks

Refluks merupakan teknik ekstraksi yang dilakukan dengan memanaskan pelarut hingga titik didihnya dalam jumlah terbatas, yang tetap dipertahankan dengan bantuan kondensor balik. Cara ini meningkatkan efisiensi ekstraksi dan biasanya diulang beberapa kali (3–6 kali) pada residu awal. Namun, senyawa yang tidak tahan panas berisiko terdegradasi dalam metode ini (Nirwana., 2019).

4. Soxhletasi

Metode Soxhlet menggunakan alat khusus yang memungkinkan proses ekstraksi berlangsung secara berulang dengan pelarut segar. Pelarut dipanaskan hingga menguap, lalu dikondensasikan melalui pendingin menjadi tetesan yang jatuh kembali ke dalam wadah sampel. Setelah mencapai volume tertentu, pelarut mengalir melalui pipa samping, menciptakan sirkulasi berulang yang menghasilkan ekstraksi maksimal. Pemilihan pelarut harus sesuai dengan sifat kepolaran senyawa yang ingin diambil agar hasil optimal (Yurleni., 2018).

5. Infusa

Infusa adalah sediaan cair hasil ekstraksi bahan nabati dengan menggunakan air sebagai pelarut pada suhu sekitar 90°C selama 15 menit. Cara ini biasanya diterapkan pada simplisia dengan jaringan lunak seperti bunga dan daun yang kaya minyak atsiri atau mengandung senyawa yang tidak tahan pemanasan lama (Ambarwati., 2018).

6. Destilasi

Destilasi memisahkan campuran cairan berdasarkan perbedaan titik didih masing-masing komponen. Komponen dengan titik didih rendah akan menguap lebih dulu, lalu uap tersebut didinginkan sehingga terkondensasi menjadi cairan destilat. Metode ini banyak digunakan untuk memperoleh minyak atsiri dari berbagai tumbuhan (Tania., 2018).

2.5 Serum

Serum merupakan salah satu produk perawatan kulit yang mengandung bahan aktif atau senyawa bioaktif dalam kadar tinggi, dengan tekstur ringan dan viskositas yang lebih tinggi dibandingkan larutan. Formulasi ini dirancang agar serum dapat menyebar dengan baik di permukaan kulit dan menembus ke lapisan yang lebih dalam, sehingga efeknya dapat dirasakan lebih cepat dan lebih efektif. (Rachmawati dkk., 2024)

Bentuk sediaan serum biasanya berupa gel, konsentrat, *water-based* serum, dan *oil-based* serum. Serum dapat diaplikasikan pada berbagai area tubuh yang memerlukan perawatan lebih intensif, seperti wajah, rambut, kuku, bibir, area bawah mata, serta tangan dan kaki. (Rachmawati dkk., 2024)

Jenis- Jenis Serum sebagai berikut :

1. Serum *Anti-acne*

Serum ini berfungsi untuk memperbaiki kulit yang berjerawat. Serum *Anti-acne* meredakan jerawat yang meradang, namun tetap menjaga agar kulit tetap selalu lembap (Lestari., 2021).

2. Serum *whitening*

Serum ini berfungsi untuk mencerahkan wajah. Penggunaan serum *whitening* secara teratur dapat membuat kulit wajah terlihat lebih cerah (Lestari., 2021).

3. Serum *Anti-aging*

Serum ini biasanya mengandung kolagen yang membantu untuk mencegah kerutan dan garis halus muncul diwajah. Penggunaan serum *anti-aging* bisa dilakukan menjelang usia 30 tahun untuk menjaga penampilan wajah tetap muda (Lestari., 2021).

4. Serum Vitamin C

Serum vitamin C berfungsi sebagai antioksidan yang mampu menangkal radikal bebas yang berbahaya bagi kulit. Penggunaan serum vitamin C juga mampu mengurangi kerut dan garis-garis halus pada wajah (Lestari., 2021).

5. Serum Vitamin E

Serum vitamin E berfungsi untuk mengembalikan kelembapan kulit. Setelah menggunakan serum vitamin E, kulit akan terasa lebih lembut dan kenyal. Vitamin E juga memiliki fungsi sebagai antioksidan yang dapat mencegah penuaan dini (Lestari., 2021).

6. Serum Rambut

Tidak hanya kulit wajah, rambutpun membutuhkan perlindungan dari serum. Serum rambut diaplikasikan pada batang rambut, maka rambut akan terasa lembap dan lebih sehat (Lestari., 2021).

Serum rambut ialah salah satu rangkaian produk perawatan rambut serta memiliki kegunaan sebagai perawatan rambut rusak yang berbentuk cairan konsentrat. Mempunyai kandungan vitamin E yang tinggi serta mudah diserap kulit kepala. Serum rambut ini ialah produk yang menjadi vitamin rambut agar tumbuh lebih sehat, lebat, serta bertenaga. (Fadillah dkk., 2022)

Berdasarkan Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 12 Tahun 2020 (BPOM RI, 2020), serum rambut masuk dalam dua kategori yang berbeda. kategori serum rambut dibedakan berdasarkan klaim dari setiap produk. Ketika serum tersebut ditujukan sebagai kosmetik yang digunakan untuk merawat pertumbuhan dan kekuatan rambut, maka masuk dalam kategori tonik rambut (hair tonic), jika digunakan untuk meningkatkan kilau rambut dan anti kusut, maka masuk dalam kategori sediaan rambut lainnya.

Komponen Sediaan Serum Rambut

1. Zat Aktif

Zat aktif merupakan komponen utama dalam suatu produk yang berfungsi memberikan efek atau manfaat tertentu sesuai tujuan penggunaannya. (Collins dkk., 2023) Zat aktif herbal yang digunakan pada serum rambut berupa ekstrak daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

2. Surfaktan

Surfaktan merupakan senyawa yang berfungsi menurunkan tegangan permukaan suatu cairan, khususnya air, sehingga mampu meningkatkan kemampuan cairan tersebut dalam membasahi dan menyebar pada suatu permukaan. Pada serum rambut, surfaktan berperan menurunkan tegangan permukaan sehingga cairan dapat menyebar merata di helaian rambut dan kulit kepala, sekaligus menjaga stabilitas campuran bahan berbasis air dan minyak agar tidak terpisah. Selain itu, surfaktan membantu melarutkan dan menghantarkan zat aktif ke dalam batang rambut, meningkatkan penetrasi nutrisi, serta memberikan sensasi ringan dan tidak lengket saat digunakan. (Sihombing dkk., 2021)

3. Humektan

Humektan berfungsi menarik dan menahan air sehingga mempertahankan kelembapan pada rambut. Humektan pada serum rambut dapat menjaga hidrasi batang rambut sehingga rambut menjadi lembap, tidak kering, tidak mudah patah pada saat disisir (Chen dkk., 2022).

4. Pengawet

Pengawet berfungsi untuk mencegah terjadinya kontaminasi mikroorganisme dari bahan baku, proses formulasi, ataupun ketika digunakan sehingga dapat memperpanjang masa penyimpanan pada sediaan serum rambut. (Andayani., 2020)

5. Pelarut

Aquadest atau air hasil kondensasi merupakan air yang diperoleh melalui proses penyulingan sehingga bebas dari zat-zat pengotor dan dianggap murni di lingkungan laboratorium. Air ini biasa dimanfaatkan sebagai pelarut dan untuk

mencuci peralatan laboratorium agar terbebas dari kontaminasi. Proses pemurnian dilakukan dengan distilasi, yaitu memisahkan komponen cairan berdasarkan perbedaan titik didih. Dalam proses ini, cairan dipanaskan hingga menguap, lalu uap tersebut didinginkan menggunakan kondensor agar kembali menjadi cairan murni (Khotimah dkk., 2018).

Komposisi Sediaan Serum Rambut

1. Tween 80

Berfungsi sebagai Surfaktan. Tween 80 berbentuk cairan berminyak yang berwarna kuning. Tween larut dalam etanol dan air, umumnya bahan ini bersifat tidak toksik dan tidak mengiritasi. (Yeti., 2018)

2. Gliserin

Berfungsi Sebagai Humektan. Pemerian : cairan seperti seperti sirup, jernih, tidak berwarna, tidak berbau, manis diikuti rasa hangat, higroskopik jika disimpan beberapa lama pada suhu rendah dapat memadat membentuk massa hablur tidak berwarna yang dapat melebur hingga suhu mencapai kurang lebih 20°C. Kelarutan dapat campur dengan air dan dengan etanol (95%)P, praktis tidak larut dalam kloroform p, dalam eter p dan dalam minyak lemak. (Husfianingsi., 2023).

3. Methylparaben

Berfungsi sebagai pengawet. Pemerian : serbuk hablur berwarna putih atau hampir putih, berbentuk jarum kecil berkilau, stabil di udara, dan tidak berubah warna bila disimpan dengan baik. Zat ini hampir tidak berbau dan memiliki rasa sedikit terbakar (Depkes., 1979).

4. Aquadest

Berfungsi sebagai pelarut. Pemerian: Cairan jernih, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak mempunyai rasa (Depkes., 1979).

Evaluasi Sediaan Serum Rambut

1. Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan dengan mengamati perubahan pada karakteristik fisik sediaan serum, seperti bentuk, warna, aroma, dan tekstur, melalui pengamatan langsung menggunakan pancaindra. (Hanifah dkk., 2023)

2. Uji Homogenitas

Pengujian homogenitas untuk melihat sediaan tercampur secara merata, dilakukan dengan cara menempatkan sampel serum di atas kaca objek, kemudian ditutup dengan kaca objek lain. Sediaan yang baik harus terlihat seragam tanpa adanya partikel yang menggumpal atau tidak tercampur sempurna (Hanifah, dkk. 2023)

3. Uji PH

Nilai pH serum ditentukan menggunakan pH meter. Uji pH untuk melihat pH sediaan sesuai dengan pH kulit yaitu 4,5-6,5. Angka yang stabil pada layar pH meter merupakan hasil pengukuran pH sediaan (Hanifah dkk., 2023)

4. Uji Visikositas

Uji visikositas bertujuan untuk mengetahui kemampuan sediaan mengalir keluar dari wadah, daya sebar, dan kemudahan sediaan untuk diaplikasikan (Hanifah dkk., 2023).

5. Uji Daya Sebar

Uji daya sebar untuk mengetahui sejauh mana sediaan dapat menyebar merata pada batang rambut setelah diaplikasikan. Setelah 1 menit, diameter penyebaran serum diukur sebagai indikator daya sebar (Hanifah dkk., 2023).

6. Uji Stabilitas

Uji stabilitas bertujuan untuk melihat stabilitas sediaan selama masa penyimpanan. Selama periode penyimpanan, sediaan dievaluasi secara berkala terhadap parameter fisik, meliputi organoleptik, pH, serta viskositas. Pemeriksaan dilakukan pada hari ke-0, 7, 14, 21, dan 28 (Hanifah dkk., 2023).

2.6. Antioksidan

Secara kimia, antioksidan adalah senyawa yang berperan sebagai donor elektron. Sementara itu, secara biologis, antioksidan berfungsi melindungi tubuh dari efek merugikan oksidan, dengan cara mengambat reaksi oksidasi dengan cara mengikat radikal bebas sehingga tidak terjadi kerusakan sel. Beberapa contoh senyawa antioksidan antara lain β -karoten, vitamin C, vitamin E, serta metabolit sekunder seperti flavonoid (Moniharapon dkk., 2016).

Antioksidan memiliki aktivitas melindungi rambut dari kerusakan oksidatif, bekerja dengan cara menetralkan radikal bebas, menurunkan peroksidasi lipid hingga 59,72%, serta mengurangi kehilangan protein yang berperan penting dalam mencegah kerusakan rambut. Keberadaan antioksidan berfungsi sebagai pelindung biologis yang memperlambat proses kerusakan rambut akibat stress oksidatif, sehingga dapat mempertahankan keindahan dan kesehatan rambut meskipun terjadi paparan radikal bebas eksogen (Xu, C., dkk. 2024). Senyawa

flavonoid sebagai antioksidan banyak terdapat dari bahan alam seperti daun kelapa sawit. Daun kelapa sawit mengandung flavonoid berupa katekin, epikatekin, epigalokatekin, epikatekin gallat, epigalokatekin gallat, vitexin, isovitexin, orientin, and isoorientin, dan luteolin) (Tow dkk., 2021).

Menurut penelitian (Faramayuda dkk., 2023) ekstrak daun kelapa sawit memiliki aktivitas antioksidan dengan IC50 sebesar $46.61 \pm 1.76 \mu\text{g/mL}$. Aktivitas antioksidan ekstrak daun kelapa sawit dikategorikan sangat kuat. Suatu senyawa dikatakan memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat apabila memiliki nilai IC50 kurang dari $50 \mu\text{g/mL}$ (Pratiwi dkk., 2023).

Radikal bebas

Radikal bebas merupakan atom atau kelompok atom yang memiliki satu atau lebih elektron tidak berpasangan. Karena jumlah elektronnya ganjil, tidak semua elektron dapat berpasangan sehingga membuatnya sangat reaktif. Radikal bebas dapat bermuatan positif maupun negatif. Sumber radikal bebas bisa berasal dari dalam tubuh (endogen), yakni sebagai hasil samping dari proses metabolisme seperti pembakaran energi, pemecahan protein, karbohidrat, serta lemak yang dikonsumsi. Selain itu, radikal bebas juga dapat diperoleh dari luar tubuh (eksogen), misalnya dari polusi udara, asap kendaraan, bahan kimia tertentu, dan makanan yang telah terbakar. Keberadaan radikal bebas dalam tubuh dapat merusak berbagai sel target, termasuk lemak, protein, karbohidrat, hingga DNA (Purwanto dkk., 2022).

Radikal bebas merupakan suatu molekul yang sangat labil dan mudah membentuk senyawa baru yang mengakibatkan kerusakan sel dan jaringan dalam

waktu lama pada konsentrasi tinggi, hal ini mengakibatkan kondisi stres pada tingkat sel yang dinamakan stres oksidatif (Kusbandari dkk., 2017).

Radikal bebas sangat berperan dalam proses kerusakan rambut karena menimbulkan stres oksidatif yang merusak struktur sel rambut maupun folikel. Seiring bertambahnya usia, produksi radikal bebas meningkat sedangkan kapasitas sistem pertahanan antioksidan tubuh menurun. Akibatnya terjadi akumulasi kerusakan pada protein, lipid, dan DNA di sel folikel rambut yang menyebabkan kerusakan rambut (Trüeb., 2015).

Pada kerusakan rambut, radikal bebas (eksogen) akibat sinar UV, polusi, rokok, pewarnaan, atau panas dari alat styling dapat mengoksidasi protein keratin, lipid, dan pigmen di batang rambut. Proses oksidasi ini membuat kutikel (lapisan pelindung luar rambut) rusak, terangkat, atau bahkan hilang. Jika kutikel tidak lagi rapat dan halus, batang rambut kehilangan kelembapan, menjadi kasar, rapuh, dan mudah patah. Akibatnya muncul gejala yang terlihat jelas, ujung rambut bercabang, tampak kusam, serat rambut pecah-pecah, serta tampilan rambut yang kering dan mengembang (Trüeb., 2015).

2.7 Metoda Uji Antioksidan

Berikut beberapa metode yang dapat digunakan dalam pengujian aktivitas antioksidan yaitu :

2.7.1 DPPH (*1,1-difenil-2-pikrihidrazil*)

Salah satu metode yang digunakan untuk mengukur adanya aktivitas antioksidan dan menghitung IC50 yaitu metode DPPH yang merupakan pereaksi yang memiliki sifat radikal bebas. Pada metode ini antioksidan bereaksi bersama

radikal bebas DPPH dengan cara mendonorkan atom hidrogennya lalu mengukur aktivitas penghambatan radikal bebasnya dan untuk melihat pengukuran antioksidannya (Wahid dkk. 2023).

Radikal bebas yang umum dipakai sebagai model uji penangkap radikal bebas adalah senyawa 1,1-difenil-2-pikrihidrazil (DPPH). Uji DPPH sering dimanfaatkan untuk menilai aktivitas antioksidan dari berbagai ekstrak atau bahan alam, bahkan dapat mendeteksi kemampuan antioksidan yang relatif lemah. Metode ini dipilih karena memiliki keunggulan berupa prosedur yang sederhana, cepat, praktis, serta tidak membutuhkan banyak reagen seperti metode lain, namun tetap akurat (Pratiwi, dkk. 2023). Senyawa DPPH memiliki elektron bebas yang menghasilkan absorbansi pada panjang gelombang maksimum 517 nm dan dapat larut dalam metanol (Pratiwi dkk., 2023).

Metode DPPH dapat digunakan untuk sampel dalam bentuk padat atau cair. Radikal DPPH merupakan senyawa organik yang mengandung nitrogen tidak stabil, memiliki absorbansi kuat pada 517 nm dan berwarna ungu tua. Setelah direaksikan dengan senyawa antioksidan maka DPPH akan berkurang dan warnanya akan berubah menjadi kuning. Perubahan ini dapat diukur dengan spektrofotometer dan diplot menurut konsentrasinya (Shofi dkk., 2020).

Jika atom atau kelompok atom suatu senyawa memiliki elektron yang tidak berpasangan pada orbital terluarnya, senyawa tersebut dapat menjadi radikal bebas. Yang membuat elektron terluar tidak berpasangan adalah reaksi oksidasi. Pada manusia, senyawa radikal bebas secara alami terbentuk dalam tubuh manusia

melalui reaksi oksidasi yang terjadi pada sistem metabolisme sel normal. Ketika sel terinfeksi, tetapi juga dipengaruhi oleh lingkungan eksternal (Salim., 2023).

2.7.2 Metode ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)

ABTS merupakan metode pengujian aktivitas antioksidan dengan menggunakan senyawa 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) sebagai penghasil radikal bebas. ABTS merupakan substrat dari enzim peroksidase yang dapat teroksidasi oleh peroksida (H_2O_2) menjadi kation radikal (Windiawati, dkk, 2015). Reagen ABTS memiliki ciri kimia yang stabil, dapat larut dalam air ataupun lemak (Windiawati, dkk. 2015). Prinsip metode ini yaitu melihat kemampuan senyawa antioksidan dalam menstabilkan radikal bebas dengan mendonorkan proton kepada radikal bebas ditandai dengan pemudaran warna dari warna biru kehijauan menjadi tidak berwarna seiring tereduksinya kation radikal ABTS (Sukweenadhi, dkk. 2020). Dalam pengujian aktivitas dengan metode ABTS ini diperlukan reaksi oksidasi senyawa ABTS terlebih dahulu oleh kalium persulfat ($K_2S_2O_8$) untuk membentuk kation radikal ABTS ($ABTS^+$) yang selanjutnya direaksikan dengan senyawa antioksidan. Penghilangan warna serapan dapat diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 743 nm (Sukweenadhi, dkk. 2020).

2.7.3 Metode FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)

Prinsip penetapan aktivitas antioksidan dengan metode pengujian FRAP yaitu kemampuan antioksidan dalam mereduksi kompleks ferri (Fe^{3+}) dari ferri-tripyridyl-triazine (TPTZ) menjadi kompleks ferro (Fe^{2+}) yang ditandai dengan perubahan warna menjadi biru dan dapat diukur pada panjang gelombang 593 nm

(Sukweenadhi, dkk. 2020). Reagen FRAP tidak berwarna terdiri dari campuran TPTZ, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ diperlukan untuk membentuk senyawa kompleks Fe^{3+} , dan penambahan dapar asetat karena reaksi biasanya terjadi pada pH asam yaitu 3,6 (Choirunnisa, dkk. 2016).

Metode FRAP menggunakan senyawa antioksidan sebagai agen pereduksi (reduktan) dalam reaksi-oksidasi (Choirunnisa dkk., 2016). FRAP merupakan metode pengujian yang sederhana, cepat, serta tanpa memerlukan alat khusus dalam pengukurannya (Sukweenadhi, dkk. 2020). Namun kelemahan metode uji FRAP yaitu reagen bersifat kurang stabil sehingga harus dibuat baru dan harus segera digunakan, selain itu metode FRAP tidak spesifik dimana senyawa lain yang tidak memiliki kandungan antioksidan namun memiliki potensial reduksi rendah dari $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ dapat terdeteksi oleh metode ini (Sukweenadhi, dkk. 2020).

2.7.4 Metode CUPRAC (*Cupric Reducing Antioxidant Capacity*)

Prinsip metode CUPRAC yaitu berdasarkan reaksi reduksi-oksidasi sederhana antara antioksidan dengan radikal bebas, yang dapat diukur melalui reduksi ion cupric (Cu^{2+}) menjadi cuprous (Cu^{+}) dengan cara donor elektron oleh antioksidan. Metode ini menggunakan pereaksi $\text{Cu}(\text{II})$ -neocuproin ($\text{Cu}^{2+} - (\text{Nc})_2$) sebagai oksidator/agen pengkhelat (Maryam, dkk. 2016). Adanya aktivitas antioksidan secara kualitatif ditandai dengan terjadinya perubahan warna kuning kecoklatan (Maryam, dkk. 2016). Hasil reaksi reduksi ion Cu^{2+} dapat diukur pada panjang gelombang 450 nm (Maryam dkk., 2016).

Kelebihan metode CUPRAC yaitu pereaksi CUPRAC cukup selektif karena memiliki nilai potensial reduksi yang rendah, cepat, pereaksi lebih stabil,

bisa didapat dari pereaksi lain (DPPH, ABTS), dapat digunakan untuk antioksidan yang bersifat hidrofilik atau lipofilik dalam pH fisiologis, selain itu metode ini mudah, sederhana, terpercaya, dengan sedikit biaya yang dibutuhkan, dan dapat digunakan di laboratorium konvensional dengan standar alat yang sederhana (Maryam, dkk. 2016).

2.7.5 Metode ORAC (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*)

Prinsip dasar metode ORAC ini yaitu mengukur kemampuan antioksidan dengan cara donor hidrogen dalam meredam radikal peroksil yang dilihat berdasarkan penurunan intensitas molekul fluoresen selama waktu reaksi (Aristizabal, dkk. 2015). Mekanisme kerja metode ini yaitu menggunakan inisiator bis azida/AAPH (*2,2-azobis(2-amidinopropane) dihydrochloride*) sebagai pembentuk radikal peroksil lewat oksidasi, yang akan bereaksi dengan molekul fluoresen seperti fluorescein atau β -piroeritrin dan menyebabkan hilangnya kemampuan berfluoresensi sebagai interpretasi dari kemampuan peredaman senyawa antioksidan terhadap radikal bebas.

Intensitas fluoresen akan menurun seiring berlangsungnya degenerasi oksidatif sebagai indikator dekomposisi fluoresen yang akan direkam selama setengah jam setelah penambahan AAPH, dan dapat diukur pada panjang gelombang 520 nm pada saat emisi dan 480 nm pada saat eksitasi. Kelebihan metode ini yaitu cepat, rendah biaya, dapat digunakan untuk antioksidan yang bersifat hidrofilik maupun hidrofobik serta signifikan secara fisiologis. Kekurangan metode ini sulit dalam praktiknya, sensitive terhadap suhu rendah yang dapat menurunkan reproduktifitas pengujian (Aristizabal, dkk. 2015).

2.8 IC₅₀ (*Inhibitory Concentration 50%*)

IC₅₀ merupakan konsentrasi suatu senyawa yang diperlukan untuk menghambat 50% aktivitas radikal bebas yang digunakan secara luas sebagai parameter dalam menentukan aktivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan dapat dibagi menjadi kategori sangat kuat, kuat, sedang, lemah, dan sangat lemah (Purwanto, dkk. 2017).

Antioksidan dikatakan sangat kuat apabila memiliki nilai IC₅₀ kurang dari 50 ppm, antioksidan kuat memiliki nilai IC₅₀ berada pada kisaran 50 ppm hingga 100 ppm, antioksidan sedang memiliki nilai IC₅₀ berkisar antara 100 ppm hingga 150 ppm, antioksidan lemah memiliki kisaran 150 ppm hingga 200 ppm, dan nilai IC₅₀ lebih dari 200 ppm merupakan antioksidan berkategori sangat lemah (Purwanto, dkk. 2017).

Pada penelitian (Patimah, dkk. 2023) Hasil uji aktivitas antioksidan dari krim dengan ekstrak etanol daun kelapa sawit pada FI, FII, dan FIII menunjukkan nilai IC₅₀ masing-masing sebesar 143,690 ppm, 115,754 ppm, dan 97,317 ppm. Nilai IC₅₀ tersebut menggambarkan konsentrasi yang mampu menghambat 50% radikal bebas DPPH. Berdasarkan kategori aktivitas antioksidan, formula FI dan FII tergolong memiliki aktivitas sedang karena nilai IC₅₀ berada pada rentang 100–150 ppm, sedangkan formula FIII memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dengan nilai IC₅₀ antara 50–100 ppm. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak etanol daun kelapa sawit dalam sediaan krim berbanding lurus dengan peningkatan kekuatan aktivitas antioksidannya.