

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1.Rambut**

##### **2.1.1. Uraian Rambut**

Rambut adalah struktur filament berbasis protein keratin yang tumbuh dari folikel rambut di kulit. Rambut berfungsi tidak hanya sebagai pelindung mekanis terhadap panas, cahaya ultraviolet, dan cedera fisik, tetapi juga sebagai faktor penting dalam penampilan dan kepercayaan diri seseorang. Struktur rambut yang sehat memiliki elastisitas yang memungkinkan rambut tidak mudah patah atau rontok akibat aktivitas harian dan penggunaan produk perawatan. Kondisi rambut sangat dipengaruhi oleh interaksi berbagai faktor baik internal seperti hormon, genetika, dan gizi, maupun faktor eksternal seperti lingkungan, kebiasaan merawat rambut, dan penggunaan bahan kimia. Oleh karena itu, memahami karakteristik rambut dan kondisinya sangat penting dalam pengembangan produk perawatan rambut yang efektif dan aman (Erdogan, 2017)

##### **2.1.2. Anatomi Rambut**

Anatomi rambut terdiri atas dua bagian utama, yakni batang rambut dan folikel rambut. Folikel merupakan kantung di bawah kulit tempat rambut tumbuh. Bagian dasar folikel terdapat hair bulb yang merupakan pusat pertumbuhan rambut karena mengandung *dermal papilla* yang mengatur pembelahan dan diferensiasi sel pembentuk rambut. Batang rambut yang tampak di permukaan kulit terdiri dari tiga lapisan: kutikula sebagai pelindung luar, korteks yang mengandung keratin dan pigmen melanin yang memberikan warna dan kekuatan rambut, serta medula, lapisan terdalam yang berperan dalam kekuatan mekanis rambut. Struktur ini sangat penting karena kerusakan pada salah satu lapisan dapat menyebabkan rambut menjadi rapuh dan mudah rontok (Erdogan, 2017)

### 2.1.3. Mekanisme Pertumbuhan Rambut

Pertumbuhan rambut merupakan proses biologis yang berlangsung secara siklik melalui tiga fase utama yaitu *anagen* (fase pertumbuhan), *catagen* (fase regresi), dan *telogen* (fase istirahat). Pada fase anagen terjadi proliferasi aktif sel matriks folikel rambut dan aktivitas dermal papilla yang menghasilkan batang rambut baru. Fase *catagen* merupakan fase transisi yang ditandai dengan berhentinya proliferasi sel dan penyusutan folikel rambut. Fase *telogen* merupakan fase istirahat sebelum rambut lama rontok dan digantikan oleh rambut baru yang kembali memasuki fase anagen. Gangguan pada siklus ini dapat menyebabkan kerontokan rambut atau pertumbuhan rambut yang tidak optimal.

Regulasi siklus rambut dipengaruhi oleh berbagai jalur sinyal molekuler, salah satunya adalah jalur sinyal *Wnt/β-catenin* yang berperan penting dalam aktivasi sel punca folikel rambut (*hair follicle stem cells*) dan transisi dari fase telogen menuju fase anagen. Aktivasi jalur Wnt menyebabkan stabilisasi protein *β-catenin* yang kemudian masuk ke inti sel dan mengaktifkan gen yang mengatur proliferasi serta diferensiasi sel folikel rambut sehingga merangsang pertumbuhan rambut.

Aktivitas jalur *Wnt/β-catenin* juga berperan dalam meningkatkan proliferasi sel dermal papilla dan mempercepat regenerasi folikel rambut. Sebaliknya, gangguan pada jalur ini dapat menghambat aktivasi folikel rambut dan memicu terjadinya kerontokan rambut. Penelitian menunjukkan bahwa regulasi antara faktor aktivator seperti Wnt10b dan inhibitor seperti BMP6 turut menentukan keseimbangan aktivasi folikel rambut dalam siklus pertumbuhan rambut.

Selain itu, faktor hormonal juga memengaruhi pertumbuhan rambut. Dihidrotestosteron (DHT) diketahui dapat memengaruhi aktivitas jalur *Wnt/β-catenin* sehingga menghambat pertumbuhan rambut dan

mempercepat terjadinya kerontokan pada kondisi tertentu seperti androgenetic alopecia.

Sirkulasi darah pada kulit kepala juga berperan penting dalam mendukung pertumbuhan rambut karena folikel rambut membutuhkan suplai oksigen dan nutrisi yang cukup untuk mempertahankan aktivitas metabolisme. Peningkatan mikrosirkulasi pada kulit kepala dapat membantu meningkatkan distribusi nutrisi dan faktor pertumbuhan ke folikel rambut sehingga mendukung proses pertumbuhan rambut.

#### **2.1.4. Tekstur Rambut**

Tekstur rambut dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran folikel serta komposisi kimiawi keratin dalam batang rambut. Bentuk folikel yang bulat memengaruhi pertumbuhan rambut lurus sementara bentuk oval dan triangular akan menyebabkan rambut bergelombang hingga keriting. Tekstur ini juga berhubungan dengan elastisitas dan tingkat kehilangan kelembapan yang memengaruhi kerentanan rambut terhadap kerusakan. Pemeliharaan tekstur rambut yang tepat akan membantu mempertahankan kesehatan dan penampilan rambut secara keseluruhan (Cloete *et al.*, 2019)

#### **2.1.5. Rambut Rontok**

Rambut rontok adalah kondisi dimana jumlah rambut yang lepas melebihi batas normal keseimbangan siklus rambut manusia. Kerontokan rambut normal terjadi sekitar 50 hingga 100 helai per hari, namun jika terjadi secara berlebihan bisa menandakan gangguan kesehatan kulit kepala atau faktor lain seperti genetika, perubahan hormonal, stres, dan penggunaan produk kimia yang kurang sesuai. Kondisi ini dikenal juga dengan istilah *alopecia*, *alopecia* dapat mengakibatkan kebotakan jika tidak diatasi dengan benar. Perawatan yang fokus pada kesehatan kulit kepala dan stimulasi folikel rambut sangat dibutuhkan untuk mencegah kerontokan dan meningkatkan pertumbuhan rambut baru (Arico *et al.*, 2019)

## 2.2. Kosmetika

Kosmetika merupakan sediaan yang digunakan pada bagian luar tubuh manusia seperti kulit, rambut, kuku, bibir, dan rongga mulut dengan tujuan membersihkan, merawat, memperindah, serta menjaga kondisi tubuh agar tetap baik tanpa mempengaruhi struktur atau fungsi tubuh secara permanen (Yusuf Zainudin & Chabib, 2023). Sampo adalah sediaan kosmetik harian yang ditujukan untuk menjaga kebersihan rambut dari kotoran dan ketombe. Penggunaan sampo secara efektif mampu melarutkan penumpukan minyak alami (sebum), sel kulit mati yang terkelupas, serta sisa residu kosmetik rambut yang tertinggal pada kulit kepala (Erwiyani *et al.*, 2023)

Komposisi dasar sampo umumnya terdiri atas surfaktan, zat aktif, serta berbagai bahan pelengkap seperti pengatur pH (*buffer*), antioksidan, agen pendispersi, pewarna, parfum, dan pengawet. Penambahan komponen tersebut bertujuan untuk memberikan efek fungsional tambahan, meliputi hidrasi dan pelumasan batang rambut, hingga mengatasi berbagai gangguan pada kulit kepala (Erwiyani *et al.*, 2023). Seiring dengan meningkatnya minat masyarakat terhadap produk berbahan alami, sampo herbal yang menggunakan ekstrak tanaman semakin banyak dikembangkan karena dianggap lebih aman, ramah lingkungan, serta memiliki aktivitas biologis seperti antioksidan, antimikroba, dan antijamur (Savithri *et al.*, 2021)

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri sereh (*Cymbopogon citratus*) memiliki aktivitas antimikroba dan antijamur yang berpotensi digunakan dalam formulasi sampo sebagai bahan aktif untuk membantu mengatasi masalah ketombe pada kulit kepala (Benhamouda *et al.*, 2024). Selain itu, ekstrak kopi juga diketahui mengandung kafein dan senyawa fenolik yang dapat merangsang aktivitas sel folikel rambut sehingga berpotensi meningkatkan pertumbuhan rambut dan mengurangi kerontokan (Muangsanguan *et al.*, 2023). Kombinasi bahan alami tersebut dalam formulasi sampo herbal dilaporkan mampu memberikan karakteristik fisik sediaan yang

baik serta potensi aktivitas biologis yang bermanfaat bagi kesehatan rambut dan kulit kepala.

### 2.3.Uraian Tanaman Kopi Robusta

#### 2.3.1. Klasifikasi Tanaman Robusta



Gambar 2.1: Biji Kopi Robusta

(Dokumentasi pribadi)

Kopi robusta dikenal dengan kopi yang tahan (*robust*) terhadap berbagai penyakit dan lingkungan yang berubah-ubah, memiliki sifat lebih unggul dan sangat cepat berkembang, oleh karena itu kopi jenis robusta banyak di budidayakan di Indonesia. Berikut adalah klasifikasi kopi robusta:

Kingdom: *Plantae*

Sub-Kingdom: *Angiospermae*

Kelas: *Dicotyldoneae*

Sub-Kelas: *Sympetalae*

Ordo: Rubiales Familli: *Rubiaceae*

Genus: *Coffea*

Sub-Genus: *Eucoffea*

Spesies: *Coffea canephora*

#### 2.3.2. Morfologi Tanaman Kopi

Morfologi khas tanaman kopi robusta adalah pohon yang relatif pendek dengan tinggi sekitar 2 hingga 4 meter, daun yang besar dan melebar dengan pangkal berbentuk tumpul, serta permukaan daun yang cenderung lebih mengkilap dibandingkan daun kopi arabika. Batangnya kokoh dan bercabang banyak membentuk tajuk lebar. Buah kopi robusta memiliki ukuran yang lebih kecil dan berbentuk bulat dengan warna hijau ketika

muda dan merah kehitaman saat matang. Biji kopi robusta berbentuk oval dengan lengkungan yang lebih tebal daripada kopi arabika sehingga memberikan cita rasa yang cenderung lebih pahit namun kuat dan pekat (Riasti *et al.*, 2024)

### **2.3.3. Penggunaan Tanaman Kopi Robusta**

Kopi robusta (*Coffea canephora*) selama ini dikenal sebagai salah satu varietas utama tanaman kopi yang banyak dibudidayakan dan dipakai sebagai bahan baku kopi bubuk dan minuman. Namun, selain fungsinya sebagai minuman, tanaman kopi robusta memiliki potensi sebagai sumber senyawa bioaktif yang dapat diaplikasikan dalam bidang farmasi dan kosmetika. Ampas kopi robusta, yang merupakan limbah hasil penyeduhan kopi, mengandung kafein dan antioksidan tinggi seperti polifenol dan flavonoid, yang telah terbukti berperan dalam stimulasi pertumbuhan rambut dan peningkatan kesehatan kulit kepala. Senyawa kafein tersebut dapat meningkatkan sirkulasi darah ke kulit kepala serta menghambat hormon dihidrotestosteron (DHT), penyebab utama kerontokan rambut, sehingga ampas kopi menjadi bahan alami yang menarik untuk produk perawatan rambut (Arico *et al.*, 2018)

### **2.3.4. Mekanisme Kopi Robusta Menghambat Dihidrotestosteron (DHT)**

Kafein diketahui memiliki potensi dalam mendukung pertumbuhan rambut dengan menghambat efek androgen seperti dihidrotestosteron (DHT) pada folikel rambut. DHT terbentuk dari konversi testosteron oleh enzim *5- $\alpha$ -reduktase* dan dapat berikatan dengan reseptor androgen pada folikel rambut sehingga menyebabkan miniaturisasi folikel, pemendekan fase anagen, serta mempercepat kerontokan rambut. Kafein bekerja dengan meningkatkan kadar *cyclic adenosine monophosphate* (cAMP) di dalam sel melalui penghambatan enzim fosfodiesterase, sehingga merangsang aktivitas metabolik dan proliferasi sel pada dermal papilla folikel rambut. Peningkatan aktivitas sel ini dapat membantu mengurangi efek supresif DHT terhadap pertumbuhan rambut serta mempertahankan fase anagen.

Selain itu, kafein juga dilaporkan dapat meningkatkan ekspresi faktor pertumbuhan seperti *insulin-like growth factor-1* (IGF-1) dan menurunkan ekspresi *transforming growth factor-β2* (TGF-β2) yang berperan dalam induksi fase catagen, sehingga mendukung pertumbuhan rambut dan menghambat proses kerontokan yang dipicu oleh androgen (Ly *et al.*, 2025; Spiewak & Szendzielorz, 2025)

## 2.4.Uraian Tanaman Sereh

### 2.4.1. Klasifikasi Tanaman Sereh



Gambar 2.2: Tanaman Sereh  
(Dokumentasi pribadi)

Tanaman sereh dapur mempunyai sistem klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom: *Plantae*

Divisi: *Magnoliophyta*

Kelas: *Liliopsida*

Ordo: *Poales*

Famili: *Poaceae*

Genus: *Cymbopogon*

Spesies: *Cymbopogon citratus* (Rahayu *et al.*, 2025)

### 2.4.2. Morfologi Tnaman Sereh

Tanaman sereh merupakan tumbuhan perennial berbentuk rumput-rumputan dengan akar serabut yang pendek dan kuat. Batangnya berupa batang semu yang bergerombol, berumbi, lunak, berongga, memiliki warna putih kekuningan atau kadang kemerahan, serta bersifat kaku dan mudah patah. Daunnya panjang, berbentuk pita yang meruncing di ujung, berwarna hijau, bergerigi kasar di tepi, dan tidak bertangkai. Daun ini mengandung

minyak atsiri yang memberikan aroma lemon khas saat diremas. Tanaman sereh dapat tumbuh hingga ketinggian 1 – 1,5 meter dan biasa ditemukan tumbuh pada daerah beriklim tropis dengan curah hujan cukup dan pencahayaan matahari yang baik (Lilis Purba *et al.*, 2025).

#### **2.4.3. Penggunaan Tanaman Sereh**

Serai dapur (*Cymbopogon citratus*) telah lama dikenal sebagai tanaman bumbu sekaligus rempah yang memiliki nilai terapeutik dan kosmetik. Minyak atsiri yang terkandung di dalamnya banyak dimanfaatkan untuk pengobatan tradisional dan produk perawatan tubuh seperti sampo dan minyak rambut karena efektivitasnya dalam mengatasi masalah kulit kepala seperti ketombe, gatal, dan iritasi (Arianto, 2018) Minyak sereh juga digunakan karena memiliki sifat antibakteri dan antijamur yang kuat, sehingga membantu menjaga kebersihan kulit kepala dan meningkatkan kesehatan folikel rambut (Karaman *et al.*, 2023)

#### **2.4.4. Mekanisme Sereh dalam Penetrasi Folikel Rambut**

Minyak atsiri sereh (*Cymbopogon citratus*) mengandung senyawa utama sitral yang diketahui memiliki efek farmakologis sebagai agen vasorelaksasi. Mekanisme ini bekerja melalui pelebaran pembuluh darah (vasodilatasi) pada jaringan kulit kepala sehingga dapat meningkatkan mikrosirkulasi dan aliran darah menuju folikel rambut. Peningkatan aliran darah tersebut membantu mengoptimalkan suplai oksigen dan nutrisi yang diperlukan untuk metabolisme sel dermal papilla pada folikel rambut. Selain itu, komponen terpenoid dalam minyak atsiri sereh juga dapat bertindak sebagai *penetration enhancer* dengan meningkatkan permeabilitas kulit melalui interaksi dengan lipid pada lapisan stratum korneum (Tang *et al.*, 2023; Yu *et al.*, 2024) Mekanisme ini memudahkan distribusi dan penyerapan senyawa aktif lain, seperti kafein dari ampas kopi, agar dapat menembus lebih dalam melalui jalur transfolikular menuju folikel rambut sehingga berpotensi menstimulasi fase anagen pada siklus pertumbuhan rambut.

## 2.5. Metabolit Sekunder

Kopi robusta dan sereh merupakan dua tanaman yang sangat kaya akan metabolit sekunder, yaitu senyawa yang walaupun tidak berperan langsung dalam proses metabolisme dasar tanaman, memiliki fungsi penting dalam mempertahankan dan melindungi tanaman dari berbagai ancaman lingkungan dan mikroorganisme. Selain itu, metabolit sekunder ini juga memberikan manfaat farmakologis dan kosmetik ketika diaplikasikan dalam produk perawatan rambut.

Kafein merupakan alkaloid utama yang terkandung dalam kopi robusta dan diketahui memiliki aktivitas dalam merangsang pertumbuhan rambut. Setelah diaplikasikan secara topikal, kafein dapat menembus kulit kepala melalui jalur folikel rambut sehingga mencapai papila dermal sebagai target kerjanya. Di dalam folikel rambut, kafein bekerja dengan menghambat enzim *phosphodiesterase* (PDE) sehingga meningkatkan kadar *cyclic adenosine monophosphate* (cAMP) intraseluler. Peningkatan kadar cAMP merangsang proliferasi dan aktivitas metabolik sel folikel rambut. Selain itu, kafein meningkatkan ekspresi insulin-like growth factor-1 (IGF-1) dan menurunkan ekspresi transforming growth factor- $\beta$ 2 (TGF- $\beta$ 2), sehingga membantu mempertahankan fase anagen dan mendukung pertumbuhan rambut. Di samping itu, aktivitas antioksidan kafein berperan dalam melindungi sel folikel rambut dari stres oksidatif yang dapat mengganggu siklus pertumbuhan rambut (Spiewak & Szendzielorz, 2025)

Minyak atsiri sereh (*Cymbopogon citratus*) mengandung monoterpena, terutama sitral yang terdiri atas geranial dan neral. Monoterpena diketahui dapat bertindak sebagai penetration enhancer dengan meningkatkan permeabilitas stratum korneum melalui perubahan sementara pada susunan lipid kulit, sehingga mempermudah penetrasi senyawa aktif yang diaplikasikan secara topikal. Selain itu, minyak atsiri sereh memiliki aktivitas antimikroba dan antiinflamasi yang membantu menjaga kesehatan kulit kepala (Carreño *et al.*, 2023)

Dalam formulasi sampo, kafein dari ekstrak ampas kopi robusta berperan sebagai senyawa aktif yang bekerja pada folikel rambut melalui penghambatan *phosphodiesterase* (PDE), peningkatan kadar cAMP, peningkatan ekspresi IGF-1, dan penurunan ekspresi TGF- $\beta$ 2 sehingga membantu mempertahankan fase anagen dan mendukung pertumbuhan rambut. Di sisi lain, minyak atsiri sereh yang mengandung sitral berfungsi sebagai *penetration enhancer* dengan meningkatkan permeabilitas stratum korneum, sehingga mempermudah penetrasi senyawa aktif yang diaplikasikan secara topikal. Selain itu, aktivitas antimikroba dan antiinflamasi minyak atsiri sereh membantu menjaga kesehatan kulit kepala sebagai lingkungan yang mendukung pertumbuhan rambut

## 2.6. Kelinci *New Zealand* (*Oryctolagus cuniculus*)



Gambar 2.3: Kelinci *New Zealand White*  
(Dokumentasi pribadi)

Kelinci *New Zealand White* (*Oryctolagus cuniculus*) merupakan salah satu hewan uji yang digunakan dalam penelitian biomedis, farmakologi, dan dermatologi. Kelinci ini memiliki keunggulan berupa ukuran tubuh yang relatif seragam, sifat yang jinak, serta struktur kulit yang sensitif terhadap aplikasi sediaan topikal sehingga memudahkan pengamatan respon biologis secara *in vivo*. Selain itu, luas permukaan kulit yang cukup besar memungkinkan dilakukan pengujian pada beberapa area dalam satu individu. Kelinci *New Zealand White* jantan berumur sekitar 4 - 5 bulan dengan bobot rata-rata 1,5 – 2,5 kg dipilih dalam penelitian ini karena kondisi fisiologisnya relatif stabil dan dapat meminimalkan variasi biologis. Penggunaan hewan jantan juga bertujuan untuk menghindari pengaruh fluktuasi hormon reproduksi pada hewan betina

yang dapat memengaruhi siklus pertumbuhan rambut dan respon terhadap perlakuan (Lefors *et al.*, 2022; Zhou *et al.*, 2020)

Klasifikasi Kelinci menurut Kartadisastra (1997):

Kingdom: *Animalia*

Phylum: *Chordata*

Sub-phylum: *Vertebrata*

Kelas: *Mammalia*

Ordo: *Lagomorpha*

Famili: *Leporidae*

Genus: *Oryctolagus*

Spesies: *Oryctolagus cuniculus*

Penelitian ini menggunakan kelinci jantan sebagai hewan uji untuk mengevaluasi efektivitas pertumbuhan rambut secara *in vivo*. Kelinci merupakan salah satu model hewan yang sering digunakan dalam penelitian dermatologi dan biologi rambut karena memiliki siklus pertumbuhan rambut yang terdiri dari fase anagen (pertumbuhan), katagen (regresi/istirahat), dan telogen (pelepasan) sehingga memungkinkan pengamatan perubahan pertumbuhan rambut secara eksperimental. Struktur folikel rambut serta respons fisiologis kulit kelinci terhadap aplikasi bahan topikal juga relatif baik untuk digunakan dalam studi pertumbuhan rambut. Penggunaan kelinci jantan dalam penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan variasi biologis yang disebabkan oleh fluktuasi hormon reproduksi pada hewan betina yang dapat memengaruhi aktivitas folikel rambut dan siklus pertumbuhan rambut (Ding *et al.*, 2019; Zhou *et al.*, 2020)

Siklus pertumbuhan rambut pada kelinci terjadi dalam tiga fase utama, yaitu fase anagen sebagai fase pertumbuhan aktif rambut, fase katagen sebagai fase regresi atau transisi, dan fase telogen sebagai fase pelepasan rambut. Fase

katagen dilaporkan berlangsung sekitar 2–4 minggu, sedangkan fase telogen dapat berlangsung sekitar 3–5 bulan sebelum rambut lama dilepaskan dan digantikan oleh rambut baru yang memasuki fase anagen berikutnya. Berdasarkan siklus tersebut, pengukuran panjang rambut dalam penelitian pertumbuhan rambut umumnya dilakukan pada hari ke-7, 14, dan 21 setelah perlakuan. Hal ini dilakukan karena proses pelepasan rambut yang mati biasanya terjadi pada akhir fase telogen atau awal fase anagen, sehingga dalam rentang waktu pengamatan tersebut diharapkan belum terjadi proses pelepasan rambut dan perubahan panjang rambut yang diamati lebih merepresentasikan efek perlakuan terhadap pertumbuhan rambut (Harris, 2021)

## 2.7. Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan komponen aktif atau senyawa yang diinginkan dari bahan alam (*simplisia*) menggunakan pelarut tertentu. Tujuan utama ekstraksi adalah memperoleh zat aktif dalam bentuk larutan pelarut dan memisahkannya dari bahan padat atau bahan lain yang tidak diinginkan sehingga dapat dimanfaatkan lebih lanjut dalam formulasi produk seperti obat, kosmetika, dan pangan (Asworo *et al.*, 2023).

Metode ekstraksi sangat beragam, mulai dari metode statis seperti maserasi, hingga metode dinamis seperti Soxhlet, ekstraksi ultrasonik, dan microwave-assisted extraction. Pemilihan metode ekstraksi bergantung pada karakteristik bahan, jenis senyawa yang diinginkan, serta efisiensi dan kestabilan zat aktif yang diperoleh. Selain itu, faktor seperti jenis pelarut, suhu, waktu ekstraksi, ukuran partikel bahan, dan teknik yang digunakan juga sangat mempengaruhi hasil ekstraksi (Asworo *et al.*, 2023). Ekstraksi secara umum dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori utama berdasarkan penggunaan suhu, yaitu ekstraksi dingin dan ekstraksi panas.

### 1. Ekstraksi Dingin

Ekstraksi dingin adalah proses pengambilan senyawa aktif dari bahan alami tanpa menggunakan pemanasan. Biasanya, bahan yang sudah dihancurkan direndam dalam pelarut pada suhu kamar selama

beberapa jam hingga berhari-hari. Metode ini sangat cocok untuk bahan yang mengandung senyawa yang tidak tahan panas agar tidak rusak saat proses ekstraksi. Maserasi dan perkolasi merupakan salah satu metode ekstraksi dingin. Walaupun prosesnya relatif lama, ekstraksi dingin mampu menghasilkan ekstrak dengan kandungan zat aktif yang tetap utuh dan tidak terdegradasi (Sukmawati & Yuliawati, 2024).

## 2. Ekstraksi Panas

Ekstraksi panas melibatkan penggunaan suhu tinggi untuk mempercepat pelarutan senyawa-senyawa aktif. Proses ekstraksi menjadi lebih cepat dan hasil ekstrak biasanya lebih banyak jika diaplikasikan dengan metode panas. Namun, penggunaan suhu tinggi harus diperhatikan agar tidak merusak komponen yang sensitif. Beberapa metode ekstraksi panas yang umum digunakan antara lain Soxhlet, refluks, dan destilasi. Metode ini sering diterapkan pada bahan yang mengandung minyak atsiri atau senyawa lain yang tahan panas (Irawan, 2016)

### 2.7.1. Maserasi

Maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi bahan alam yang dilakukan dengan cara merendam simplisia dalam pelarut pada suhu kamar selama waktu tertentu sehingga senyawa aktif dapat berdifusi dari jaringan bahan ke dalam pelarut. Metode ini termasuk ekstraksi tanpa pemanasan sehingga dapat meminimalkan kerusakan senyawa yang bersifat termolabil. Selain itu, metode maserasi banyak digunakan karena prosesnya sederhana dan tidak memerlukan peralatan khusus (Arrofiqi *et al.*, 2024)

Pada penelitian ini, metode maserasi digunakan untuk mengekstraksi bahan kopi robusta dengan tujuan memperoleh senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya, seperti kafein dan senyawa fenolik yang berperan sebagai antioksidan. Senyawa

fenolik dan flavonoid merupakan metabolit sekunder yang banyak ditemukan pada bahan alam dan diketahui memiliki aktivitas antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan (Amalia *et al.*, 2025)

Proses maserasi pada penelitian ini menggunakan pelarut etanol 96%. Etanol merupakan salah satu pelarut yang banyak digunakan dalam ekstraksi bahan alam karena mampu melarutkan berbagai senyawa metabolit sekunder, seperti alkaloid, flavonoid, dan senyawa fenolik. Selain memiliki toksisitas yang relatif rendah, etanol tergolong sebagai pelarut polar protik yang mampu melarutkan senyawa polar serta beberapa senyawa semipolar, sehingga sering digunakan dalam proses ekstraksi bahan alam. Ampas kopi diketahui masih mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti kafein, asam klorogenat, dan senyawa fenolik. Kafein sebagai salah satu senyawa utama pada kopi merupakan golongan alkaloid yang memiliki gugus karbonil dan atom nitrogen sehingga bersifat cukup polar. Penggunaan etanol 96% pada proses maserasi diharapkan mampu mengekstraksi kafein dan senyawa fenolik dari ampas kopi robusta secara optimal. (Bouhzam *et al.*, 2023)

#### **2.7.2. Distilasi Uap**

Distilasi uap merupakan metode pemisahan senyawa volatil dari bahan tanaman dengan cara mengalirkan uap air melalui bahan sehingga komponen minyak atsiri ikut terbawa bersama uap air. Metode ini memungkinkan senyawa yang memiliki titik didih tinggi tetap dapat diuapkan pada suhu yang lebih rendah karena adanya campuran uap air dan senyawa volatil. Uap yang membawa komponen minyak atsiri kemudian dialirkan ke kondensor untuk didinginkan sehingga mengembun menjadi campuran air dan minyak yang selanjutnya dapat dipisahkan (Alberto *et al.*, 2021)

Metode ini banyak digunakan untuk mengekstrak minyak atsiri dari tanaman seperti sereh, jeruk, dan *eucalyptus*. Minyak atsiri yang memiliki titik didih tinggi dapat dipisahkan secara efisien melalui distilasi uap tanpa pemanasan langsung yang dapat merusak kualitas minyak. Menurut penelitian tentang ekstraksi minyak atsiri sereh, distilasi uap dilakukan dengan memanfaatkan uap air bersuhu mendekati titik didih air sehingga komponen volatil seperti sitral dapat terangkat bersama uap air dan kemudian dikondensasikan menjadi minyak atsiri (Wahyu *et al.*, 2020)

Pada penelitian ini, metode distilasi uap digunakan untuk mengekstraksi minyak atsiri dari tanaman sereh (*Cymbopogon citratus*) dengan tujuan memperoleh komponen utama minyak atsiri seperti sitral, geranial, dan neral yang memiliki aroma khas serta banyak dimanfaatkan dalam industri kosmetika dan farmasi. Proses distilasi uap umumnya berlangsung pada suhu sekitar 95–100 °C, yaitu mendekati titik didih air, sehingga senyawa volatil dapat menguap tanpa mengalami degradasi akibat pemanasan berlebih. Penggunaan suhu sekitar 100 °C dinilai optimal karena mampu menghasilkan minyak atsiri dengan kualitas baik tanpa merusak komponen aktifnya (Sugiyanto *et al.*, 2022)

## **2.8. Formulasi**

Sampo merupakan produk perawatan rambut yang berfungsi untuk membersihkan rambut dan kulit kepala dari minyak, debu, dan kotoran lain secara efektif dan aman. Formulasi sampo melibatkan kombinasi bahan-bahan aktif dan bahan pembantu untuk menghasilkan sifat fisik dan kimia yang optimal serta kenyamanan saat digunakan.

### **1. Ampas Kopi Robusta**

Ekstrak ampas kopi robusta (*Coffea canephora*) telah banyak digunakan dalam formulasi produk perawatan rambut karena kandungan senyawa bioaktifnya seperti kafein, polifenol, dan antioksidan. Senyawa ini

berpotensi merangsang pertumbuhan rambut dan melindungi kulit kepala dari kerusakan oksidatif. Kombinasi ekstrak ampas kopi dengan bahan lain seperti lanolin atau minyak atsiri sereh dapat meningkatkan efektivitas sampo, baik dari sisi perawatan maupun sifat organoleptik seperti aroma dan kestabilan formula (Imaddudin *et al.*, 2022).

## 2. Minyak Atsiri Sereh

Minyak atsiri sereh (*Cymbopogon citratus*) mengandung senyawa minyak atsiri yang memberikan aroma segar alami dan aktivitas antimikroba serta antijamur. Khasiat ini sangat bermanfaat dalam mengatasi masalah ketombe dan menjaga kebersihan kulit kepala. Penelitian formulasi sampo dengan ekstrak kopi robusta dan minyak atsiri sereh menunjukkan bahwa konsentrasi optimal bahan aktif diperlukan untuk menjaga kestabilan sampo serta meningkatkan daya busa, viskositas, dan kenyamanan penggunaan tanpa mengorbankan aktivitas farmakologis. Penelitian formulasi shampoo dengan minyak atsiri sereh (*Cymbopogon citratus*) menunjukkan bahwa konsentrasi minyak sereh berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan aktivitas antijamur *Candida albicans* (Ameliana *et al.*, 2019).

Ketika ekstrak ampas kopi robusta dan minyak atsiri sereh diformulasikan bersama dalam produk perawatan rambut seperti sampo, kedua bahan ini berpotensi memberikan efek sinergis. Kafein dan antioksidan dari kopi robusta bekerja secara langsung untuk merangsang pertumbuhan folikel rambut serta melindungi rambut dari kerusakan oksidatif, sementara minyak atsiri sereh menjaga kebersihan dan kesehatan kulit kepala dengan menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen dan menenangkan peradangan. Kombinasi ini sangat menjanjikan karena tidak hanya meningkatkan pertumbuhan rambut secara fisiologis tetapi juga menjaga lingkungan kulit kepala tetap sehat dan seimbang, faktor yang sangat penting dalam pencegahan kerontokan rambut dan perbaikan tekstur rambut.

### 3. *Sodium Lauryl Sulfate (SLS)*

*Sodium lauryl sulfate* merupakan surfaktan anionik yang banyak digunakan dalam formulasi sampo dan produk pembersih karena kemampuannya menurunkan tegangan permukaan air sehingga kotoran, minyak, dan sebum pada rambut serta kulit kepala dapat terangkat dan mudah dibilas. *Sodium lauryl sulfate* merupakan surfaktan anionik yang banyak digunakan dalam produk pembersih seperti sabun dan sampo. Dalam formulasi sabun cair yang menggunakan SLS sebagai surfaktan utama, nilai pH produk yang dihasilkan berada pada kisaran pH 7, menunjukkan sifat yang relatif netral hingga sedikit basa (Sianiar *et al.*, 2021). SLS juga berperan sebagai pembentuk busa yang memberikan kesan bersih selama pemakaian. SLS dalam produk sampo yang bersifat *rinse-off*, dinilai aman karena kontaknya dengan kulit relatif singkat. Namun, pada konsentrasi tinggi SLS dapat menyebabkan iritasi, sehingga umumnya dikombinasikan dengan surfaktan yang lebih lembut. Berdasarkan penilaian *Cosmetic Ingredient Review (CIR)*, SLS aman digunakan dalam produk bilas seperti sampo, dengan kisaran penggunaan yang umum dijumpai dalam formulasi sampo berkisar antara sekitar 2–25%, tergantung kombinasi surfaktan dan tujuan formulasi (CIR, 2019; *Canada Health*, 2020).

### 4. *Cocamidopropyl Betaine (CAPB)*

Cocamidopropyl betaine merupakan surfaktan amfoterik yang berasal dari asam lemak kelapa dan banyak digunakan dalam formulasi sampo sebagai ko-surfaktan. Bahan ini berfungsi untuk meningkatkan dan menstabilkan busa, sekaligus mengurangi potensi iritasi yang ditimbulkan oleh surfaktan anionik seperti SLS. CAPB bekerja dengan menyeimbangkan muatan surfaktan dalam sistem sehingga memberikan efek pembersihan yang lebih lembut pada kulit kepala dan rambut. Selain itu, CAPB juga dapat meningkatkan viskositas sediaan dan memberikan sensasi rambut yang lebih halus setelah keramas. Dalam formulasi sampo yang dibilas, cocamidopropyl betaine umumnya digunakan pada kisaran konsentrasi hingga sekitar 30%,

dan dinilai aman selama digunakan sesuai batas yang dianjurkan (Burnett *et al.*, 2017; CIR, 2020).

## 5. Carbopol

Carbopol yang dikenal dengan karbomer merupakan salah satu jenis *gelling agent* yang banyak dimanfaatkan dalam formulasi kosmetik dan farmasi. Menurut Thomas *et al.*, Carbopol 940 umum digunakan karena kompatibilitas dan stabilitasnya yang tinggi serta aman saat diaplikasikan pada kulit (*gelling agent* yang sangat umum digunakan dalam produksi kosmetik) sehingga cocok untuk produk topikal seperti gel atau sampo.

Carbopol 940 termasuk polimer akrilik sintetik yang saat didispersikan dalam fase air akan membentuk gel yang jernih dengan viskositas yang tinggi, sehingga dapat memperbaiki konsistensi, homogenitas, dan rasa penggunaannya pada formulasi kosmetik. Gel yang dihasilkan oleh Carbopol 940 juga memiliki daya sebar yang baik dan mudah dibersihkan, sehingga banyak digunakan dalam berbagai sediaan kosmetik berbasis gel.

## 6. Trietanolamin

Trietanolamin atau biasa disingkat TEA merupakan salah satu bahan tambahan yang cukup sering digunakan dalam sediaan farmasi maupun kosmetik. Secara kimia, TEA termasuk senyawa basa lemah yang mudah larut dalam air. TEA banyak dimanfaatkan sebagai pengatur pH dalam berbagai sediaan topikal karena sifat TEA yang basa. Menurut Rowe dkk. (2009), trietanolamin digunakan dalam formulasi topikal sebagai agen penetral dan pengatur pH, serta dapat membantu meningkatkan kestabilan sistem. Sediaan yang berbasis air seperti sampo, keberadaan TEA penting untuk menyesuaikan pH agar sesuai dengan pH kulit kepala, sehingga produk lebih aman dan nyaman digunakan. Selain berfungsi sebagai pengatur pH, TEA juga sering digunakan untuk menetralkan bahan yang bersifat asam dalam formulasi sehingga dapat membentuk konsistensi yang lebih kental dan stabil. Penelitian yang dilakukan oleh Islam dkk. (2004) menunjukkan bahwa penggunaan agen penetral seperti trietanolamin dapat memengaruhi viskositas dan karakteristik reologi sediaan gel. Hal ini menunjukkan bahwa

TEA tidak hanya berperan dalam pengaturan pH, tetapi juga berkontribusi terhadap kestabilan dan tekstur akhir produk. TEA membantu menjaga kestabilan campuran bahan, mempertahankan homogenitas, serta memastikan sediaan memiliki konsistensi yang sesuai selama penyimpanan

### **7. *Phenoxyethanol***

Phenoxyethanol merupakan bahan pengawet yang banyak digunakan dalam produk kosmetik dan perawatan rambut untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur selama penyimpanan maupun penggunaan. Penggunaan pengawet sangat penting dalam sediaan sampo yang berbasis air karena rentan terhadap kontaminasi mikroba. Phenoxyethanol bekerja dengan mengganggu sistem metabolisme mikroorganisme sehingga menghambat pertumbuhannya. Berdasarkan berbagai evaluasi keamanan, Phenoxyethanol dinilai aman digunakan dalam produk kosmetik, termasuk sampo, dengan batas konsentrasi maksimum yang dianjurkan sebesar 1%. Oleh karena itu, dalam formulasi sampo Phenoxyethanol umumnya digunakan pada konsentrasi  $\leq 1\%$  untuk menjamin keamanan dan stabilitas produk (Draelos, 2018; CIR, 2019).

### **8. Asam Sitrat**

Asam sitrat merupakan asam organik lemah yang banyak digunakan dalam formulasi kosmetik sebagai agen pengatur pH. Dalam sediaan sampo, asam sitrat berfungsi menyesuaikan pH produk agar berada pada kisaran yang sesuai dengan pH fisiologis kulit kepala, yaitu sekitar 4,5–5,5. Selain itu, asam sitrat juga dapat berfungsi sebagai chelating agent yang mampu mengikat ion logam sehingga dapat meningkatkan stabilitas formulasi kosmetik. Asam sitrat sering digunakan dalam konsentrasi kecil sebagai penyesuaian pH dalam berbagai produk perawatan rambut dan kulit (Anjali *et al.*, 2025)

### **9. *Aquadest* (Air Destilasi)**

Aquadest merupakan pelarut utama yang digunakan dalam formulasi sampo untuk melarutkan bahan dan menghasilkan sediaan cair. Penggunaan

air terdistilasi memastikan tidak ada kontaminasi mikroba dan zat pengotor yang dapat memengaruhi kualitas produk.

## **2.9. Evaluasi Fisik Sediaan**

### **2.9.1 Uji Organoleptik**

Uji organoleptik merupakan pengujian awal untuk mengevaluasi karakteristik fisik suatu sediaan menggunakan indera penglihatan dan penciuman. Parameter yang diamati meliputi bentuk, warna, bau serta konsistensi sediaan guna mengetahui apakah formula yang dihasilkan memiliki penampilan yang baik dan tetap stabil selama penyimpanan. Pada sediaan sampo, perubahan organoleptik dapat mengindikasikan terjadinya ketidakstabilan formulasi (Amanah *et al.*, 2026)

### **2.9.2 Uji Homogenitas**

Uji homogenitas sampo dilakukan untuk memastikan seluruh bahan, terutama surfaktan dan zat aktif, tercampur merata. Sampo yang homogen menjamin setiap pemakaian memberikan manfaat yang konsisten dan tidak menimbulkan iritasi akibat penumpukan bahan aktif di satu titik (Atina *et al.*, 2024)

### **2.9.3 Uji pH**

Uji pH merupakan pengujian yang dilakukan untuk menentukan derajat keasaman atau kebasaan suatu sediaan menggunakan pH meter. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa nilai pH sampo berada dalam kisaran yang aman sehingga tidak menimbulkan iritasi pada kulit kepala. Selanjutnya dilakukan penyesuaian pH sediaan hingga mencapai target sekitar pH 6 menggunakan trietanolamin (TEA), kemudian pH dikonfirmasi kembali menggunakan pH meter. Berdasarkan SNI 06-2692-1992, sediaan sampo yang baik memiliki pH berkisar antara 5,0–9,0. Nilai pH yang terlalu rendah (asam) berpotensi menyebabkan iritasi, sedangkan pH yang terlalu tinggi (basa) dapat menyebabkan kulit kepala menjadi kering dan meningkatkan risiko kerusakan rambut (Atina *et al.*, 2024)

### **2.9.4 Uji Viskositas**

Uji viskositas bertujuan untuk menentukan tingkat kekentalan sediaan sampo sebagai salah satu parameter evaluasi mutu fisik. Viskositas yang sesuai akan memengaruhi karakteristik sediaan, seperti kemudahan pengeluaran sampo dari kemasan, kenyamanan saat diaplikasikan pada rambut, serta kestabilan formulasi selama penyimpanan (Rosa *et al.*, 2018). Persyaratan viskositas sampo menurut SNI 8860:2020, yaitu 400–4.000 cPs

#### **2.9.5 Uji Tinggi Busa**

Uji tinggi busa merupakan salah satu pengujian evaluasi fisik yang dilakukan untuk menilai kemampuan setiap formulasi sampo dalam menghasilkan busa. Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan kemampuan pembentukan busa dari masing-masing formulasi yang dihasilkan (Atina *et al.*, 2024). Berdasarkan pustaka baku kosmetika dari buku Wilkinson and Moore (*Harry's Cosmetics*) (1982), rentang parameter standar untuk uji tinggi busa sampo yang ideal adalah 1,3 cm hingga 22 cm.

#### **2.9.6 Uji Stabilitas Busa**

Uji tinggi busa dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sampo dalam menghasilkan busa atau buih selama proses penggunaan. Pengujian ini merupakan salah satu parameter pengendalian mutu fisik sediaan sampo untuk memastikan bahwa formulasi yang dihasilkan memiliki kemampuan pembentukan busa yang sesuai. Tinggi busa tidak memiliki batas minimum maupun maksimum tertentu karena besarnya busa yang dihasilkan tidak secara langsung menunjukkan kemampuan sampo dalam membersihkan rambut dan kulit kepala. Pembentukan busa lebih berkaitan dengan aspek psikologis dan estetika yang memengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk. Selain itu, keberadaan busa pada sampo juga berperan dalam membantu sampo tetap berada pada rambut selama proses pencucian, mempermudah pembersihan rambut, serta mengurangi gesekan antarahelai rambut sehingga dapat mencegah rambut menjadi kusut (Nurfadilah *et al.*, 2023) Sampo dikatakan memiliki stabilitas busa yang baik jika penurunan

tinggi busa tidak lebih dari 20% dalam waktu 5 menit (Carissa Putri Aurellia Darmawan, 2025)

## 2.10. Uji Iritasi

Uji iritasi kulit merupakan metode pengujian yang digunakan untuk menilai potensi suatu bahan atau sediaan topikal dalam menimbulkan reaksi iritasi pada kulit setelah aplikasi. Uji ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat keamanan suatu produk, terutama produk kosmetik atau farmasi yang digunakan langsung pada kulit, sehingga dapat diketahui apakah produk tersebut menyebabkan reaksi inflamasi seperti kemerahan (eritema) atau pembengkakan (edema). Pengujian iritasi diperlukan karena bahan aktif maupun bahan tambahan dalam suatu formulasi dapat memicu reaksi pada kulit yang sensitif, sehingga evaluasi keamanan menjadi tahap penting sebelum produk digunakan secara luas. Penilaian reaksi iritasi kulit umumnya dilakukan menggunakan skala Draize, yaitu sistem penilaian berdasarkan tingkat eritema dan edema dengan rentang skor 0–4, di mana skor 0 menunjukkan tidak ada iritasi dan skor 4 menunjukkan iritasi berat (Draize scale).

## 2.11. Uji *In Vivo*

Uji *in vivo* adalah pengujian yang dilakukan langsung pada organisme hidup untuk mengevaluasi efek farmakologis, toksikologis, atau farmakokinetik suatu zat atau produk. Uji ini bertujuan untuk menilai keamanan dan efektivitas bahan uji dalam kondisi biologis nyata sehingga memberikan gambaran komprehensif mengenai interaksi bahan dengan sistem biologis secara keseluruhan (Wijayanti *et al.*, 2024).

Metode uji *in vivo* sering menggunakan hewan laboratorium seperti tikus, kelinci, atau mencit sebagai model. Parameter yang diamati dapat meliputi reaksi fisiologis, perubahan morfologi, pengukuran biomarker spesifik, dan pengamatan terhadap pertumbuhan atau penyembuhan. Uji ini penting dalam penelitian farmasi, kosmetik, dan bahan alami sebelum produk diuji klinis pada manusia (Dewi *et al.*, 2021).

Pada penelitian terkait pertumbuhan rambut, uji *in vivo* dengan model kelinci biasanya dilakukan di area punggung karena permukaannya luas dan mudah diamati. Protokol umum meliputi pencukuran area punggung kelinci yang kemudian diolesi atau diaplikasikan ekstrak uji secara topikal secara rutin selama beberapa minggu. Parameter yang diukur biasanya adalah panjang rambut yang tumbuh, ketebalan rambut, serta kesehatan kulit kepala (Arico *et al.*, 2018).

Kelinci dipilih karena kulitnya yang sensitif dan strukturnya mirip dengan manusia dalam hal folikel rambut. Studi menggunakan kelinci *New Zealand* jantan menunjukkan bahwa pemberian ekstrak alam seperti ampas kopi atau minyak sereh dapat merangsang fase anagen (fase pertumbuhan) folikel rambut, meningkatkan ketebalan dan panjang rambut dengan hasil yang dapat diamati secara visual dan diukur (Zhao *et al.*, 2016).

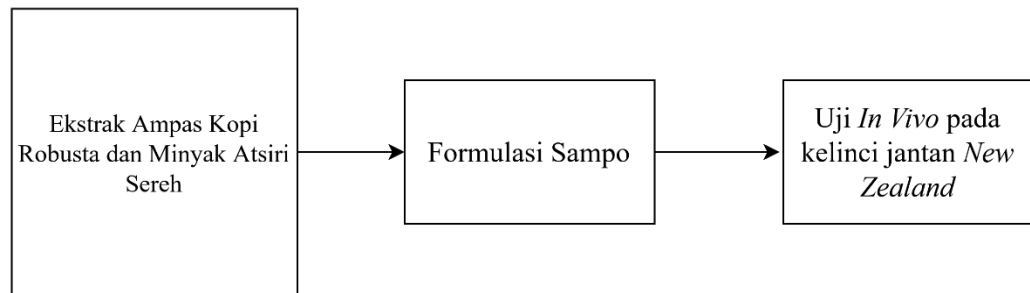
## 2.12. Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1: Penelitian Terdahulu

| No | Peneliti/Tahun              | Judul Penelitian                                                                               | Jenis Produk                                                                | Metode/Model Uji                                                                 | Hasil Utama                                                                                                                                                                        |
|----|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Prihadi & Maimulyanti, 2020 | <i>Chemical Compounds of Coffee Ground and Spent Coffee Ground for Pharmaceutical Products</i> | Kopi bubuk (coffee ground) dan ampas kopi pasca-seduh (spent coffee ground) | Spektroskopi FTIR (Gugus Fungsi) & High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) | Kadar kafein pada kopi sebelum diseduh sebesar 1,41% dan asam klorogenat 1,50%. Setelah diseduh, ampas kopi masih menyisakan kadar kafein sebesar 0,35% dan asam klorogenat 0,16%. |

|   |                                 |                                                                                                     |              |                                                     |                                                                                                                                                    |
|---|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Ameliana <i>et al.</i> , 2019   | <i>The Effect of Citronella Oil Concentration on the Quality of Shampoo and Antifungal Activity</i> | Sampo sereh  | Uji antifungal terhadap <i>Candida albicans</i>     | Shampoo sereh anti-dandruff dengan konsentrasi optimal menunjukkan aktivitas antijamur dan memenuhi parameter pH, viskositas, busa sesuai standar. |
| 3 | Muangsguan <i>et al.</i> , 2023 | <i>Hair Growth Promotion and Anti-Hair Loss Effects of Arabica Coffee Pulp Extracts</i>             | Ekstrak kopi | In vitro: sel dermal papilla folikel rambut manusia | Ekstrak kopi meningkatkan proliferasi sel folikel, mengaktifkan jalur Wnt/ $\beta$ -catenin dan SHH; berpotensi sebagai anti-hair loss agent.      |
| 4 | Musfa & Harahap, 2023           | Pemanfaatan Minyak Sereh sebagai Anti-Ketombe dalam Sampo                                           | Sampo sereh  | Uji antijamur <i>Candida albicans</i>               | Minyak sereh efektif menghambat pertumbuhan jamur penyebab ketombe                                                                                 |
| 5 | Sasaki <i>et al.</i> , 2024     | <i>Hair Growth-Promoting Effect of Coffee Bean Residue Extract</i>                                  | Ekstrak Kopi | <i>In vitro</i> sel folikel rambut                  | Mengaktifkan autofagi & jalur pertumbuhan rambut                                                                                                   |

### 2.13. Kerangka Konseptual



Gambar 4: Kerangka Teoritis