

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Bunga Kamboja (*Plumeria rubra* L.)

1. Sistematika Tanaman

Klasifikasi tanaman kamboja (*Plumeria rubra* L.) dalam sistematika tanaman adalah sebagai berikut:

| | |
|--------------|----------------------------|
| Kingdom | : Plantae |
| Sub kingdom | : Tracheobionta |
| Super Devisi | : Spermatophyta |
| Devisi | : Magnoliophyta |
| Kelas | : Magnoliopsida |
| Sub Kelas | : Astreidae |
| Ordo | : Gentianales |
| Famili | : Apocynaceae |
| Genus | : Plumeria |
| Spesies | : <i>Plumeria rubra</i> L. |

2. Nama Daerah

Bunga kamboja berasal dari suku *Apocynaceae*, nama bunga kamboja sesuai daerah tempat tumbuh. Indonesia umumnya menyebut kamboja, jawa semboja, di bali bernama bunga jebun, di Minangkabau disebut padam, di sunda dinamakan samboja (Wijayantara, 2023).

3. Morfologi

3.1 Batang. Batang kamboja yang berkayu keras berbentuk bulat dan cenderung bengkok, dengan percabangan yang lebat. Warna kulit batangnya berubah dari hijau muda saat masih segar menjadi abu-abu ketika sudah tua. Cabang dan batang kamboja yang semakin tua akan terlihat gundul karena daun-daunnya rontok, hanya menyisakan sedikit daun di ujung-ujung cabang. Saat berbunga, pohon ini tampak seperti pohon mati karena seluruh daunnya gugur. Getah yang menempel pada kulit batang kamboja mengandung senyawa-senyawa seperti karet, triterpenoid *amyrin*, *lupeol*, *kautsuk*, dan damar. Meskipun dapat menyebabkan gatal pada kulit, getah ini juga memiliki khasiat sebagai obat untuk penyakit kulit. Kamboja adalah tanaman yang tumbuh dengan cepat dan memiliki daya tahan yang baik terhadap serangan hama dan penyakit. Ketinggian tanaman ini cukup variatif, mulai dari 1,5 hingga 6 meter atau bahkan lebih, tergantung pada jenis varietasnya (Lim, 2014).

3.2 Daun. Daun kamboja Berbentuk lanset atau membulat, daun kamboja tumbuh bergerombol di ujung cabang. Teksturnya tebal dan berwarna hijau. Panjangnya bisa mencapai 35 cm, sementara lebarnya berkisar antara 6 hingga 12,5 cm. Kamboja akan menggugurkan daunnya saat menghadapi kondisi ekstrim seperti musim dingin yang sangat dingin atau saat berbunga lebat. Setelah melewati fase kritis ini, tanaman akan kembali bertunas dan menghijau (Lim, 2014).

3.3 Bunga kamboja. Bunga kamboja memiliki bentuk seperti terompet. Bagian dalam bunga berwarna kuning keemasan dan berbulu halus. Tangkai putiknya pendek dan melebar. Kombinasi warna dan tekstur ini, ditambah dengan aroma yang khas, membuat bunga kamboja sangat menarik. Jumlah mahkota bunga kamboja tidak selalu tetap. Biasanya ada lima, namun bisa juga empat atau enam helai. Unikny, setiap mahkota memiliki corong kecil yang sempit dengan bagian dalam yang berbulu halus (Pratiwi, 2021).



Gambar 1. Daun dan bunga Kamboja Merah (*Plumeria rubra L*) (dokumensi pribadi)

Aromanya harum namun tidak menyengat, memiliki brakteola, bertangkai, biseksual, aktinormorfik, *perigynous*, dan berukuran sekitar 5-7 cm. Corollanya saling bergabung (simpetal) membentuk tabung silindris, dengan berbagai warna yang menarik seperti merah muda, merah, kuning, maupun putih dengan bagian dasar berwarna kuning. Kaliks bersifat persisten dan tidak disertai dengan kelenjar di bagian dasarnya. Benang sari berjumlah lima dan terletak di dalam tabung mahkota, sedangkan stilusnya sangat pendek. Ovarium terdiri dari dua bagian yang masing-masing memiliki dua lobus, meskipun dalam beberapa kasus tampak menyatu menyerupai satu struktur.(Pratiwi, 2021).

3.4 Buah. Setelah proses penyerbukan, buah kamboja akan mulai terbentuk. Butuh waktu sekitar 8 bulan hingga buah tersebut matang.

Buah kamboja berbentuk seperti tabung panjang, kedua ujungnya meruncing, dan tidak memiliki daging buah. Ukurannya cukup besar jika dibandingkan dengan buah adenium, dengan panjang mencapai 15-20 cm dan diameter sekitar 2 cm. Buah kamboja saat masih muda umumnya memiliki warna hijau kemerahan atau merah kecoklatan. Warna ini akan semakin intens seiring bertambahnya usia buah (Lim, 2014).

3.5 Biji. Biji kamboja memiliki sayap tipis yang membantunya terbang terbawa angin. Bentuknya elips dengan salah satu ujung yang lebih lebar berfungsi sebagai sayap ini. Meski keduanya berasal dari tanaman yang mirip, ukuran biji kamboja jauh lebih besar, mencapai 4-5 cm panjangnya dengan lebar sekitar 1 cm. Biji kamboja berwarna cokelat muda, menyerupai daun kering (Lim, 2014).

3.6 Akar. Sistem perakaran tanaman ini berupa akar tunggang yang bercabang, dengan warna bervariasi dari coklat muda hingga coklat tua. Akar tersebut berfungsi dalam penyerapan air dan mineral dari dalam tanah, dengan kemampuan menembus kedalaman antara 1,5 hingga 2 meter atau lebih, tergantung pada kondisi pertumbuhan tanaman. (Lim, 2014).

4. Kandungan kimia dan manfaat

Bunga kamboja diketahui mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder, seperti flavonoid, alkaloid, terpenoid, polifenol, dan saponin. Kehadiran senyawa-senyawa tersebut berperan penting dalam memberikan aktivitas antibakteri yang cukup signifikan (Nuryanti, 2023). Flavonoid bekerja dengan merusak struktur protein esensial bagi bakteri, sehingga menghambat aktivitas metabolisme seluler dan pertumbuhan bakteri (Hemeg *et al.*, 2020). Alkaloid secara efektif melubangi dinding sel bakteri dengan cara menargetkan peptidoglikan, komponen utama pembentuk dinding sel tersebut (maharani *et al.*, 2017). Senyawa terpenoid dapat berinteraksi dengan porin, yaitu protein transmembran yang terdapat pada membran luar dinding sel bakteri. Interaksi ini membentuk ikatan polimer yang stabil sehingga merusak struktur porin dan menurunkan permeabilitas dinding sel. Akibatnya, bakteri mengalami kekurangan nutrisi yang dapat menghambat pertumbuhannya atau menyebabkan kematian sel (Wulansari *et al.*, 2020). Sementara itu, saponin bekerja dengan cara mengganggu struktur protein dan enzim di dalam sel bakteri, yang pada akhirnya menimbulkan kebocoran isi sel dan mengarah pada kematian sel tersebut. (Ardhany *et al.*, 2022).

Bunga kamboja merah juga memiliki kandungan metabolit sekunder berupa plumericin, Plumericin merupakan senyawa golongan iridoid lakton yang secara alami ditemukan dalam tanaman dari genus *Plumeria*, termasuk *Plumeria rubra*. Senyawa ini memiliki struktur kimia yang khas, yaitu kerangka iridoid dengan gugus lakton yang berperan penting dalam aktivitas biologisnya. Salah satu aktivitas yang menonjol adalah kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, yakni bakteri Gram-positif yang sering menjadi penyebab infeksi kulit, saluran pernapasan, dan luka. Studi in vitro menunjukkan bahwa plumericin memiliki nilai *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 berkisar antara 1,56 hingga 8 µg/mL, yang menandakan potensi antibakteri yang kuat. Aktivitas ini diduga berkaitan dengan kemampuannya berinteraksi dengan protein penting pada dinding sel bakteri, sehingga mengganggu proses vital mikroorganisme.

Bunga kamboja mengandung berbagai senyawa aktif yang berperan sebagai antibakteri dengan mekanisme berbeda. Diantaranya yaitu senyawa *geraniol*, *linalool*, *nerolidol*, *benzaldehyde*, *citral*, *methylbenzoate*, dan *methyl salicylate* yang memiliki aktivitas antibakteri (Shinde, 2014). *Geraniol*, *linalool*, dan *nerolidol* merupakan senyawa minyak atsiri yang mampu menembus dan merusak membran sel bakteri, sehingga menyebabkan kebocoran isi sel dan gangguan fungsi metabolik (Zhong, 2021). *Benzaldehyde* dan *citral* bekerja dengan mengikat protein dan enzim penting dalam bakteri, sehingga menghambat proses sintesis dinding sel dan metabolisme yang diperlukan untuk pertumbuhan. Senyawa *methylbenzoate* dan *methyl salicylate* memiliki sifat antiseptik yang merusak membran dan mengganggu jalur sinyal dalam sel bakteri, memperlambat aktivitas mikroba. Sedangkan *naphthalene* mengganggu metabolisme energi bakteri, sehingga menghambat kemampuan bakteri untuk bertahan hidup. Senyawa lain seperti *1-diethoxyethane* dan *benzylbenzoate* berperan dalam memberikan efek toksik langsung terhadap struktur internal bakteri (Zhang, 2022). Dengan mekanisme kerja yang beragam ini, senyawa-senyawa tersebut berinteraksi secara sinergis dalam menghambat pertumbuhan bakteri serta memicu kematian sel bakteri.

Bunga kamboja yang digunakan sebagai tanaman penghias rumah atau taman. Bunga kamboja secara tradisional dapat dimanfaatkan untuk mengobati banyak penyakit antara lain meredakan nyeri akibat

peradangan, bersifat antibakteri, digunakan sebagai obat untuk sakit gigi, mengatasi bisul, gangguan kulit, rematik, disentri, demam, serta membantu mengatasi masalah telapak kaki yang pecah-pecah. (Mardaningrat *et al.*, 2023). Getah bunga kamboja juga bisa digunakan untuk obat penyakit kulit (Wijayantara, 2023). Di India, berbagai bagian dari tanaman ini dimanfaatkan sebagai obat pencahar, pengobatan diare, serta untuk mengatasi rasa gatal. Sementara itu, di daerah Madura, bagian batang tanaman digunakan dalam pengobatan luka, dan getahnya dimanfaatkan sebagai pereda sakit gigi. (Nuryanti & Haryoto, 2023)

Penelitian yang dilakukan oleh Husni, (2014) Pengujian aktivitas antibakteri ekstrak bunga kamboja terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 menunjukkan bahwa konsentrasi 10%, 5%, 2,5%, dan 1,25% mampu menghambat pertumbuhan bakteri tersebut. Diameter zona hambat yang dihasilkan secara berurutan adalah 19,7 mm, 18,7 mm, 17 mm, dan 14,3 mm. Penelitian lain yang dilakukan oleh Mulyani (2022) juga melaporkan bahwa penggunaan ekstrak bunga kamboja pada konsentrasi 1% dalam sediaan sabun cair menghasilkan zona hambat sebesar 16,67 mm terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

B. Simplisia

Simplisia merupakan bahan alam yang telah melalui proses pengeringan dan digunakan sebagai bahan obat tanpa melalui tahapan pengolahan lebih lanjut. Kecuali dinyatakan sebaliknya, proses pengeringan dilakukan pada suhu yang tidak melebihi 60°C. (BPOM RI, 2019). Departemen kesehatan RI membuat batasan tentang simplisia sebagai berikut. Simplisia adalah bahan alami yang digunakan untuk obat dan belum mengalami perubahan proses apapun, dan kecuali dinyatakan lain umumnya berupa bahan yang telah dikeringkan. Berdasarkan klasifikasinya, simplisia dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu simplisia nabati, hewani, dan mineral (pelikan). Simplisia nabati merupakan simplisia yang berasal dari tanaman, baik berupa tanaman utuh, bagian-bagian tertentu dari tanaman, maupun eksudat yang dihasilkan oleh tanaman. Simplisia hewani adalah simplisia yang berasal dari hewan, baik berupa hewan utuh, bagian tubuh hewan, atau zat-zat yang dihasilkan oleh hewan yang masih dalam bentuk alami dan belum merupakan senyawa kimia murni. Sementara itu, simplisia mineral atau pelikan adalah simplisia yang berasal dari bahan mineral yang belum

mengalami proses pengolahan atau hanya melalui pengolahan sederhana, serta belum berbentuk senyawa kimia murni. (Depkes, 1985).

Sesuai dengan ketentuan dalam Pasal 3 ayat (3) huruf a, bahan baku simplisia harus memenuhi persyaratan keamanan dan mutu, yakni bebas dari cemaran kimia berbahaya, kontaminasi mikrobiologis, serta bahaya fisik, dan mengandung zat aktif yang memiliki khasiat farmakologis. Simplisia yang baik umumnya memiliki kadar air kurang dari 10%, menunjukkan bahwa kondisinya kering. Simplisia daun yang berkualitas ditandai dengan suara gemerisik dan mudah hancur menjadi serpihan saat diremas. Sementara itu, simplisia bunga juga akan mengeluarkan suara gemerisik dan mudah patah atau menjadi serpihan. Untuk simplisia buah dan rimpang dalam bentuk irisan, kualitas baik ditandai dengan kemudahan untuk dipatahkan ketika ditekan. Selain itu, simplisia yang baik tidak menunjukkan pertumbuhan jamur dan memiliki aroma khas yang menyerupai bau bahan segarnya (BPOM RI, 2019).

C. Ekstraksi

1. Pengertian ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu metode untuk memisahkan senyawa aktif yang terdapat dalam bahan nabati maupun hewani dengan memanfaatkan pelarut yang tepat. Setelah proses ekstraksi, pelarut tersebut umumnya diuapkan sebagian besar, sementara sisa serbuk yang tertinggal akan diolah lebih lanjut hingga memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan. (Depkes, 1995).

Proses ekstraksi didasarkan pada prinsip "*like dissolves like*," yaitu kesesuaian antara sifat kelarutan senyawa dengan jenis pelarut yang digunakan. Setiap senyawa memiliki karakteristik kelarutan tertentu terhadap pelarut tertentu. Dalam simplisia, senyawa aktif akan larut selama proses ekstraksi, sedangkan senyawa non-larut seperti karbohidrat, serat, dan protein akan tertinggal. Efisiensi ekstraksi dapat ditingkatkan dengan memperluas permukaan kontak antara serbuk simplisia dan pelarut. Beberapa metode yang umum digunakan dalam proses ekstraksi meliputi maserasi, digesti, refluks, perkolasi, dan soxhletasi. (Depkes, 1986).

2. Metode ekstraksi

2.1 Maserasi. Maserasi merupakan metode ekstraksi yang sederhana, dilakukan dengan merendam serbuk simplisia dalam pelarut

tertentu selama periode waktu tertentu pada suhu ruang dan dalam kondisi terlindung dari paparan cahaya. Teknik ini bertujuan untuk mengekstraksi senyawa terlarut dari bahan simplisia menggunakan pelarut yang sesuai, dengan disertai proses pengadukan atau pengocokan secara berkala untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi. Metode ini cocok digunakan untuk memperoleh senyawa aktif yang mudah larut dalam pelarut dan tidak cocok untuk simplisia yang mengandung komponen yang mudah mengembang dalam cairan penyari. Proses maserasi dilakukan dengan merendam serbuk simplisia dalam pelarut, yang kemudian menembus dinding sel dan masuk ke dalam ruang intraseluler tempat senyawa aktif berada. Perbedaan konsentrasi antara bagian dalam sel dan larutan di sekitarnya menciptakan gradien konsentrasi yang mendorong keluarnya zat aktif dari dalam sel menuju cairan penyari. Proses ini berlangsung secara terus-menerus hingga tercapai kondisi kesetimbangan antara konsentrasi zat terlarut di dalam dan di luar sel (Depkes, 1986).

Metode maserasi bertujuan agar konsentrasi larutan di luar butiran serbuk simplisia tersebar rata sehingga perbedaan konsentrasi larutan di dalam sel dengan larutan di luar sel dapat diminimalisir. Hasil penyarian didiamkan selama beberapa yang tidak diinginkan tetapi ikut terlarut dalam cairan penyari dapat mengendap dan mudah dipisahkan (Depkes, 1986). Keuntungan utama dari metode ekstraksi maserasi ialah prosedur dan peralatan yang digunakan sangat sederhana dan tidak memerlukan pemanasan sehingga zat yang diinginkan tidak mengalami penguraian. Ekstraksi dingin dapat mengekstraksi banyak zat aktif, namun beberapa zat aktif tidak dapat larut dengan mudah bila dilakukan ekstraksi pada suhu kamar.

2.2 Perkolasi. Perkolasi merupakan metode ekstraksi menyeluruh (*exhaustive extraction*) yang dilakukan dengan menggunakan pelarut hingga senyawa aktif tersari secara optimal, biasanya pada suhu ruang. Proses ini terdiri dari beberapa tahapan, yakni tahap pengembangan simplisia, maserasi awal (pra-perkolasi), serta tahap utama perkolasi berupa penetesan dan pengumpulan ekstrak. Proses berlangsung secara kontinu hingga diperoleh ekstrak sebanyak 1 hingga 5 kali dari jumlah simplisia yang digunakan. (Depkes, 2000).

2.3 Digesti. Digesti merupakan salah satu bentuk maserasi kinetik, di mana proses ekstraksi dilakukan dengan pengadukan terus-menerus pada suhu ruang, umumnya berkisar antara 40°C hingga 50°C

(Depkes, 2000). Metode ini memiliki prinsip kerja yang serupa dengan maserasi konvensional dan biasanya diterapkan pada simplisia yang senyawa aktifnya dapat terekstrak secara optimal pada suhu rendah.

2.4 Sokletasi. Sokletasi merupakan metode ekstraksi yang memanfaatkan pelarut baru secara berulang, di mana prosesnya dilakukan secara kontinu dengan bantuan alat khusus. Teknik ini melibatkan sistem pendingin balik sehingga pelarut dapat digunakan secara berulang dalam kondisi volume yang relatif tetap selama proses ekstraksi berlangsung. (Depkes, 2000).

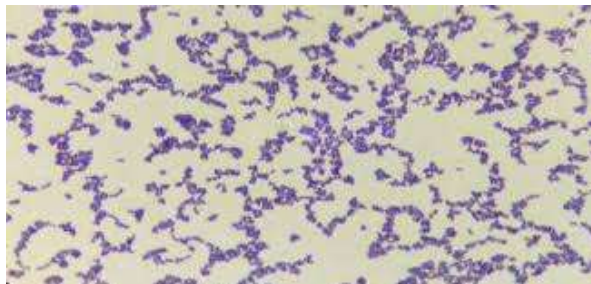
2.5. Reflux. Refluks merupakan metode ekstraksi yang menggunakan pelarut tertentu pada suhu titik didihnya selama periode waktu yang telah ditentukan. Volume pelarut yang digunakan bersifat terbatas dan cenderung stabil karena adanya sistem kondensasi, di mana uap pelarut yang terbentuk akan didinginkan dan dikembalikan ke dalam sistem. Proses ini umumnya dilakukan secara berulang menggunakan sisa simplisia sebelumnya sebanyak 3 hingga 5 kali, sehingga termasuk dalam kategori penyarian yang bersifat menyeluruh atau sempurna. (Depkes, 2000)

D. *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

1. Klasifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

Klasifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 adalah sebagai berikut (Hilu, 2018):

Domain : Bacteria
 Kerajaan : Eubacteria
 Filum : Firmicutes
 Kelas : Bacilli
 Ordo : Bacillales
 Famili : Staphylococcaceae
 Genus : Staphylococcus
 Spesies : *Staphylococcus aureus* ATCC 25923



Gambar 2. *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (Riski et al., 2017)

Staphylococcus aureus merupakan bakteri berbentuk kokus (bulat) yang dalam pengamatan mikroskopis tampak tersusun seperti rangkaian buah anggur. Secara etimologis, kata *Staphyle* berasal dari bahasa Yunani yang berarti "anggur", sedangkan *coccus* berarti "bulat" atau "bola". Salah satu spesies dari bakteri ini menghasilkan pigmen berwarna kuning keemasan, sehingga dinamakan *aureus*, yang berarti "emas" atau "bercahaya seperti matahari" (Radji, 2016). Strain *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dikenal sebagai bakteri koagulase positif, yang menjadi ciri khas dan membedakannya dari spesies lain. Strain ini juga merupakan salah satu patogen utama yang menyebabkan infeksi pada manusia (Hulu, 2018). Bakteri pada umumnya merupakan organisme yang sangat adaptif karena kemampuan regenerasinya yang cepat, serta memiliki kecenderungan untuk melakukan pertukaran informasi genetik. Kemunculan resistensi terhadap antibiotik akibat penggunaan yang tidak tepat menjadi permasalahan serius, karena bakteri yang telah resisten sulit diatasi dengan terapi antibiotik konvensional. (Julianingrum, 2019)

2. Pathogenesis

Staphylococcus aureus ATCC 25923 adalah bakteri yang sering menyebabkan infeksi pada manusia, terutama infeksi kulit seperti bisul. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk membentuk nanah dan dapat menginfeksi berbagai bagian tubuh melalui luka, folikel rambut, atau kelenjar keringat. *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dapat menyebar dengan cepat melalui aliran darah dan limfa, menginfeksi organ-organ vital seperti otak, paru-paru, dan jaringan lainnya. Selain itu, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 juga memiliki karakteristik yang membedakannya dari bakteri lain, seperti kemampuan menghasilkan pigmen kuning, menggumpalkan darah, dan memecah manitol. Meskipun sering ditemukan pada kulit dan saluran pernapasan orang sehat, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dapat menjadi patogen berbahaya jika kondisi tubuh memungkinkan (Brooks *et al.*, 2010).

E. Antibakteri

Senyawa antibakteri adalah senyawa yang mampu menghambat atau mengganggu proses pertumbuhan serta aktivitas metabolisme bakteri. Berdasarkan tingkat toksisitasnya, antibakteri diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu senyawa bakteriostatik yang hanya menghambat pertumbuhan bakteri tanpa membunuhnya, dan senyawa

bakterisidal yang dapat membunuh bakteri secara langsung (Magani *et al.*, 2020). Mekanisme kerja senyawa antibakteri meliputi beberapa cara, antara lain mengganggu metabolisme sel mikroorganisme, menghambat pembentukan dinding sel, menghambat sintesis protein, serta menghambat atau merusak sintesis asam nukleat. Uji aktivitas antibakteri bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan suatu senyawa dalam melawan pertumbuhan bakteri tertentu dalam bentuk larutan. (Atikasari, 2019)

Menurut Dwijoseputro (1990), klasifikasi antibakteri dapat didasarkan pada spektrum aktivitasnya, yang terbagi menjadi tiga kategori, yaitu spektrum luas, sempit, dan terbatas. Antibakteri dengan spektrum luas mampu menghambat atau membunuh bakteri dari kedua kelompok, baik Gram positif maupun Gram negatif. Sebaliknya, antibakteri berspektrum sempit hanya efektif terhadap salah satu jenis bakteri, apakah Gram positif atau Gram negatif. Adapun antibakteri dengan spektrum terbatas hanya menunjukkan aktivitas terhadap bakteri tertentu pada tingkat spesies secara spesifik. Efektivitas suatu senyawa antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri biasanya dievaluasi melalui pengukuran diameter zona hambat yang terbentuk di sekitar area senyawa pada media agar. Berdasarkan kriteria yang dikemukakan oleh Davis (1971), aktivitas antibakteri dibedakan menjadi empat tingkat, yaitu: sangat lemah apabila zona hambat berdiameter kurang dari 5 mm, sedang jika berada pada rentang 5–10 mm, kuat jika berkisar antara 10–20 mm, dan sangat kuat apabila melebihi 20 mm.

Dalam pengujian aktivitas antibakteri, klindamisin digunakan sebagai kontrol positif karena merupakan antibiotik golongan linkosamid yang memiliki spektrum kerja luas, sehingga efektif terhadap berbagai jenis bakteri Gram positif maupun Gram negatif. Klindamisin biasanya diberikan untuk infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus*, serta menjadi alternatif bagi pasien yang mengalami alergi terhadap antibiotik golongan penisilin (Malinda & Priainda, 2022). Selain itu, klindamisin juga dikenal memiliki efektivitas tinggi terhadap bakteri anaerob fakultatif. Beberapa jenis bakteri Gram positif yang sangat sensitif terhadap klindamisin di antaranya adalah *Propionibacterium*, *Lactobacillus*, *Eubacterium*, *Actinomyces*, dan spesies *Staphylococcus* (Barry *et al.*, 1988). Oleh karena itu, keberadaan klindamisin sebagai kontrol positif sangat penting dalam pengujian zona

hambat untuk memberikan pembandingan terhadap efektivitas antibakteri dari senyawa uji.

F. Metode uji aktifitas antibakteri

Metode yang dapat digunakan untuk menentukan sensitivitas mikroba uji terhadap agen antimikroba ada beberapa cara pengujian antibakteri adalah sebagai berikut:

1. Metode difusi

Metode difusi merupakan salah satu teknik pengujian aktivitas antibakteri, di mana senyawa uji dengan konsentrasi tertentu diaplikasikan pada media padat yang telah diinokulasi dengan bakteri. Setelah proses inkubasi, zona hambat yang terbentuk di sekitar senyawa uji diukur untuk menilai efektivitasnya. Sebelum inkubasi, hasil inokulasi biasanya disimpan pada suhu rendah selama beberapa jam guna meningkatkan proses difusi senyawa ke dalam media dan memperbesar diameter zona hambat (Agustina, 2017).

1.1 Difusi cakram. Metode difusi cakram digunakan untuk mengevaluasi aktivitas antimikroba, baik terhadap ragi maupun bakteri. Teknik ini dilakukan dengan meletakkan cakram kertas berisi senyawa uji di atas permukaan media padat yang telah diinokulasi dengan kultur bakteri (Filho dan Cordeiro, 2014). Senyawa antibakteri kemudian menyebar dari cakram ke dalam medium agar dan menghambat pertumbuhan bakteri di sekitarnya (Balouiri *et al.*, 2016).

1.2 Difusi sumuran. Metode difusi sumuran umumnya digunakan dalam mengamati aktivitas antibakteri dari ekstrak tumbuhan. Mekanisme pengujian ini sama dengan metode difusi cakram, permukaan atas agar media padat diinokulasi dengan menggoreskan okulum bakteri, lalu dibuat lubang berdiameter 6-10 mm secara aseptik dengan tip atau jarum ose. Lubang atau sumur yang telah dibuat kemudian diisi dengan larutan ekstrak atau agen antibakteri sesuai konsentrasi yang diinginkan, dengan volume antara 20 hingga 100 μL . Setelah itu, cawan agar diinkubasi dalam kondisi optimal yang disesuaikan dengan jenis mikroorganisme yang diuji. Senyawa antibakteri akan menyebar ke dalam medium agar dan bekerja menghambat pertumbuhan bakteri target (Balouiri *et al.*, 2016).

1.3 Difusi parit (*ditch*). Metode difusi parit memiliki prinsip kerja yang hampir serupa dengan metode difusi sumuran. Perbedaannya terletak pada prosedur awal, yaitu media agar yang telah diinokulasi terlebih dahulu dengan bakteri uji kemudian dibuat parit kecil di

permukaan media tersebut. Parit ini selanjutnya diisi dengan senyawa antimikroba, lalu dilakukan inkubasi pada suhu dan durasi yang sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme uji. Adanya aktivitas antibakteri ditunjukkan melalui terbentuknya zona bening di sekitar parit, yang menandakan terjadinya penghambatan pertumbuhan bakteri (Prayoga, 2013).

2. Metode dilusi

Metode dilusi merupakan teknik pengujian aktivitas antibakteri yang dilakukan dengan mencampurkan senyawa uji ke dalam media, baik padat maupun cair, kemudian dilakukan pengenceran secara bertingkat, biasanya dengan sistem pengenceran dua kali lipat. Setelah itu, media yang telah mengandung berbagai konsentrasi senyawa antibakteri diinokulasi dengan bakteri uji. Tujuan dari metode ini adalah untuk menentukan konsentrasi minimum senyawa yang mampu menghambat atau membunuh bakteri target. Meskipun akurat, metode dilusi umumnya memerlukan waktu yang lebih lama dan penggunaannya terbatas pada kondisi atau laboratorium tertentu (Pratiwi, 2008).

G. Sediaan *Clay mask*

Masker merupakan salah satu produk kosmetik yang diformulasikan khusus untuk perawatan kulit wajah, dengan fungsi utama memberikan hidrasi, memperbaiki tekstur permukaan kulit, meremajakan, mengencangkan, menutrisi, melembutkan, serta membantu mencerahkan warna kulit (Rohmalia & Aminda, 2021). Selain itu, *masker* juga membantu membersihkan pori-pori, memberikan efek relaksasi pada otot wajah, serta menyembuhkan jerawat dan bekasnya. *Masker* mengandung berbagai bahan seperti mineral, vitamin, minyak esensial atau ekstrak buah, dan juga zat penyembuh seperti antibakteri (Nurjanah *et al.*, 2018).

Masker wajah berwujud sediaan gel, pasta, dan serbuk yang dioleskan untuk membersihkan dan mengencangkan kulit wajah. Secara fisiologis, masker wajah bekerja dengan merangsang sirkulasi darah dan sistem limfatik, sekaligus mempercepat proses regenerasi sel kulit. Selain itu, masker juga berperan dalam meningkatkan penyerapan nutrisi oleh jaringan kulit sehingga kondisi kulit menjadi lebih sehat dan optimal. (Nifa, 2014). Jenis jenis *masker* adalah sebagai berikut:

1. Jenis sediaan *masker*

3.1 *Clay mask* . *Clay mask* ialah *masker* berjenis pasta yang dapat diaplikasikan untuk kulit yang rawan berjerawat. Kulit secara mendalam dapat dibersihkan dengan *clay mask* karena ia mampu menyerap kelebihan minyak dan juga kotoran di wajah. Untuk menghindari iritasi, pemakaian *clay mask* diusahakan tidak sampai mengeras dan mengering total (Lubis, 2018). *Masker* jenis ini juga dikenal efektif meremajakan kulit, memberikan sensasi segar saat mulai mengering dan menarik lapisan kulit. Selain mengangkat kotoran dan komedo, *masker* ini meninggalkan kulit tampak lebih cerah dan bersih setelah dibersihkan (Harry, 2000).

Clay mask bekerja dengan menyerap minyak dan kotoran pada kulit wajah, dan biasanya dibiarkan selama 10 hingga 25 menit agar air menguap, sehingga lapisan *clay* mengeras dan mengerut sebelum dibersihkan (Mustanti, 2018). *Clay* terbentuk dari mineral seperti bentonit dan kaolin, yang mengeras menjadi massa padat saat kandungan airnya menguap (Sari *et al.*, 2024). Kaolin berperan sebagai bahan pengental dan perekat yang efektif dalam mengikat minyak berlebih serta kotoran yang menyumbat pori-pori, selain kemampuannya mengadsorpsi partikel-partikel kecil. Selain itu, kaolin juga berkontribusi dalam pencegahan timbulnya jerawat, membersihkan kulit wajah, meningkatkan sirkulasi darah, serta membuat kulit terasa lebih halus dan lembut. Di sisi lain, bentonit berfungsi sebagai penyerap kotoran dan minyak secara optimal sekaligus membuka pori-pori yang tersumbat (Fauziah *et al.*, 2022) Bentonit memiliki keunggulan sebagai bahan absorben dengan plastisitas yang lebih tinggi dibandingkan kaolin, sehingga memberikan efek kencang pada kulit dan tekstur *masker* yang tidak mudah retak saat mengering (Mustanti, 2018).

3.2 *Masker Peel Off*. Selain berfungsi untuk mengangkat komedo dan kotoran, *peel off mask* juga efektif dalam melembapkan kulit karena *masker* diaplikasikan secara menyeluruh dan didiamkan selama beberapa saat. Jika sudah kering, *masker* ini biasanya bentuknya tipis dan mudah dikelupas. Bagi individu dengan jenis kulit sensitif yang mudah bereaksi, disarankan untuk melakukan uji sensitivitas terlebih dahulu guna menghindari risiko iritasi, kemerahan, maupun pengelupasan kulit (Lestari *et al.*, 2022)

3.3 *Sheet Mask*. Sheet mask adalah *masker* wajah berbentuk lembaran tipis yang praktis digunakan. *Masker* ini terbuat dari bahan

kertas khusus yang telah direndam dalam essence dengan berbagai kandungan aktif. Namun, masker jenis ini hanya dirancang untuk sekali pakai, dengan kemasan yang higienis dan mudah diaplikasikan.

3.4 Gel Mask. Gel mask lebih sesuai digunakan untuk kulit berminyak karena kandungan minyaknya yang rendah. Selain itu, masker jenis ini juga memberikan efek pendinginan pada kulit wajah yang mengalami panas atau iritasi ringan (Nastiti *et al.*, 2021)

2. Komponen penyusun masker clay

2.1 Kaolin. Kaolin adalah jenis mineral tanah liat berwarna putih yang sebagian besar terdiri dari kaolinit dengan rumus kimia $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Kaolin memiliki berbagai aplikasi industri, termasuk dalam bidang plastik, cat, kertas, farmasi, dan kosmetik, dengan kualitas distribusi ukuran partikel yang harus tinggi. Kaolin murni umumnya berwarna putih bersih (Sa'adah *et al.*, 2019). Proses pembersihan kaolin dari pengotor seperti FeO , CaCO_3 , dan MgCO_3 dilakukan melalui elutriasi dan pengeringan. Jenis dan jumlah pengotor bergantung pada asal tambang kaolin, yang dapat memengaruhi tingkat kemurnian dan ukuran partikelnya (Aleanizy *et al.*, 2014).

2.2 Bentonit. Bentonit merupakan jenis tanah liat (*clay*) yang banyak ditemukan di Indonesia (Gunister *et al.*, 2014). Bentonit adalah aluminium silikat hidrat koloidal alami yang memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap kotoran. Namun, bentonit memiliki pH antara 8 sampai 9,5 serta sifat permeabilitas yang rendah, sehingga hal ini dapat memengaruhi tingkat penyebaran masker saat diaplikasikan (Tungadi *et al.*, 2024).

2.3 Propilenglikol. Propilenglikol merupakan kosolven yang sering digunakan dalam sediaan topikal, dimana konsentrasi propilen glikol yang biasa digunakan sebesar 1- 10%. Propilen glikol digunakan karena senyawa propilen glikol memiliki gugus hidrofilik dan hidrofobik, dimana PEG memiliki kemampuan untuk mengurangi gaya tarik antar molekul air, sehingga berfungsi sebagai kosolven dengan tingkat toksisitas yang rendah (Mulyana, 2016)

2.4 DMDM hydantoin. Dimetil dimetilol hydantoin adalah senyawa cair yang tidak berwarna dan hampir tidak berbau, berfungsi sebagai bahan pengawet yang umum digunakan dalam industri kosmetik. Senyawa ini mudah larut dalam air dan menunjukkan stabilitas yang baik pada rentang pH serta suhu yang luas. Di Indonesia, batas maksimum penggunaan DMDM hydantoin adalah sebesar 0,6%, sedangkan di

Amerika Serikat batas maksimum yang diperbolehkan hanya 0,2% (Sutjahjokartiko, 2018). Menurut Bandem dan Waskito (2006), konsentrasi efektif dan aman penggunaan DMDM hydantoin dalam produk kosmetik berkisar antara 0,1 hingga 1%

2.5 Xanthan gum. Xanthan gum merupakan salah satu jenis agen suspensi yang banyak digunakan dalam formulasi farmasi, khususnya pada produk topikal. Xanthan gum memiliki sifat larut yang baik dalam air baik pada suhu dingin maupun panas, dan mampu menyerap sejumlah air sehingga meningkatkan viskositas sediaan tersebut. Xanthan gum mudah bercampur dengan bahan-bahan farmasetik yang lainnya dan memiliki sifat yang tidak toksik, stabil pada suhu dan pH yang luas. Konsentrasi xanthan gum yang dapat digunakan sebagai suspending agent sebesar 0,5-1%. Penggunaan xanthan gum lebih dari 1% akan menyebabkan sediaan sulit dituang (Rani *et al.*, 2021).

2.6 Parfum. Parfum adalah zat tambahan pewangi yang bertujuan menutupi bau zat aktif yang tidak sedap. Pewangi yang boleh digunakan dalam kosmetik harus memenuhi syarat yaitu memiliki aroma segar yang menyenangkan, tidak merusak kulit, stabil pada media yang sedikit alkalis, tidak mudah menguap dan tidak membahayakan pernafasan apabila terhirup (Aryani *et al.*, 2023).

2.7 Aquadest. *Aquadest* merupakan cairan yang jernih, tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau. Air digunakan secara luas yang berfungsi sebagai pelarut dalam pengolahan, formulasi dan pembuatan produk farmasi. *Aquadest* digunakan sebagai bahan pelarut untuk pembuatan produk sediaan farmasi, namun kurang cocok bila digunakan dalam pembuatan produk parenteral. Sediaan parenteral menggunakan air untuk injeksi atau air yang sudah disterilkan untuk injeksi (Rowe *et al.*, 2009). Air memiliki berat molekul 18,02 g/mol yang digunakan sebagai bahan pelarut, pH air netral berkisar 5,0 dan 7,0 dan perlu disimpan pada wadah tertutup (Depkes, 2014).

H. Uji mutu fisik *clay mask*

1. Uji organoleptis

Uji organoleptis pada masker *clay* dilakukan untuk mengevaluasi kualitas fisik produk, meliputi aspek tekstur, aroma, dan warna. Uji ini bertujuan agar produk yang dihasilkan nyaman digunakan sebagai sediaan topikal. Penilaian awal dilakukan secara sederhana namun

objektif dengan mengamati bentuk, warna, bau, serta rasa dari sampel yang diuji (Syamsidi *et al.*, 2021).

2. Uji homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk memastikan bahwa semua bahan dalam sediaan tercampur secara merata sehingga menghasilkan produk dengan komposisi yang konsisten. Pengujian dilakukan dengan mengoleskan sekitar 1 gram sampel masker *clay* pada kaca objek, kemudian ditutup dengan kaca objek atau bahan transparan lain untuk diamati. Sediaan dianggap homogen apabila permukaannya halus dan tidak terdapat butiran kasar yang terlihat (Syamsidi *et al.*, 2021; Wasiaturrahmah, 2018).

3. Uji pH

Pengukuran pH masker *clay* dilakukan menggunakan alat pH meter yang telah dikalibrasi terlebih dahulu. Tujuan dari uji pH ini adalah untuk memastikan bahwa pH produk sesuai dengan pH kulit, sehingga penggunaan masker tidak menimbulkan iritasi. Sediaan masker *clay* dikatakan memenuhi syarat jika memiliki pH dalam rentang 4,5 hingga 7,5, yaitu kisaran pH normal kulit manusia (Syamsidi *et al.*, 2021).

4. Uji Viskositas

Uji viskositas sediaan dilakukan dengan menggunakan alat *Viscometer Brookfield*. Tujuan uji viskositas ini untuk mengukur kekentalan sediaan yang akan mempengaruhi stabilitas sediaan. Syarat nilai viskositas yang baik untuk sediaan semi padat adalah 4000 cPs - 40.000 cPs (Wasitaatmadja, 1997).

5. Uji daya sebar

Uji daya sebar ditunjukkan untuk mengetahui luasnya sebaran pada sediaan saat diaplikasikan pada permukaan kulit. Daya sebar sediaan diukur berdasarkan kemampuannya untuk menyebar pada permukaan kulit setelah diaplikasikan. Semakin besar nilai daya sebar, semakin luas pula area penyebaran zat aktif pada kulit. Untuk masker *clay*, daya sebar yang baik berkisar antara 2 hingga 5 cm (Syamsidi *et al.*, 2021).

6. Uji daya lekat

Uji daya lekat bertujuan untuk mengukur lamanya sediaan dapat menempel pada permukaan kulit. Sediaan yang memiliki daya lekat tinggi dianggap lebih baik karena mampu bertahan lebih lama di kulit, sehingga efek yang dihasilkan dapat berlangsung maksimal. Sebaliknya,

sediaan dengan daya lekat rendah mudah terlepas dari kulit. Daya lekat yang optimal adalah waktu kontak lebih dari 4 detik.

7. Uji waktu kering

Uji waktu kering dilakukan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan masker agar mengering setelah diaplikasikan ke kulit. Waktu pengeringan yang ideal untuk masker berada dalam rentang 10 hingga 30 menit (Syamsidi *et al.*, 2021).

8. Uji stabilitas

Uji stabilitas dilakukan secara dipercepat menggunakan metode cycling test, yang bertujuan mempercepat evaluasi ketahanan suatu sediaan. Pengujian ini penting untuk menjamin kualitas dan identitas produk selama periode penyimpanan, memastikan bahwa sifat dan karakteristik sediaan tetap sama seperti saat pertama kali dibuat. Pada metode *cycling test*, sediaan diuji sebanyak enam siklus dan setiap siklus diamati perubahan fisiknya. Tujuan utama uji stabilitas ini adalah untuk mengevaluasi daya tahan dan keseragaman sifat sediaan selama penyimpanan (Depkes, 1995).

I. Landasan Teori

Penyakit kulit kronis yang multifaktorial jerawat atau *acne vulgaris* (AV) ditandai terdapat peradangan seperti komedo, papul, pustul, nodus pada bahu, dada, punggung dan lengan atas. *Acne vulgaris* hampir 80%-100% populasi termasuk penyakit kulit yang umum 14-17 tahun merupakan insiden tertinggi jerawat (Sibero, 2019). Beberapa bakteri dapat menyebabkan jerawat dengan efek beragam. Infeksi, termasuk jerawat yang menghasilkan nanah dapat ditimbulkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Inflamasi atau peradangan akan timbul, lalu meluas sehingga padatan asam lemak dan minyak kulit akan mengeras dan membesar apabila jerawat tersebut sering disentuh (Mahyun, 2018)

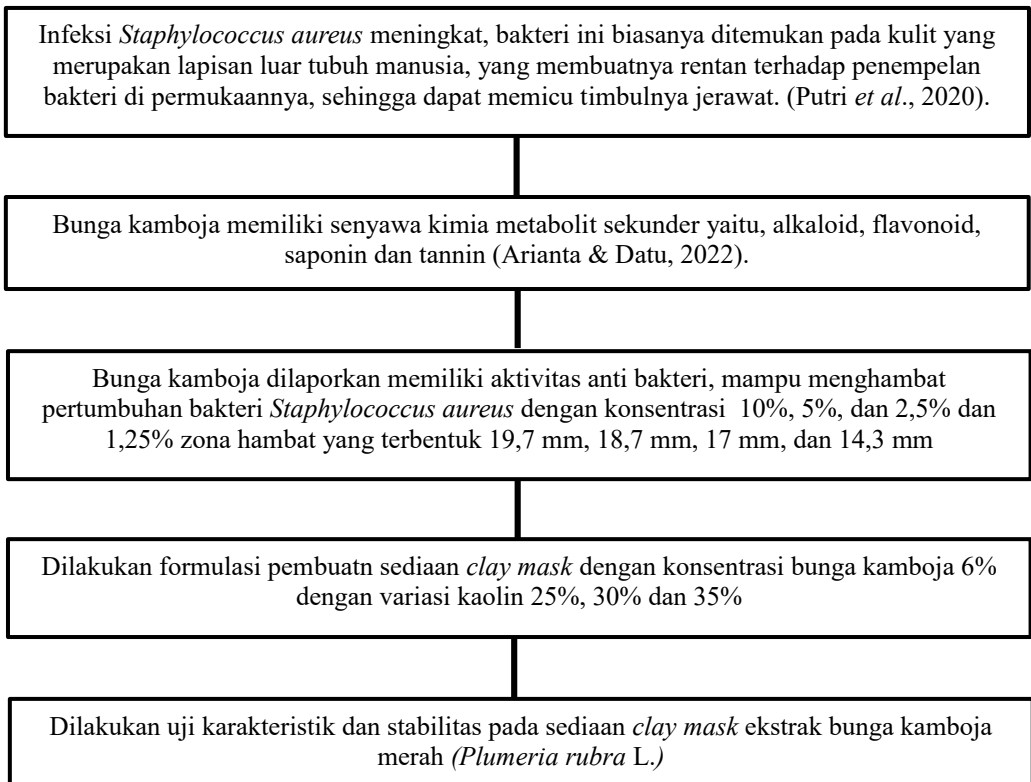
Pemberian obat jerawat topikal adalah salah satu upaya pengobatan farmakologis. Obat jerawat tersebut terbagi ke dalam dua kategori yakni obat jerawat non-resep dan obat jerawat resep di pasaran. Obat jerawat yang dijual bebas seperti benzoil peroksida, dan asam salisilat memiliki efek tak diinginkan dan sering menyebabkan parakeratosis. Selain itu, dokter sering meresepkan pemakaian antibiotik seperti ampicilin, eritromisin, atau klindamisin dan tetrasiklin (Nurdianti *et al.*, 2018). Obat-obatan antibiotik tersebut dapat memicu efek samping

seperti iritasi kulit dan resistensi antibiotik, maka perlu pencarian antibakteri dari bahan alam yang diketahui lebih aman dari obat-obatan kimia (Rasyid dan Amody, 2020).

Bunga kamboja adalah salah satu tanaman yang potensial sebagai anti bakteri karena memiliki kandungan tannin, fenol, flavonoid, dan alkaloid (Wijayantara, 2023). Ekstrak dari tanaman tersebut dapat diformulasikan ke dalam sediaan *clay mask*. *Clay mask* adalah jenis masker dengan komposisi basis dan bentonite. Kedua basis tersebut memiliki fungsi untuk mengabsorpsi kelebihan minyak dan kotoran pada kulit sehingga dapat mencegah dan mempercepat pemulihan jerawat (Sa'adah *et al.*, 2019). Selain kandungan utama tersebut, bunga kamboja juga diketahui mengandung senyawa bioaktif lain yang mendukung aktivitas antibakterinya, seperti flavonoid spesifik (*quercetin*, *kaempferol*, *rutin*, *quercitrin*), iridoid alkaloid (*plumericidine*, *plumerianine*), fenolat (*chlorogenic acid*, *coumaric acid*), triterpenoid (*lupeol*, *ursolic acid*), steroid (β -sitosterol), dan senyawa coumarin seperti *scopoletin* (Rohmawati *et al.*, 2021; Sahlan *et al.*, 2020). Senyawa-senyawa ini memiliki aktivitas farmakologis yang luas, termasuk sebagai antioksidan, antiinflamasi, dan antibakteri, sehingga memperkuat efektivitas bunga kamboja sebagai bahan aktif dalam *clay mask*. Disebutkan dalam penelitian sebelumnya bahwa, Ekstrak kamboja merah dengan konsentrasi 10%, 5%, dan 2,5% dan 1,25% berhasil menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Zona hambat yang terbentuk secara berurutan adalah 19,7 mm, 18,7 mm, 17 mm, dan 14,3 mm (Husni & Helwati, 2014)

Penelitian ini menguji aktivitas antibakteri sediaan *clay mask* dari ekstrak bunga kamboja yang merupakan senyawa antibakteri alternatif, dikarenakan penggunaan antibiotik secara kontinue tidak baik bagi tubuh, mampu menyebabkan efek samping yakni resistensi terhadap antibiotik, sehingga untuk meningkatkan efektivitas penggunaan bunga kamboja maka dibuatlah sediaan *clay mask*. Penggunaan *clay mask* bermanfaat untuk membersihkan pori secara mendalam dengan menyerap kotoran, debu, dan minyak berlebih sehingga dapat mencegah dan meredakan jerawat (Febriani *et al.*, 2022)

J. Kerangka Konsep



Gambar 3. Kerangka Konsep

K. Hipotesis

Berdasarkan permasalahan diatas, maka dapat disusun hipotesa dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Variasi konsentrasi kaolin pada *clay mask* ekstrak bunga kamboja (*Plumeria rubra* L.) berpengaruh terhadap mutu fisik dan stabilitas
2. Variasi konsentrasi kaolin *clay mask* ekstrak bunga kamboja merah (*Plumeria rubra* L.) memiliki aktivitas terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.
3. Variasi konsentrasi kaolin *clay mask* ekstrak bunga kamboja pada formula 1 memiliki aktivitas antibakteri yang paling baik.