

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hewan Bulus

Labi-labi (*Amyda cartilaginea*) atau bisa disebut juga bulus merupakan jenis kura-kura tempurung lunak, jenis kura-kura ini hidup di air tawar (Sentosa *et al.*, 2014). Labi-labi (*Amyda cartilaginea*) atau yang lebih dikenal oleh masyarakat dengan sebutan burung perkutut merupakan spesies dari genus *Amyda*. Labi labi termasuk dalam famili Trionychidae yang tersebar luas di kawasan Asia Tenggara (Suhendar *et al.*, 2019). Di Indonesia, kura-kura tersebar di beberapa wilayah, antara lain di wilayah kepulauan besar seperti Sumatera, Jawa, Sulawesi, dan Kalimantan.

1. Klasifikasi hewan



Gambar 1. Hewan Bulus (Wibowo *et al.*, 2013)

Klasifikasi *A. Cartilaginea* menurut Bibsy *et al.*, (2012) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Kelas	: Reptilia
Ordo	: Testudinata
Subordo	: Cryptodira
Superfamilia	: Trionychoidea
Genus	: <i>Amyda</i>
Spesies	: <i>Amyda cartilaginea</i>

2. Deskripsi Hewan

Minyak bulus adalah minyak yang diekstraksi dari lemak bulus, atau secara khusus merujuk pada jenis kura-kura air tawar yang memiliki punggung lunak, seperti jenis *Amyda cartilaginea*. Ciri khas hewan bulus adalah tubuhnya yang berbentuk oval atau hampir bulat, pipih, dan tidak bersisik. Bagian punggung (karapas) pada sisi dorsal serta tempurung

(plastron) pada sisi ventral dilapisi oleh kulit yang kenyal. Pada bagian belakang karapas terdapat pelebaran pipih yang membulat, mengikuti kontur karapas bagian belakang, dengan tekstur menyerupai tulang rawan (kartilago) (Ernst *et al.*, 1989). Lemak diperoleh dari hewan bulus jenis *Amyda cartilaginea* yang telah dikumpulkan. Bulus-bulus ini kemudian disortir, dibersihkan dari kotoran dan cangkang keras. Setelah itu, lemaknya dicacah halus menggunakan pisau. Proses ekstraksi lemak dilakukan dengan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE). Sebanyak 50 gram sampel lemak yang sudah dihaluskan dipanaskan menggunakan microwave berdaya 600 watt pada suhu 100°C selama 15 menit (Andi *et al.*, 2020).

3. Kandungan Kimia Minyak Bulus

Minyak bulus mengandung berbagai senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan kulit, di antaranya Asam Lemak Esensial terbukti Minyak bulus mengandung asam lemak jenuh dan tidak jenuh, dengan komponen utama berupa asam oleat (32,22%), asam palmitat (19,95%), dan asam linoleat (7,77%) (Suseno *et al.*, 2014). Asam oleat dan linoleat diketahui memiliki efek antiinflamasi dan mampu menjaga kelembapan kulit. Kemudian mengandung Asam Lemak Metil Ester, Penelitian secara *in silico* oleh Nuwahidah *et al.*, (2020) menunjukkan adanya delapan senyawa asam lemak metil ester dalam minyak bulus yang berpotensi sebagai agen antipenuaan melalui mekanisme inhibisi enzim kolagenase. Salah satu senyawa aktif dengan afinitas tertinggi adalah *15-Tetracosenoic acid methyl ester* dengan energi ikatan -2,722 kcal/mol, yang berperan dalam menjaga elastisitas kulit dan mengandung Vitamin E, pada minyak bulus mengandung vitamin E dalam kadar tinggi yang berfungsi sebagai antioksidan alami. Senyawa ini berperan dalam melindungi kulit dari radikal bebas serta mempercepat regenerasi sel kulit yang rusak.

4. Manfaat Minyak Bulus

Menurut (Swandari *et al.*, 2016), Minyak dari bulus diketahui memiliki beragam manfaat, terutama dalam bidang kosmetik dan pengobatan. Berdasarkan hasil observasi di wilayah pesisir Pantai Cilacap, penggunaan minyak bulus cukup umum di kalangan masyarakat sebagai bagian dari pengobatan herbal maupun alternatif kosmetik. Masyarakat memanfaatkan minyak bulus sebagai obat atau produk kecantikan berdasarkan pengalaman empiris yang diwariskan secara turun-temurun.

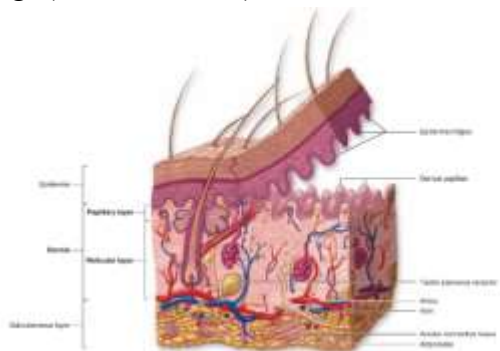
B. Kulit

1. Pengertian Kulit

Kulit merupakan organ yang menutupi seluruh permukaan tubuh dan memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan serta keberlangsungan hidup manusia. Fungsi utamanya adalah sebagai pelindung yang mampu menghadang berbagai ancaman, seperti iritasi akibat panas dan gesekan, infeksi oleh mikroorganisme, serta paparan sinar ultraviolet yang berbahaya. Selain itu, kulit juga berfungsi sebagai alat indera yang memungkinkan kita merasakan sentuhan dan berbagai sensasi lainnya. Kulit turut berperan dalam mengatur suhu tubuh melalui proses pengeluaran keringat, mendukung metabolisme dengan memproduksi vitamin D3, serta memiliki peran dalam fungsi reproduksi. Dengan luas permukaan antara 1,5 hingga 2 m^2 pada orang dewasa dan mencakup sekitar 15-20% dari berat badan, kulit merupakan organ yang luar biasa dengan beragam fungsi nya (Mescher, 2021).

Kulit kita tersusun atas tiga lapisan utama yang memiliki asal-usul berbeda.

Paling luar dan berfungsi sebagai benteng pertahanan pertama adalah epidermis, sebuah lapisan epitel yang tipis namun kuat, yang secara genetik berkembang dari ektoderm pada masa perkembangan embrio. Tepat di bawahnya, dan menopang epidermis, adalah dermis, sebuah lapisan jaringan ikat yang lebih tebal dan elastis, yang vital untuk kekuatan dan fleksibilitas kulit, dan menariknya, lapisan ini berasal dari mesoderm. Menjadi fondasi terakhir dan terdalam, kita menemukan hipodermis, sebuah lapisan jaringan ikat longgar yang tidak hanya kaya akan pembuluh darah dan saraf, tetapi juga mengandung sejumlah besar sel-sel lemak atau adiposit yang berfungsi sebagai bantalan, isolator, dan penyimpan energi (Mescher, 2021).



Gambar 2. Struktur kulit (Mescher, 2021)

2. Struktur Kulit

2.1 Epidermis. Epidermis merupakan lapisan paling luar dari kulit. Ketebalannya berkisar antara 0,4 hingga 1,5 mm dan sebagian besar sel yang terdapat di dalamnya disebut keratinosit. Epidermis terdiri atas empat lapisan diferensiasi keratinosit, yaitu lapisan basal, spinosum, granulosum, dan korneum. Lapisan basal merupakan tempat awal sel-sel yang aktif membelah (mitosis), berbentuk kolumnar, kemudian mengalami diferensiasi menjadi sel pipih tanpa inti pada lapisan korneum. Lapisan korneum berfungsi sebagai pelindung kulit (skin barrier) dan mencegah kehilangan cairan tubuh. Keratinosit mengalami proses diferensiasi dari lapisan basal hingga membentuk lapisan korneum, yang merupakan lapisan terluar kulit. Selain keratinosit, terdapat pula sel melanosit, sel Langerhans, dan sel Merkel. Melanosit bertugas mendistribusikan pigmen melanin dari sel-sel bercabang (dendritik) ke sekitar keratinosit sehingga menimbulkan warna kulit. Sel langerhans adalah sel dendritik yang berasal dari sumsum tulang dan berperan sebagai penyaji antigen (antigen-presenting cells) dalam sistem imun adaptif pada kulit. Sementara itu, sel markel berfungsi sebagai reseptor mekanosensorik yang berperan dalam persepsi sentuhan (Murlistyarini *et al.*, 2018).

2.2 Dermis. Lapisan dermis merupakan struktur jaringan ikat yang tersusun atas elemen fibrosa, filamentosa, dan difus, serta menjadi tempat keberadaan pembuluh darah dan saraf pada kulit. Komponen utama yang paling dominan dalam dermis adalah serabut kolagen. Dermis merupakan bagian terbesar dari struktur penyusun kulit yang memberikan sifat elastis pada kulit. Selain itu, lapisan ini berperan dalam melindungi tubuh dari cedera mekanis, menjaga kelembapan dengan mengikat air, membantu pengaturan suhu tubuh, serta mengandung reseptor sensorik. Dermis terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu dermis papiler dan dermis retikuler. Kedua bagian ini dapat diamati secara histologis pada struktur kulit (Murlistyarini *et al.*, 2018).

2.3 Hipodermis. Hipodermis yang juga dikenal sebagai subkutis, tersusun atas kumpulan sel-sel lemak (adiposit) yang membentuk lobulus-lobulus dan dipisahkan oleh sekat jaringan fibrosa. Jaringan ini berfungsi melindungi tubuh, menyimpan cadangan energi, serta menjadi bantalan pelindung bagi kulit. Secara kosmetik, lapisan subkutis berperan dalam membentuk kontur atau siluet tubuh karena terdiri dari jaringan ikat longgar yang mengandung sel-sel lemak. Sel

lemak tersebut tersusun dalam kelompok-kelompok yang dipisahkan oleh trabekula dan serat fibrosa (Murlistyarini *et al.*, 2018).

3. Fungsi Kulit

3.1 Protektif. Kulit bertindak sebagai penghalang fisik yang melindungi tubuh dari berbagai rangsangan eksternal seperti tekanan mekanis dan perubahan suhu ekstrem. Selain itu, pigmen melanin yang ada di epidermis berperan penting dalam melindungi sel-sel kulit dari bahaya radiasi ultraviolet. Kulit juga berfungsi sebagai penghalang permeabel, mengatur penyerapan dan kehilangan air untuk menjaga keseimbangan cairan tubuh (Mescher, 2021).

3.2 Sensorik. Kulit dilengkapi dengan berbagai jenis reseptor sensorik dan mekanoreseptor yang memungkinkan kita merasakan dan memantau lingkungan sekitar, seperti sentuhan, tekanan, nyeri, dan suhu (Mescher, 2021).

3.3 Termoregulatorik. Melalui komponen isolatornya, kulit berperan vital dalam mempertahankan suhu tubuh agar tetap stabil, baik saat terpapar suhu dingin maupun panas (Mescher, 2021).

3.4 Metabolik. Kulit memiliki kemampuan unik untuk mensintesis vitamin D, yang sangat dibutuhkan tubuh untuk metabolisme kalsium dan pembentukan tulang yang sehat (Mescher, 2021).

3.5 Sinyal Seksual. Kelenjar keringat apokrin dan kelenjar lain di kulit menghasilkan feromon seks yang berperan penting sebagai sinyal dalam daya tarik dan interaksi sosial (Mescher, 2021).

4. Gangguan pada kulit

4.1 Jerawat. Jerawat adalah masalah kulit yang sangat umum dan seringkali paling mengganggu penampilan. Kondisi ini terjadi ketika folikel rambut tersumbat oleh minyak (sebum) dan sel kulit mati, kemudian meradang akibat bakteri dan fluktuasi hormon. Jerawat bisa muncul sebagai komedo (hitam atau putih), papula (benjolan kecil), pustula (jerawat bernanah), nodul, atau kista, yang dapat meninggalkan bekas luka atau flek gelap jika tidak ditangani dengan baik (Sifatullah *et al.*, 2021).

4.2 Hiperpigmentasi. Hiperpigmentasi adalah kondisi di mana area kulit tertentu menjadi lebih gelap dari kulit di sekitarnya. Ini sering muncul sebagai flek hitam atau bercak cokelat (melasma). Penyebab utamanya adalah produksi melanin berlebihan, yang dipicu oleh paparan sinar matahari, perubahan hormonal (Melayanti *et al.*, 2017).

4.3 Rosacea. Rosacea adalah kondisi kulit kronis yang terutama memengaruhi wajah, menyebabkan kemerahan, pembuluh darah terlihat jelas, dan terkadang benjolan kecil berisi nanah. Kondisi ini dapat memburuk seiring waktu dan sangat mengganggu penampilan wajah. Pemicunya bervariasi, termasuk makanan pedas, minuman panas, alkohol, stres, dan paparan sinar matahari (D. A. Lestari et al., 2022)

C. Penuaan Kulit

Penuaan adalah proses biologis yang kompleks, yang dipengaruhi oleh faktor internal seperti genetik dan faktor eksternal seperti lingkungan. Radikal bebas memegang peranan penting dalam proses penuaan ekstrinsik. Kehadiran radikal bebas dapat memicu stres oksidatif, yang berdampak signifikan terhadap percepatan proses penuaan (Safitri *et al.*, 2014). Penuaan kulit secara alami merupakan proses fisiologis yang berlangsung seiring bertambahnya usia, biasanya mulai terlihat pada akhir dekade ketiga kehidupan. Proses ini berlangsung secara perlahan dan menyebabkan perubahan pada struktur jaringan kulit. Perubahan morfologis umumnya terjadi pada lapisan epidermis, sedangkan perubahan biokimia lebih dominan pada lapisan dermis. Kulit yang mengalami penuaan alami cenderung tampak lebih cerah, muncul kerutan halus, serta mengalami penipisan dan atrofi pada lapisan epidermis dan dermis, sehingga tampak lebih tipis, transparan, dan halus. Selain itu, kulit juga menjadi lebih kering dan menimbulkan rasa gatal (Ahmad *et al.*, 2018).

Proses penuaan kulit intrinsik melibatkan tiga mekanisme utama, yaitu menurunnya kemampuan sel-sel kulit untuk berkembang biak (proliferasi), berkurangnya sintesis matriks ekstraseluler, serta meningkatnya aktivitas enzim yang berfungsi memecah kolagen di lapisan dermis. Seiring bertambahnya usia, jumlah beberapa jenis sel kulit seperti keratinosit, fibroblas, dan melanosit mengalami penurunan. Terutama, berkurangnya jumlah fibroblas berdampak pada menurunnya kemampuan kulit dalam memproduksi kolagen di lapisan dermis (Ahmad *et al.*, 2018).

D. Kolagen

Kolagen merupakan komponen utama dalam lapisan dermis dan menyumbang sekitar 70 % dari massa kering kulit. Oleh karena itu, kerusakan kolagen menjadi penyebab utama munculnya tanda-tanda penuaan kulit, seperti kerutan, penurunan elastisitas, dan kulit yang

mengendur. Pembentukan kolagen oleh sel fibroblas diatur oleh dua faktor utama, yaitu transforming growth factor (TGF- β) dan activator protein-1 (AP-1). TGF- β adalah sitokin yang berfungsi merangsang sintesis kolagen, sementara AP-1 merupakan faktor transkripsi yang menghambat pembentukan kolagen dan mendorong proses degradasi kolagen (Ahmad *et al.*, 2018).

E. Anti-Aging

Kulit manusia merupakan organ yang sensitif terhadap berbagai pengaruh eksternal, seperti tekanan psikologis, paparan zat kimia, dan radiasi sinar ultraviolet (UV). Paparan sinar UV yang terjadi secara berulang dalam kehidupan sehari-hari dapat memicu proses penuaan kulit yang dipercepat (*photoaging*), yang ditunjukkan dengan meningkatnya ketebalan kulit, tekstur kulit yang menjadi kasar, munculnya kerutan dalam, serta timbulnya bercak-bercak hiperpigmentasi. Proses ini juga berkontribusi terhadap perubahan struktur jaringan kulit, antara lain berupa kerusakan matriks ekstraseluler (ECM) dan penebalan lapisan tanduk (*Stratum Corneum*) (Tagami, 2008). Matriks ekstraseluler (ECM) tersusun atas fibroblas, protein, kolagen, dan elastin yang berfungsi membentuk jaringan serat untuk mempertahankan kekuatan serta elastisitas kulit (Varani *et al.*, 2006). Produk *anti-aging* tidak dapat untuk menghentikan proses penuaan secara keseluruhan, melainkan bertujuan memperlambat tanda-tanda penuaan serta membantu memperbaiki kerusakan kulit akibat paparan sinar matahari. Produk ini umumnya diformulasikan dalam berbagai bentuk sediaan, seperti krim, gel, emulgel, lotion, serum, dan bentuk topikal lainnya (Chaudhary *et al.*, 2020). Mekanisme kerja produk *anti-aging* meliputi upaya mempertahankan kelembapan dan elastisitas kulit, merangsang proses regenerasi sel kulit, menyediakan antioksidan bagi kulit, serta meningkatkan produksi kolagen. Parameter yang digunakan dalam evaluasi efektivitas produk *anti-aging* antara lain presentase kolagen, kelembapan, dan elastin. Peningkatan pada ketiga parameter tersebut menunjukkan bahwa produk mampu meningkatkan elastisitas kulit serta memberikan perlindungan terhadap paparan sinar ultraviolet, sehingga berpotensi menghambat terjadinya penuaan dini (Varani *et al.*, 2006).

F. Hewan Percobaan

1. Klasifikasi kelinci



Gambar 3. Kelinci New Zealand (Wahyono *et al.*, 2021)

Menurut Sarwono (2003) kelinci dalam klasifikasinya sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Subphylum	: Vertebrata
Kelas	: Mammalia
Ordo	: Legomorpha
Family	: Leporidae
Genus	: <i>Oryctogalus</i>
Species	: <i>Oryctogalus cuniculus</i>

Menurut Wahyono *et al.*, (2021), kelinci jenis *New Zealand* dapat dimanfaatkan sebagai hewan uji dalam penelitian laboratorium. Kelinci ini memiliki ciri khas bulu berwarna putih dengan tekstur agak kasar saat disentuh, serta mata berwarna merah. Pada tahap dewasa, kelinci *New Zealand* memiliki berat badan sekitar 4,5 hingga 5 kg, dengan laju pertambahan berat harian berkisar antara 13,84 hingga 14,94 gram (Wahyono, Sadarman, *et al.*, 2021).

2. Sistem biologis hewan

2.1 Sistem pencernaan dan metabolisme. Kelinci jantan, seperti semua kelinci, adalah pemakan tumbuhan (*herbivora*). Namun, sistem pencernaan mereka unik; berbeda dengan hewan ruminansia seperti sapi, kelinci menggunakan metode "fermentasi usus belakang". Ini berarti serat kasar dari makanan mereka sebagian besar dicerna dan dipecah menjadi nutrisi yang dapat diserap tubuh di bagian akhir saluran pencernaan, khususnya di organ besar yang disebut sekum, yang bertindak pengolahan nutrisi (Wahyuni *et al.*, 2024).

2.2 Kulit dan Kesehatan Kulit. Kulit kelinci, seperti mamalia lainnya, mengalami perubahan seiring penuaan (misalnya, penurunan kolagen dan elastin). Karena kelinci digunakan dalam penelitian topikal,

kulit mereka dapat menjadi model yang baik untuk menguji efektivitas produk kosmetik *anti-aging* atau intervensi lain yang bertujuan untuk meningkatkan elastisitas kulit, mengurangi kerutan, dan mengatasi masalah kulit terkait usia (Wahyuni *et al.*, 2024).

3. Perlakuan hewan.

Seluruh kelinci yang digunakan dalam penelitian ini dicukur bulunya pada area punggung. Area punggung kemudian dibagi menjadi 6 bagian dengan masing-masing area berbentuk lingkaran berdiameter 2 cm. Setelah pencukuran, dilakukan pengukuran parameter kulit meliputi persentase kolagen, kelembapan, dan elastisitas menggunakan alat skin analyzer. Perlakuan UV-A dilakukan menggunakan lampu Exoterra Daylight Basking Spot pada jarak 30 cm selama 6 jam (Safitri *et al.*, 2014).

G. Monografi Bahan

1. Parafin cair.

Parafin cair adalah campuran hidrokarbon jenuh alifatik dan siklis yang berasal dari penyulingan minyak bumi. Bahan ini berupa cairan kental menyerupai minyak, jernih, tidak berwarna, dan tidak memiliki rasa. Parafin cair mudah larut dalam pelarut organik seperti aseton, benzena, karbon disulfida, eter, kloroform, dan petroleum eter, tetapi tidak larut dalam air. Dalam bidang farmasi dan kosmetik, parafin cair sering dimanfaatkan sebagai pelembap (emolien), pelumas, pelarut. Parafin cair merupakan komponen fase minyak yang dapat bercampur dengan berbagai jenis minyak nabati maupun hewani karena sama-sama bersifat hidrofobik. Dalam formulasi farmasi dan kosmetik, parafin sering digunakan sebagai bagian dari fase minyak, baik dicampurkan dengan minyak alami menggunakan surfaktan untuk membentuk emulsi, maupun langsung dipadukan apabila produk yang dihasilkan berbasis minyak (oil-based). Sejumlah penelitian dan formulasi lokal juga menunjukkan pemanfaatan parafin sebagai fase minyak dalam pembuatan emulgel maupun salep yang mengandung ekstrak atau minyak tertentu (Istiqomah *et al.*, 2021).

H. Wardah Renew You (Kontrol Positif)

Wardah merupakan kosmetik dari PT. Paragon Teknologi and Innovation. Wardah renew you memiliki tekstur krim yang ringan sebagai kontrol positif. Wardah *Renew You Anti-Aging Intensive Serum* merupakan produk perawatan kulit yang dirancang untuk mengurangi

tanda-tanda penuaan dini. Serum ini mengandung retinol, niacinamide, ceramide, peptida, serta ekstrak sel batang apel (*Malus domestica*) yang bekerja secara sinergis dalam menjaga kelembapan, memperbaiki tekstur, dan merangsang regenerasi kulit.

Retinol dalam bentuk mikroenkapsulasi dilepaskan perlahan sehingga lebih efektif dan minim iritasi, berfungsi merangsang pembentukan kolagen serta mempercepat pergantian sel. Niacinamide membantu mencerahkan kulit dan memperkuat skin barrier, sementara ceramide mempertahankan kelembapan. Selain itu, bakuchiol sebagai alternatif alami retinol serta peptida Matrixyl™ berperan meningkatkan kekenyalan kulit. Ekstrak sel batang apel memberikan perlindungan antioksidan terhadap radikal bebas. Serum ini diklaim mampu menyamarkan garis halus, meningkatkan kecerahan, dan memperkuat lapisan kulit jika digunakan secara teratur. Pemakaian dianjurkan pada malam hari sebelum pelembap, dengan penyesuaian frekuensi penggunaan bagi pemula (Halodoc 2025).

I. Landasan Teori

Penuaan kulit (*skin aging*) menjadi isu penting dalam bidang dermatologi, mengingat kulit merupakan organ yang paling sering terpapar faktor eksternal. Untuk mengatasi penuaan yang dipicu oleh radikal bebas, banyak produk anti-aging yang memanfaatkan antioksidan sebagai bahan aktifnya. Antioksidan ini berfungsi melindungi jaringan kulit dari stres oksidatif, merangsang regenerasi sel, menjaga kelembapan serta elastisitas kulit, dan melindungi dari sinar ultraviolet (Mulyawan *et al.*, 2013) Menurut Dupont *et al.*, (2013), penuaan dini ditandai dengan berkurangnya elastisitas serta meningkatnya kerapuhan kulit. Kondisi ini umumnya disebabkan oleh penurunan kadar kolagen, yaitu protein struktural utama yang berperan penting dalam menjaga kekenyalan dan elastisitas kulit.

Anti-aging merupakan sediaan kosmetik topikal yang dirancang untuk mengatasi atau mengurangi tanda-tanda penuaan kulit akibat paparan sinar ultraviolet (*photoaging*), maupun untuk memperlambat munculnya gejala penuaan. Gejala tersebut meliputi perubahan warna kulit menjadi kekuningan, munculnya kerutan, serta bercak hitam pada permukaan kulit (Barel *et al.*, 2009). Menurut Savitri *et al.*, (2023), Salah satu pemicu utamanya adalah *Reactive Oxygen Species* (ROS) atau senyawa oksigen reaktif, yang berperan dalam pembentukan kerutan melalui pemutusan (*cleavage*) dan pembentukan rantai silang abnormal

pada protein struktural seperti elastin, kolagen, serta glikosaminoglikan seperti asam hialuronat di matriks ekstraseluler kulit. Enzim metalloproteinase diketahui berperan dalam degradasi protein fibrosa, sedangkan asam hialuronat didegradasi oleh enzim *hyaluronidase*. Selain itu, produksi berlebih melanin, yang dikendalikan oleh enzim tirosinase, juga merupakan indikator penting dari proses penuaan kulit.

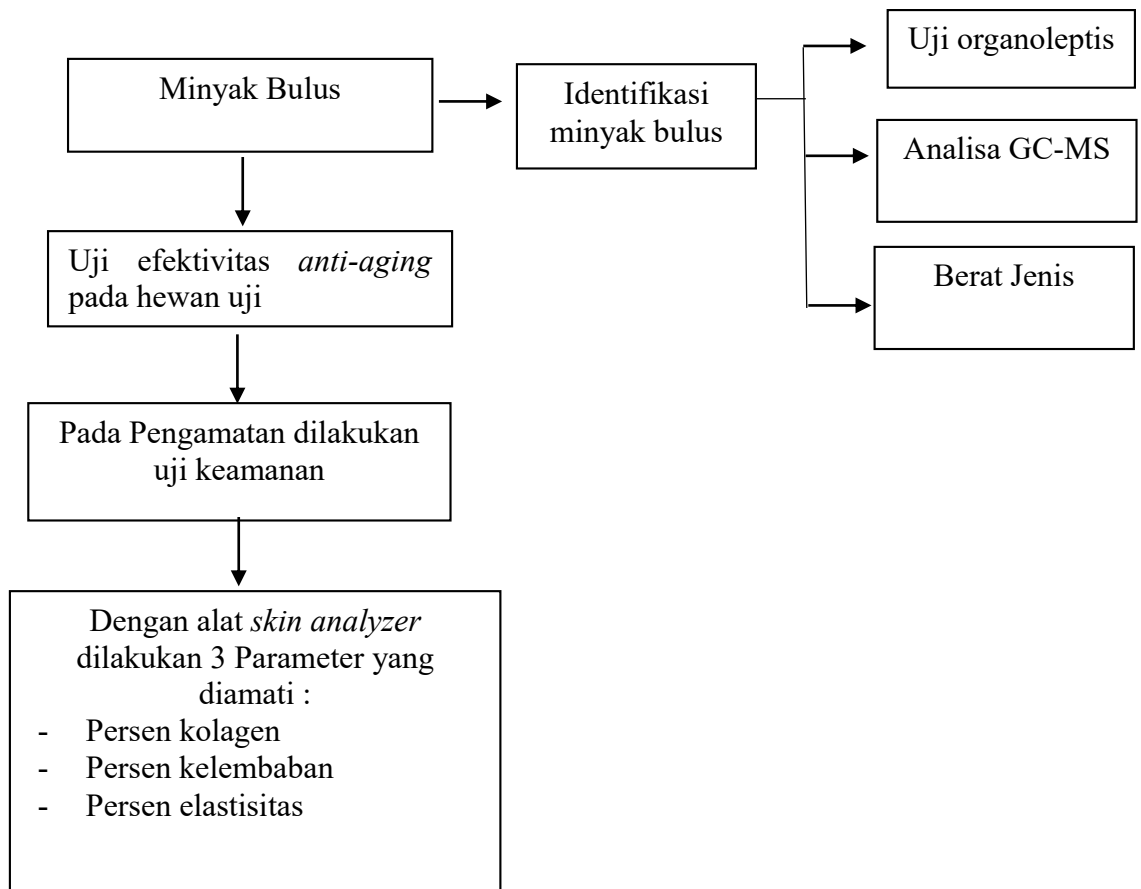
Pada penelitian (Savitri *et al.*, 2023) untuk mengevaluasi potensi minyak bulus (*Amyda cartilaginea*) sebagai agen anti-penuaan melalui pendekatan *in silico* menggunakan metode docking molekuler terhadap enzim *collagenase*. Delapan jenis asam lemak dalam minyak bulus digunakan sebagai ligan dalam proses docking, dan hasilnya menunjukkan bahwa senyawa *15-tetracosenoic acid methyl ester* memiliki energi interaksi paling rendah, yaitu sebesar $-2,722$ kcal/mol, yang mengindikasikan afinitas ikatan yang tinggi terhadap target enzim. Sehingga asam lemak dari minyak bulus berpotensi sebagai modulator enzim *collagenase* untuk *anti-aging*. Berdasarkan hasil parameter *collagenase* terbukti berpotensi sebagai antiaging dari minyak bulus, selanjutnya dilakukan penelitian untuk mengetahui aktivitas *anti aging* dari minyak bulus dengan variasi konsentrasi yang berbeda pada punggung kelinci *New Zealand*,

J. Hipotesis

Berdasarkan landasan teori yang berhubungan dengan masalah, hipotesis dalam penelitian ini yaitu :

1. Minyak bulus (*Amyda cartilaginea*) memiliki aktivitas sebagai *anti aging* pada kulit punggung kelinci.
2. Didapatkan konsentrasi tertentu yang paling efektif sebagai *anti aging* dari minyak bulus (*Amyda cartilaginea*) pada kulit punggung kelinci.
3. Minyak bulus (*Amyda cartilaginea*) sangat sedikit mengiritasi pada kulit punggung kelinci.

K. Kerangka Konsep



Gambar 4. Kerangka Konsep