

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Panthenol

1. Definisi Panthenol

Panthenol merupakan provitamin B5, yaitu bentuk alkohol dari asam pantotenat yang berperan penting dalam menjaga kesehatan kulit dan rambut. Senyawa ini bersifat higroskopis, mudah larut dalam air maupun alkohol, serta akan dioksidasi menjadi asam pantotenat setelah diaplikasikan secara topikal. Asam pantotenat berfungsi sebagai komponen utama koenzim A yang terlibat dalam metabolisme sel, sintesis lipid, serta regenerasi jaringan epitel pelindung kulit (Camargo *et al.*, 2011).

Panthenol merupakan senyawa yang dapat ditemukan dalam bentuk serbuk kristalin putih atau cairan kental berwarna bening hingga kekuningan yang bersifat higroskopis, yaitu mampu menarik dan mempertahankan kelembapan dari udara. Panthenol memiliki berat molekul sekitar 205,25 g/mol, titik leleh 63°C, serta stabil pada rentang pH 3–6, sehingga ideal untuk digunakan dalam berbagai sediaan kosmetik berbasis air karena mudah larut dalam air, alkohol, dan propilen glikol, namun tidak larut dalam minyak. Panthenol berperan sebagai pelembap serta pengondisi kulit dan rambut (CIR, 2017).

Penggunaan panthenol dalam produk kosmetik umumnya berada pada konsentrasi hingga 5,3% untuk produk perawatan tubuh dan tangan, sekitar 5% pada pembersih kulit dan kondisioner rambut, serta maksimal 5% pada produk bayi. Panthenol dinilai aman, efektif, dan tidak menimbulkan iritasi untuk pemakaian topikal sehari-hari (CIR, 2017). Panthenol bersifat non-komedogenik dan biokompatibel, sehingga aman digunakan pada kulit sensitif maupun luka superfisial (Stettler *et al.*, 2017).

2. Manfaat Panthenol

Panthenol memiliki berbagai manfaat dermatologis dan kosmetik yang telah dibuktikan melalui penelitian klinis, antara lain:

2.1. Sebagai Humektan atau Pelembap. Panthenol berfungsi menarik dan mempertahankan kelembapan di lapisan stratum korneum, sehingga mengurangi kehilangan air dari kulit atau biasa disebut *transepidermal water loss* (TEWL). Penggunaan panthenol 1–

5% mampu menurunkan TEWL secara signifikan setelah 30 hari aplikasi (Camargo *et al.*, 2011).

2.2. Memperkuat Fungsi Sawar Kulit. Panthenol membantu memperbaiki lapisan lipid antar sel dan mempercepat pemulihan sawar kulit yang rusak akibat paparan deterjen atau kulit kering. Penelitian Stettler *et al.* (2017), menunjukkan peningkatan panjang lamela lipid secara signifikan setelah 22 hari penggunaan emolien yang mengandung panthenol.

2.3. Regenerasi dan Penyembuhan Luka. Panthenol mempercepat proses re-epitelisasi dan proliferasi fibroblas serta meningkatkan sintesis lipid epidermal yang berperan dalam penyembuhan luka. Panthenol juga menstimulasi ekspresi gen yang mendukung proses inflamasi dan perbaikan jaringan, sehingga efektif digunakan setelah tindakan perawatan seperti laser dan dermabrasi (Gorski *et al.*, 2020).

2.4. Efek Antiinflamasi dan Protektif. Panthenol memiliki efek menenangkan serta melindungi kulit dari iritasi. Penggunaan krim panthenol sebelum paparan surfaktan seperti sodium lauryl sulfate terbukti dapat mengurangi kerusakan sawar kulit, sensasi terbakar, dan kemerahan (Camargo *et al.*, 2011).

2.5. Perawatan Kulit Kering dan Atopik. Panthenol efektif untuk perawatan atopik dermatitis karena mampu memperbaiki fungsi sawar kulit, menurunkan TEWL, mengurangi frekuensi kekambuhan, serta memiliki efek pengganti kortikosteroid topikal. Penggunaannya juga aman untuk anak-anak, ibu hamil, dan lansia (Cho *et al.*, 2022).

B. Kulit

1. Definisi Kulit

Kulit merupakan organ terbesar dan paling tampak pada tubuh manusia. Fungsinya sebagai pelindung utama dari berbagai pengaruh lingkungan luar serta menjadi indikator kondisi kesehatan seseorang. Kulit memiliki struktur jaringan epitel yang kompleks, elastis, serta sensitif terhadap rangsangan. Faktor seperti iklim, ras, jenis kelamin, dan usia dapat mempengaruhi karakteristik kulit (Haerani *et al.*, 2018).

Kulit manusia memiliki luas sekitar 2 m² dengan berat mencapai 10 kg jika disertai lemak, dan sekitar 4 kg tanpa lemak, yaitu sekitar 16% dari berat badan total. Ketebalan kulit bervariasi, di mana bagian paling tebal terdapat pada telapak tangan dan kaki dengan ketebalan sekitar 6

mm, sedangkan bagian paling tipis berada pada penis dengan ketebalan sekitar 0,5 mm (Widowati & Rinata, 2020).

Komponen penyusun kulit antara lain rambut, kuku, kelenjar keringat, kelenjar minyak, pembuluh darah, pembuluh limfe, saraf, dan otot. Kulit dapat menunjukkan kondisi fisiologis seseorang misalnya, perubahan warna kulit menjadi pucat, kekuningan, atau kemerahan dapat menandakan adanya gangguan kesehatan atau kondisi psikologis seperti stres dan ketakutan (Widowati & Rinata, 2020).

Fungsi kulit sangat beragam, antara lain sebagai pelindung terhadap faktor mekanik, kimia, dan sinar ultraviolet; alat penerima rangsangan sensorik; organ ekskresi; pengatur suhu tubuh; tempat penyimpanan lemak; media penyerapan zat yang larut dalam lemak; serta penunjang penampilan (Sunarto *et al.*, 2019).

2. Struktur Kulit

Kulit terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu epidermis, dermis, dan hipodermis (Sunarto *et al.*, 2019).

2.1. Epidermis. Epidermis merupakan lapisan paling luar kulit yang tersusun atas epitel pipih berlapis dengan dua jenis sel utama, yaitu keratinosit dan melanosit. Ketebalan epidermis bervariasi, berkisar antara 75–150 μm pada kulit tipis dan 400–600 μm pada kulit tebal seperti di telapak tangan dan kaki (Widowati & Rinata, 2020). Epidermis berfungsi melindungi tubuh dari mikroorganisme patogen, bahan kimia, serta paparan sinar ultraviolet yang berlebihan (Maulidasari *et al.*, 2020). Lapisan epidermis terbagi menjadi empat bagian, yaitu:

2.1.1. Stratum basalis, lapisan terdalam yang tersusun atas sel-sel kolumnar yang aktif melakukan pembelahan mitosis dan mengandung melanosit penghasil pigmen melanin (Sunarto *et al.*, 2019).

2.1.2. Stratum spinosum, lapisan di atas stratum basalis yang tersusun atas sel-sel poligonal. Lapisan ini juga dikenal sebagai lapisan Malpighi dan mengandung sel Langerhans sebagai bagian dari sistem imun kulit (Sunarto *et al.*, 2019).

2.1.3. Stratum granulosum, lapisan yang terdiri atas dua hingga tiga lapisan sel pipih dengan sitoplasma berbutir kasar (Sunarto *et al.*, 2019).

2.1.4. Stratum korneum, lapisan tanduk yang tersusun atas sel-sel mati tanpa inti, di mana protoplasmanya telah berubah menjadi keratin (Sunarto *et al.*, 2019).

2.2. Dermis. Dermis terletak di bawah epidermis dan terdiri atas jaringan ikat padat yang terbagi menjadi dua bagian, yaitu *pars papillaris* (lapisan atas) dan *pars reticularis* (lapisan bawah). Lapisan ini terdapat pembuluh darah, saraf sensorik, folikel rambut, kelenjar keringat, serta kelenjar sebacea (Sunarto *et al.*, 2019). Serabut kolagen dan elastin di dalam dermis berfungsi menjaga elastisitas serta kekuatan kulit. Dermis mengandung ujung saraf sensorik yang berperan dalam mengenali rangsangan seperti sentuhan, tekanan, suhu, dan rasa nyeri (Widowati & Rinata, 2020).

2.3. Hipodermis. Hipodermis atau jaringan subkutan merupakan lapisan terdalam kulit yang tersusun atas jaringan lemak (liposit). Lapisan ini mengandung pembuluh darah, pembuluh limfe, saraf, serta kelenjar keringat (Sunarto *et al.*, 2019). Hipodermis berfungsi sebagai pelindung organ dalam dari benturan, tempat penyimpanan energi, serta pengatur suhu tubuh melalui cadangan lemak. Lapisan ini membantu membentuk kontur tubuh dan berperan sebagai isolator panas (Maulidasari *et al.*, 2020).

C. Pelembab

1. Definisi Pelembab

Pelembab atau *moisturizer* merupakan produk perawatan kulit yang berfungsi mengatasi kondisi kulit kering dengan cara melembutkan, mengisi pori-pori kulit, serta mengurangi gesekan pada permukaan kulit (Rosi *et al.*, 2024). Penggunaan pelembab menjadi salah satu upaya efektif untuk mengatasi masalah kekeringan kulit karena diformulasikan untuk memberikan dan mempertahankan kelembapan kulit. Pelembab berperan dalam meningkatkan hidrasi dengan membentuk lapisan lemak di permukaan kulit yang berfungsi melenturkan bagian kulit yang kering dan kasar (Agustin *et al.*, 2024).

Berdasarkan mekanisme kerjanya, pelembab bekerja dengan meningkatkan kadar air pada stratum korneum melalui penyediaan air pada kulit serta menciptakan efek oklusi guna mengurangi kehilangan air melalui *transepidermal water loss* (TEWL) (Butarbutar & Chaerunisaa, 2021). Kegunaan *moisturizer* atau pelembab tidak hanya untuk melembapkan kulit saja, tetapi juga bermanfaat untuk mengurangi garis halus, menghaluskan kulit, bersifat antiinflamasi, antipruritik, antimitotik, serta membantu proses penyembuhan luka (Butarbutar & Chaerunisaa, 2021).

2. Tipe Pelembab

Pelembab memiliki tiga fungsi utama dalam perawatan kulit, yaitu sebagai berikut:

2.1. Oklusan. Oklusan merupakan salah satu fungsi penting dari pelembab yang bekerja dengan membentuk lapisan pelindung di permukaan kulit untuk mencegah penguapan air. Lapisan ini menjaga agar kelembapan alami kulit tidak hilang melalui proses evapotranspirasi, terutama pada individu dengan kulit kering atau sensitif akibat rusaknya lapisan pelindung kulit. Bahan yang umum digunakan sebagai oklusan meliputi *petroleum jelly*, *dimethicone*, *mineral oil*, serta beberapa jenis lilin (*wax*). Kombinasi bahan tersebut berperan dalam menjaga kelembapan kulit sekaligus melindunginya dari faktor lingkungan yang dapat menyebabkan iritasi (Wulaningsih *et al.*, 2023).

2.2. Humektan. Humektan berfungsi menarik dan mempertahankan kelembapan dari udara sekitar maupun dari lapisan kulit bagian dalam. Fungsinya selain mengunci kelembapan alami kulit melalui peran oklusan, humektan juga menambah kelembapan eksternal. Mekanisme ini membantu menjadikan kulit tampak lebih lembut, kenyal, dan terhidrasi optimal. Contoh bahan yang sering digunakan sebagai humektan yaitu gliserin, sorbitol, *hyaluronic acid*, dan panthenol. Keberadaan humektan sangat bermanfaat bagi individu dengan kulit kering, kulit menua, atau yang tinggal di daerah beriklim kering (Wulaningsih *et al.*, 2023).

2.3. Emolien. Emolien berperan menjadikan kulit lebih halus, lembut, dan lentur dengan cara mengisi celah antar sel kulit, sehingga mengurangi kekasaran serta memperbaiki tekstur kulit kering. Emolien juga membantu melindungi kulit dari iritasi serta mempercepat proses regenerasi kulit yang rusak. Bahan yang sering digunakan sebagai emolien antara lain *shea butter*, *cocoa butter*, *ceramide*, dan *squalane* (Wulaningsih *et al.*, 2023).

D. Gel

Gel merupakan sediaan setengah padat berbentuk sistem dispersi yang terdiri atas partikel anorganik berukuran kecil atau molekul organik berukuran besar yang tersebar dalam suatu cairan. Gel dapat dikategorikan sebagai sistem dua fase, di mana partikel kecil sebagai fase terdispersi tersebar dalam medium cair. Massa gel disebut juga sebagai

magma. Sediaan gel bersifat jernih dan tembus cahaya, mengandung zat aktif dalam bentuk terlarut. Komponen utama gel umumnya meliputi bahan aktif farmasetik, basis gel, pelembab (humektan), surfaktan, pengawet, pewarna, dan parfum. Bahan tambahan tersebut harus dapat larut atau terdispersi secara merata dalam basis gel untuk menghasilkan sediaan yang transparan (Indrawati, 2011).

Berdasarkan jumlah fasenya, gel terbagi menjadi gel fase tunggal dan gel fase ganda. Gel fase tunggal biasanya dibuat menggunakan bahan pembentuk gel seperti tragakan, natrium alginat, gelatin, metilselulosa, Na-CMC, carbopol, polivinil alkohol, metilhidroksietil selulosa, dan hidroksietil selulosa. Gel fase ganda dihasilkan dari reaksi antara garam aluminium yang larut dengan larutan amonia, natrium karbonat, atau bikarbonat. Gel anorganik umumnya termasuk fase tunggal dan mengandung polimer sintetik maupun alami sebagai pembentuk gel, contohnya carbopol, tragakan, dan Na-CMC (Nurpangesti, 2021).

Sediaan gel memiliki sejumlah keunggulan, antara lain mudah menyebar di kulit, memberikan sensasi dingin dan segar, mudah dibersihkan dengan air, cepat diserap, tidak meninggalkan bekas, mudah diaplikasikan, serta memiliki tampilan fisik yang menarik dibandingkan sediaan topikal lainnya (Agustiani *et al.*, 2022).

E. *Gelling Agent*

Gelling agent merupakan komponen utama dalam formulasi gel yang berfungsi memberikan kekentalan serta menjaga stabilitas sediaan. *Gelling agent* terbentuk dari gabungan beberapa molekul yang saling berinteraksi membentuk struktur kental pada gel. Penggunaan *gelling agent* harus bersifat aman, inert, dan tidak bereaksi dengan bahan lain di dalam formulasi. *Gelling agent* dalam sediaan farmasetik secara umum dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu polimer alami, semi sintetik, dan sintetik (Agustiani *et al.*, 2022).

1. Polimer Alami

Polimer alami berasal dari makhluk hidup dan umumnya berupa protein atau polisakarida. Jenis ini memiliki kemampuan alami dalam membentuk struktur gel. Contohnya antara lain gelatin (protein), serta polisakarida seperti pektin, gellan gum, natrium alginat, xanthan gum, dan karagenan (Agustiani *et al.*, 2022).

2. Polimer Semi Sintetik

Polimer semi sintetik merupakan hasil modifikasi kimia dari polimer alami untuk memperbaiki sifat fisik dan kestabilannya. Contohnya adalah turunan selulosa seperti metil selulosa, *hydroxyethyl cellulose* (HEC), *hydroxypropyl cellulose* (HPC), *sodium carboxymethyl cellulose* (Na-CMC), dan *hydroxypropyl methyl cellulose* (HPMC) (Agustiani *et al.*, 2022).

3. Polimer Sintetik

Polimer sintetik adalah polimer buatan manusia yang disintesis secara kimia di laboratorium (*in-vitro*). Jenis ini memiliki sifat fisik yang stabil dan dapat dikontrol sesuai kebutuhan formulasi. Polimer sintetik yang umum digunakan yaitu carbomer dan *polyvinyl alcohol* (PVA) (Agustiani *et al.*, 2022).

F. Uji Karakteristik Fisik Gel

1. Uji Organoleptis

Uji organoleptis bertujuan untuk menilai tampilan fisik sediaan gel melalui pengamatan visual terhadap warna, bau, dan konsistensi sediaan (Wandari, 2020).

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk memastikan sediaan gel memiliki bentuk yang seragam tanpa adanya butiran kasar. Karakteristik gel yang baik salah satunya adalah bersifat homogen dan tidak mengalami pemisahan (Wandari, 2020).

3. Uji pH

Uji pH dilakukan untuk mengetahui tingkat keasaman gel agar tidak menimbulkan iritasi pada kulit. Pengukuran dilakukan dengan mencelupkan pH meter ke dalam sediaan gel yang telah diencerkan, kemudian menunggu hasil hingga stabil. Nilai pH yang sesuai dengan pH kulit berada pada rentang 4,5–6,5 (Wandari, 2020).

4. Uji Viskositas

Uji viskositas bertujuan untuk mengetahui tingkat kekentalan atau hambatan terhadap aliran. Nilai viskositas yang tinggi dapat mempengaruhi daya sebar dan daya lekat gel. Viskositas yang semakin tinggi, maka daya sebar semakin kecil, sedangkan daya lekat semakin besar. Rentang viskositas yang baik yaitu 3.000–50.000 cP (Wandari, 2020).

5. Uji Daya Sebar

Uji daya sebar dilakukan untuk memastikan gel dapat menyebar secara merata pada permukaan kulit. Gel dengan daya sebar yang baik memiliki nilai antara 5–7 cm (Wandari, 2020).

6. Uji Daya Lekat

Uji daya lekat dilakukan untuk menilai lamanya gel menempel pada kulit. Daya lekat yang baik memungkinkan kontak efektif antara gel dan kulit sehingga efek terapi dapat tercapai. Nilai daya lekat yang baik adalah lebih dari 1 detik (Wandari, 2020).

7. Uji Stabilitas

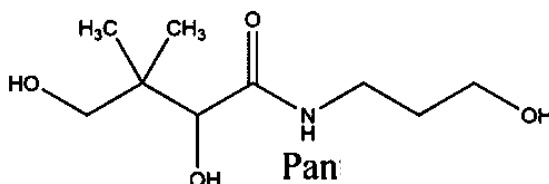
Uji stabilitas dengan metode *cycling test* dilakukan untuk menilai perubahan sediaan setelah penyimpanan pada dua suhu yang berbeda, yaitu 4°C dan 40°C selama 6 siklus (Slamet *et al.*, 2020).

8. Uji Hedonik

Uji hedonik bertujuan untuk mengetahui tingkat penerimaan atau kesukaan konsumen terhadap suatu produk. Parameter yang diamati dalam uji hedonik meliputi, tampilan gel (warna, kejernihan, dan bentuk), kemudahan gel menyebar di kulit, kesan lembut saat diaplikasikan ke kulit, kemudahan gel menyerap ke dalam kulit, serta tingkat kelengketan gel di kulit. Pengumpulan data dilakukan menggunakan kuesioner sebagai instrumen untuk mencatat penilaian panelis terhadap sediaan gel. Penilaian tingkat kesukaan dilakukan menggunakan skala hedonik 1–5, yaitu sangat tidak suka (1), tidak suka (2), netral (3), suka (4), dan sangat suka (5) (Iriani & Tukayo, 2021).

G. Monografi Bahan

1. Panthenol



Gambar 1. Struktur Kimia Panthenol (CIR, 2017).

Panthenol merupakan turunan alkohol dari vitamin B5 atau asam pantotenat, yang secara kimia disebut *2,4-dihydroxy-N-(3-hydroxypropyl)-3,3-dimethylbutanamide* dengan rumus molekul $C_9H_{19}NO_4$ dan memiliki bobot molekul 205,25 g/mol. Senyawa ini

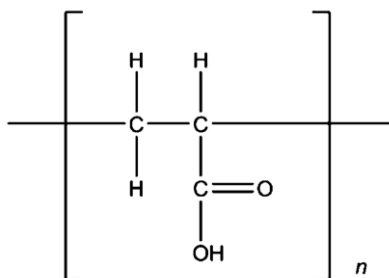
dikenal sebagai Dexpanthenol atau Provitamin B5. Panthenol tersedia dalam dua bentuk stereoisomer yaitu, D-panthenol yang bersifat aktif secara biologis dan DL-panthenol yang merupakan campuran rasemik. D-panthenol lebih banyak dimanfaatkan pada produk kosmetika karena dapat diubah secara optimal menjadi asam pantotenat di jaringan kulit (CIR, 2017).

Panthenol berbentuk serbuk kristal putih atau cairan kental tidak berwarna hingga sedikit kekuningan. Zat ini bersifat higroskopis, mudah menyerap air dari udara. Titik leleh panthenol berada di kisaran 63°C, sedangkan titik didihnya mencapai sekitar 480°C pada tekanan 760 mmHg. Panthenol larut sempurna dalam air, etanol, dan propilen glikol, namun tidak larut dalam minyak maupun lemak. Nilai log P sebesar -0,989 menunjukkan sifatnya yang sangat hidrofilik, sehingga sangat cocok untuk digunakan dalam sediaan berbasis air seperti gel. Panthenol stabil pada pH 3–6, tetapi mudah terurai dalam kondisi basa atau suhu tinggi. Penyimpanan panthenol perlu dilakukan dalam wadah tertutup rapat, terlindung dari cahaya, panas, serta kelembapan guna mencegah degradasi (CIR, 2017).

Panthenol dalam produk kosmetik dikenal luas karena kemampuannya sebagai humektan, emolien, serta kondisioner kulit dan rambut. Panthenol sebagai humektan, dapat menarik dan mempertahankan kelembapan pada lapisan kulit luar sehingga menjaga elastisitas dan kelembutan kulit. Panthenol juga memiliki aktivitas regeneratif dan penyembuhan luka, karena dapat mempercepat proses epitelisasi serta mengurangi inflamasi ringan. Panthenol dalam sediaan rambut, mampu meningkatkan kekuatan dan elastisitas helai rambut serta melindungi dari kerusakan akibat paparan panas atau bahan kimia (CIR, 2017).

Konsentrasi penggunaan panthenol dalam kosmetika bervariasi sesuai jenis produknya. Kadar tertinggi yang digunakan mencapai 5,3% dalam produk perawatan tubuh dan tangan, 5% dalam produk pembersih wajah dan kondisioner rambut, serta 2,5% dalam *lotion* bayi. Rentang efektif panthenol berkisar antara 1–5% dalam sediaan topikal untuk menghasilkan efek pelembap dan penyembuh luka yang optimal (CIR, 2017).

2. Carbopol 940

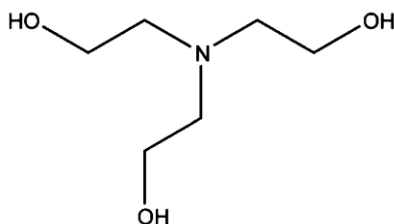


Gambar 2. Struktur Kimia Carbopol 940 (Rowe *et al.*, 2009).

Carbopol 940 merupakan polimer sintesis berberat molekul tinggi yang tersusun dari asam akrilat yang diikat silang dengan *allyl sucrose* atau *allyl pentaerythritol*. Senyawa ini memiliki peran luas dalam formulasi, di antaranya sebagai agen pengental, pembentuk gel, penstabil emulsi, pengikat tablet, dan pengendali pelepasan zat aktif. Carbopol 940 secara fisik berbentuk serbuk putih halus, bersifat higroskopis, dan dapat membentuk gel yang jernih dengan viskositas tinggi setelah dinetralkan menggunakan basa seperti natrium hidroksida atau trietanolamin (TEA). Gel yang dihasilkan stabil pada pH 6–11, namun kestabilan viskositasnya dapat menurun apabila terdapat elektrolit atau senyawa bersifat asam kuat dalam formulasi (Rowe *et al.*, 2009).

Konsentrasi penggunaan carbopol 940 bergantung pada fungsinya, yaitu 0,1–0,5% sebagai pengemulsi, 0,5–2% sebagai bahan pembentuk gel, 0,5–1% untuk suspensi, 0,75–3% sebagai pengikat tablet, serta 5–30% untuk sistem pelepasan obat terkendali. Bahan ini banyak digunakan pada berbagai bentuk sediaan seperti topikal, oral, rektal, vaginal, dan oftalmik. Carbopol 940 memiliki stabilitas yang baik terhadap pemanasan hingga suhu 104°C dan tidak mudah terurai bila disimpan dalam wadah tertutup rapat yang terlindung dari cahaya dan kelembapan. Solusi untuk mencegah degradasi akibat oksidasi, penambahan zat pelindung seperti *benzofenon-2* dan EDTA disarankan, serta bahan pengawet seperti metil paraben dan propil paraben digunakan untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme pada sediaan berbasis air (Rowe *et al.*, 2009).

3. Trietanolamin

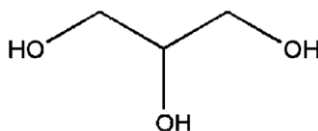


Gambar 3. Struktur Kimia Trietanolamin (Rowe *et al.*, 2009).

Trietanolamin atau trolamine yang biasa disingkat TEA merupakan senyawa kimia dengan rumus $C_6H_{15}NO_3$ dan bobot molekul 149,19 g/mol. Trietanolamin secara fisik berupa cairan kental, jernih hingga kuning pucat, serta memiliki bau amonia lemah. Larutan 0,1 N menunjukkan sifat basa dengan pH 10,5. Zat ini memiliki titik didih tinggi sebesar 335°C , titik nyala 208°C , dan titik beku berkisar $21-21,6^{\circ}\text{C}$. Trietanolamin bersifat sangat higroskopis, dengan kadar air rendah 0,09%, serta memiliki viskositas 590 cP pada suhu 30°C , yang mencerminkan konsistensinya yang kental. Bahan ini larut sempurna dalam air, aseton, metanol, dan karbon tetraklorida, sedangkan kelarutannya dalam benzena 1:24 dan dalam eter etil 1:63. Kombinasi sifat tersebut membuat Trietanolamin ideal untuk digunakan dalam berbagai formulasi, terutama pada sediaan yang memerlukan pelarut polar dan stabilitas dalam kondisi basa (Rowe *et al.*, 2009).

Trietanolamin berfungsi sebagai agen pengalkali (penyeimbang pH) yang digunakan pada konsentrasi 0,1–2% dan sebagai agen pengemulsi yang digunakan pada konsentrasi 2–4%. Trietanolamin juga digunakan untuk membentuk garam pada sediaan injeksi, analgesik topikal, serta tabir surya. Senyawa ini bersifat stabil bila disimpan pada wadah tertutup rapat, terlindung dari cahaya, dan suhu rendah. Paparan udara dan cahaya dapat menyebabkan perubahan warna Trietanolamin menjadi kecoklatan (Rowe *et al.*, 2009).

4. Gliserin

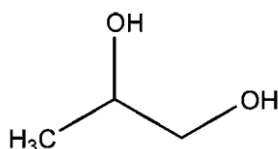


Gambar 4. Struktur Kimia Gliserin (Rowe *et al.*, 2009).

Gliserin, atau *glycerol* dikenal dengan nama *propane-1,2,3-triol* dan memiliki rumus molekul $C_3H_8O_3$ dengan massa molekul 92,09 g/mol. Zat ini berbentuk cairan jernih, tidak berwarna, tidak berbau, memiliki kekentalan tinggi, bersifat higroskopis, serta memiliki rasa manis sekitar 60% dari rasa manis sukrosa. Gliserin memiliki titik didih $290^{\circ}C$, titik nyala $176^{\circ}C$, dan titik leleh $17,8^{\circ}C$. Gliserin dapat larut sempurna dalam air, etanol, dan metanol, tetapi tidak larut dalam pelarut nonpolar seperti benzena, eter, atau minyak. Gliserin pada suhu rendah dapat mengkristal, namun akan mencair kembali di atas suhu $20^{\circ}C$. Bahan ini stabil pada kondisi penyimpanan normal, tetapi bila dipanaskan berlebihan dapat terurai menghasilkan senyawa yang bersifat toksik (Rowe *et al.*, 2009).

Gliserin tergolong sebagai bahan multifungsi yang dapat berperan sebagai pengawet antimikroba, kosolven, emolien, humektan, *plasticizer*, pelarut, pemanis, serta agen penyeimbang tonisitas. Gliserin banyak digunakan pada berbagai jenis sediaan seperti oral, topikal, oftalmik, dan parenteral. Gliserin pada produk topikal dan kosmetik berfungsi sebagai humektan dan emolien yang menjaga kelembapan serta kelembutan kulit. Gliserin dalam sediaan oral berperan sebagai pelarut, kosolven, pemanis, pengawet antimikroba, dan penambah viskositas. Gliserin dalam sediaan parenteral, berfungsi sebagai pelarut dan agen penyeimbang tonisitas. Konsentrasi penggunaan gliserin disesuaikan dengan perannya. Konsentrasi kurang dari 20% dapat digunakan sebagai pengawet antimikroba, konsentrasi hingga 30% sebagai humektan dan emolien, konsentrasi hingga 50% sebagai pelarut sediaan parenteral, dan konsentrasi hingga 20% digunakan sebagai pemanis pada eliksir yang mengandung alkohol (Rowe *et al.*, 2009).

5. Propilen Glikol



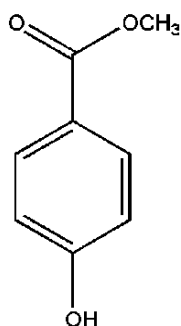
Gambar 5. Struktur Kimia Propilen Glikol (Rowe *et al.*, 2009).

Propilen glikol merupakan cairan bening, tidak berwarna, agak kental, hampir tidak berbau, dengan rasa manis ringan disertai sedikit rasa getir yang mirip dengan gliserin. Senyawa ini dikenal juga dengan nama lain seperti *1,2-dihydroxypropane*, *methylglycol*, dan *propane-1,2-*

diol. Propilen glikol memiliki rumus molekul $C_3H_8O_2$ dan bobot molekul 76,09 g/mol. Bahan ini berfungsi sebagai humektan untuk menjaga kelembapan, pengawet untuk mencegah pertumbuhan mikroba, serta pelarut untuk membantu melarutkan bahan aktif. Konsentrasi penggunaannya bervariasi tergantung fungsi, yaitu sekitar 15% sebagai humektan, 15–30% sebagai pengawet, 10–30% pada sediaan aerosol, 10–25% dalam sediaan oral, 10–60% pada sediaan parenteral, serta 5–80% dalam sediaan topikal (Rowe *et al.*, 2009).

Propilen glikol memiliki berat jenis 1,038 g/cm³ pada suhu 20°C, titik didih 188°C dan titik leleh 59°C. Senyawa ini mudah bercampur dengan pelarut polar seperti air, etanol, gliserin, kloroform, dan aseton, namun tidak bercampur dengan minyak mineral atau minyak tetap, meskipun dapat melarutkan sebagian minyak atsiri. Propilen glikol bersifat higroskopis, sehingga perlu disimpan dalam wadah tertutup rapat di tempat sejuk, kering, dan terlindung dari cahaya. Propilen glikol pada suhu tinggi dapat mengalami oksidasi dan membentuk senyawa seperti propionaldehid, asam laktat, asam piruvat, serta asam asetat. Propilen glikol juga tidak stabil bila bercampur dengan zat pengoksidasi kuat seperti kalium permanganat (Rowe *et al.*, 2009).

6. Metil Paraben



Gambar 6. Struktur Kimia Metil Paraben (Rowe *et al.*, 2009).

Metil paraben merupakan senyawa pengawet antimikroba yang umum digunakan dalam berbagai produk farmasi, kosmetik, dan makanan karena kemampuannya menghambat pertumbuhan bakteri serta jamur. Zat ini berbentuk serbuk atau kristal putih yang tidak berbau, memiliki rumus kimia $C_8H_8O_3$ dan berat molekul 152,15 g/mol. Metil paraben digunakan sebagai bahan pengawet pada konsentrasi 0,065–0,25% untuk sediaan injeksi, 0,015–0,2% untuk sediaan oral, serta 0,02–0,3% digunakan untuk sediaan topikal (Rowe *et al.*, 2009).

Aktivitas antimikrobanya paling efektif pada pH 4–8, namun menurun pada pH tinggi akibat pembentukan anion fenolat. Zat ini lebih aktif terhadap jamur dan bakteri gram positif dibandingkan gram negatif. Metil paraben mudah larut dalam etanol dan propilen glikol, tetapi sukar larut dalam air sehingga sering digunakan dalam bentuk garam natriumnya untuk meningkatkan kelarutan. Metil paraben memiliki titik leleh 125–128°C, densitas 1,352 g/cm³. Bahan ini disimpan dalam wadah tertutup rapat serta terlindung dari panas dan cahaya. Metil paraben tergolong aman karena tidak bersifat karsinogenik maupun mutagenik, meskipun dapat menimbulkan iritasi ringan pada beberapa individu. Penggunaannya dibatasi hingga 0,4% untuk tiap jenis paraben dan total maksimum 0,8% dalam kosmetik, sedangkan dalam makanan diperbolehkan hingga 0,1% (Rowe *et al.*, 2009).

7. Aquadest

Aquadest atau aquadestilata merupakan air murni yang tidak berbau, tidak memiliki rasa, dan diperoleh melalui proses penyulingan sehingga bebas dari zat terlarut maupun kotoran. Aquadest berfungsi sebagai pelarut dan disimpan pada wadah yang tertutup baik (Kemenkes RI, 2020).

H. Landasan Teori

Panthenol merupakan provitamin B5, yaitu bentuk alkohol dari asam pantotenat yang berperan penting dalam menjaga kesehatan kulit. Senyawa ini mampu meningkatkan kelembapan, mempercepat penyembuhan luka, serta memiliki efek antiinflamasi. Panthenol dengan konsentrasi 5% terbukti dapat meningkatkan kadar kelembapan pada lapisan stratum korneum dan menurunkan nilai *transepidermal water loss* (TEWL) secara signifikan. Penggunaan panthenol secara rutin direkomendasikan untuk mempertahankan fungsi *skin barrier* dan menjaga kondisi kulit tetap sehat (Camargo *et al.*, 2011). Produk perawatan kulit yang mengandung panthenol banyak ditemukan dalam bentuk krim, serum, maupun gel. Menurut penelitian (Caglar *et al.*, 2023), formulasi gel pelembap dengan kandungan panthenol 5% menunjukkan mutu fisik yang baik.

Pelembap atau *moisturizer* berfungsi meningkatkan hidrasi kulit dengan membentuk lapisan lemak pelindung di permukaan kulit, sehingga membantu melembutkan bagian kulit yang kering dan kasar (Agustin *et al.*, 2024). Pelembap atau *moisturizer* juga memiliki manfaat

tambahan seperti mengurangi garis halus, menghaluskan kulit, bersifat antiinflamasi, antipruritik, antimitotik, serta membantu proses regenerasi dan penyembuhan luka (Butarbutar & Chaerunisaa, 2021).

Pemilihan *gelling agent* menjadi aspek penting dalam formulasi sediaan gel karena berpengaruh langsung terhadap karakteristik fisik dan stabilitas produk. Penelitian ini menggunakan carbopol 940 sebagai basis gel karena menghasilkan sediaan yang jernih, homogen, memiliki viskositas dan daya lekat tinggi, serta memberikan daya sebar yang baik dibandingkan bahan pembentuk gel lainnya (Widitasari *et al.*, 2023). Carbopol 940 bersifat tidak toksik, tidak menimbulkan iritasi, dan cocok untuk formulasi topikal. *Gelling agent* ini umumnya digunakan pada konsentrasi 0,5–2% (Rowe *et al.*, 2009).

Penelitian yang dilakukan oleh Hidayanti *et al.* (2015), menunjukkan bahwa formula gel dengan konsentrasi carbopol 940 sebesar 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% dapat mempengaruhi karakteristik fisik gel. Konsentrasi carbopol 940 yang semakin tinggi dapat meningkatkan viskositas dan menurunkan daya sebar. Hal serupa juga ditemukan pada penelitian Alatas & Anindhita (2022), yang memformulasikan masker gel *peel-off* ekstrak kulit buah melon oranye (*Cucumis melo* L.), di mana konsentrasi *gelling agent* carbopol 940 0,5%, 0,75%, dan 1% dapat mempengaruhi karakteristik fisik gel. Konsentrasi carbopol 940 yang semakin tinggi dapat meningkatkan pH dan viskositas, serta menurunkan daya sebar.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa panthenol efektif digunakan sebagai bahan aktif pelembap karena mampu meningkatkan hidrasi kulit dan memperbaiki fungsi *skin barrier*. Carbopol 940 terbukti menjadi basis gel yang unggul karena dapat menghasilkan sediaan yang jernih, stabil, serta memiliki viskositas dan daya sebar yang baik. Kombinasi antara panthenol dan carbopol 940 diharapkan dapat menghasilkan sediaan gel dengan karakteristik fisik dan stabilitas yang baik, sesuai dengan standar formulasi serta aman digunakan secara rutin untuk perawatan kulit.

I. Hipotesis

Berdasarkan tujuan dan rumusan masalah, peneliti memiliki beberapa hipotesis sebagai berikut:

1. Variasi konsentrasi carbopol 940 berpengaruh terhadap karakteristik fisik (pH, viskositas, dan daya sebar), stabilitas, serta tingkat kesukaan panelis pada sediaan gel panthenol.
2. Formula tertentu dapat menghasilkan sediaan gel panthenol dengan karakteristik fisik, stabilitas, dan tingkat kesukaan yang paling baik.