

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang Tanaman Seledri

Seledri adalah tumbuhan herba dari keluarga *Apiaceae* dengan ciri batang tegak, daun majemuk, dan bunga berbentuk tandan payung. Tanaman ini kerap digunakan sebagai bahan masakan maupun bumbu, dan berbagai studi ilmiah mengungkap bahwa seledri mengandung beragam senyawa bioaktif, seperti flavonoid dan asam fenolat, berperan dalam aktivitas antioksidan serta anti-inflamasi (Daoud *et al.*, 2025). Penelitian Milić *et al* (2024) juga menunjukkan daun dan akar seledri yang diberi perlakuan pemupukan menggunakan superkompos memiliki kandungan fenolik dan flavonoid tinggi serta aktivitas antioksidan lebih baik dibandingkan dengan pemupukan mineral konvensional. Tanaman seledri dikenal dengan banyaknya manfaat terapeutik dan sumber bahan obat yang baik untuk mengatasi berbagai penyakit. Menurut Wati *et al* (2020), salah satu jenis flavonoid dari golongan flavon adalah apigenin. Pada daun seledri, apigenin digunakan untuk mengatasi asam urat, menurunkan demam, rematik, hipertensi dan memperbaiki fungsi darah yang terganggu yang berfungsi sebagai antiinflamasi. Selain itu, apigenin juga sebagai beta blocker yang memperlambat detak jantung dan menurunkan kekuatan kontraksi jantung sehingga aliran darah yang terpompa lebih sedikit dan tekanan darah menjadi berkurang.

Tanaman seledri banyak ditemukan dan dibudidayakan di Indonesia. Ada varietas seledri yang tumbuh optimal pada ketinggian 1.000 hingga 1.200 meter di atas permukaan laut dan di dataran rendah dengan suhu lingkungan antara 15 °C hingga 24 °C, kelembaban udara sebesar 80–90%, serta paparan sinar matahari selama kira-kira 8 jam per hari (Sari, Aziz & Kurniawati, 2022). Seledri tumbuh hingga 100 cm, dengan struktur batang dan cabang yang berdaging dan herba tahunan yang tumbuh hingga 0,5 m hingga 1 m dengan batang berongga. Seledri memiliki akar ramping dan batang berongga karena bersifat hemikriptofit pada seledri yaitu memiliki kuncup pertumbuhan yang terletak dekat dengan permukaan tanah,

berkontribusi pada kemampuannya beradaptasi dengan lingkungan yang kurang menguntungkan, seperti suhu rendah atau kondisi fisik tanah yang keras. Permukaan batang yang tampak bersisik juga menjadi salah satu indikasi morfologi yang mendukung ketahanan tanaman ini terhadap gangguan lingkungan (Singh, 2021).

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Seledri

Menurut penelitian Wakhidah tahun 2021 menyatakan bahwa tanaman seledri dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

| | |
|------------|------------------------------|
| Kingdom | : Plantae |
| Divisio | : Spermatophyta |
| Subdiviso | : Angiospermae |
| Class | : Dicotyledonae |
| Subclassis | : Dialipetalae |
| Ordo | : Umbelliferae/Apiales |
| Familia | : Apiaceae/Umbelliferae |
| Genus | : <i>Apium</i> |
| Spesies | : <i>Apium graveolens</i> L. |



Gambar 2. 1 Simplisia Daun Seledri (FHI Edisi II, 2017)

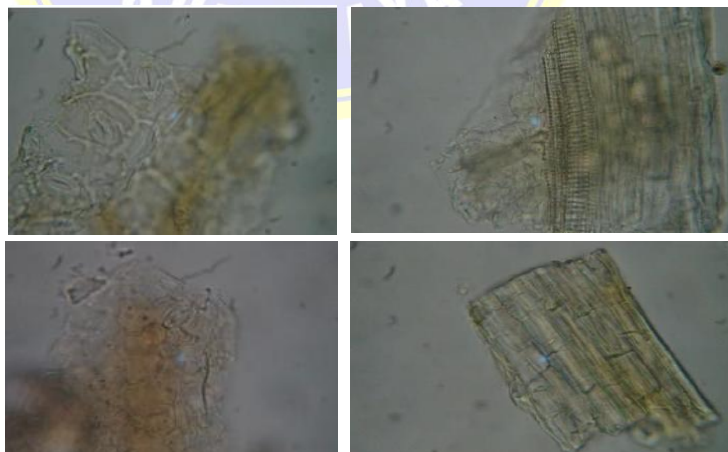
2.1.2 Morfologi Tanaman Seledri

Tabel 2. 1 Morfologi Tanaman Seledri (Wahidah, 2021)

| Bagian | Morfologi |
|-------------------------------|---|
| Daun seledri (<i>Folia</i>) | Daun tipis majemuk, melebar atau meluas dari dasar, mempunyai tangkai di semua atau banyak daun. Setiap daun memiliki tangkai sepanjang 1-2,7 cm. |
| Batang (<i>Caulis</i>) | Batang seledri tumbuh ketinggian hampir 1 m, tidak berkayu, beralus, bercabang, dan bewarna hijau. |
| Akar (<i>Radix</i>) | Akarnya yaitu akar tunggang dengan serabut sedalam 30 cm dibawah permukaan tanah dan menyebar ke samping. |
| Bunga (<i>Flos</i>) | Seledri ialah bunga tunggal, tangkai yang jelas, sisi kelopak yang tersembunyi |

2.1.3 Mikroskopis Simplisia Daun Seledri

Fragmen yang membedakan daun seledri menurut FHI adalah epidermis bawah dan epidermis atas yang memiliki stomata, berkas pengangkut dengan penebalan tipe tangga dan idioblas berupa sel minyak dan epidermis tangkai daun. Dapat dilihat pada gambar 2.2 :



Gambar 2. 2 Fragmen Simplisia Daun Seledri
(FHI Edisi II, 2017)

2.1.4 Kandungan Kimia Tanaman Seledri

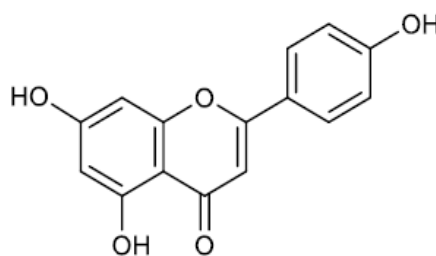
Seledri (*Apium graveolens* L.) memiliki berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, asam organik, asam hidroksisinamat, terpenoid minyak atsiri, tanin, vitamin, dan mikroelemen. Keberagaman komposisi senyawa ini mendasari berbagai efek farmakologis tanaman seledri, termasuk aktivitas antioksidan, neuroprotektif, antiinflamasi, antihipolipidemik, antihipertensi, dan antibakteri (Makarova *et al.*, 2022). Seledri juga salah satu tanaman yang memiliki potensi sebagai antikanker. Senyawa flavonoid seledri terdapat dalam jumlah cukup tinggi, terutama apigenin. Senyawa ini berperan penting dalam aktivitas biologis tanaman ini. Apigenin juga memiliki aktivitas antikanker dengan mekanisme yang menghentikan proliferasi sel dan memicu kematian sel. Oleh karena itu, keberadaan apigenin menjadikan seledri sebagai sumber senyawa bioaktif yang potensial untuk berbagai aplikasi farmakologis (Sasangka & Estuningtyas, 2023).

2.1.5 Sifat Umum Senyawa Marker Apigenin

Rumus molekul apigenin adalah $C_{15}H_{10}O_5$ dengan berat molekul 270,24 g/mol. Kelarutan apigenin dalam air itu rendah yaitu sekitar 1,35 $\mu\text{g}/\text{mL}$ di air murni dan 2,16 $\mu\text{g}/\text{mL}$ di larutan buffer fosfat pada pH 7,5. Senyawa ini dapat hadir dalam bentuk murni, O-glicosida atau C-glicosida (misalnya apigenin-7-O-neohesperidoside, apigenin-7-O- β -D-glucuronide, apigenin-7-O- β -D-glucopyranoside, apigenin-8-C-glucoside, apigenin-6-C-glucoside), serta dalam bentuk biflavonoid seperti hinokiflavone, cupressuflavone, dan amentoflavone, yang semuanya berkontribusi terhadap aktivitas biologis apigenin. (Jiang and Huang, 2025).

Apigenin disintesis secara biogenetik melalui jalur fenilpropanoid, dengan prekursor utama berupa tirosin dan fenilalanin. Tirosin mengalami deaminasi langsung menjadi asam p-coumaric, sementara fenilalanin diubah menjadi asam sinamat melalui deaminasi non-oksidatif, kemudian dioksidasi pada posisi C-4 dan diubah menjadi p-coumaric. Setelah itu, p-coumaric diaktifkan dengan Koenzim-A (CoA)

dan dikondensasikan dengan tiga molekul malonil-CoA, membentuk senyawa yang kemudian diubah menjadi chalcone oleh enzim chalcone synthase. Chalcone isomerase kemudian mengisomerisasi chalcone menjadi naringenin dan tahap akhir, naringenin dioksidasi oleh flavanone synthase menjadi apigenin (Alam *et al.*, 2021).



Gambar 2. 3 Struktur Kimia Apigenin (FHI Edisi II, 2017)

2.1.6 Manfaat Apigenin

Apigenin salah satu flavonoid alami menunjukkan potensi yang dapat menurunkan risiko kanker melalui beberapa mekanisme. Senyawa ini memiliki kemampuan untuk mematikan sel terprogram atau kematian sel kanker, menghentikan siklus sel yang abnormal, serta menghambat proliferasi tumor dan studi pada hewan telah membuktikan apigenin memiliki kemampuan untuk melawan berbagai jenis kanker, termasuk kanker kolorektal dan payudara (Pandita *et al.*, 2025). Apigenin memiliki efek protektif terhadap kesehatan kardiovaskular melalui berbagai mekanisme, yang mampu mengatur metabolisme lipid, termasuk menurunkan kadar trigliserida dan kolesterol dan mengurangi akumulasi lemak dalam pembuluh darah (Jiang & Huang, 2025).

Selain itu, apigenin dapat membantu menurunkan tekanan darah dengan memodulasi fungsi endotel dan relaksasi pembuluh darah (Wati *et al.*, 2020). Apigenin memiliki potensi sebagai obat untuk mencegah serta mengobati kondisi kardiovaskular, terutama dalam menghalangi kemajuan aterosklerosis. Manfaat terapeutiknya meliputi pengurangan penumpukan lipid plak pada dinding pembuluh darah, peningkatan proses *autophagy/lipophagy* untuk menghilangkan kelebihan lipid, serta promosi transportasi kolesterol terbalik (RCT) yang mendukung

pengeluaran kolesterol dari tubuh (Hu *et al.*, 2025). Temuan ini menjelaskan bahwa apigenin tidak hanya berperan sebagai antioksidan, tetapi juga sebagai sarana pengobatan potensial dalam pencegahan penyakit kardiovaskular.

2.2 Definisi Simplisia

FHI Edisi II tahun 2017 menjelaskan bahwa simplisia merupakan bahan alami yang telah dikeringkan dan digunakan sebagai pengobatan. Proses pengeringan dibawah sinar matahari, pengeringan dengan aliran udara atau oven adalah semua metode yang dapat digunakan untuk mengeringkan. Namun, suhu oven harus tidak melebihi 60° celcius (C), kecuali dinyatakan sebaliknya. Mutu simplisia yang terstandar adalah bahan yang digunakan sesuai dengan persyaratan yang tercantum dalam monografi resmi yaitu Materia Medika Indonesia atau FHI. Mutu simplisia harus memenuhi parameter fisik dan kimia tertentu seperti tingkat kekeringan dengan kadar air kurang dari 10%.

2.2.1 Macam-Macam Simplisia

Maslahah *et al* (2024) menyatakan bahwa, simplisia dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan sumber bahan bakunya yaitu :

1. Simplisia nabati merupakan simplisia berasal dari tanaman atau tumbuhan, baik berupa tumbuhan yang utuh, bagian-bagian tertentu dari tumbuhan, maupun eksudat yang dihasilkan tanaman. Bagian tumbuhan yang dapat digunakan mencakup daun, batang, akar, bunga, buah, atau biji, yang diproses melalui pengeringan untuk menjaga kestabilan zat aktifnya.
2. Simplisia hewani merupakan simplisia berasal dari hewan, baik secara keseluruhan maupun dari bagian tertentu, dan zat atau produk yang dihasilkan oleh hewan yang memiliki nilai obat atau manfaat terapeutik.
3. Simplisia mineral dikenal sebagai pelikan atau simplisia yang berasal dari bahan mineral baik dalam bentuk murni ataupun yang telah diproses secara sederhana. Simplisia mineral banyak dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional dan formulasi farmasi karena

kandungan mineral dan senyawa anorganiknya yang memiliki efek terapeutik tertentu, misalnya sebagai antasida, sumber kalsium, atau agen pembentuk zat padat.

2.2.2 Tahap Pembuatan Simplisia

Maslahah *et al* (2024) menyatakan bahwa, tahapan pembuatan simplisia pada umumnya meliputi :

1. Pengumpulan bahan simplisia

Dilakukan pada masa panen optimal dan dengan prosedur yang benar untuk menjaga kualitas bahan.

2. Sortasi Kering

Setelah proses pengeringan selesai, proses pemilihan kembali bahan yang disebut juga dengan sortasi kering. Pada tahap ini, simplisia yang mengalami kerusakan seperti terlalu gosong, berubah warna, atau tidak memenuhi standar mutu akan dipisahkan dan dibuang. Proses ini penting untuk menjamin bahwa hanya simplisia dengan kualitas baik yang digunakan, sehingga mutu akhir bahan tetap terjaga dan sesuai dengan persyaratan farmakognostik.

3. Pencucian

Tujuan pencucian adalah untuk menghilangkan berbagai kontaminasi yang menempel pada simplisia seperti kotoran, tanah, mikroorganisme, serta residu pestisida. Metode yang digunakan sortasi dan pencucian berpengaruh terhadap kualitas mikrobiologis awal simplisia, karena teknik yang kurang tepat dapat meningkatkan atau mempertahankan jumlah mikroba pada bahan. Oleh karena itu, tahap ini menjadi krusial dalam menjamin kebersihan serta keamanan simplisia sebelum masuk ke proses pengeringan dan penyimpanan.

4. Perajangan

Perajangan berlaku untuk simplisia yang tebal dan keras, tidak berlaku untuk daun tipis seperti seledri. Daun seledri dilakukan pemotongan menjadi 2 bagian antara tangkai dan daun. Dalam hal ini dilakukan untuk mempermudah proses pengeringan maupun ekstraksi dapat berlangsung lebih efisien.

5. Pengerinan

Prose Pengerinan bertujuan untuk mengurangi jumlah air dalam bahan sehingga tidak mudah ditumbuhi mikroba dan menghilangkan enzim yang dapat menguraikan zat aktif simplisia yang memudahkan proses pengolahan selanjutnya yang lebih sederhana, mudah disimpan dan tahan lama.

6. Penyimpanan

Tempat penyimpanan bersuhu dan kelembapan terkontrol, dapat menjaga kestabilan kualitas simplisia lebih lama.

2.2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Mutu Simplisia

Maslahah *et al* (2024) menyatakan bahwa salah satu faktor yang dapat mempengaruhi mutu simplisia dan yang harus diperhatikan, antara lain :

1. Bahan baku simplisia (asal bahan baku, masa panen, kualitas bahan baku)
2. Proses pembuatan simplisia
3. Penyimpanan bahan baku

2.3 Ekstrak dan Metode Ekstraksi

2.3.1 Definisi Ekstrak

Menurut FHI Edisi II (2017) menyatakan bahwa ekstrak adalah sediaan kering, kental atau cair yang dibuat dengan menyari simplisia nabati dengan cara yang tepat, diluar cahaya matahari langsung. Menurut Triyanti *et al* (2025) menyatakan bahwa ekstraksi adalah suatu teknik yang memanfaatkan pelarut cair yang tepat untuk memisahkan kandungan zat aktif dari simplisia.

2.3.2 Jenis Ekstrak

Menurut BPOM RI (2023) menyatakan bahwa ekstrak dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan bentuk fisik dan kadar pelarut yang terkandung di dalamnya meliputi :

1. Ekstrak Kering

Ekstrak kering merupakan hasil ekstraksi yang sudah melalui proses pengerinan dengan metode tertentu, baik menggunakan bahan tambahan maupun tanpa bahan tambahan, hingga diperoleh bentuk

serbuk yang stabil dan mudah digunakan.

2. Ekstrak Kental

Ekstrak kental merupakan hasil ekstraksi yang sudah melalui proses penguapan pelarut sebagian besar pelarut hingga mencapai konsistensi pekat, namun masih mempertahankan kadar pelarut alami. Pada suhu kamar, ekstrak ini memiliki tekstur kental.

3. Ekstrak Cair

Ekstrak cair merupakan hasil penyarian simplisia masih mengandung pelarut pengestraksi dalam jumlah besar karena belum melalui proses penguapan. Pada kondisi suhu kamar, ekstrak ini memiliki konsistensi encer menyerupai larutan, dengan warna dan aroma khas sesuai bahan asalnya. Bentuk ekstrak cair biasanya digunakan untuk sediaan obat tradisional atau penelitian awal karena mudah diaplikasikan, homogen, serta memungkinkan pengujian kandungan zat aktif secara langsung tanpa proses pengeringan lanjutan.

2.3.3 Macam-Macam Metode Ekstraksi

Menurut BPOM RI (2023) bahwa dikenal tiga kelompok besar metode ekstraksi yang telah lama digunakan, yaitu metode ekstraksi tradisional, metode ekstraksi modern, dan metode ekstraksi minyak atsiri. Metode ekstraksi tradisional atau konvensional dibedakan berdasarkan suhu prosesnya menjadi metode ekstraksi panas dan metode ekstraksi dingin. Metode ekstraksi dingin meliputi maserasi dan perkolasi. Sementara itu, metode ekstraksi panas mencakup sokletasi, digesti, refluks, dekokta, dan infusa.

1. Metode Ekstraksi Dingin

a. Maserasi (Konvensional)

Maserasi adalah proses penarikan senyawa aktif dari simplisia tanpa pemanasan. Metode ini digunakan mengekstraksi senyawa yang tidak tahan terhadap suhu tinggi, sehingga kandungan zat aktifnya tetap terjaga (BPOM RI, 2023).

b. Perkolasi

Proses ekstraksi yang dikenal sebagai perkolasi melibatkan

penggunaan alat khusus yang disebut perkolator berbentuk kerucut untuk mengalirkan pelarut secara berkala melalui serbuk simplisia pada suhu kamar. Pelarut yang selalu baru mengalir menjaga proses pelarutan senyawa aktif berlangsung secara bertahap hingga mencapai keadaan jenuh.

2. Metode Ekstraksi Panas

a. Sokletasi

Sokletasi merupakan suatu metode ekstraksi padat-cair di mana simplisia atau bahan padat ditempatkan dalam sebuah labu bersama pelarut yang tepat, kemudian pelarut tersebut dipanaskan hingga mendekati atau di bawah titik didihnya. Pemanasan ini menyebabkan pelarut terus menerus beruap, mengembun, dan kemudian membasahi kembali material yang akan diekstraksi, sehingga senyawa target larut dalam pelarut lewat proses sirkulasi berulang hingga diperoleh ekstrak yang maksimal (Triyanti *et al.*, 2025).

b. Refluks

Refluks adalah metode ekstraksi digunakan untuk menarik senyawa aktif dari bahan yang relatif tahan terhadap panas. Pada metode ini, pelarut volatil dipanaskan sampai menguap, kemudian uap pelarut didinginkan menggunakan kondensor hingga mengembun dan menetes ke wadah ekstraksi, memungkinkan proses ekstraksi berlangsung secara terus-menerus tanpa kehilangan pelarut selama pemanasan (Lestari, Tivani & Susiyarti, 2021).

c. Digesti

Digesti adalah metode ekstraksi yang merupakan modifikasi dari maserasi, di mana proses perendaman simplisia dilakukan dengan pemanasan pada suhu hangat namun tidak sampai mendidih. Umumnya, metode ini menggunakan suhu antara 40°C hingga 50°C untuk mempercepat proses difusi pelarut ke dalam bahan, sehingga senyawa aktif dapat larut lebih efisien tanpa merusak

kandungan yang sensitif terhadap panas tinggi.

d. Dekokta

Dekokta merupakan metode ekstraksi tradisional yang umumnya diterapkan pada bagian tumbuhan yang bersifat keras seperti akar, biji, kulit batang dan yang tidak mengandung komponen aromatik mudah menguap. Pada metode ini, simplisia direbus dalam pelarut air pada suhu tinggi 90°C selama 15 hingga 30 menit, sehingga senyawa aktif yang terdapat dalam jaringan keras dapat terlarut secara maksimal. Proses pemanasan yang cukup lama memungkinkan pelarut menembus struktur selulosa tebal dari bahan tanaman, menghasilkan ekstrak dengan kandungan zat aktif yang tinggi, meskipun metode ini tidak tepat untuk senyawa yang mudah rusak karena suhu panas (Collins *et al.*, 2021).

e. Infusa

Infusa merupakan metode ekstraksi untuk menarik senyawa aktif yang larut air terutama bagian tanaman yang memiliki aroma khas seperti bunga dan batang. Metode infusa yang banyak diterapkan dalam pembuatan obat tradisional untuk menarik senyawa aktif dari bahan nabati yang mudah larut dalam air. Dengan merendam simplisia ke dalam air panas atau hampir mendidih (sekitar 90°C) selama 10-15 menit, sehingga senyawa bioaktif dapat terlarut secara optimal ke dalam pelarut air (Collins *et al.*, 2021).

2.3.4 Macam-Macam Pelarut Ekstraksi

Pelarut merupakan komponen utama dalam proses ekstraksi karena berfungsi untuk melarutkan dan menarik senyawa bioaktif dari bahan alam seperti simplisia nabati. Pemilihan pelarut sangat menentukan jenis senyawa yang berhasil diekstraksi dan jumlahnya, karena setiap pelarut memiliki tingkat polaritas berbeda yang memengaruhi kemampuan melarutkan senyawa tertentu (Iwuji *et al.*, 2021). Berikut merupakan pelarut yang sering digunakan dalam prosedur ekstraksi diantaranya :

1. Air

Air (H₂O) mempunyai massa molar sekitar 18,02 g·mol⁻¹, dengan

titik didih normal ≈ 100 °C pada tekanan udara standar, dan viskositas dinamis pada ~ 20 °C sekitar $1,00\text{--}1,02$ mPa·s (cP). Sifat-sifat ini menjadikan air pelarut ideal untuk senyawa polar karena kelarutannya tinggi, tak beracun, dan tidak mudah terbakar (Kontogeorgis *et al.*, 2022). Namun berpotensi pertumbuhan bakteri dan jamur dan memerlukan sejumlah besar panas untuk memekatkan ekstrak (BPOM RI, 2023).

2. Etanol

Etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) adalah salah satu pelarut yang paling banyak digunakan dalam proses ekstraksi karena sifat fisiknya yang mendukung kelarutan berbagai senyawa bioaktif. Etanol memiliki berat molekul sekitar $46,07$ g/mol, titik didih $\pm 78,3$ °C, dan viskositas dinamis berkisar antara $1,0\text{--}1,2$ mPa·s pada suhu $20\text{--}25$ °C, yang memungkinkan difusi pelarut berlangsung efektif tanpa menyebabkan degradasi termal pada senyawa sensitif terhadap panas. Sifat fisik tersebut menjadikan etanol mampu melarutkan senyawa polar maupun semi-polar, serta mudah menguap sehingga memudahkan proses pemekatan ekstrak dan dapat digunakan dalam ekstraksi dingin. (Sotiriadou *et al.*, 2023).

3. Etil Asetat

Etil asetat (*ethyl acetate*, $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$) merupakan senyawa ester yang sering digunakan sebagai pelarut dalam berbagai aplikasi ekstraksi dan kimia. Berat molekul etil asetat sekitar $88,11$ g·mol⁻¹. Titik didihnya pada tekanan atmosferik normal adalah sekitar 77 °C. Untuk viskositas dinamis pada temperatur sekitar $20\text{--}25$ °C, data menunjukkan nilai sekitar $0,45$ mPa·s ($\approx 0,45$ cP) (Caddesi, 2025). Kekurangan etil asetat yaitu tidak dapat menarik senyawa yang semi polar (BPOM RI, 2023).

4. Metanol

Metanol (CH_3OH) adalah pelarut polar berwujud cair pada suhu kamar dengan massa molar $\approx 32,04$ g·mol⁻¹, titik didih normal $\approx 64,7$ °C, dan viskositas dinamis yang rendah sekitar $0,54\text{--}0,60$ mPa·s pada

20–25 °C (Kirchner, Das & Boese, 2008). Kekurangan dari metanol adalah memiliki resiko merusak senyawa dan beracun dengan bau yang khas (BPOM RI, 2023).

5. N-Heksana

N-heksana (*n-hexane*, C₆H₁₄) adalah pelarut non-polar berwujud cair yang sering dipakai untuk ekstraksi minyak dan lipid. Senyawa ini mempunyai massa molar $\approx 86,18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, titik didih normal $\approx 68\text{--}69$ °C, dan viskositas dinamis yang sangat rendah sekitar 0,30–0,35 mPa·s (cP) pada suhu kamar $\sim 20\text{--}25$ °C (Registry, 2025). Karena sifatnya pelarut non-polar, N-heksana memiliki kemampuan untuk melarutkan gugus nonpolar pada senyawa seperti terpenoid, steroid, lemak dan lilin (BPOM RI, 2023).

Pemilihan pelarut dalam ekstraksi bergantung pada jenis dan bagian tanaman yang digunakan, karakteristik senyawa bioaktif yang ingin diambil, dan juga ketersediaan pelarutnya. Secara umum, senyawa polar dapat diekstraksi dengan lebih baik menggunakan pelarut polar seperti air, metanol dan etanol. Sebaliknya, senyawa nonpolar itu seperti n-heksana yang lebih efektif untuk mengekstraksi senyawa nonpolar. Jika pelarut digunakan dalam bentuk campuran dengan air, maka air berperan sebagai pengatur tingkat polaritas agar sesuai dengan kebutuhan proses ekstraksi.

Tabel 2. 2 Sifat Fisikokimia Pelarut (BPOM RI, 2023)

| Pelarut | Indeks Polaritas | Titik Didih (C°) | Viskositas (c poise) | Kelarutan (air) (% w/w) |
|----------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| N-Heksana | 0.0 | 69 | 0.33 | 0.001 |
| Etil asetat | 4.4 | 77 | 0.45 | 8.7 |
| Metanol | 5.1 | 65 | 0.60 | 100 |
| Etanol | 5.2 | 78 | 1.20 | 100 |
| Air | 9.0 | 100 | 1.00 | 100 |

Keterangan : Sifat fisikokimia beberapa pelarut yang sering digunakan untuk ekstraksi dan fraksinasi.

2.3.5 Faktor Yang Mempengaruhi Hasil Ekstraksi

Faktor-faktor berikut yang memengaruhi hasil ekstraksi (Pawarti *et al.*, 2023) :

1. Jenis dan Polaritas Pelarut

Pemilihan pelarut sangat menentukan jenis senyawa yang diekstrak. Pelarut non-polar seperti n-heksana dapat mengekstrak minyak atsiri dan senyawa non-polar dengan lebih baik daripada pelarut polar seperti etanol dan metanol. Etanol dan metanol lebih efektif mengekstraksi senyawa fenolik dan flavonoid. Variasi pelarut juga mempengaruhi rendemen dan aktivitas biologis ekstrak (Rahmi *et al.*, 2021).

2. Metode Ekstraksi

Hal ini berpengaruh terhadap hasil ekstraksi karena perbedaan mekanisme kerja, yang dapat menghasilkan rendemen yang berbeda, sebagai contoh pada penelitian Triyanti *et al* (2025), menunjukkan ekstraksi kulit buah naga dengan menggunakan perbedaan metode menghasilkan variasi rendemen antara maserasi (16,29 %), sonikasi (3,74 %), dan sokletasi (29,54 %). Metode ekstraksi memengaruhi pelepasan senyawa melalui perbedaan mekanisme kontak pelarut dan matriks tanaman, misalkan maserasi mengandalkan perendaman jangka panjang, sedangkan perkolasi dan sokletasi menggunakan aliran pelarut yang lebih intensif untuk mempercepat ekstraksi senyawa (Bitwell *et al.*, 2023). Selain perbedaan mekanisme, kondisi operasional seperti waktu, suhu, rasio padat dan pelarut, ukuran partikel, jenis pelarut, dan pengadukan sangat memengaruhi hasil ekstraksi, sehingga diperlukan optimasi kondisi untuk memperoleh hasil terbaik pada setiap metode dan matriks bahan (Hlatshwayo *et al.*, 2025). Pemilihan metode ekstraksi dipengaruhi oleh pertimbangan ekonomi (biaya peralatan, konsumsi energi, skala produksi), keamanan, teknik yang lebih efisien, ramah lingkungan serta semakin dipertimbangkan tidak hanya berdasarkan rendemen tetapi juga keberlanjutan dan kelayakan skala (Cheriyani *et al.*, 2025).

3. Waktu dan Suhu Ekstraksi

Lama waktu ekstraksi dan suhu yang digunakan berpengaruh pada banyaknya senyawa yang terekstrak dan stabilitasnya. Suhu tinggi bisa mempercepat ekstraksi tapi juga dapat merusak senyawa sensitif. Waktu ekstraksi yang optimal perlu disesuaikan untuk memperoleh ekstrak maksimum tanpa degradasi (Kamilah, Hardiansyah & Saputra, 2025).

4. Ukuran Partikel

Ukuran partikel adalah salah satu faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi (Pawarti *et al.*, 2023). Partikel yang lebih kecil memiliki luas permukaan yang lebih besar untuk kontak antara simplisia dan pelarut serta jarak difusi zat terlarut yang lebih pendek sehingga kecepatan ekstraksi lebih besar (Asworo & Widwastuti, 2023). Penelitian oleh Sakalaty *et al.*, yang melakukan ekstraksi dari kulit singkong menggunakan metode maserasi dengan variasi ukuran partikel 50, 100, dan 200 mesh menunjukkan bahwa dengan ukuran partikel 200 mesh menghasilkan senyawa fenolik yang lebih tinggi (Sakalaty *et al.*, 2021).

5. Tekanan

Tekanan adalah faktor penting dalam proses ekstraksi senyawa bioaktif karena berpengaruh terhadap titik didih pelarut, sehingga dapat memengaruhi efisiensi proses ekstraksi (Getachew *et al.*, 2022). Secara termodinamika, penurunan tekanan menyebabkan titik didih menurun, sehingga pelarut sudah dapat mendidih pada suhu yang lebih rendah (Martins *et al.*, 2023). Hal tersebut sesuai dengan hukum gas ideal ($pV=nRT$), di mana penurunan tekanan menyebabkan berkurangnya energi termal yang diperlukan untuk terjadinya perubahan fase cair ke gas, maka pelarut dapat mendidih pada suhu lebih rendah dan membantu menjaga stabilitas senyawa bioaktif (Nasution *et al.*, 2025).

6. Kondisi Proses Ekstraksi

Hasil ekstraksi senyawa bioaktif juga dapat dipengaruhi oleh

kondisi proses ekstraksi seperti paparan cahaya karena banyak senyawa fotosensitif dapat mengalami perubahan struktur kimia saat terpapar cahaya sehingga menurunkan stabilitas dan rendemen ekstrak misalnya kumarin (Rahman *et al.*, 2024). Selain itu, flavonoid seperti apigenin, yang termasuk dalam kelompok flavon juga menunjukkan sensitivitas terhadap paparan cahaya sehingga penting untuk mengendalikan kondisi pencahayaan selama ekstraksi (Ang, Thoo & Siow, 2024). Oleh karena itu, kondisi ekstraksi yang baik untuk senyawa fotosensitif harus mencakup perlindungan dari cahaya, misalnya dengan penggunaan wadah gelap atau pelaksanaan ekstraksi dalam kondisi minim cahaya, untuk mengoptimalkan rendemen dan kualitas ekstrak yang dihasilkan (Lopez-Corrales & Marchan, 2025).

7. Pengadukan

Pengadukan adalah salah satu yang mempengaruhi keberhasilan proses ekstraksi. Hal tersebut berperan dalam meningkatkan kontak antara pelarut ekstrak dan simplisia yang diekstraksi. Kecepatan pengadukan yang meningkat dapat memperbaiki homogenisasi campuran, mempercepat perpindahan massa (*mass transfer*), serta meningkatkan perpindahan konvektif sehingga senyawa aktif lebih mudah terlarut ke dalam pelarut. Kondisi tersebut menyebabkan hasil ekstraksi yaitu senyawa fitokimia menjadi lebih tinggi (Zainol, Aziz & Baharudin, 2023). Namun, kecepatan pengadukan yang terlalu tinggi dapat menimbulkan turbulensi berlebih dan gaya geser (*shear stress*) yang dapat mengganggu proses transfer massa serta menurunkan efisiensi ekstraksi. Maka, diperlukan kecepatan pengadukan yang optimum agar proses ekstraksi dapat berlangsung secara maksimal dan menghasilkan rendemen ekstrak yang lebih tinggi (Albar J, Sholihin & Nuhardin, 2025).

2.4 Metode Maserasi

2.4.1 Definisi dan Prinsip Kerja

Maserasi adalah metode ekstraksi sederhana yang dilakukan dengan cara merendam bahan sederhana (simplisia) dalam pelarut yang sesuai pada suhu kamar. Selama proses ini, pelarut menembus jaringan bahan tanaman, menyebabkan dinding dan membran sel pecah akibat perbedaan tekanan osmotik antara bagian dalam dan luar sel. Hal ini memungkinkan senyawa aktif, seperti antioksidan, keluar dari sel dan larut ke dalam pelarut secara difusi pasif. Proses ekstraksi berlangsung sampai tercapai keseimbangan konsentrasi senyawa antara bahan tanaman dan pelarut. Prinsip utama maserasi yaitu proses difusi dan pelarutan senyawa aktif tanpa menggunakan suhu tinggi, sehingga senyawa yang sensitif terhadap panas tetap terjaga stabilitasnya selama proses ekstraksi (Dzulfian Syafrian, 2025).

2.4.2 Tahapan Proses Maserasi

Menurut FHI Edisi II (2017) menyatakan bahwa tahapan proses maserasi yaitu :

1. Ekstrak dibuat dari simplisia melalui metode maserasi menggunakan pelarut yang sesuai, umumnya menggunakan etanol 70% apabila tidak ditentukan lain dalam monografi.
2. Maserasi dilakukan dengan menambahkan 10 bagian pelarut ke dalam 1 bagian serbuk simplisia. Pelarut yang dipilih harus memiliki kemampuan dalam melarutkan sebagian besar metabolit sekunder yang terkandung dalam simplisia.
3. Direndam selama 6 jam pertama sambil sesekali diaduk dan dilanjutkan dengan perendaman selama 18 jam tanpa pengadukan. Tetapi pada penelitian Fitriani & Latifudin (2025) menunjukkan bahwa semakin lama maserasi, semakin kuat dan banyak jenis senyawa yang terdeteksi.
4. Maserat dipisahkan dari ampas melalui proses sentrifugasi, dekantasi, atau filtrasi. Penyarian dilakukan minimal 2 kali dengan jenis pelarut yang sama. volume pelarut pada penyarian kedua adalah

- setengah dari penyarian pertama.
5. Seluruh maserat yang diperoleh kemudian digabung dan diuapkan di bawah tekanan rendah menggunakan alat seperti rotavapor hingga diperoleh ekstrak kental.
 6. Rendemen ekstrak selanjutnya dihitung berdasarkan perbandingan bobot antara ekstrak yang dihasilkan dengan bobot serbuk simplisia awal, dan hasilnya harus memenuhi standar rendemen minimum sebagaimana tercantum dalam monografi ekstrak.

2.5 Metode Digesti

2.5.1 Definisi dan Prinsip Kerja

Metode merupakan teknik ekstraksi yang memodifikasi dari maserasi konvensional dengan pemberian pemanasan lemah, biasanya pada suhu antara kurang dari 50°C, sambil dilakukan pengadukan secara kontinu. Proses ini bertujuan meningkatkan kelarutan senyawa aktif sehingga ekstraksi menjadi lebih efisien dan waktu ekstraksi relatif lebih singkat dibanding maserasi biasa yang dilakukan pada suhu ruang (Dewi, 2021). Prinsip kerja digesti adalah pemanasan bahan dan pelarut secara terkendali untuk mempercepat pelarutan komponen fitokimia dengan tetap menjaga kestabilan senyawa yang relatif tahan panas. Pengadukan konstan selama proses menjaga homogenitas campuran dan memperbesar kontak pelarut dengan bahan, sehingga ekstraksi lebih optimal (Uzwatania, Ma'ruf & Jumadi, 2024). Selain suhu dan pengadukan, tekanan adalah faktor yang juga berpengaruh pada proses ekstraksi. Penurunan tekanan diketahui dapat menurunkan titik didih pelarut, sehingga proses pemanasan dapat dilakukan pada suhu yang lebih rendah (Bitwell *et al.*, 2023).

2.5.2 Tahap Proses Digesti

Menurut Dewi (2021) menyatakan bahwa tahapan proses digesti :

1. Persiapan Bahan Simplisia

Simplisia seperti daun, kulit, atau bagian tanaman yang sudah dikeringkan dan digiling menjadi serbuk kemudian ditimbang sesuai kebutuhan untuk ekstraksi.

2. Perendaman Awal

Simplisia direndam dalam pelarut (etanol 70%) di dalam wadah tertutup agar pelarut tidak menguap selama proses berlangsung.

3. Pemanasan dengan Pengadukan

Campuran simplisia dan pelarut dipanaskan dengan pengadukan konstan untuk meratakan suhu dan meningkatkan kontak antara pelarut dan bahan, di mana pada kondisi tekanan rendah pelarut sudah dapat mendidih pada suhu yang lebih rendah, sehingga proses ekstraksi dapat berlangsung lebih efisien tanpa pemanasan tinggi. Proses ini berlangsung selama 1-3 jam.

4. Penyaringan

Setelah ekstraksi selesai, memisahkan cairan ekstrak dari ampas.

5. Penguapan Pelarut

Ekstrak bercampur pelarut kemudian dipekatkan pada evaporator dilakukan dengan penurunan tekanan untuk mendapatkan ekstrak pekat dan konsentrat.

2.6 Parameter Mutu Ekstrak

2.6.1 Definisi Parameter Mutu Ekstrak

Parameter mutu ekstrak merupakan ukuran maupun karakteristik yang digunakan untuk menilai dan menjamin kualitas ekstrak herbal, sehingga ekstrak tersebut memenuhi standar keamanan, kemurnian, efektivitas, dan konsistensi (Samang, Sadik & Rahman, 2025). Parameter mutu penting agar ekstrak dapat diproduksi secara standar dan digunakan secara aman dan efektif sebagai bahan Obat Herbal Terstandar (OHT).

2.6.2 Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Mutu Ekstrak

Berdasarkan Dzulfian Syafrian (2025) dan Dewi (2021) menunjukkan bahwa metode ekstraksi berbeda, dapat berpengaruh ke berbagai aspek mutu ekstrak sebagai berikut :

1. Rendemen Ekstrak
2. Kadar Senyawa Aktif
3. Sifat Fisika Kimia

4. Kestabilan Ekstrak

2.6.3 Tujuan Penetapan Parameter Mutu

Menetapkan standar mutu untuk memastikan kualitas, keamanan dan kemanfaatan ekstrak herbal sehingga memenuhi standar yang berlaku menurut FHI Edisi II (2017). Selain itu, menurut Amin *et al* (2024) menyatakan bahwa tujuan penetapan parameter mutu meliputi :

1. Menjamin bahwa ekstrak yang dihasilkan memenuhi standar kualitas dan bebas dari kontaminan berbahaya seperti logam berat ataupun mikroorganisme.
2. Memastikan keamanan penggunaan ekstrak berdasarkan pengujian kadar air, abu, dan residu pelarut.
3. Menjamin kemanfaatan produk melalui identifikasi dan kuantifikasi senyawa aktif utama yang memberikan efek farmakologis.
4. Memberikan data ilmiah sebagai dasar regulasi dan standardisasi ekstrak dalam obat tradisional dan produk Obat Herbal Terstandar (OHT).

2.6.4 Macam-Macam Parameter Mutu Menurut Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) dan Farmakope Herbal Indonesia

Menurut FHI, parameter mutu simplisia dan ekstrak meliputi pemerian organoleptik, pemerian makroskopis dan mikroskopis, kandungan kimia, serta metode analisis yang tercantum dalam monografi bahan terkait. Sedangkan, berdasarkan acuan tetap dari FHI, BPOM menetapkan bahwa persyaratan mutu mencakup parameter mutu spesifik dan non-spesifik.

2.6.5 Parameter Spesifik

Menurut FHI Edisi II (2017), parameter mutu untuk simplisia dan ekstrak daun seledri tidak dijelaskan secara eksplisit sebagai parameter spesifik dan nonspesifik, melainkan disajikan dalam bentuk daftar uji mutu. Pengelompokan menjadi parameter spesifik dan nonspesifik mengacu pada pedoman BPOM RI (2023). Parameter mutu dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.3 Persyaratan Parameter Spesifik Pada Simplisia dan Ekstrak Seledri (FHI Edisi II, 2017)

| Parameter Mutu Spesifik Simplisia | Parameter Mutu Spesifik Ekstrak |
|---|--|
| Uji Organoleptis | Uji Organoleptis |
| Uji Mikroskopik dan Makroskopik | Rendemen Ekstrak tidak kurang dari 24,6% |
| Uji Kadar Sari Larut Air (KSLA) tidak kurang dari 10,3% | Penetapan Senyawa Apigenin |
| Uji Kadar Sari Larut Etanol (KSLE) tidak kurang dari 5,2% | |

2.6.6 Parameter Non-Spesifik

Tabel 2.4 Persyaratan Parameter Non-spesifik Pada Simplisia dan Ekstrak Seledri (FHI Edisi II, 2017).

| Parameter Mutu Non-Spesifik Simplisia | Parameter Mutu Non-Spesifik Ekstrak |
|--|--|
| Susut pengeringan tidak lebih dari 10% | Susut Pengeringan tidak lebih dari 10% |
| Kadar abu total tidak lebih dari 19,3% | Kadar abu total tidak lebih dari 10,6% |
| Kadar abu tidak larut asam tidak lebih dari 4,2% | Kadar abu tidak larut asam tidak lebih dari 0,5% |
| | Cemaran Mikroba |