

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Diuretik

Diuretik adalah obat-obat yang meningkatkan laju aliran urin, namun secara klinis diuretik juga bermanfaat untuk meningkatkan laju ekskresi Na^+ (natriuresis) dan anion yang menyertainya, biasanya Cl^- . NaCl dalam tubuh merupakan penentu utama volume cairan ekstraseluler dan sebagian besar aplikasi klinis diuretik ditujukan untuk mengurangi volume cairan ekstraseluler dengan mengurangi kandungan total NaCl di dalam tubuh. Secara klinis, diuretik bekerja dengan menurunkan laju reabsorpsi natrium dari tubulus sehingga menyebabkan natriuresis dan kemudian menimbulkan efek diuresis (Maryam et al., 2020).

Diuretik terutama digunakan untuk mengurangi sembab (edema) yang disebabkan oleh meningkatnya jumlah cairan luar sel, pada keadaan yang berhubungan dengan kegagalan jantung kongestif, kegagalan ginjal, oligourik, sirosis hepatis, keracunan kehamilan, glaukoma, hiperkalsemi, diabetes insipidus, dan sembab yang disebabkan oleh penggunaan jangka panjang kortikosteroid atau estrogen. Diuretik juga digunakan sebagai penunjang pada pengobatan hipertensi. Diuretik menyebabkan penurunan volume plasma yang akan menurunkan curah jantung dan akhirnya menurunkan tekanan darah (Hidayati et al., 2022).

2.2 Mekanisme Kerja Diuretik

Diuretik bekerja dengan meningkatkan aliran urin (diuresis) melalui penghambatan reabsorpsi natrium dan air pada tubulus ginjal. Proses ini umumnya terjadi pada berbagai segmen nefron, yaitu tubulus proksimal, ansa Henle, dan tubulus distal. Diuretik merupakan obat yang mampu mempercepat pembentukan urin. Istilah “diuresis” sendiri mengandung dua pengertian: pertama, menunjukkan

peningkatan volume urin yang dihasilkan; dan kedua, menunjukkan peningkatan ekskresi zat-zat terlarut serta air (Harrison et al., 2021).

1. Tubulus Proksimal

Sebanyak 70% garam, termasuk natrium (Na^+), air, glukosa, dan urea, direabsorpsi secara aktif di segmen ini. Karena reabsorpsi berlangsung secara proporsional, maka komposisi filtrat tetap isotonis terhadap plasma. Diuretik osmotik seperti manitol dan sorbitol bekerja pada segmen ini dengan cara menghambat reabsorpsi air dan natrium melalui mekanisme osmotik (Sutjiatmo et al., 2023).

2. Lingkung Henle

Pada bagian naik lengkung Henle, sekitar 25% klorida (Cl^-) yang telah difiltrasi akan direabsorpsi secara aktif, diikuti oleh reabsorpsi pasif natrium (Na^+) dan kalium (K^+), namun tanpa disertai reabsorpsi air, sehingga filtrat menjadi hipotonis. Diuretik loop seperti furosemid, bumetanid, dan etakrinat bekerja pada segmen ini dengan menghambat transporter ion Cl^- , yang berakibat pada terganggunya reabsorpsi Na^+ dan peningkatan ekskresi K^+ serta air (Sutjiatmo et al., 2023).

4. Tubulus Distal

Pada bagian awal segmen ini, natrium (Na^+) direabsorpsi secara aktif tanpa diikuti oleh air, sehingga menyebabkan filtrat menjadi lebih cair dan hipotonis. Diuretik golongan tiazid seperti hidroklorotiazid dan klortalidon bekerja pada bagian ini. Pada segmen selanjutnya, terjadi pertukaran ion Na^+ dengan ion K^+ , suatu proses yang dikendalikan oleh hormon aldosteron. Antagonis aldosteron seperti spironolakton serta zat penghemat kalium seperti amilorid dan triamteren bekerja pada bagian ini untuk mencegah ekskresi K^+ berlebihan (Nurihardiyanti et al., 2015).

5. Saluran Pengumpul

Saluran pengumpul merupakan bagian akhir dari sistem nefron yang berperan penting dalam pengaturan volume dan konsentrasi urin. Salah satu

faktor utama yang memengaruhi fungsi saluran pengumpul adalah hormon antidiuretik atau vasopresin, yang disekresikan oleh kelenjar hipofisis. Vasopresin bekerja dengan meningkatkan permeabilitas air pada sel-sel epitel saluran pengumpul, sehingga memungkinkan lebih banyak air untuk direabsorpsi kembali ke dalam pembuluh darah. Mekanisme ini terjadi terutama pada tahap akhir pembentukan urin, di mana tubuh berusaha mempertahankan keseimbangan cairan dan mencegah kehilangan air yang berlebihan. Perubahan permeabilitas ini sangat penting dalam proses konsentrasi urin dan merupakan respons fisiologis terhadap kondisi hidrasi tubuh (Nurihardiyanti et al., 2015).

2.3 Golongan Obat Diuretik

Diuretik merupakan kelompok obat yang bekerja dengan meningkatkan ekskresi natrium dan air sehingga mempercepat pengeluaran cairan tubuh melalui urin. Berdasarkan lokasi kerja dan mekanismenya di nefron ginjal, diuretik diklasifikasikan ke dalam beberapa golongan utama. Setiap golongan memiliki karakteristik tersendiri, baik dari segi potensi efek diuretik, pengaruh terhadap keseimbangan elektrolit, maupun profil efek sampingnya. Berikut ini merupakan golongan obat diuretik yang diklasifikasikan berdasarkan cara kerjanya: (Katzung, 2021)

2.3.1 Diuretik Hemat Kalium

Diuretik hemat kalium adalah senyawa yang mempunyai aktivitas natriuretik ringan dan dapat menurunkan sekresi ion H^+ dan K^+ . senyawa tersebut bekerja pada tubulus distalis dengan cara memblok penukaran ion Na^+ dengan ion H^+ dan K^+ , menyebabkan retensi ion K^+ dan meningkatkan sekresi ion Na^+ dan air. Aktivitas diuretiknya lemah, biasanya diberikan bersama-sama dengan diuretik turunan tiazida. Kombinasi ini menguntungkan karena dapat mengurangi sekresi ion K^+ sehingga menurunkan terjadinya hipokalemi dan menimbulkan efek aditif. Obat golongan ini menimbulkan efek samping hiperkalemi, dapat memperberat

penyakit diabetes dan pirai, serta menyebabkan gangguan pada saluran cerna (Ramadhian et al., 2021).

Mekanisme kerja diuretik hemat kalium yakni diuretik tersebut bekerja pada saluran pengumpul, dengan mengubah kekuatan pasif yang mengontrol pergerakan ion-ion, memblok absorpsi kembali ion Na^+ dan ekskresi ion K^+ sehingga meningkatkan ekskresi ion Na^+ dan Cl^- dalam urin. Diuretik hemat kalium dibagi menjadi dua kelompok, yaitu diuretik dengan efek langsung dan antagonis aldosteron (Ramadhian et al., 2021).

Efek samping yang ditimbulkan berupa hiperkalemia dan gangguan saluran pencernaan. Contoh diuretik hemat kalium adalah amilorid, triamteren, dan spironolakton (Sutjiatmo et al., 2023).

2.3.2 Diuretik Tiazid

Diuretik tiazid menghambat transpor NaCl dalam DCT (Distal Convoluted Tubule). Korteks ginjal mempunyai reseptor yang berafinitas tinggi terhadap diuretik tiazid dan mengikat tiazid yang terdapat di DCT. Tempat kerja utama diuretik tiazid adalah DCT, sedangkan tubulus proksimal adalah tempat kerja sekundernya (Blebea et al., 2021)

Transpor diperkuat oleh pompa Na^+ dalam membran basolateral. Energi bebas dalam gradien elektrokimia Na^+ dimanfaatkan oleh symporter Na^+-Cl^- di membran luminal, yang memindahkan Cl^- ke dalam sel epitelium melawan gradien elektrokimianya. Cl^- kemudian secara pasif keluar dari membran basolateral melalui saluran Cl^- . Diuretik tiazid menghambat symporter Na^+-Cl^- kemungkinan dengan cara berkompetisi dengan Cl^- pada tempat pengikatannya (Ramadhian et al., 2021).

Efek samping yang ditimbulkan berupa hipokalemia dan gangguan keseimbangan elektrolit. Contoh diuretik tiazid adalah klorotiazid, flumetiazid, politiazid, dan klortalidon (Sutjiatmo et al., 2023).

2.3.3 Diuretik Osmotik

Diuretik osmosis adalah senyawa yang mudah difiltrasi di glomerulus, dan direabsorpsi terbatas dalam tubulus ginjal, dan secara farmakologi relatif inert. Diuretik osmosis diberikan dalam dosis yang cukup besar untuk meningkatkan osmolalitas cairan tubulus dan plasma secara signifikan (Ramadhian et al., 2021). Diduga bahwa diuretik osmotik bekerja di tubulus proksimal. Dengan bekerja sebagai zat terlarut yang tidak dapat direabsorpsi, diuretik osmotik membatasi osmosis air ke ruang interstisial, sehingga mengurangi konsentrasi Na^+ luminal hingga ke titik berhentinya reabsorpsi Na^+ (Kehrenberg et al., 2022).

Dengan mengekstraksi air dari kompartemen intraseluler, diuretik osmotik meningkatkan volume cairan ekstraseluler, menurunkan viskositas darah, dan menghambat pelepasan renin. Efek-efek ini meningkatkan renal blood flow (RBF) dan meningkatnya aliran darah di medula ginjal akan memindahkan NaCl dan urea dari medula ginjal, sehingga mengurangi tonisitas medula. Serta pada kondisi tertentu, prostaglandin juga berkontribusi terhadap vasodilatasi ginjal dan pengosongan medula yang diinduksi oleh diuretik osmotik (Kehrenberg et al., 2022).

Efek samping yang ditimbulkan oleh diuretik osmotik berupa gangguan keseimbangan elektrolit, dehidrasi, sakit kepala, dan takikardia. Contoh diuretik osmosis adalah mannitol, glukosa, sukrosa, dan urea (Sutjiatmo et al., 2023).

2.3.4 Penghambat Hormon Antidiuretik (ADH *Antagonist*)

Penghambat hormon antidiuretik menghambat efek dari ADH pada tubulus pengumpul. Conivaptan merupakan antagonis pada V_{1a} dan V_2 . Litium dan demeclocyclin menunjukkan penurunan formasi dari respon siklik adenosin monofosfat (cAMP) terhadap ADH juga mengganggu kerja cAMP pada sel tubulus pengumpul, tetapi mekanisme dari efek ini tidak diketahui (Blebea et al., 2021).

Contoh penghambat hormon antidiuretik adalah conivaptan, litium, dan demeclocyclin. Conivaptan dan demeclocyclin memiliki waktu paruh 5-10 jam. Lithium tidak pernah digunakan sebagai ADH *antagonist* (Kehrenberg et al., 2022).

2.3.5 Inhibitor Karbonat Anhidrase

Senyawa penghambat karbonik anhidrase digunakan secara luas untuk pengobatan sembab yang ringan dan moderat, sebelum ditemukan diuretik turunan tiazida. Senyawa ini bekerja di sel-sel epitelium tubulus proksimal yang kaya akan karbonat anhidrase, yakni metalloenzim zink, yang ditemukan di membran luminal dan membran basolateral (karbonat anhidrase tipe IV, suatu enzim yang tertahan pada membran oleh sambungan *glisosilfosfatidilinositol*). Peran utama karbonat anhidrase adalah dalam reabsorpsi NaHCO_3 dan sekresi asam (Ramadhian et al., 2021).

Diuretik penghambat karbonik anhidrase merupakan senyawa yang dapat menghambat enzim karbonik anhidrase pada sel epitel tubulus proksimal dan dapat menghambat penyerapan kembali ion-ion Na^+ , Cl^- , dan air. Enzim karbonik anhidrase berfungsi mengkatalis pembentukan H^+ dan HCO^- . Dengan berkurangnya ion H^+ , pertukaran ion Na^+ dengan H^+ akan terlambat sehingga terjadi penumpukan Na^+ di tubulus dan menyebabkan perbedaan tekanan osmosis (Ramadhian et al., 2021).

Efek samping yang ditimbulkan golongan ini antara lain adalah gangguan saluran cerna, menurunnya nafsu makan, paresthesia, asidosis sistemik, alkalinasi urin dan hipokalemi. Penggunaan diuretik penghambat karbonik anhidrase terbatas karena cepat menurunkan toleransi. Sekarang, diuretik penghambat karbonik anhidrase lebih banyak digunakan sebagai obat penunjang pada pengobatan glaukoma, dikombinasi dengan miotik, seperti pilokarpin, karena dapat menekan pembentukan aqueous humour dan menurunkan tekanan dalam mata. Contoh diuretik penghambat

karbonik anhidrase adalah asetazolamid, metazolamid, dan etokzolamid (Sutjiatmo et al., 2023).

2.3.6 Diuretik Loop

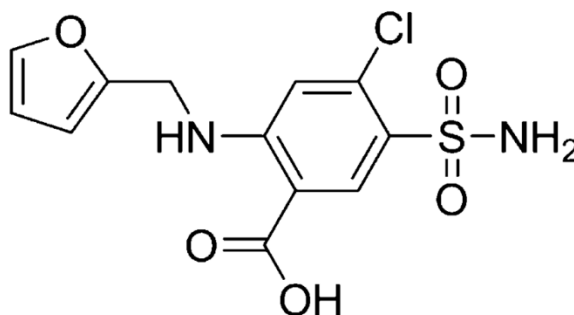
Diuretik loop adalah senyawa yang memiliki efek diuresis kuat dengan cara menghambat reabsorpsi ion-ion utama, seperti natrium (Na^+), kalium (K^+), dan klorida (Cl^-), di bagian lengkung Henle asenden tebal. Obat ini bekerja pada bagian tubulus ginjal tersebut dengan memblokir sistem kotranspor $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{2Cl}^-$, sehingga menyebabkan peningkatan ekskresi natrium, klorida, dan air secara signifikan. Efek ini juga menyebabkan hilangnya kalium dan magnesium dalam jumlah besar. Karena efek natriuretiknya sangat tinggi, diuretik loop efektif dalam menurunkan volume cairan tubuh dalam waktu singkat, terutama pada kondisi dengan retensi cairan berat, seperti gagal jantung kongestif, sirosis hati, dan gangguan fungsi ginjal (Sutjiatmo et al., 2023).

Mekanisme kerja diuretik loop terfokus pada hambatan reabsorpsi natrium di segmen asenden tebal lengkung Henle, yang berkontribusi pada penurunan gradien osmotik medula ginjal. Penurunan gradien ini menyebabkan berkurangnya kemampuan ginjal dalam memekatkan urin, sehingga volume urin yang diekskresikan meningkat drastis. Selain itu, peningkatan ekskresi ion-ion seperti kalium dan magnesium turut memperkuat efek diuresis. Diuretik loop juga dapat meningkatkan aliran darah ginjal melalui mekanisme prostaglandin, yang turut mendukung efek natriuresis dan diuresisnya (Ramadhian et al., 2021).

Efek samping yang umum terjadi meliputi hipokalemia, hipotensi, gangguan elektrolit, gangguan pendengaran (pada dosis tinggi), dan gangguan fungsi ginjal. Contoh obat yang termasuk dalam golongan diuretik loop antara lain adalah furosemide, torsemide, bumetanide, dan etakrinat (Sutjiatmo et al., 2023).

2.4 Furosemide

Furosemid (asam 4-kloro-N-furfuril-5-sulfamoilantranilat [54-31-9]) merupakan senyawa yang termasuk dalam golongan diuretik loop, yaitu kelompok diuretik yang bekerja di segmen asenden tebal lengkung Henle dengan cara menghambat sistem kotranspor ion $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-2Cl}^-$. Furosemid memiliki rumus kimia $\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{ClN}_2\text{O}_5\text{S}$ dengan berat molekul 330,74. Furosemid mengandung tidak kurang dari 98,0% dan tidak lebih dari 101,0% $\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{ClN}_2\text{O}_5\text{S}$, dihitung terhadap zat yang telah dikeringkan. Furosemid berbentuk serbuk hablur; putih sampai hampir kuning; tidak berbau. Praktis tidak larut dalam air; mudah larut dalam aseton, dimetilformamida dan larutan alkali hidroksida; larut dalam metanol; agak sukar larut dalam etanol; sukar larut dalam eter; sangat sukar larut dalam kloroform (Depkes RI, 2020).



Gambar 1 Struktur kimia furosemide
(Sumber: FlyBase, 2025)

Furosemid adalah turunan sulfonamida berdaya diuretik saluretik yang kuat dan bertitik kerja di ansa Henle. Furosemid efektif pada keadaan edema di otak dan paru-paru dan digunakan pada semua keadaan dimana dikehendaki peningkatan pengeluaran air, khususnya pada hipertensi dan gagal jantung (Nasution et al., 2017). Awal kerja obat terjadi dalam 0,5-1 jam setelah pemberian oral, dengan masa kerja yang relatif pendek $\pm 6\text{-}8$ jam. Absorpsi furosemid dalam saluran cerna cepat, ketersediaan hayatinya 60-69% pada subyek normal, dan \pm

91-99% obat terikat oleh plasma protein. Kadar dalam darah dicapai 0,5-2 jam setelah pemberian oral, dengan waktu paruh biologis ± 2 jam. Furosemid digunakan untuk pengobatan hipertensi ringan dan moderat, karena dapat menurunkan tekanan darah. Dosisnya 20-80 mg/hari (Carone et al., 2016).

2.5 Spektrofotometer Serapan Atom

Spektrofotometer merupakan instrumen yang secara khusus digunakan untuk mengukur konsentrasi unsur kimia dalam bentuk atom, yang dikenal sebagai spektrofotometer nyala (*flame spectrophotometer*). Berdasarkan prinsip pengukurannya, yaitu emisi atau absorpsi cahaya oleh atom, spektrofotometer nyala dibedakan menjadi dua jenis, yakni Spektrofotometer Emisi Nyala (SEN) atau *Flame Spectrophotometer* (FES), dan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) atau *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) merupakan alat analisis yang digunakan untuk mengukur konsentrasi unsur logam dalam bentuk atom bebas termasuk natrium (Na) dan kalsium (Ca), dengan kinerja yang sangat baik dalam hal linearitas, presisi, limit deteksi, dan akurasi, sehingga sangat relevan digunakan dalam kegiatan praktikum kimia anorganik (Sugito, 2021).

2.5.1 Prinsip Kerja Spektrofotometer Serapan Atom

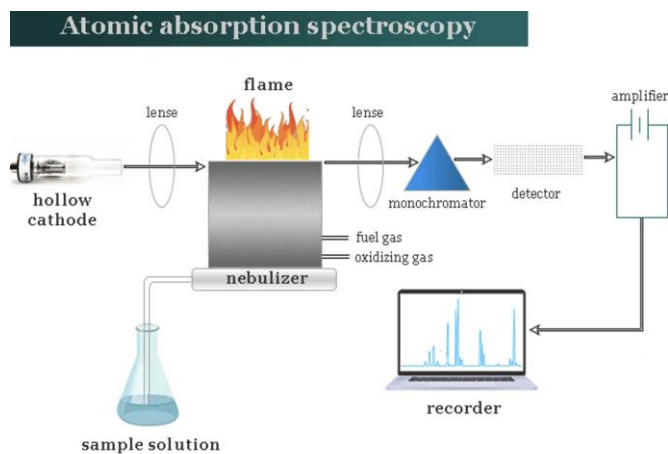
Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merupakan metode analisis yang digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu unsur dalam sampel berdasarkan proses penyerapan radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar (*ground state*). Ketika atom menyerap energi dari cahaya pada panjang gelombang tertentu, elektron dalam kulit atom akan tereksitasi dan berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi dalam waktu singkat. Proses penyerapan ini terjadi secara spesifik pada panjang gelombang tertentu yang sesuai dengan karakteristik masing-masing unsur, sehingga intensitas radiasi yang diserap akan sebanding dengan jumlah atom dalam keadaan dasar yang menyerap energi tersebut. Oleh karena itu,

dengan mengukur tingkat penyerapan radiasi (absorbansi) atau tingkat radiasi yang diteruskan (transmitansi), konsentrasi suatu unsur dalam sampel dapat ditentukan secara kuantitatif (Sugito, 2021).

Metode spektrofotometri serapan atom ini didasarkan pada prinsip bahwa atom akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu yang bergantung pada sifat khas unsur tersebut. Teknik ini pertama kali diperkenalkan oleh ahli kimia asal Australia, Alan Walsh, pada tahun 1955, bersama dengan Alkemade dan Millatz dari Belanda. Sejak saat itu, metode ini telah digunakan secara luas untuk analisis unsur logam dalam berbagai jenis sampel, terutama dalam air, dengan tingkat sensitivitas dan ketepatan yang tinggi (Sugito, 2021).

2.5.2 Instrumen Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah salah satu teknik analisis yang digunakan untuk mengukur konsentrasi unsur logam dalam sampel. Teknik ini memungkinkan analisis yang sangat tepat terhadap sampel yang mengandung unsur logam dalam jumlah yang sangat kecil. Berikut merupakan instrumen yang digunakan dalam spektrofotometri serapan atom (Sugito, 2022).



Gambar 2 Skema instrumentasi Spektrofotometer Serapan Atom
(Sumber: www.gse.bookbinder.co)

1. Sumber Sinar

Sumber sinar yang dipakai adalah lampu katoda berongga (*hollow cathoda lamp*). Lampu katoda terdiri atas sebuah katoda berongga berbentuk tabung dan berhadapan dengan anoda dari kawat *wolfram*, keduanya terbungkus dengan bahan gelas. Lampu ini diisi dengan gas mulia seperti argon, neon, helium, atau krypton sampai tekanan maksimal 1 cmHg. Pada anoda dan katoda dipasang tegangan sebesar kira-kira 300 V dan melalui katoda dialirkan arus sebesar 10 mA, karenanya katoda menjadi pijar dan mengakibatkan penguapan atom logam yang elektron-elektronnya mengalami eksitasi dalam rongga katoda. Lampu ini akan memancarkan emisi spektrum yang khas untuk logam bahan penyusun katoda. Kelemahan dari lampu katoda berongga ini adalah bahwa pada alat spektrofotometer serapan atom harus dipergunakan lampu dengan katoda yang dibuat dari elemen atau unsur yang sejenis dengan unsur yang dianalisis (Sugito, 2022).

2. Monokromator

Monokromator merupakan suatu alat yang diletakkan diantara nyala dan detektor pada suatu rangkaian instrumentasi spektrofotometer serapan atom. Ada dua jenis monokromator yang dipakai yaitu monokromator celah dan kisi difraksi (Sugito, 2022).

3. Gas dan Alat Pembakar

Gas dan alat pembakar pada spektrofotometer serapan atom dikenal dua jenis gas yang bersifat oksidasi dan bahan bakar. Gas pengoksidasi misalnya udara (O_2) atau campuran O_2 dan N_2O , sedangkan sebagai bahan bakar adalah gas alam, propana, butana, asetilen dan H_2 . Gas pembakar dapat pula berupa campuran udara dengan propana, udara dengan asetilen (terbanyak dipakai) dan N_2O dengan asetilen. Alat pembakar untuk mendapatkan nyala api juga perlu diperhatikan. Baik teknik nyala api maupun teknik tanpa nyala api diharapkan memperoleh uap atom netral

suatu unsur dalam sampel. Teknik dengan nyala api yang banyak terpakai, yang perlu dikembangkan adalah panjang atau lebar nyala api sehingga dapat memenuhi hukum *Lambert-Beer* (Sugito, 2022).

4. Kuvet

Kuvet merupakan suatu tempat untuk nyala api dan atom-atom yang ada didalamnya (Sugito, 2022).

5. Detektor

Detektor berfungsi sebagai alat penguat dari spektrum cahaya yang telah melewati sampel. Syarat yang harus dipenuhi oleh sebuah detektor adalah memiliki respon yang linear terhadap energi sinar dalam kawasan spektrum yang bersangkutan. Pada spektrofotometer serapan atom detektor yang lazim dipakai adalah Detektor Tabung Pengadaan (*Photon Multiplier Tube Detector*, PMTD) (Sugito, 2022).

2.6 Klasifikasi Tanaman Daun Girang (*Leea indica*)

Daun girang (*Leea indica*) merupakan spesies tumbuhan yang termasuk dalam famili *Vitaceae* dan tersebar luas di wilayah tropis Asia, seperti India, Thailand, Malaysia, dan Indonesia. Di Indonesia sendiri, tanaman ini dikenal dengan berbagai nama lokal, dan sering tumbuh secara liar di pinggir hutan, pekarangan, atau ladang. Tumbuhan ini secara tradisional telah digunakan oleh masyarakat lokal sebagai ramuan obat untuk mengatasi berbagai keluhan, seperti peradangan, luka, gangguan saluran pencernaan, dan infeksi. Daun girang dikenal memiliki bentuk menyirip ganda, dengan permukaan daun berwarna hijau mengilap serta tepi bergerigi halus (Amalia et al., 2023).



Gambar 3 Daun girang (*Leea indica*)
(Sumber: Socfindo Conservation, n.d.)

Berdasarkan klasifikasi ilmiah tanaman *Leea indica* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Rhamnales
 Famili : Vitaceae
 Genus : *Leea*
 Species : *Leea indica*

2.7 Morfologi Tanaman

Leea indica atau yang dikenal sebagai daun girang, memiliki sistem perakaran berupa akar tunggang dengan cabang-cabang akar lateral yang menjalar ke samping. Akar ini berfungsi untuk menyerap nutrisi dari tanah sekaligus memberikan penopang yang kuat bagi tanaman. Batangnya tegak, berkayu, bercabang, dan memiliki permukaan kasar dengan warna coklat keabu-abuan. Fungsi batang ini adalah sebagai penopang utama dan saluran distribusi nutrisi dari akar ke seluruh bagian tanaman (Amalia et al., 2023).

Daun *Leea indica* bersifat majemuk menyirip dan terdiri dari 3 hingga 5 anak daun yang tersusun sejajar. Bentuk daun elips hingga lonjong dengan ujung runcing serta pangkal membulat atau tumpul. Tepi daun bergerigi halus (*serrate*),

memberikan tekstur unik pada permukaan daun. Bagian atas daun berwarna hijau tua dengan permukaan licin, sedangkan bagian bawah berwarna hijau terang dengan tekstur agak kasar. Ukuran daun cukup besar, dengan panjang mencapai 10–30 cm dan lebar sekitar 5–15 cm. Daun ini sering dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional karena mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan saponin (Amalia et al., 2023).

Bunga *Leea indica* berukuran kecil, berwarna merah muda hingga ungu kemerahan, dan tersusun dalam malai bercabang. Bunga bersifat hermaprodit, dengan organ kelamin jantan (benang sari) dan betina (putik) terdapat dalam satu bunga. Kelopak dan mahkota kecil pada bunga menarik serangga sebagai penyerbuk. Setelah proses penyerbukan, bunga akan berkembang menjadi buah bulat kecil dengan diameter sekitar 5–8 mm. Buah muda berwarna hijau, yang kemudian berubah menjadi ungu gelap atau hitam saat matang. Di dalam buah terdapat biji kecil berbentuk bulat, yang memungkinkan penyebaran tanaman secara alami melalui hewan pemakan buah (Amalia et al., 2023).

Leea indica memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap berbagai jenis lingkungan. Tanaman ini dapat tumbuh di tanah subur, berbatu, atau bahkan daerah lembap. Karena adaptabilitasnya, tanaman ini sering ditemukan di hutan tropis, semak belukar, dan tepi sungai hingga ketinggian 1.200 meter di atas permukaan laut (Rahmani et al., 2022).

2.8 Kandungan Kimia dan Kegunaan Tanaman

Daun girang (*Leea indica*) memiliki potensi yang signifikan sebagai agen diuresis karena kandungan berbagai senyawa bioaktif yang berperan dalam meningkatkan produksi urin dan membantu pengaturan keseimbangan cairan dalam tubuh. Senyawa utama yang ditemukan dalam daun ini meliputi flavonoid, saponin, steroid/terpenoid, dan tanin, yang masing-masing menunjukkan mekanisme kerja yang relevan dalam mendukung efek diuretik (Nasution et al., 2017).

Flavonoid yang terdapat dalam daun girang dikenal memiliki sifat antiinflamasi dan diuretik, yang dapat membantu mempercepat ekskresi cairan tubuh dengan meningkatkan filtrasi glomerulus di ginjal. Saponin, sebagai senyawa aktif lainnya, juga dapat mempengaruhi fungsi ginjal dengan meningkatkan produksi urin dan mengurangi retensi cairan. Saponin bekerja dengan cara merangsang pengeluaran natrium dan air melalui ginjal, yang secara langsung berkontribusi pada efek diuresis (Rahmani et al., 2022).

Selain itu, steroid/terpenoid juga berperan dalam mendukung efektivitas diuretik dengan cara mengatur keseimbangan elektrolit tubuh dan meningkatkan aliran urin. Tanin yang terdapat dalam daun girang turut memberikan efek tambahan dengan mengurangi penyerapan air dalam saluran pencernaan, yang berkontribusi pada pengurangan volume cairan dalam tubuh (Budiana et al., 2016).

Kandungan senyawa-senyawa bioaktif dalam daun girang memberikan bukti potensial sebagai agen diuresis alami, yang dapat digunakan sebagai alternatif terapi dalam pengelolaan kondisi medis yang melibatkan retensi cairan, seperti hipertensi dan edema. Sebagai agen diuresis, daun girang berfungsi untuk meningkatkan ekskresi natrium dan air, yang pada akhirnya dapat membantu menurunkan tekanan darah dan mengurangi pembengkakan yang disebabkan oleh penumpukan cairan (Rahmani et al., 2022).

2.9 Ekstraksi Metode Maserasi

Ekstraksi didefinisikan sebagai metode pemisahan komponen bioaktif dari bahan alam menggunakan pelarut yang sesuai. Ekstraksi adalah proses yang memanfaatkan pelarut untuk menarik senyawa kimia dari bahan mentah, dan metode ini umumnya digunakan dalam penelitian farmasi dan fitokimia untuk memperoleh bahan aktif yang dapat diujikan lebih lanjut (Azwanida, 2015).

Proses ekstraksi melibatkan penggunaan pelarut yang sesuai untuk melarutkan senyawa target. Pemilihan pelarut menjadi salah satu komponen paling penting karena memengaruhi efisiensi dan selektivitas ekstraksi. Pelarut

diklasifikasikan berdasarkan polaritasnya menjadi polar (air, etanol, metanol), semi-polar (eter, kloroform, n-heksana), dan non-polar (benzena, toluena). Pelarut yang ideal harus memiliki kelarutan yang selektif terhadap senyawa target, titik didih rendah untuk memudahkan pemisahan, tidak toksik, tidak korosif, serta ramah lingkungan (Riyani et al., 2022).

Prinsip dasar ekstraksi melibatkan perbedaan konsentrasi antara bagian dalam bahan dan pelarut di luar. Perbedaan ini mendorong difusi senyawa dari bahan mentah ke pelarut hingga tercapai kesetimbangan. Faktor-faktor seperti ukuran partikel bahan, suhu, waktu ekstraksi, dan rasio pelarut terhadap bahan memengaruhi keberhasilan proses. Ukuran partikel yang lebih kecil memperbesar luas permukaan kontak, sehingga meningkatkan laju difusi dan efisiensi ekstraksi (Wahyuningsih *et al.*, 2024).

Metode ekstraksi yang digunakan bergantung pada sifat bahan dan senyawa yang akan diekstraksi. Untuk bahan dengan kandungan air tinggi, metode seperti maserasi atau perkolasi sering digunakan. Maserasi adalah metode yang dilakukan dengan cara merendam simplisia dalam pelarut tertentu pada suhu kamar tanpa pemanasan. Proses ini bertujuan untuk menarik senyawa aktif dengan mengandalkan kelarutan senyawa dalam pelarut. Selama maserasi, pelarut menembus dinding sel bahan, melarutkan senyawa aktif, dan membentuk larutan ekstrak yang kemudian dipisahkan dari residu padat melalui penyaringan atau dekantasi (Puspitasari & Proyogo, 2017).

Keunggulan metode maserasi meliputi prosedur yang sederhana dan peralatan yang tidak kompleks. Pemilihan pelarut yang sesuai berdasarkan kelarutan dan polaritasnya memudahkan pelepasan bahan aktif dari sampel. Namun, maserasi memiliki kekurangan, seperti waktu ekstraksi yang relatif lama dan efisiensi yang lebih rendah dibandingkan dengan metode modern (Addisu & Assefa, 2016).

2.10 Kandang Metabolik

Kandang metabolik merupakan salah satu metode yang umum digunakan dalam studi ilmiah, khususnya untuk mengamati proses ekskresi seperti urin dan feses pada hewan percobaan. Awalnya, penggunaan kandang metabolik lebih banyak diterapkan pada hewan ternak untuk mengontrol konsumsi pakan. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan riset biomedis, desain kandang ini telah dimodifikasi sehingga dapat digunakan untuk mengamati proses metabolisme secara lebih menyeluruh (Susilowati dkk., 2016).



Gambar 4 Kandang metabolik
(Sumber: Ugobasile, n.d.)

Secara umum, kandang metabolik terdiri atas bilik transparan di bagian atas yang menjadi tempat hewan uji seperti tikus atau mencit, dengan dasar kandang berupa jala atau kisi sebagai alas pijakan. Tempat makan dan minum biasanya dipasang di luar bilik untuk memudahkan pengawasan asupan dan meminimalkan kontaminasi. Di bagian bawah kandang terdapat sistem koleksi ekskresi berupa wadah pemisah untuk urin dan feses, yang dikoneksikan melalui saluran berbeda. Pemisahan ini bertujuan untuk menjaga kemurnian sampel dan memudahkan proses pengukuran volume serta analisis kandungan urin atau feses yang dihasilkan (Bari, I. N., et al. 2021).

Kandang metabolik sangat penting dalam penelitian yang memerlukan pemantauan ekskresi metabolit atau senyawa aktif, seperti dalam studi toksikologi,

farmakokinetik, atau uji diuretik. Dengan sistem pengumpulan yang terkontrol, peneliti dapat memperoleh data ekskresi yang akurat dan bebas kontaminasi dari sisa pakan, air, maupun feses, sehingga hasil analisis menjadi lebih dapat dipercaya. Dalam konteks uji diuretik, penggunaan kandang metabolik memungkinkan pengukuran volume urin secara individu dari tiap hewan uji dengan tingkat akurasi yang tinggi, termasuk perhitungan indeks aktivitas diuretik (IAD) (Zymantiene et al., 2016).

Penggunaan kandang metabolik juga memiliki beberapa pertimbangan. Hewan uji seperti tikus yang terbiasa hidup berkelompok dapat mengalami stres akibat isolasi di kandang metabolik. Kondisi ini berisiko menurunkan nafsu makan, mengubah pola ekskresi, bahkan memengaruhi parameter fisiologis lainnya. Desain kandang pun perlu disesuaikan dengan spesies hewan yang digunakan agar proses ekskresi tidak terganggu dan data yang dihasilkan tetap valid. Tujuan utama penggunaan kandang ini adalah untuk menjaga kemurnian dan kualitas yang dapat mendukung akurasi analisis kimia atau biologis terhadap urin dan feses (Susilowati dkk., 2016).