

BOTANI FARMASI



Hamsidar Hasan, Delladari Mayefis, Annysa Ellycornia Silvyana,
Baharuddin Yusuf, Nur Rezky Khairun Nisaa,
Dewi Ratih Tirto Sari, Gemmy Sarina, Sri Budiasih,
Rury Trisa Utami, Diani Mega Sari

BOTANI FARMASI

**Hamsidar Hasan
Delladari Mayefis
Annysa Ellycornia Silvyana
Baharuddin Yusuf
Nur Rezky Khairun Nisaa
Dewi Ratih Tirto Sari
Gemmy Sarina
Sri Budiasih
Rury Trisa Utami
Diani Mega Sari**



GET PRESS INDONESIA

BOTANI FARMASI

Penulis :

Hamsidar Hasan
Delladari Mayefis
Annysa Ellycornia Silvyana
Baharuddin Yusuf
Nur Rezky Khairun Nisaa
Dewi Ratih Tirto Sari
Gemmy Sarina
Sri Budiasih
Rury Trisa Utami
Diani Mega Sari

ISBN : 978-623-198-849-2

Editor : Dr. Neila Sulung, S.Pd., Ns., M.Kes.

Penyunting : Dr. Oktavianis, M.Biomed.

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tengah Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Oktober 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Botani Farmasi ini.

Buku ini membahas Pengenalan Botani Farmasi, Identifikasi dan Klasifikasi Tumbuhan Obat, Kultur Jaringan dan Pengembangan Tumbuhan Obat, Penyimpanan dan Pengawetan Tumbuhan Obat, Ekstraksi dan Isolasi Bahan Aktif, Pengujian Aktivitas Biologis, Pengaruh Lingkungan terhadap Produksi Senyawa Aktif, Legalitas dan Regulasi Penggunaan Tumbuhan Obat, Tumbuhan Obat Tradisional, Potensi Tumbuhan Obat Baru.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 PENGENALAN BOTANI FARMASI.....	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Morfologi Tumbuhan	1
1.2.1 Daun (Folium).....	2
1.2.2 Batang.....	4
1.2.3 Akar.....	6
1.2.4 Bunga.....	8
1.3 Anatomi Tumbuhan.....	8
1.4 Fisiologi Tumbuhan.....	11
DAFTAR PUSTAKA.....	14
BAB 2 IDENTIFIKASI DAN KLASIFIKASI	
TUMBUHAN OBAT	15
2.1 Pendahuluan	15
2.2 Pengertian Tumbuhan Obat	16
2.3 Habitus Tumbuhan Obat	17
2.4 Sumber Perolehan Tumbuhan Obat	18
2.5 Cara Identifikasi Tumbuhan Obat.....	19
2.5.1 Identifikasi Makroskopik.....	19
2.5.2 Identifikasi Mikroskopik.....	20
2.5.3 Identifikasi Abu	22
2.5.4 Identifikasi Kimiawi.....	23
2.6 Klasifikasi Tumbuhan Obat.....	24
DAFTAR PUSTAKA.....	26
BAB 3 KULTUR JARINGAN DAN	
PENGEMBANGAN TUMBUHAN.....	29
3.1 Pendahuluan	29
3.2 Sejarah, Pengertian dan Pengenalan	29
3.2.1 Fase Awal	29
3.2.2 Fase Sederhana.....	30
3.2.3 Fase Pengembangan	30
3.2.4 Fase pengembangan yang dipercepat	31

3.3 Manfaat Teknik Kultur Jaringan.....	32
3.3.1 Transformasi Genetik/Rekayasa genetika	32
3.3.2 Memperbanyak tanaman transgenik	32
3.3.3 Perbanyak tanaman hybrid dengan sifat-sifat unggul.....	32
3.3.4 Memperbanyak tanaman tidak memiliki biji ...	32
3.3.5 Proses pengiriman tanaman menggunakan <i>container sterile</i>	33
3.3.6 Memperbanyak tanaman pada bijinya sulit berkecambah.....	33
3.3.7 Tanaman bebas virus.....	33
3.3.8 Fusi Protoplas.....	33
3.4 Tahap Pertumbuhan dan Perkembangan	
Tumbuhan.....	34
3.3.1 Perkecambahan	35
3.3.2 Pertumbuhan.....	36
3.5 Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan	37
3.5.1 Hipogeal	37
3.5.2 Epigeal.....	38
3.5.3 Genetik.....	38
3.5.4 Curah Hujan.....	39
3.5.5 Keadaan Tanah	40
3.5.6 Suhu.....	40
3.5.7 Hara/nutrisi dan air	40
3.5.8 Cahaya Matahari.....	41
3.5.9 Hormon Tumbuhan	41
DAFTAR PUSTAKA	42
BAB 4 PENGAWETAN DAN PENYIMPANAN	
TANAMAN OBAT	43
4.1 Pendahuluan Tanaman Obat	43
4.2 Pengawetan Tanaman Obat	44
4.3 Metode Pengeringan Tanaman Obat	45
4.4 Pengemasan dan Penyimpanan Tanaman Obat.....	53
DAFTAR PUSTAKA	56
BAB 5 EKSTRAKSI DAN ISOLASI BAHAN AKTIF	59
5.1 Ekstraksi.....	59
5.2 Metode Ekstraksi.....	63

5.3 Isolasi.....	73
5.4 Metode isolasi.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....	81
BAB 6 PENGUJIAN AKTIVITAS BIOLOGIS	83
6.1 Pendahuluan	83
6.2 Uji aktivitas biologis secara in vivo	83
6.3 Uji aktivitas biologis secara in vitro	84
6.4 Uji aktivitas biologis secara in silico	86
DAFTAR PUSTAKA.....	89
BAB 7 PENGARUH LINGKUNGAN TERHADAP SENYAWA AKTIF	95
7.1 Pendahuluan	95
7.2 Faktor-Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Senyawa Aktif	96
7.2.1 Suhu	96
7.2.2 Karbon Dioksida (CO ₂).....	97
7.2.3 Cahaya.....	98
7.2.4 Radiasi Ultraviolet (UV)	99
7.2.5 Tanah.....	101
DAFTAR PUSTAKA.....	105
BAB 8 LEGALITAS DAN REGULASI PENGUNAAN TUMBUHAN OBAT.....	107
8.1 Pendahuluan	107
8.2 Tumbuhan Obat Indonesia.....	109
8.3 Legalitas dan Regulasi Tumbuhan Obat	110
8.3.1 Pendaftaran, Pembuatan, Pengemasan dan Penandaan serta Pengedaran Tumbuhan Obat	110
8.3.2 Regulasi Penggunaan Tumbuhan Obat	117
8.3.3 Persyaratan Mutu.....	118
DAFTAR PUSTAKA.....	119
BAB 9 TUMBUHAN OBAT TRADISIONAL	121
9.1 Pendahuluan	121
9.2 Tumbuhan Obat.....	122
9.3 Traditional Medicine	126
9.4 Etnomedicine	128
DAFTAR PUSTAKA.....	132

BAB 10 POTENSI TUMBUHAN OBAT BARU	133
10.1 Pendahuluan.....	133
10.2 Obat-Obatan yang Berasal Dari Hewan	133
10.3 Obat-Obatan yang Berpengaruh Pada Susunan Saraf Pusat	136
10.4 Obat Jantung dan Peredaran Darah.....	137
10.5 Obat-Obat yang Bermanfaat Bagi Saluran Cerna .	140
10.6 Obat Saluran Kencing dan Sistem Reproduksi.....	142
10.7 Obat Kulit dan Membran Mukosa.....	144
10.8 Obat-Obat yang Berpengaruh Terhadap Metabolisme Gula	145
10.9 Obat-Obat Steroid dan Antiradang	145
DAFTAR PUSTAKA	146

BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Daun yang lengkap	3
Gambar 1.2. Jenis jenis Batang	5
Gambar 1.3. Bentuk-bentuk batang. A (Bulat); B (persegi); C (pipih)	5
Gambar 1.4. Bagian-bagian	6
Gambar 1.5. Sistem Perakaran pada Tumbuhan	7
Gambar 1.6. Bagian Bunga yang Lengkap	8
Gambar 1.7. Jaringan Meristem pada Tumbuhan.....	10
Gambar 1.8. Jenis-Jenis Jaringan Dewasa	10
Gambar 1.9. Proses Fotosintesis.....	11
Gambar 1.10. Proses Respirasi pada Tumbuhan.....	12
Gambar 3.1. Pertumbuhan Tumbuhan	34
Gambar 3.2. Proses Perkecambahan	35
Gambar 3.3. Pertumbuhan Primer dan Sekunder	36
Gambar 3.4. Proses Hypogeal	37
Gambar 3.5. Proses Epigeal	38
Gambar 3.6. Curah Hujan	39
Gambar 3.7. Keadaan Tanah	40
Gambar 3.8. Bunga Matahari	41
Gambar 4.1. (A) Pengeringan Simplisia Dengan Alat Oven, (B) Pengeringan Simplisia di Ruang Terbuka.....	47
Gambar 4.2. Hasil Pengeringan Simplisia Dengan Berbagai Metode Pengeringan	48
Gambar 4.3. Gambaran Prinsip Pengeringan Beku (<i>Freeze Drying</i>)	51
Gambar 4.4. Hasil Pengeringan Tanaman Oregano Menggunakan Metode (A) Oven, (B) <i>Closed Loop Drying</i>	52
Gambar 4.5. Skema Pengeringan Dengan <i>Closed</i> <i>Loop Drying</i>	52
Gambar 4.6. Tempat Penyimpanan Dan Penjualan Simplisia Dan Tanaman Obat.....	54
Gambar 8.1. Logo Jamu.....	115
Gambar 8.2. Logo Obat Herbal Terstandar.....	115

Gambar 8.3. Logo Fitofarmaka.....	116
Gambar 9.1. Simplisia Obat Tradisional.....	125
Gambar 9.2. Simplisia Tablet.....	126
Gambar 9.3. Simplisia dalam bentuk Cair.....	126

DAFTAR TABEL

Tabel 7.1. Perubahan suhu terhadap kandungan senyawa metabolit.....	97
Tabel 7.2. Perubahan kualitas cahaya matahari terhadap konsentrasi senyawa metabolit tanaman	100
Tabel 7.3. Cekaman kekeringan meningkatkan konsentrasi senyawa metabolit beberapa tanaman	101
Tabel 7.4. Pengaruh salinitas tanah terhadap kandungan senyawa metabolit.....	102

BAB 1

Pengenalan Botani Farmasi

Oleh Hamsidar Hasan

1.1 Pendahuluan

Ilmu Tumbuhan telah mengalami perkembangan pesat, seperti halnya ilmu Botani. Ilmu Botani merupakan salah satu ilmu yang mempelajari tentang dunia tumbuhan, termasuk didalamnya morfologi, struktur, anatomi, dan fisiologi. Morfologi mencakup bentuk luar tubuh tumbuhan, Anatomi mencakup bagian bagian dalam tubuh tumbuhan, fisiologi mencakup faal dan proses kerja tubuh, klasifikasi tumbuhan tingkat tinggi berdasarkan pola perbungaan dan kemotaksonomi, teknik determinasi tumbuhan berdasarkan karakter dan karakteristik tumbuhan, klasifikasi jaringan tumbuhan, metabolisme tumbuhan, fotosintesis dan respirasi tumbuhan serta zat ergastik pada tumbuhan.

1.2 Morfologi Tumbuhan

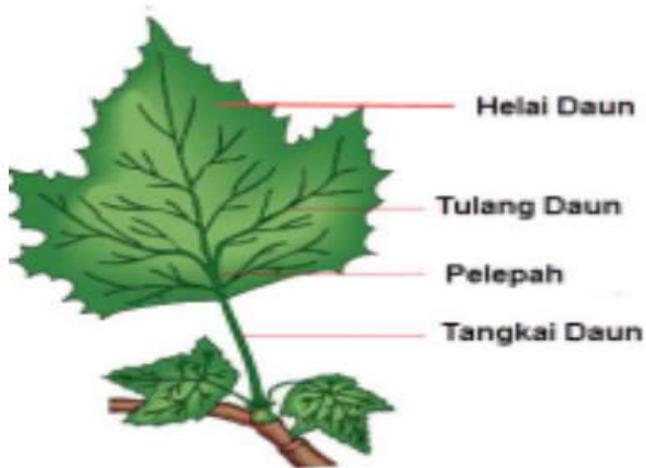
Morfologi memiliki asal kata Morphus yang artinya bentuk atau wujud sedangkan logos diartikan sebagai ilmu, sehingga Morfologi tumbuhan merupakan ilmu yang mempelajari wujud fisik serta struktur tubuh tumbuhan. Umumnya pada morfologi tumbuhan yang diuraikan adalah tumbuhan yang berupa kormus. Jadi menyangkut Pteridophyta dan Spermatophyta. Sedangkan tumbuhan talus (*Thallophyta*) dan tumbuhan lumut (*Briophyta*) tidak termasuk karena tanaman ini memiliki tubuh yang belum terdiferensiasi. Tumbuhan kormus adalah tumbuhan yang memperlihatkan diferensiasi berupa batang, akar, serta daun. Bagian lain dari tumbuhan merupakan penjelmaan dari batang, daun, akar atau kombinasi dari kedua bagian ini. Contohnya umbi adalah penjelmaan dari batang, umbi lapis penjelmaan daun dan batang, duri dan alat-alat pembelit dari dahan atau daun,

sedangkan rimpang penjelmaan dari batang dan daun (Tjitrosoepomo, 2020). Bagian-bagian tumbuhan yang langsung berkaiyam untuk kelangsungan kehidupan tumbuhan umumnya disebut sebagai organum nutritivum atau alat hara. Sedangkan alat perkembangbiakan pada tumbuhan disebut organ reproduktivum, misalnya bunga, buah, biji, dan lain lain. Ciri-ciri dari tumbuhan berkormus adalah tubuh tumbuhan berupa kormus, difrensiasi sel pada inti dan plastid tampak jelas, alat perkembangbiakan berupa spora atau biji, perkembangbiakan terjadi secara aseksual dan seksual, jumlah sel penyusun tubuh bersifat multiselluler, pada spermatophyta gametamium tereduksi, pada Pteridophyta Cuma memiliki alat kelamin jantan. Pada spermatophyte akar keluar dari kutub akar sedangkan Pteridophyta akar keluar bukan dari kutub akar, memiliki batang dan daun yang tampak jelas, Pada spermatophyte bunganya berupa stobillus, sedangkan pada pteridophyta bunganya berupa sporofil. Pada spermatophyte terdapat buah sedangkan pada peridophyta tidak ada buah. Pada Spermatophyta selalu ada biji sedangkan pada pteridophyta tidak selalu terdapat biji.

1.2.1 Daun (Folium)

Daun termasuk organ tumbuhan yang sangat penting, hal ini dikarenakan terdapat klorofil yang berperan penting dalam proses fotosintesis. Selain sebagai tempat terjadinya proses fotosintesis, daun juga merupakan alat respirasi (pernapasan), tempat penyimpanan makanan (asimililasi), dan juga sebagai transpirasi (penguapan air).

Bagian-bagian daun terdiri dari daun yang lengkap (tangkai daun,pelepah daun atau upih daun,serta helaian daun). Sedangkan daun yang tidak lengkap biasanya mengandung tangkai dan helaian saja, atau Cuma mengandung upih dan helaian saja, atau terkadang Cuma mengandung helaian saja)Daun yang lengkap ditunjukkan di Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Daun yang lengkap
(<https://tutorialpelajaran.com/3779/bagian-bagian-daun/>)
diakses pada tanggal 28 september 2023

Tumbuhan dengan daun yang tidak lengkap seperti tumbuhan yang Cuma mempunyai upih dan helaian daun terdapat pada jagung (*Zea mays* L) dan padi (*Oryza sativa* L). Contoh tumbuhan yang mempunyai daun yang lengkap adalah pisang (*Musa paradisiaca*), Pohon pinang (*Areca catechu*), dan bamboo (*Bambusa* Sp). Tumbuhan yang daunnya cuma mempunyai helaian seperti pada tumbuhan biduri (*Colotropis gigantea* R Br), sedangkan daun yang memiliki helaian dan tangkai terdapat pada tumbuhan nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dan tumbuhan mangga (*Mangifera indica* L).

Bagian-bagian daun yang telah dijelaskan diatas mempunyai beberapa fungsi yaitu: pelepah daun atau upih daun (vagina) melindungi kuncup yang masih muda, dan memberi kekuatan pada batang. Tangkai daun berperan menempatkan helaian daun sedemikian rupa sehingga dapat mendapatkan cahaya matahari semaksimal mungkin.

1.2.2 Batang

Batang mempunyai morfologi bentuk berupa penampang melintang bulat, arah tumbuh tegak lurus, permukaannya cortatus dan percabangannya monopodial. Batang tumbuhan memainkan peran penting dalam kehidupan tumbuhan. Fungsi utamanya meliputi menopang daun untuk fotosintesis, menopang struktur lain seperti bunga, buah, dan biji, berperan dalam transportasi nutrisi dari akar ke daun, dan berfungsi sebagai tempat penimbunan cadangan makanan pada beberapa tumbuhan.

Sifat-sifat batang adalah mengalami pertumbuhan dibagian ujung, dan fototropi an heliotrope. Memiliki bagian node dan internode, berbentuk silindris dan umumnya tidak berwarna hijau. Pengelompokan batang tumbuhan berdasarkan strukturnya dibedakan atas tumbuhan berbatang jelas (tumbuhan yang memiliki batang sebenarnya) dan tumbuhan berbatang tidak jelas contoh sawi dan lobak, tumbuhan ini sangat pendek sehingga daun seperti keluar dari akar. Berdasarkan jenisnya, batang dikelompokkan menjadi Batang rumput (calmus), batang basah (herbaceus), Batang mendong (calamus), dan batang berkayu (lignosus).

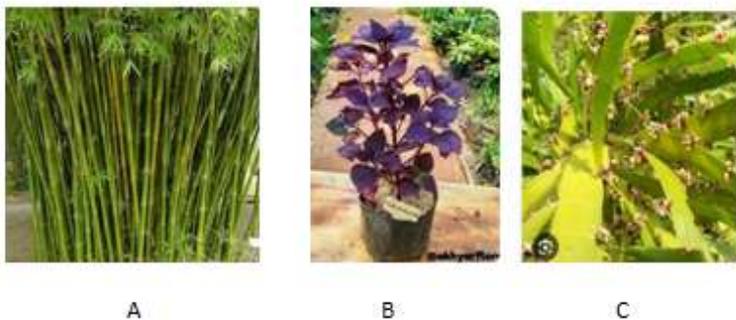
Terdapat tiga jenis batang dalam tumbuhan: batang basah (herbaceous) yang lunak dan berair seperti batang bayam, batang rumput (calmus) yang tidak keras dengan ruas-ruas yang nyata dan sering berongga, dan batang berkayu (lignosus) yang keras dan kuat karena sebagian besar terdiri dari kayu. Berdasarkan jenis batang ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Jenis jenis Batang

(sumber: <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=bentul+bentuk+batang> diakses pada Tanggal 1 Oktober 2023

Berdasarkan bentuk pada penampang melintangnya, batang dibedakan atas bentuk persegi, bentuk bulat, pipih dan biasanya melebar. Contoh tumbuhan dengan bentuk persegi, bulat dan pipih ditunjukkan pada Gambar 1.3.



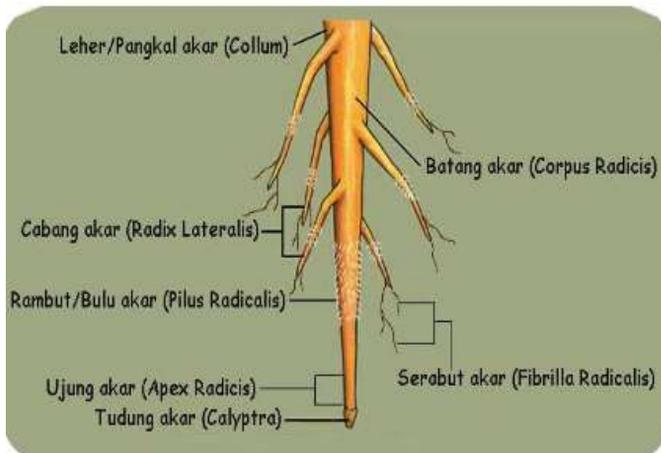
Gambar 1.3. Bentuk-bentuk batang. A (Bulat); B (persegi); C (pipih)

(Sumber: <https://www.google.com/search?client=firefox-b-q=bentul+bentuk+batang>

1.2.3 Akar

Akar merupakan bagian tumbuhan yang telah mengalami difrensiasi sehingga merupakan bagian dari tumbuhan berkormus. Akar mempunyai sifat tumbuh terus pada ujungnya, bentuknya seringkali meruncing, dengan arah tumbuh kepusat bumi, juga tidak beruas dan tidak berbuku buku. Fungsi akar pada tumbuhan adalah menyerap air dan unsure unsure hara yang terlarut dalam air, memperkuat berdirinya tumbuhan, mengangkut air dan zat-zat makanan ke tempat bagian tubuh yang membutuhkan, Akar biasanya jadi tempat penimbunan cadangan makanan.

Bagian-bagian akar meliputi leher akar atau pangkal akar (*collum*), bagian ini bersambungan langsung dengan pangkal batang; Ujung akar, (*apex radicles*), merupakan bagian akar yang paling muda; batang akar (*corpus radicles*), bagian akar yang terdapat pada leher akar dan ujungnya; cabang-cabang akar (*radix lateralis*) merupakan bagian akar yang tidak berhubungan langsung dengan pangkal batang; serabut akar, merupakan cabang-cabang akar yang halus; rambut akar atau bulu-bulu akar serta tudung akar. Bagian-bagian ini dilihat pada gambar 1.4.



Gambar 1.4. Bagian-bagian

akar(Sumber:<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=gambar+bagian+akar> . Diakses pada Tanggal 1 Oktober 2023

Sistem perakaran pada tumbuhan dibagi dalam system akar tunggang dan system akar serabut. Sistem akar tunggang merupakan akar pokok yang berasal dari akar lembaga, dan biasanya terdapat pada Dicotyledonae dan Gymnospermae. Akar serabut (*adventitious roots*) merupakan akar yang berasal bukan dari calon akar yang asli, bentuknya seperti serabut. Sistem perakaran pada tumbuhan ditunjukkan pada Gambar 1.5.



Gambar 1.5. Sistem Perakaran pada Tumbuhan
(sumber: <http://www.irwantoshut.com/bentuk tipe sistem perakaran.html> diakses pada tanggal 1 Oktober 2023)

Akar tunggang adalah akar utama dalam tumbuhan yang tumbuh lurus ke bawah dan memiliki peran dalam penyimpanan makanan. Terdapat dua jenis akar tunggang: akar tunggang tidak bercabang yang tumbuh lurus ke bawah dan berfungsi sebagai penyerap air dan nutrisi serta tempat penyimpanan makanan, dan akar tunggang bercabang yang memiliki cabang-cabang utama tambahan yang membantu tumbuhan mengeksplorasi tanah lebih luas dan meningkatkan penyerapan air dan unsur hara. Bentuk akar yang tidak bercabang dibedakan atas bentuk benang, bentuk gasing dan bentuk tombak. Contoh tanaman bentuk akar tombak seperti wortel, bentuk akar gasing seperti bengkuang dan bentuk akar benang seperti kratok.

1.2.4 Bunga

Bunga (flos) merupakan hasil penjelmaan batang dan daun yang pada umumnya mempunyai beberapa bagian berikut: Hiasan bunga (perianthium), Dasar bunga (*receptaculum*), tangkai bunga (pedicellus), dan alat kelamin jantan (androecium). Bagian yang menghasilkan serbuk sari adalah alat kelamin jantan dan disebut androecium. Androecium adalah hasil metamorfosis dari daun-daun yang berperan dalam reproduksi. Sedangkan alat kelamin betina tumbuhan disebut gineceum, dan bagian utamanya adalah putik (pistil), yang juga merupakan metamorfosis daun yang berfungsi dalam reproduksi. Bunga dengan bagian-bagiannya ditunjukkan pada Gambar 1.6.



Gambar 1.6. Bagian Bunga yang Lengkap (<https://rimbakita.com/bunga/>) diakses pada tanggal 1 Oktober 2023

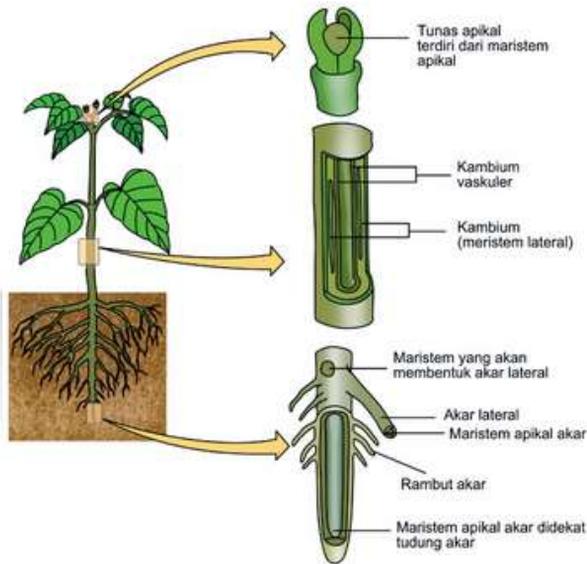
1.3 Anatomi Tumbuhan

Jaringan adalah sekelompok sel yang mempunyai struktur dan fungsi yang sama dan sebagai penyusun organ tumbuhan seperti daun, batang dan akar. Jaringan pada tumbuhan terdiri dari dua tipe yaitu jaringan dewasa dan jaringan meristem. Perbedaan keduanya terletak pada

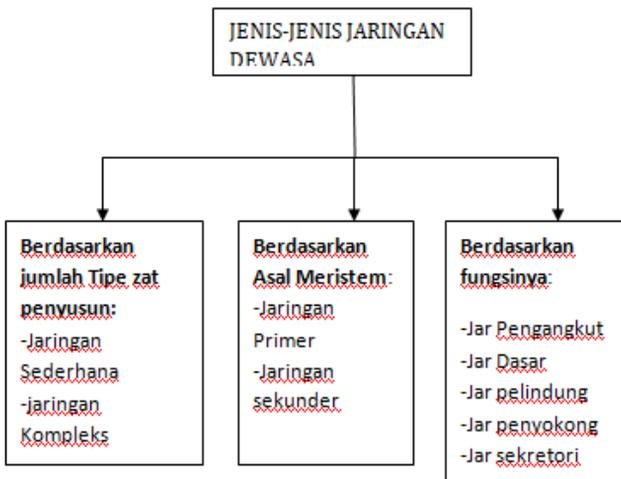
kemampuan sel-selnya untuk membelah. Jaringan meristem merupakan jaringan embrionik dimana masih aktif membelah. Sedangkan jaringan dewasa sdh tdk aktif membelah. Jaringan meristem dibagi menjadi meristem primer yang terletak pada bagian titik tumbuh ujung akar maupun batang, sedangkan meristem sekunder umumnya terletak pada bagian batang maupun akar yang membentuk kambium. Sel-sel penyusun meristem memiliki karakteristik seperti tidak terdapat ruang antar sel sehingga sel-selnya tersusun rapat, bentuk selnya umumnya oval, bulat dan polygonal, memiliki satu atau lebih inti sel yang berukuran besar, dinding sel tipis, sel mengandung banyak protoplasma dan memiliki vakuola berukuran relatif kecil atau hampir tidak ada.

Berdasarkan asal pembentukannya jaringan meristem dibedakan atas promeristem, meristem primer, meristem sekunder. Berdasarkan letaknya terdiri dari meristem apikal, meristem lateral dan meristem interkalar. Jaringan meristem adalah jaringan dalam tumbuhan dengan susunan sel yang sangat rapat tanpa ruang antar sel. Sel-sel dalam jaringan meristem belum mengalami spesialisasi, memiliki berbagai bentuk (lonjong, bulat, kuboid, poligonal, atau prisma), dan dinding sel tipis. Jaringan meristem pada tumbuhan ditunjukkan pada Gambar 1.7.

Jaringan dewasa dalam tumbuhan adalah jaringan yang telah mengalami diferensiasi, seperti epidermis, parenkim, kolenkim, sklerenkim, xilem, dan floem. Epidermis dan gabus berperan sebagai pelindung, parenkim berfungsi untuk penyimpanan dan transportasi zat, kolenkim dan sklerenkim memperkuat tumbuhan, sedangkan xilem dan floem mengangkut air, nutrisi, dan hasil fotosintesis. Setiap jenis jaringan ini memiliki fungsi unik dalam mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup tumbuhan. Jenis-jenis jaringan dewasa dapat dilihat pada Gambar 1.8.



Gambar 1.7. Jaringan Meristem pada Tumbuhan (Sumber: <https://www.kompas.com/skola/read/2020/10/10/204004269/jaringan-meristem-struktur-fungsi-dan-ciri-cirinya?page> diakses pada Tanggal 1 Oktober 2023)

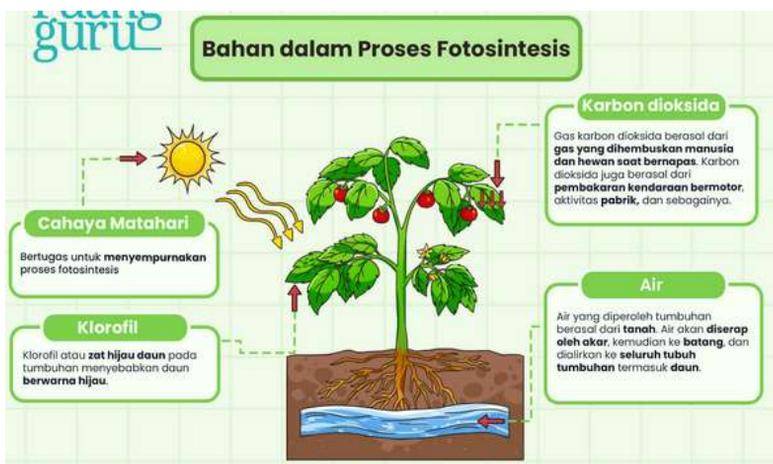


Gambar 1.8. Jenis-Jenis Jaringan Dewasa

1.4 Fisiologi Tumbuhan

Fisiologi berasal dari 2 kata yaitu *physis* dan *logos*. *Physis* berarti alam atau natur serta *logos* memiliki arti ilmu. Sehingga fisiologi berarti ilmu yang mempelajari mengenai alam tumbuhan. Dalam hal ini fisiologi dapat dikatakan ilmu yang mempelajari aktivitas dan fungsi suatu tumbuhan dalam menjaga dan mengatur kehidupannya. Terkait dengan fungsi, respon tumbuhan terhadap perubahan lingkungan, perkembangan, serta pertumbuhan tumbuhan (Handoko, 2020).

Dalam Fisiologi tumbuhan, pembahasan utama adalah fotosintesis, respirasi, dan transpirasi. Fotosintesis merupakan proses perubahan senyawa air (H_2O) dan karbon dioksida (CO_2) dibantu oleh cahaya matahari yang diserap oleh klorofil sehingga menghasilkan senyawa glukosa ($C_6H_{12}O_6$). Proses Fotosintesis ditunjukkan pada Gambar 1.9.

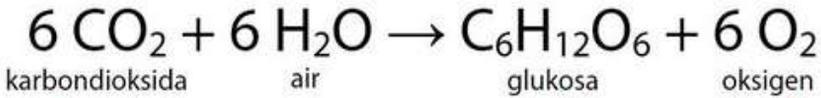


Gambar 1.9. Proses Fotosintesis

(Sumber: <https://www.ruangguru.com/blog/mengenal-fotosintesis>) diakses Tanggal 1 Oktober 2023

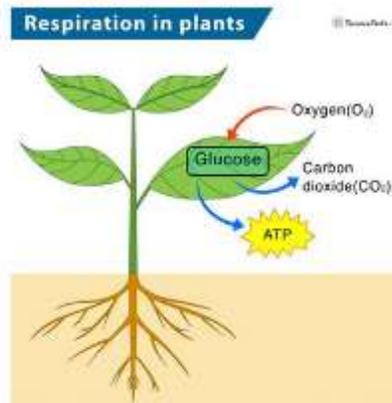
Pada Gambar di atas, bahan dalam proses fotosintesis adalah cahaya matahari, klorofil dalam zat hijau daun, karbondioksida dan air. Proses awal adalah daun menyerap sinar matahari melalui zat hijau daun. Setelah terserap, dibutuhkan air yang berasal dari dalam tanah dan diserap oleh

akar. Air akan disalurkan ke daun melalui batang. Setelah itu dibutuhkan karbondioksida yang berasal dari mulut daun atau stomata. Dari hasil reaksi ini akan dihasilkan glukosa (karbohidrat paling sederhana dan oksigen seperti reaksi berikut



Dari reaksi inilah dihasilkan metabolit primer dan metabolit sekunder dalam suatu proses biosintesis. Metabolit primer yang dihasilkan adalah karbohidrat, protein, asam nukleat dan lemak. Sedangkan metabolit sekunder yang dihasilkan adalah flavonoid, terpenoid, alkaloid, tannin, steroid, kumarin dan saponin.

Respirasi pada tumbuhan merupakan proses masuknya O_2 dan keluarnya CO_2 pembebasan energi (ATP) yang tersimpan pada zat sumber energi melalui proses kimia dengan menggunakan oksigen. Proses respirasi ditunjukkan pada Gambar 1.10.



Gambar 1.10. Proses Respirasi pada Tumbuhan (Sumber: <https://www.kompas.com/skola/read/2022/09/10/073000669/respirasi-tumbuhan--pengertian-proses-dan-jenis-jenis>)

Diakses pada Tanggal 1 Oktober 2023

Tahapan dalam proses respirasi adalah: Oksigen diserap dari udara bebas di lingkungan sekitar, Oksigen (O_2) masuk dalam sel tumbuhan kemudian mengalami difusi melalui ruang antar sel, sitoplasma, dan membran sel. Karbondioksida yang dihasilkan akan dikeluarkan dari sel tumbuhan melalui proses difusi.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi Utomo, Dwie Retna Surjaningsih, 2021 ANATOMI TUMBUHAN. Penerbit Yayasan Kita Menulis
- Gembong Tjitrosoepomo, 2009. Morfologi Tumbuhan, Gadjah Mada University Press,
- Handoko, A., Rizki, A.M. 2020. Buku Ajar Fisiologi Tumbuhan. Program Studi pendidikan Biologi. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intang Lampung.
- Marina Silalahi, 2015 Bahan Ajar Moefologi Tumbuhan. Prodi pendidikan Biologi Universitas Kristen Indonesia
- Nugroho, Hartatnto, dkk., 2006. *Struktur dan Perkembangan Tumbuhan*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Rohmat Afrizal, 2020. Modul Morfologi Tumbuhan. Universitas Islam Negeri Raden Intang Lampung.
- Riastuti Rinny Dwi. dkk. 2020. "Keragaman Morfologi Batang (Caulis) di Kecamatan Lubuka lingau Timur I Lubukalingau". *Jurnal Biosilampari*. 2(2): 67-73.
- Rizki Nisfi Ramdhini, Adelya Irawan Manalu, Ismi Puji Ruwaida Pramita Laksitarahmi Isrianto, Nurul Huda Panggabean, Sukian Wilujeng, Ira Erdiandini, Sri Rezeki Fransiska Purba, Eko Sutrisno, Irwan Lihardo Hulu, Sri Purwanti,

BAB 2

IDENTIFIKASI DAN KLASIFIKASI TUMBUHAN OBAT

Oleh Delladari Mayefis

2.1 Pendahuluan

Identifikasi adalah proses penentuan sebuah nama dan penempatannya dalam suatu klasifikasi. Klasifikasi merupakan proses pengelompokan suatu benda berdasarkan persamaan dan perbedaannya. Sedangkan kegiatan identifikasi merupakan suatu kegiatan penentuan organisme makhluk hidup pada suatu kelompok secara berurutan berdasarkan pada persamaan dan perbedaannya.

Identifikasi ini dapat dimulai dengan melakukan sebuah pengamatan dan mengenali ciri-ciri morfologi pada tumbuhan mulai dari bagian akar, batang, daun, bunga, dan bagian yang lainnya.

Proses identifikasi dilakukan untuk mengetahui spesies tumbuhan yang belum diketahui maupun yang sudah diketahui oleh ilmu pengetahuan. Adapun beberapa cara yang bisa dilakukan pada saat identifikasi adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pencocokan tumbuhan dari hasil penelitian di lokasi dengan spesimen tumbuhan yang berada di ruang koleksi.
2. Melakukan pencocokan tumbuhan dari hasil penelitian di lokasi dengan gambar tumbuhan yang sudah terpublikasi pada buku maupun jurnal penelitian.
3. Menggunakan kunci determinasi yang disusun secara dikotom untuk mendeskripsikan tumbuhan yang terdapat di dalam suku flora.
4. Mendapat informasi nama spesies tumbuhan melalui orang yang ahli dalam bidang ilmu botani dan sudah menguasai pengetahuan mengenai identifikasi.

Menurut buku ajar Botani Farmasi oleh Netty Suharti, identifikasi adalah proses pemberian nama ilmiah terhadap suatu taxon tumbuhan, dan proses tersebut dapat dilakukan dengan cara :

1. Menggunakan gambar deskriptif/foto yang terdapat dalam buku jurnal atau publikasi resmi botani yaitu dengan menyamakan objek yang akan dicarikan/ diberikan nama dengan ciri khas yang terdapat pada gambar tersebut.
2. Menggunakan spesimen herbarium yang telah teridentifikasi yaitu dengan menyamakan karakter dari objek yang akan dicarikan/diberikan nama dengan spesimen yang telah teridentifikasi tersebut.
3. Menggunakan kunci determinasi, yaitu dengan mencocokkan karakter objek yang akan dicarikan/diberikan nama dengan urutan pernyataan karakter yang terdapat dalam urutan determinasi.
4. Menanyakan langsung kepada pakar atau lembaga resmi (Herbarium) dengan menyerahkan koleksi dari tumbuhan yang akan diketahui namanya tersebut.

Selanjutnya dalam penelitian ini proses identifikasi dilakukan dengan cara mencocokkan spesimen yang diperoleh dari hasil penelitian dengan gambar tumbuhan yang terpublikasi di buku, jurnal penelitian maupun dari website dengan menggunakan kunci determinasi.

2.2 Pengertian Tumbuhan Obat

Tumbuhan obat adalah bagian tumbuhan mulai dari akar, batang, kulit, dan daun yang dapat digunakan untuk menyembuhkan suatu penyakit.

Tumbuhan obat dijadikan sebagai bahan pembuatan jamu tradisional yang dapat ditemukan secara liar maupun yang sudah dibudidayakan. Tumbuhan obat dikatakan berkhasiat sebagai obat apabila memiliki kandungan senyawa atau bahan bioaktif yang bisa mencegah dan menyembuhkan penyakit.

Selanjutnya tumbuhan obat dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Tumbuhan obat tradisional, adalah spesies tumbuhan yang diketahui serta dipercaya memiliki khasiat dan telah digunakan sebagai bahan baku pembuatan obat tradisional.
2. Tumbuhan obat modern, adalah spesies tumbuhan yang secara ilmiah sudah terbukti mengandung senyawa atau bahan bioaktif yang berkhasiat sebagai obat dan penggunaannya bisa dipertanggungjawabkan secara medis.
3. Tumbuhan obat potensial, adalah spesies tumbuhan yang diduga mengandung senyawa kimia yang berkhasiat sebagai obat tetapi belum ada pembuktian secara ilmiah serta penggunaannya sebagai obat tradisional perlu ditelusuri lebih lanjut.

2.3 Habitus Tumbuhan Obat

Habitus adalah bentuk atau perawakan tumbuhan dalam masa hidupnya. Menurut Astika Dwi pada tahun 2018 bahwa tumbuhan dapat terbagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan habitusnya yaitu:

1. Pohon, adalah tumbuhan berkayu yang mempunyai satu batang panjang, percabangannya menyebar dan setelah tinggi tertentu dapat membentuk sebuah tajuk. Pohon dikatakan sebagai tumbuhan tahunan yang memiliki tinggi lebih dari 5 meter.
Contoh tumbuhan obat yang berhabitus pohon adalah pohon jambu biji (*Psidium guajava*), pohon kakao (*Theobroma cacao*), pohon pinus (*Pinus merkusii*), dan lain sebagainya.
2. Liana, adalah tumbuhan berkayu yang hidupnya merambat atau memanjat tumbuhan lain yang lebih besar dan akar tumbuhannya tetap berada di tanah. Contoh tumbuhan obat yang berhabitus liana yaitu sirih (*Piper batle*) dan anggur (*Vitis vinifera*).
3. Perdu, adalah tumbuhan berkayu yang memiliki batang bercabang dan daun yang lebih pendek dari pohon yaitu di bawah 5 meter. Contoh tumbuhan obat yang berhabitus perdu yaitu sambiloto (*Andrograpis paniculata*), sri gading

(*Nyctanthes arbor-tristis*), dan kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*).

4. Epifit, adalah tumbuhan yang seluruh bagiannya menumpang pada tumbuhan inang untuk memenuhi kebutuhan hidupnya namun tidak bersifat merugikan/epifit. Contoh tumbuhan epifit yakni anggrek Orchidacea dan pakupakuan Pterydophyta.
5. Umbi-umbian, terbagi menjadi umbi batang, umbi akar dan umbi lapis. Umbi batang yakni modifikasi dari batang yang terdapat kuncup atau tunas baru contohnya ubi jalar (*Ipoema batatas*) dan kentang (*Solanum tuberosum*). Umbi akar yakni modifikasi dari akar baik berupa akar tunggang maupun akar serabut, contohnya lobak (*Raphanus sativus*) dan wortel (*Daucus carota*). Umbi lapis atau bulbus terdiri atas daun-daun tebal, berdaging lunak, dan memperlihatkan susunan yang berlapis-lapis, contohnya famili Liliaceae misalnya bawang merah (*Allium cepa*) dan famili Amaryllidaceae misalnya amarilis (*Eurycles amboinensis*).
6. Semak, adalah tumbuhan berkayu yang memiliki ukuran agak kecil atau tingginya antara 1-5 meter dan memiliki cabang pada pangkal batang. Contoh dari tumbuhan berhabitus semak adalah famili Poaceae misalnya alang-alang (*Imperata cylindrica*).
7. Herba, adalah tumbuhan tidak berkayu, memiliki jaringan yang cukup lunak, siklus hidupnya cukup pendek dan tinggi tumbuhan herba berukuran kurang lebih 2 meter. Contoh dari tumbuhan herba ialah famili Urticaceae dan Araceae.

2.4 Sumber Perolehan Tumbuhan Obat

Menurut Astika Dwi pada tahun 2018, bahwa tumbuhan obat dapat diperoleh dari beberapa sumber yaitu:

1. Tumbuhan obat didapatkan dari hasil budidaya petani misalnya jahe (*Zingiber officinale*), kapulaga (*Amomum cardamomum*), kunyit (*Curcuma domestica*), dan kencur (*Kaempferia galanga*).
2. Tumbuhan obat yang dihasilkan dari hutan, hutan merupakan habitat terbesar yang di dalamnya tumbuh

- berbagai macam tumbuhan obat. Contoh tumbuhan obat yang berasal dari hutan yakni pulosari (*Alexya reinwardtii*) lempuyang (*Zingiber zerumbet*), kayu karet (*Hevea brasiliensis*), dan lain sebagainya.
3. Tumbuhan obat yang didapatkan secara liar. Tumbuhan ini dapat tumbuh dengan sendirinya di pinggir jalan maupun di pekarangan rumah. Contohnya yakni tempuyung (*Sonchus oleraceus*), rumput teki (*Cyperus rotundus*), dan pegagan (*Cantella asiatica*).
 4. Tumbuhan obat yang sengaja didatangkan dari daerah atau negeri lain dengan alasan jenis tumbuhan tersebut tidak lebih baik dari daerah maupun negeri tersebut. Contohnya yakni jinten hitam (*Nigella sativa*) dan ketumbar (*Coriandrum sativum*).

2.5 Cara Identifikasi Tumbuhan Obat

Deteksi atau identifikasi tumbuhan obat dapat dilakukan dengan berbagai cara. Cara-cara tersebut meliputi pengamatan ciri-ciri morfologi, anatomi, fisika, kadar abu, dan organoleptik. Selain itu dapat juga dilakukan dengan reaksi kimiawi menggunakan reagen tertentu.

1. Identifikasi melalui pengamatan ciri-ciri morfologi dinamakan identifikasi makroskopik.
2. Identifikasi mikroskopik dilakukan melalui pengamatan anatomi.
3. Identifikasi kimiawi dapat dilakukan secara mikrokimia dan makrokimia. Mikrokimia dengan jalan mereaksikan irisan-irisan segar maupun serbuk dengan reagen-reagen tertentu dan diamati dengan mikroskopik. Identifikasi dengan makrokimia dengan jalan melarutkan zat-zat yang ada didalam bagian tumbuhan dengan pelarut tertentu kemudian direaksikan dengan reagen-reagen tertentu.

2.5.1 Identifikasi Makroskopik

Identifikasi makroskopik dapat dilakukan dengan melihat habitus dari tumbuhan, yang dapat menunjukkan bahwa suatu tumbuhan termasuk semak, pohon, berkayu atau tidak.

Pengamatan dilakukan pada bagian-bagian tumbuhan, seperti bentuk batang, bentuk daun, tata letak daun, system perakaran, sifat-sifat bunga, buah dan bijinya. Pengamatan makroskopis ini tidak memerlukan alat khusus, tetapi jika ingin mengetahui secara seksama dapat dilakukan dengan lup sebagai alat bantu.

2.5.2 Identifikasi Mikroskopik

Identifikasi mikroskopik dilakukan untuk melihat struktur dalam dari bagian-bagian tumbuhan, dan kemungkinan lokasi dari zat-zat berkhasiat dalam tubuh tumbuhan yang dapat dikenali karena ada warna atau bentuk sel-sel yang berbeda dengan sel-sel di sekitarnya, serta adanya benda-benda ergastik dalam tubuh tumbuhan.

Ciri-ciri anatomi dapat digunakan untuk mengidentifikasi bagian tumbuhan maupun kandungan tumbuhan sehingga dapat dikelompokkan dalam kelompok tertentu. Pengamatan mikroskopik selain mengamati bentuk juga mengukur besar sel, menghitung jumlah, kemudian juga mengidentifikasi komponen-komponen penyusunnya.

Pengamatan mikroskopik dapat mengenali bentuk butir amilum, Kristal kalsium oksalat, kalsium karbonat, di samping keberadaan sel minyak, kelenjer tertentu, komponen dinding sel, alkaloid, flavonoid, serta komponen lainnya.

Bentuk dan ciri-ciri suatu sel penyusun jaringan dan jaringan-jaringan yang menyusun suatu organ dapat dikenali dari pengamatan bentuk, ukuran, letak dalam tubuh tumbuhan. Keberadaan pigmen yang menyebabkan bagian tumbuhan memiliki warna yang khas, adanya zat-zat aromatik yang menyebabkan tumbuhan memiliki bau tertentu juga dapat dikenali secara mikroskopik.

Identifikasi mikroskopik juga dapat dilakukan untuk mengetahui suatu keaslian bahan obat. Suatu tumbuhan yang memiliki kekerabatan dekat misalnya satu famili, atau satu genus biasanya memiliki kandungan yang sama atau tidak sama sekali. Butir amilum pada famili Zingiberaceae memiliki bentuk berbagai macam dengan ukuran tertentu. Butir arnilum yang berasal dari buah-buahan biasanya memiliki bentuk yang

berhubungan dengan bentuk buahnya. Sifat-sifat butir amilum misalnya dapat tunggal, berkelompok, bereaksi dengan reagen tertentu. Penghitungan jumlah stomata, bentuk-bentuk sel penutupnya, jumlah sel tetangga, panjang serabut sklerenkima, ketebalan dinding klorenkima juga dapat dilihat secara mikroskopik. Pengukuran mikroskopik memerlukan alat bantu yang dinamakan mikrometer yang harus ditera dahulu sebelum digunakan. Penghitungan jumlah dapat dihitung melalui bidang pandang maupun dengan hemositometer.

Penggunaan panca indra seperti alat peraba, pembau, pengecap, maupun penglihatan amat sanga: membantu dalam pengenalan suatu tumbuhan. Suatu tumbuhan memiliki bentuk, warna, ukuran yang dapat dilihat dengan jelas oleh mata baik dilakukan melalui pengamatan makroskopik maupun mikroskopik. Kandungan dalam tubuh tumbuhan akan diekspresikan dengan warna, bau, maupun rasa. Sebagai contoh tumbuhan yang banyak mengandung karotenoida akan memancarkan warna kuning hingga jingga, organ yang banyak mengandung klorofil akan menampilkan warna hijau dengan berbagai gradasi. Bahan yang mengandung flavonoida akan memperlihatkan warna hijau, merah, kuning, biru, dan ungu tergantung pHnya. Tempat tumbuh suatu tumbuhan juga sangat berpengaruh pada kandungan yang dimiliki oleh suatu tumbuhan.

Tumbuhan yang mengandung alkaloida pada umumnya berasa pahit. Tumbuhan banyak mengandung gula akan terasa manis, begitu pula yang mengandung asam akan terasa asin. Tumbuhan yang menghasilkan minyak atsiri pada umumnya yang memiliki bau-bau tertentu, misal bunga-bunga, daun-daunan, korteks batang memiliki bau-bau khas, sehingga dapat dibedakan dengan tumbuhan lain.

Bagian-bagian tumbuhan dapat juga diraba, ada yang terasa halus atau kasar. Perasaan itu menunjukkan kandungannya atau zat yang dihasilkan pada tumbuhan itu akan menghasilkan sensasi tertentu. Misal daun tebu yang kasap karena mengandung silika, sedangkan daun yang terass seperti beludru karena permukaannya banyak ditumbuhi papila.

Cara identifikasi melalui kelarutan suatu zat di dalam pelarut tertentu dapat dikenali secara makroskopik. Sebagai contoh gula, gom dapat larut dalam air, sedangkan minyak tidak dapat larut di dalam air dan hanya dapat larut dalam pelarut tertentu. Kandungan tumbuhan obat memiliki kelarutan tertentu seperti colophonium dapat larut di dalam petroleum Minyak jarak larut dalam petroleum 1:2. Larutan tersebut menghasilkan kekeruhan, sedangkan minyak yang lain tidak keruh. Akan tetapi perubalsem larut dalam chloral hydrate. Selain itu juga larut dalam alkohol 90% 1:1, tetapi jika kadar alkohol lebih tinggi dari 50%, larutan perubalsem akan menjadi keruh. Konstante-konstante fisika seperti berat jenis, rotasi optik, kekentalan, indeks refraktif merupakan ciri-ciri penting untuk identifikasi minyak, lemak, oleo resin, balsem, dan senyawa-senyawa sejenis.

Penggunaan sinar ultraviolet untuk mendeteksi suatu senyawa diperlukan karena beberapa senyawa akan berpendar jika disinari dengan sinar ultraviolet. Sebagai contoh serbuk dari Radix Rhei yang berasal dari Rheum rhaponticum. Radix Rhei yang berasal dari Cina sulit dibedakan dengan yang berasal dari India, terutama yang terdapat dalam bentuk serbuk. *Derris elliptica*, *D. malaccensis*, dan *Lonchocarpus urucu* dapat dibedakan fluoresensinya di dalam sinar ultraviolet. Beberapa obat lain seperti *hydrastis*, *caloumba*, *viburnum* memiliki fluoresensi yang karakteristik jika dilihat dalam sinar ultraviolet.

2.5.3 Identifikasi Abu

Suatu tumbuhan atau serbuk tumbuhan jika dibakar akan menghasilkan arang, kemudian menjadi abu. Abu ini dapat dideteksi kandungannya dengan melarutkan dalam Asam Klorida (HCl). Abu dapat juga dilarutkan dalam air. Logam-logam berat dapat diidentifikasi melalui abu ini dengan menggunakan reagen yang sesuai.

2.5.4 Identifikasi Kimiawi

Identifikasi kimiawi dapat dilakukan dengan mengekstraksi tumbuhan menggunakan pelarut tertentu, kemudian ekstraknya direaksikan dengan reagen tertentu yang sesuai. Identifikasi kimiawi dapat juga dilakukan melalui mikrokimiawi dengan meneteskan reagensia pada preparat segar yang diamati secara mikroskopik. Senyawa-senyawa yang bereaksi dengan reagen- reagen tertentu, dihasilkan oleh tumbuhan akan bereaksi dengan reagen- Beberapa reagen yang dapat digunakan untuk identifikasi kimiawi di antaranya:

1. NaOH dapat untuk mengidentifikasi glukosida anthraquinon. Hasil reaksi positif akan memberikan warna merah. Antosianidin dengan NaOH akan ber- warna hijau sampai kuning.
2. Asam klorida (HCl). Asam ini akan melarutkan kristal kalsium oksalat. Kalsium karbonat larut di dalam HCl disertai dengan keluarnya gelembung-gelembung gas CO_2 .
3. Larutan IKI dapat memberi warna biru untuk butir-butir amilum yang mengandung amilosa, sedangkan butir amilum yang mengandung akan berwarna merah. Dekstrin tidak bereaksi dengan larutan IKI. Larutan IKI juga memberikan endapan berwarna cokelat pada alkaloida.
4. Biru Metilen akan memberi warna biru untuk sitoplasma. Sel-sel yang hidup tidak mengalami kematian jika diberi warna dengan biru metilen, sehingga biru metilen disebut dengan zat warna vital.
5. Larutan Sudan III atau IV akan bereaksi positif memberikan warna merah untuk minyak lemak, minyak atsiri, suberin, kutin, dan wax (lilin).
6. Larutan Florogusin + HCL 25% dalam jumlah sama akan memberikan reaksi positif berwarna merah untuk lignin.
7. Larutan ZnCl_2 (Iod Zink Chlor) akan memberikan warna biru untuk selulosa dan tepung.
8. Anilin memberikan warna kuning pada lignin.
9. Larutan Feri klorida memberikan warna biru atau biru kehijauan pada tanin.

10. Reager. Dragendorff memberikan endapan coklat untuk alkaloida.
11. Reagen Mayers memberikan endapan putih dengan alkaloid.
12. Kloral Hidrat dapat digunakan untuk menjernihkan preparat.
13. Gliserin 5% dapat digunakan untuk pengawet preparat sementara.
14. KOH dapat digunakan untuk melarutkan amilum dan menjernihkan preparat.

2.6 Klasifikasi Tumbuhan Obat

Untuk mempermudah cara pengenalan tumbuhan Sampai saat ini tumbuhan angiospermae secara ilmiah sdh diketahui sebanyak 300 ribu jenis, untuk mengenalnya secara langsung sangat susah.

Dengan mengelompokkan berdasarkan kategori tertentu akan mudah mengingatnya. Tumbuhan dikelompokkan berdasarkan sifat dan karakter morfologi yg sama kedalam tingkat klassifikasi sesuai dengan yg ditetapkan Nomenklatur.

Tingkat klassifikasi ini disebut taxon, meliputi taxon utama dan takson tambahan, mulai dari yang paling besar/tinggi sampai yang paling rendah.

Urutan taxon Utama dan Taxon tambahan adalah sbb:
DIVISIO, Sub Divisio, KELAS, Sub Kelas, ORDO, Sub ordo, KELAS, Sub Kelas, FAMILI, Sub Famili, GENUS, Sub Genus, SPESIES, Sub Spesies, Varietas, Sub varietas, Forma, Sub Forma. (dengan huruf kapital adalah taxon utama dan huruf kecil taxon tambahan)

Sistim Klassifikasi

1. *Praktical system* (sistim praktis) berdasarakan kepada fungsi tumbuhan dalam berbagai kebutuhan hidup manusia tdd:
 - a. Tanaman pangan/hortikultura
 - b. Tanaman obat
 - c. Tanaman hias/pekarangan/taman
 - d. Tanaman peneduh (jalan dan taman)
 - e. Tanaman gulma
 - f. Tanaman parasite

- g. Tanaman epifit
 - h. Tanaman pionir
2. *Artificial system* (Sistim buatan) pngelompokan tumbuhan berdasarkan karakter terpilih
 3. *Natural system* (sistim alami) berdasrkan keseragaman karakter diantara keanekaragaman yang terdapat secara alami, salanjutnya dikenal dengan polythetic set.
 4. *Phyllogenetic system* pengelompokan tumbuhan berdasarkan hubungan kekerabatan/kekeluargaan dari taxon dengan menggunakan analisis karakter atau dikenal dengan sistim phenetic. Berdasarkan karakter biologi seperti karakter kromosom (*Cyto taxonomi*)

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, I. K. 2008. Sumber Daya Nabati Bali: Keanekaragaman, Kegunaan, dan Pelestariannya. Penerbit Bumi Aksara.
- Arifin, H. 2013. Botani Farmasi: Tumbuhan Obat Indonesia. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Baskorowati, L., & Solihah, M. 2013. Buku Ajar Praktikum Farmakognosi. Penerbit Pustaka Cendekia Press.
- Evans, W. C. 2009. Trease and Evans' pharmacognosy (16th ed.). Saunders Ltd.
- Farnsworth, N. R., & Soejarto, D. D. 1991. Global importance of medicinal plants. In Akerele, O., Heywood, V., & Synge, H. (Eds.), Conservation of medicinal plants (pp. 25-51). Cambridge University Press.
- Ghorbani, A. 2005. Studies on pharmaceutical ethnobotany in the region of Turkmen Sahra, north of Iran (part 1): General results. *Journal of Ethnopharmacology*, 102(1), 58-68.
- Ghosal, S., Lal, J., & Srivastava, R. S. 1996. Immunomodulatory and CNS effects of sitoindosides IX and X, two new glycowithanolides from *Withania somnifera*. *Phytotherapy Research*, 10(2), 107-112.
- Houghton, P. J., & Raman, A. 1998. Laboratory handbook for the fractionation of natural extracts. Chapman & Hall.
- Isman, M. B. 2015. Tumbuhan Obat Tradisional Indonesia: Potensi dan Manfaatnya. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama.
- Kokoska, L., Janovska, D., & Chemistry, A. 2009. Chemistry of natural compounds: Chemical screening of plant extracts for antiparasitic activity on *plasmodium falciparum*. *Phytotherapy Research*, 16(7), 711-713.
- Kusumawardani, I. 2010. Tumbuhan Berkhasiat Obat di Indonesia. Penerbit Pustaka Pelajar.
- Purwaningsih, E. H., & Wulandari, D. 2012. Tumbuhan Obat Keluarga: Panduan Lengkap Menyusun Obat Tradisional Alami. Penerbit Buku Kedokteran EGC.

- Rahayu, S., & Siswandono. 2009. Kiat Sukses Bertanam Tanaman Obat: Panduan Lengkap Budidaya Tanaman Obat Tradisional. Penerbit Pustaka Pelajar.
- Sahoo, N., Manchikanti, P., & Dey, S. 2010. Herbal drugs: Standards and regulation. *Fitoterapia*, 81(6), 462-471.
- Singh, M. P., & Tewari, J. P. 2003. Ethnobotanical observations on kumaon region of uttaranchal. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 2(4), 358-360.
- Soemardji, A. A., & Aziz, N. 2007. Tumbuhan Berkhasiat Obat di Indonesia. Penerbit Kanisius.
- Sulistyaningsih, E., & Muljadi, D. 2013. Buku Pintar Tanaman Obat. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama.
- Sutarno. 2009. Farmakognosi dan Fitokimia. Penerbit ITB.
- Sutthanut, K., Sripanidkulchai, B., Yenjai, C., & Jay, M. 2007. Simultaneous identification and quantitation of 11 flavonoid constituents in *Kaempferia parviflora* by gas chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1143(1-2), 227-233.
- Tyler, V. E., Brady, L. R., & Robbers, J. E. 1988. *Pharmacognosy* (9th ed.). Lea & Febiger.

BAB 3

KULTUR JARINGAN DAN PENGEMBANGAN TUMBUHAN

Oleh Annysa Ellycornia Silvyana

3.1 Pendahuluan

Pemanfaatan tumbuhan dapat bermanfaat juga membantu kehidupan manusia dalam menyembuhkan penyakit disebut sebagai obat. Pengetahuan masyarakat dalam mengetahui tumbuhan sebagai alternatif dalam pengobatan masih kurang, namun di beberapa daerah sudah banyak pengobatan suatu penyakit telah diatasi dengan manfaat bahan alami yang berupa tumbuhan seperti akar, daun, batang, biji, bunga dan lain-lain (Mulyani, 1990). Perkembangan ilmu pengetahuan semakin mendorong akan upaya pembaharuan dalam pemanfaatan tumbuhan yang dapat berfungsi bagi kehidupan manusia yaitu kultur jaringan (Azhar, 2013). Sejalan dengan perkembangan kehidupan manusia, serta teknik budidaya tanaman dapat dikembangkan menjadi macam-macam sistem. Seperti sistem yang canggih masuk dalam system sederhana dapat dimulai dari sini. Beberapa teknologi budidaya dapat dikembangkan hingga produktivitas yang dibutuhkan (Chairani, 2008).

3.2 Sejarah, Pengertian dan Pengenalan

Dengan berjalannya waktu, kultur jaringan mengalami perkembangan. Sejarah perkembangan kultur jaringan adalah sebagai berikut:

3.2.1 Fase Awal

Sejalan dengan sejarah yang ada kultur jaringan berjalan lurus dengan sejarah botani. Ada beberapa peneliti berpendapat bahwa perbanyakan sel secara *in vitro* bisa dilakukan.

Berdasarkan pada penemuan para peneliti yang telah mereka temukan sejak jaman dahulu (Nikmah, 2017).

3.2.2 Fase Sederhana

Pada proses di fase ini dapat dimaksudkan adalah proses penggunaan kultur jaringan diawal ditemukannya sebagai berikut: (Nikmah, 2017)

1. Pengembangan Sederhana

Pada proses ini dikembangkan sejak seabad yang lalu. Pada awalnya berjalan melalui fase perkembangan secara sederhana, kemudian dilanjutkan fase perkembangan ekspansif pada pertengan abad.

2. Metode dibuat Kultur Jaringan

Pada saat ini kultur jaringan digunakan untuk proses pembelajaran perilaku dari sel hewan yang bebas terhadap pengaruh dari variasi sistemik dapat menimbulkan hewan dengan keadaan homeostatis atau dalam pengaruh percobaan.

3. Fragmen Jaringan

Fragmen jaringan ini dikembangkan secara tidak terlepas dan pertumbuhan selnya disebabkan bermigrasi sel dengan pertumbuhan terjadi diluar pada proses mitosis.

4. Dominasi *Explant Primer*

Kultur sel ini menyebabkan dominasi pada perkembangan dari teknik kultur jaringan yang lebih lama dari perkembangannya. Sehingga tidak heran sudah melekatnya untuk pengembangan pada teknologi ini.

3.2.3 Fase Pengembangan

Fase ini tahapan selanjutnya, kultur jaringan ini difungsikan untuk pemahaman aspek pada mekanisme kontrol serta fungsi sel secara diferensiasi.

3.2.4 Fase pengembangan yang dipercepat

Pada fase ini telah memasuki kultur jaringan yang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jaringan yang akan terurai Kultur Jaringan

Pada perkembangan ini mengarahkan dengan pemberian simulasi secara biologis pada makhluk hidup, kemudian dapat menggunakan proses pembelajaran pada sel dan terjadinya interaksi antara sel serta lingkungan dengan mengatur keadaan fisiologis atau patologis.

2. Referensi Khusus Teknologi

Kelamahan yang terlihat kultur jaringan termasuk teknologi *experiment in vitro* dengan memakai sel atau jaringan yang hidup, dibanding dengan memakai hewan coba secara *experiment in vivo*. Pada perkembangan teknologi banyak menggunakan macam-macam teknologi khusus, sehingga terabaikan terhadap prosedur dasarnya.

Teknik pembuatan media dilaboratorium yang mengandung nutrisi secara aseptik dengan menjadi tanaman secara utuh disebut kultur jaringan. Keadaan dimana harus tetap terjaga selama proses berlangsung harus dilakukan secara steril. Terdapat satu spora jamur ataupun hanya satu sel bakteri yang dapat masuk ke media kultur, maka pekerjaan kultur mengalami kendala sehingga terjadinya kontaminasi. Setiap sel tanaman memiliki peluang untuk beregenerasi membentuk tanaman yang utuh dari teori totipotensi sel yang mendasari dari kultur jaringan tanaman. Plantlet salah satu cara untuk memperoleh tanaman baru yang bersifat identik dengan induknya (Rindang, 2015).

Kultur jaringan diketahui dengan cara untuk memperbanyak tanaman metode vegetatif. Bagian dari suatu tanaman yang data diisolasi yaitu daun dan mata tunas. Kemudian dapat menumbuhkan bagian tersebut dengan bantuan media buatan secara *aseptic* dengan banyak nutrisi serta zat pengatur tumbuh didalam wadah kedap tertutup dengan dapat tembus cahaya, sehingga bagian tersebut bisa

memperbanyak diri serta bergenerasi menghasilkan tanaman yang lengkap (Nikmah, 2017).

3.3 Manfaat Teknik Kultur Jaringan

Pada teknik ini dapat dimanfaatkan pada beberapa tujuan, diantaranya: (Rindang, 2015).

3.3.1 Transformasi Genetik/Rekayasa genetik

Teknik transformasi genetik saat ini dapat digunakan pada teknik perbanyakan tanaman. Biologi molekuler yaitu transformasi genetik ini dapat memerlukan teknik pada kultur jaringan karena transfer gen dilakukan secara *in vitro*.

3.3.2 Memperbanyak tanaman transgenik

Tanaman transgenik mempunyai karakteristik agronomi yang khas seperti dengan *gene of interest* yang dimasukkan. Perbanyakan tanaman dapat dilakukan secara *vegetative* supaya hasilnya baik genetis yang identik sama induknya. Perbanyakan tanaman seperti ini akan membuat proses perbanyakan secara cepat agar didapatkan identik dengan genetik yang sama induknya.

3.3.3 Perbanyakan tanaman hybrid dengan sifat-sifat unggul

Tanaman *hybrid* adalah perolehan dari persilangan dari dua tanaman yang membawa karakter khas. Tanaman *hybrid* harus diperbanyak secara *vegetative* agar dapat dipertahankan sifat terbaik yang dimilikinya. Kultur jaringan salah satu cara perbanyakan yang dapat dilakukan secara tepat digunakan untuk perbanyakan tanaman *hybrid*.

3.3.4 Memperbanyak tanaman tidak memiliki biji

Secara *vegetative* konvensional tanaman dikembangbiakkan melalui anakan atau dengan bibit. Tetapi perbanyakan tanaman secara teknik kultur jaringan banyak dilakukan oleh pembisnis agribisnis. Tetapi didapat bibit dalam jumlah banyak dengan waktu yang cepat, juga didapat bibit yang serupa dan sehat.

3.3.5 Proses pengiriman tanaman menggunakan *container sterile*

Pengiriman tanaman dengan jarak jauh bisa dilakukan pada tanaman yang dikirim dengan ukuran tidak besar dan bebas *pathogen*. Ukuran tanaman yang tidak besar dengan kondisi steril dimungkinkan pada melalui kultur jaringan.

3.3.6 Memperbanyak tanaman pada bijinya sulit berkecambah

Tanaman angrek dan *Nepenthes* salah satu jenis tanaman yang mempunyai biji yang sulit untuk berkecambah kondisi ruang dan media tanah seperti jenis tanaman dari *angiospermae* (tumbuhan berbiji) lainnya. Jenis tanaman ini mempunyai biji ukuran kecil, tanpa ada cadangan makanan maka biji tersebut memerlukan cadangan makanan dari luar (eksternal) untuk dapat berkecambah.

3.3.7 Tanaman bebas virus

Meristem yaitu bagian tanaman yang sel-selnya bersifat meristematik (aktif membelah). Jaringan pembuluh tidak berkembang saat meristem dan virus terdapat di jaringan pembuluh, maka menyebabkan meristem bebas dari virus. Kultur meristem didapat pada tanaman bebas virus pertama diketahui oleh George Morrell pada tahun 1960 an.

3.3.8 Fusi Protoplas

Fusi protoplas bermanfaat pada proses menyilangkan (*crossing*) tanaman secara *in vitro*. Tanaman perbanyakan menghasilkan melalui fusi protoplas sifat akan dibawa dan diturunkan oleh dua tanaman yang berbeda.

Salah satu ciri dari makhluk hidup dapat mengalami proses pertumbuhan dan perkembangan. tetapi proses tidak dapat dipisahkan. Pertumbuhan tanaman memiliki arti sebagai peristiwa perubahan biologis dengan terjadinya pada makhluk hidup dengan perubahan ukuran yang dapat bersifat *irreversible*. Perkembangan adalah proses menuju proses suatu

kedewasaan atau tingkatan tinggi yang lebih baik pada makhluk hidup (Chairani, 2008).

Proses perkembangan banyak dikaitkan dengan faktor internal yang terjadi pada kondisi tidak bersamaan. Maka dari itu, perkembangan bisa diartikan dengan suatu proses perubahan dapat diikuti oleh suatu pendewasaan dan kematangan sel, serta diiringi oleh spesialisasi fungsi sel. Pertumbuhan dan perkembangan saling berkaitan dan merupakan hasil dari tiga kegiatan yaitu pembesaran sel, pembelahan sel dan diferensiasi sel (Chairani, 2008).

3.4 Tahap Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan



Gambar 3.1. Pertumbuhan Tumbuhan (Sumber : Ulinnuha Muhammad, 2019)

Pertumbuhan yaitu peristiwa yang terjadi dengan perubahan biologi pada seluruh makhluk hidup seperti penambahan ukuran, volume, tinggi, dan massa sebagai hasil pembelahan dan pembesaran sel bersifat tidak dapat kembali ke bentuk semula (*irreversible*) (Fenanda, 2022).

Pada tahap ini yang terjadi pada proses pembelahan sel, diferensiasi sel dan morfogenesis yang menghasilkan organ

baru. Pertumbuhan dan perkembangan memiliki tahapan yang sistematis sebagai berikut; (Fenanda, 2022)

3.3.1 Perkecambahan



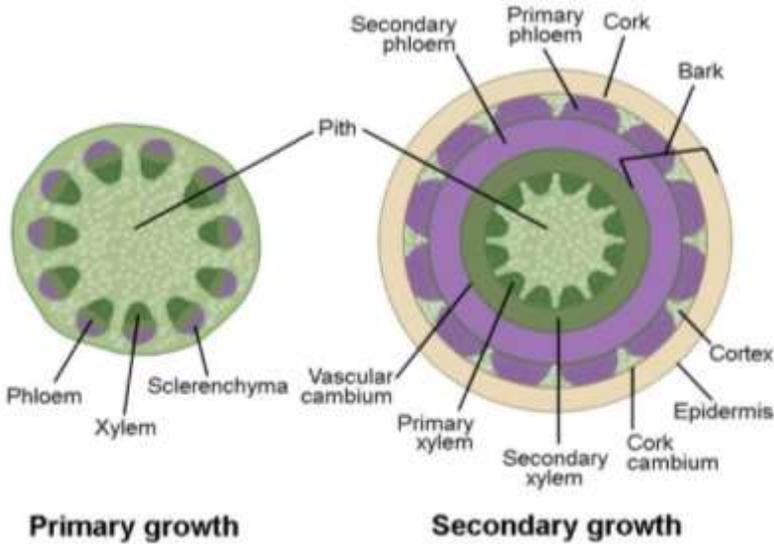
Gambar 3.2. Proses Perkecambahan

(Sumber : <https://www.banksoalbiologi.com/2019/07/proses-perkecambahan-perbedaan.html>)

Tahap awal masuk dalam proses pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan adalah perkecambahan. Mekanisme perkecambahan dimulai ketika air diserap oleh biji dan masuk melalui mikروفil dengan proses imbibisi. Air yang masuk ke dalam biji menyebabkan pembengkakan pada biji sehingga dapat menghasilkan kekuatan besar (tekanan imbibisi). Tekanan tersebut yang membuat kulit biji pecah dan munculnya embrio.

Embrio biji yang terkandung hormon pertumbuhan yaitu Giberelin (GA) untuk mempercepat pertumbuhan. Proses imbibisi menyebabkan GA aktif dan merangsang sintesis protein dan mengaktifkan enzim-enzim yang terdapat pada lapisan aleuron terluar dari biji untuk mempercepat reaksi. Kemudian amilase memecah molekul pati yang ada di endosperma menjadi molekul maltosa yang larut. Perkecambahan merupakan berakhirnya masa dormansi biji. Proses perkecambahan dihasilkannya dengan munculnya tumbuhan kecil berasal dari biji.

3.3.2 Pertumbuhan



Gambar 3.3. Pertumbuhan Primer dan Sekunder
(Sumber : Ulinnuha Muhammad, 2019)

Setelah terjadinya proses perkecambahan, tumbuhan dapat mengalami perkembangan dan pertumbuhan lebih lanjut lagi. Pertumbuhan bisa dibedakan dalam dua macam yaitu sebagai berikut:

1. Pertumbuhan Primer

Pada pertumbuhan ini terjadinya proses sel yang mulai berproses pada jaringan meristem mulai muncul pembelahan secara terus menerus.

2. Pertumbuhan Sekunder

Pertumbuhan dilakukan dengan hasil aktivitas dua meristem lateral yang panjang pada pucuk atau akar. Pertumbuhan sekunder terdiri dari jaringan menghasilkan akibat kambium vaskuler dan kambium gabus.

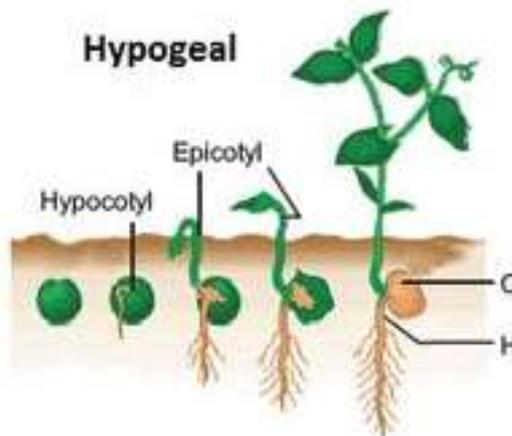
Pola proses pertumbuhan saat ini kepada tumbuhan berbeda dengan pertumbuhan pada hewan dan manusia dalam hal yang terjadi. Masa dari pertumbuhan pada tumbuhan telah

diketahui berjalan terus menurun, serta ada faktor pendukung yang dibutuhkan. Keadaan yang normal pertumbuhan dapat memberikan bukan hanya penambahan dari volume dan dilanjutkan penambahan bobot kering. Proses dari pertumbuhan pada tanaman yaitu pembelahan sel, dan dilanjutkan oleh pembesaran sel yaitu difrensiasi sel. Pertumbuhan yang terjadi pada tempat tertentu saja, yaitu dapat di jaringan meristem. Jaringan meristem yaitu jaringan yang sel-selnya bersifat aktif sehingga dapat membelah (Chairani, 2008).

3.5 Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan

Pertumbuhan dan perkembangan yang terdapat tumbuhan merupakan hasil interaksi antara dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor bisa dipengaruhi dengan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang berasal dari dalam tumbuhan disebut internal. Adapun faktor eksternal merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan yang berasal dari luar tumbuhan. Penjelasan dari faktor tersebut dapat diringkas sebagai berikut: (Feranda, 2022)

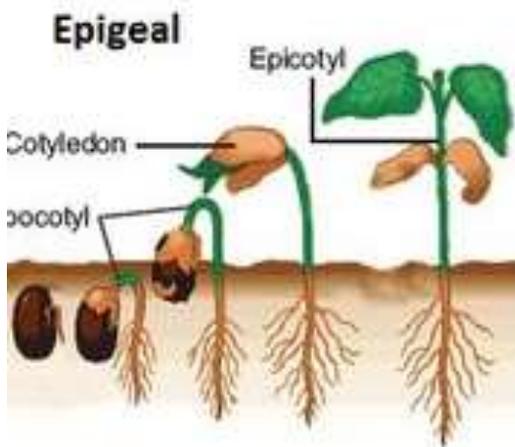
3.5.1 Hipogeal



Gambar 3.4. Proses Hypogeal
(Sumber : www.kompas.com)

Pada perkecambahan terjadinya pertumbuhan dapat tubuh tinggi dari epikotil dapat menimbulkan plumula keluar lalu bisa ditembus pada kulit biji dan muncul diatas permukaan tanah kotiledon dan berada dalam tanah, contohnya kecambah jagung.

3.5.2 Epigeal



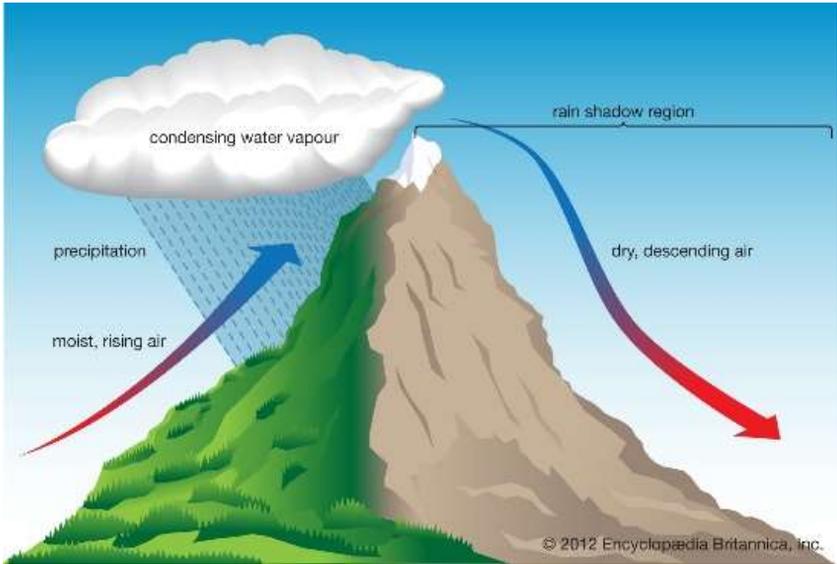
Gambar 3.5. Proses Epigeal
(Sumber : www.kompas.com)

Pada tahap perkecambahan terjadinya hipokotil akan tumbuh terus memanjang menimbulkan kotiledon dan plumula dapat terdorong ke permukaan tanah, namun akan ada kotiledon terdapat diatas tanah, contoh pada kacang hijau.

3.5.3 Genetik

Gen didefinisikan substansi yang memiliki pembawa sifat yang diturunkan dari induk ke anaknya. Gen bermanfaat dapat mengatur reaksi kimia yang terjadi dalam sel dengan reaksi sintesis protein dan enzim yang akan memengaruhi bentuk dan ukuran tumbuhan.

3.5.4 Curah Hujan



Gambar 3.6. Curah Hujan

(Sumber : <https://www.climate4life.info/2015/11/hujan-dan-curah-hujan.html>)

Curah hujan bisa dikatakan dalam:

1. Milimeter per tahun yang dikatakan dengan tingginya air hujan yang jatuh tiap tahun pada saat musim.
2. Banyaknya hari hujan per tahunnya telah terdistribusi atau meratanya hujan dalam tiap setahun.

Besarnya curah hujan yang terkondisi dapat mempengaruhi kadar air tanah, aerasi tanah, kelembaban udara dan tidak langsung dapat menentukan jenis tanah sebagai tempat media tumbuh tanaman. karenanya curah hujan sangat besar memberi pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman. Fotosintesis dapat memberikan penurunan apabila 30% kandungan air yang diserap oleh tanah pada akar ke dalam daun hilang, sehingga proses fotosintesis akan berhenti apabila kehilangan air mencapai 60% (Kartasapoetra, 1993).

3.5.5 Keadaan Tanah



Gambar 3.7. Keadaan Tanah

(Sumber : <https://arafuru.com/lifestyle/berbagai-cara-menyuburkan-tanah-pertanian.html>)

Tanah terkandung komponen yang hidup berasal dari lingkungan yang dapat menimbulkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

3.5.6 Suhu

Salah satu hal yang bisa mempengaruhi kerja enzim yaitu suhu. Suhu menjadi patokan yang sesuai akan menyebabkan kerja enzim didalam sel-sel yang menimbulkan hal kurang optimal sehingga proses *metabolism* akan terganggu. Tumbuhan dapat tumbuh pada suhu optimum.

3.5.7 Hara/nutrisi dan air

Nutrisi adalah bahan baku dan sumber energy yang digunakan untuk aktivitas, metabolisme, pertumbuhan serta perkembangan makhluk hidup. Nutrisi yang terkandung dalam tanah sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan karena tumbuhan akan menyerap hara yang terkandung dalam tanah melalui akar.

3.5.8 Cahaya Matahari



Gambar 3.8. Bunga Matahari
(Sumber : Ferranda 2018)

Selain dipengaruhi secara langsung dengan proses fotosintesis. Cahaya matahari (radiasi surya) dipengaruhi oleh pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Pengaruh cahaya matahari dapat diperhatikan dengan dibandingkan satu jenis tumbuhan yang tumbuh di daerah terang dengan tumbuhan sejenis yang tumbuh ditempat kurang cahaya. Tumbuhan ini akan mempunyai laju pertumbuhan dan bentuk tubuh yang tidak sama.

3.5.9 Hormon Tumbuhan

Hormon (zat tumbuh) yaitu senyawa organik bisa dibuat pada bagian tanaman, kemudian dibawa kebagian lain, yang konsentrasinya rendah serta menimbulkan resiko fisiologis. Diferensiasi tanaman dapat diatur dengan hormon. Saat ini dikenal hormon tumbuh seperti auksin, asam absisat, etilen, giberelin, dan sitokinin.

DAFTAR PUSTAKA

- A.G Kartasapoetra. 1993. Tata Penyuluhan Pertanian. Jakarta : Bumi Aksara.
- Chairani, H. 2008. Teknik Budidaya Jilid 2. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Fernanda, D.F. 2022. *E-book Interaktif : Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan*. Universitas Negeri Surabaya.
- Nikmah, R. 2017. *Bioteknologi : Buku Pengayaan Biologi*. Solo: Azka Pressindo
- <https://www.kompas.com/skola/read/2021/07/15/150027369/perkecambahan-pengertian-tipe-dan-prosesnya?page=all> (AKSES 09 Agustus 2023 15:52)
- <https://arafuru.com/lifestyle/berbagai-cara-menyuburkan-tanah-pertanian.html> (AKSES 10 Agustus 2023 10:02)

BAB 4

PENGAWETAN DAN PENYIMPANAN TANAMAN OBAT

Oleh Baharuddin Yusuf

4.1 Pendahuluan Tanaman Obat

Konsumsi tanaman obat tradisional cenderung meningkat di era zaman yang semakin modern. Hal tersebut dikarenakan tanaman obat yang telah digunakan masyarakat zaman dulu dan masyarakat menengah kebawah. Selain itu, obat-obat herbal lebih diminati dibandingkan obat tradisional karena aspek keamanan yang lebih baik dan aspek khasiat yang tidak jauh beda dengan obat konvensional. Aspek keamanan efek samping obat herbal terus meningkat dikalangan masyarakat saat ini yang diakibatkan persepsi buruk masyarakat dalam penggunaan obat-obat konvensional kimia. Selain itu, obat tradisional menjadi pilihan karena lebih murah daripada obat kimia dan dapat ditanam di pekarangan rumah tanpa harus ke sarana kesehatan (Yassir and Asnah, 2018). Oleh karena gambaran tersebut, masyarakat mulai mengarahkan pengobatan kembali ke tanaman tradisional ataupun herbal.

Indonesia memiliki tanaman obat dengan ribuan spesies dan tersebar di penjuru negeri. Indonesia memiliki jumlah sekitar 30.000 jenis tanaman yang tersedia di wilayah asia dan hanya 7500 jenis tanaman yang sudah diketahui khasiatnya. Namun, hanya sebanyak 1.200 jenis tanaman yang telah digunakan sebagai bahan baku obat-obatan herbal atau jamu. Jumlah tersebut menjadikan gambaran potensi yang besar dari tanaman obat yang ada di indonesia. Dari segi Tingkat pemasaran, obat tradisional memiliki peluang pangsa pasar yang luas. Contohnya adalah industri farmasi dan industri bahan kimia telah mampu menyerap hasil produksi tanaman obat hingga 63%, lalu 23% untuk konsumen rumah tangga dan 14%

untuk ekspor (Salim and Munadi, 2017). Oleh karena itu, potensi tanaman obat jangan sampai hilang dan mampu dimanfaatkan sebaik mungkin untuk masyarakat, baik dalam produk modern ataupun produk tradisional.

Pangsa pasar tanaman obat tradisional memiliki potensi akan terus beriringan dengan tingkat konsumsi masyarakatnya. Tingkat konsumsi masyarakat terhadap penggunaan tanaman obat dan herbal tertinggi berada di nilai 31,9 poin secara rata-rata di Indonesia. Data tersebut berdasarkan hasil Riskesdas Tahun 2018 yang berdasarkan pada nilai penggunaan tanaman obat keluarga (TOGA) di Indonesia oleh lansia. Jumlah tersebut muncul akibat tindakan swamedikasi personal terhadap segala penyakit yang diderita masyarakat (Rukmini and Kristiani, 2021). Selain itu, pemanfaatan TOGA cukup baik dan bahkan ada yang menanam hingga 5 tahun lamanya oleh masyarakat di Tegal tahun 2020 (Musfiqoh, 2020). Kedua hasil penelitian tersebut menjadi gambaran tingkat antusias masyarakat untuk menggunakan tanaman obat. Tindakan swamedikasi tanaman toga tersebut memerlukan penanganan yang baik dari tahap penanaman, panen, penyiapan, pengawetan dan penyimpanan. Seluruh tahap tersebut harus dijaga kualitas di setiap tahapannya termasuk di tahap pengawetan dan penyimpanan. Tahap pengawetan dan penyimpanan harus terus dipantau sepanjang waktu sampai digunakan oleh pasien. Hal tersebut dikarenakan ancaman mikroba dan jamur, maupun kondisi lingkungan yang dapat merusak zat aktif tanaman obat tersebut (Huda, 2021). Kondisi itulah mengharuskan tahap pengawetan dan penyimpanan menjadi lebih siap dari aspek kecocokan fasilitas, teknik penyimpanan dan keamanan tanaman obat dapat terjamin.

4.2 Pengawetan Tanaman Obat

Kata pengawetan berasal dari kata “awet” yang berarti tindakan tertentu untuk menjadi awet dan tahan lama (Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, 2023). Sedangkan proses pengawetan adalah proses penghambat kerusakan suatu benda dari faktor mikroba dan lingkungan. Tanaman obat

sangat rentan terhadap faktor-faktor tersebut, sehingga diperlukannya proses pengawetan. Mikroba merupakan penyebab kerusakan pada bahan baku tanaman obat yang berpengaruh terhadap sifat produk, dan kondisi lingkungan seperti pH, ketersediaan air, suhu, sifat organoleptik, dan lain-lain. Mikroba menyebabkan bahan baku tanaman obat menjadi busuk, sehingga daya simpan pangan menjadi singkat. Mikroba penyebab pembusukan umumnya disebabkan oleh golongan jamur dan bakteri (Huda, 2021).

Produk pengawetan tanaman obat ada jenis herbarium dan simplisia. Produk herbarium adalah spesimen tumbuhan yang telah diawetkan untuk identifikasi tumbuhan dengan lebih sederhana. Herbarium memiliki dua jenis, yaitu herbarium kering (seperti daun, akar, bunga, batang), dan herbarium basah (seperti herba dan buah-buahan). Herbarium kering adalah spesimen tumbuhan yang telah dikeringkan dan ditata di suatu bidang kertas serta diberi keterangan terkait spesimen tersebut. Herbarium kering lebih mudah dibuat daripada herbarium basah, karena tumbuhan atau spesimen yang digunakan hanya dikeringkan saja. Sedangkan herbarium basah dibuat dengan penambahan cairan pengawet seperti formalin dan disimpan dalam wadah tertutup rapat (Husain et al., 2019; Hafida et al., 2020). Sedangkan simplisia adalah suatu produk tanaman yang hanya dikeringkan saja dan dapat dibuat berubah bentuk sederhana seperti serbuk atau rajangan. (Handoyo and Pranoto, 2020).

4.3 Metode Pengeringan Tanaman Obat

Proses pengeringan merupakan proses untuk menurunkan kadar air tanaman obat agar terjamin kualitasnya dan dapat disimpan dalam waktu tertentu. Proses pengeringan dapat menghentikan reaksi enzimatik dan mencegah perkembangan kapang, jamur dan jasad renik lain. Proses pengeringan akan mematikan sel tanaman sehingga proses metabolisme terhenti. Di lain pihak, beberapa tanaman obat memerlukan proses enzimatik untuk bentuk simplisia, seperti proses pelayuan (suhu dan kelembaban tertentu) atau proses

pengeringan tertentu. Proses enzimatik tersebut diperlukan karena senyawa aktif masih terperangkap dalam ikatan kompleks dari dalam kandungan total senyawa kimia tanaman. Contoh tanaman tersebut adalah buah vanili, buah kola, umbi bidara upas dan umbi bawang. Namun pengeringan senyawa mudah menguap harus memerlukan metode pengeringan yang tepat agar zat aktif tidak banyak menguap. Metode pengeringan terbagi menjadi beberapa jenis yaitu (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional, 2011):

1. Panas sinar matahari langsung. Metode ini digunakan untuk mengeringkan bagian tanaman dengan bahan kandungan yang stabil dan memiliki tekstur keras (kayu, kulit kayu dan biji). Metode ini lebih mudah dan murah untuk dilakukan, namun kecepatan waktu pengeringan sangat bergantung cuaca. Metode pengeringan ini ada berbagai macamnya seperti dijemur secara langsung dibawah sinar matahari secara langsung, ataupun diselimuti dengan kain hitam saat proses penjemuran dibawah sinar matahari (Handoyo and Pranoto, 2020).
2. Pengeringan diangin-anginkan pada kondisi ruang biasa tanpa paparan sinar matahari langsung ataupun bantuan kipas angin. Metode ini tepat untuk digunakan pada tanaman yang lunak seperti bunga, daun dan kandungan senyawa yang mudah menguap (volatil) dan mudah rusak suhu tinggi (termolabil). Suhu pengeringan metode ini dikisaran 30°C-40°C.
3. Pengeringan menggunakan alat pengering (pengeringan konvensional) seperti oven, lemari pengering, *freeze drying* (sublimasi/liopilisasi/pengeringan beku), *artificial drying*, *microwave drying*, *far infrared drying*, *vacuum drying* dan *spray drying*. Contoh gambar pengeringan menggunakan oven dapat dilihat pada Gambar 4.1.



(A)



(B)

Gambar 4.1. (A) Pengeringan Simplisia Dengan Alat Oven, (B) Pengeringan Simplisia di Ruang Terbuka.



Gambar 4.2. Hasil Pengeringan Simplisia Dengan Berbagai Metode Pengeringan, (A) Hasil Rajangan sebelum pengeringan, (B) Hasil Pengeringan Oven, (C) Hasil Pengeringan Matahari Langsung, (D) Hasil Pengeringan Ditutup Kain Hitam Saat paparan Matahari Langsung, (E) Hasil Pengeringan dengan diangin-anginkan.

Pilihan metode pengeringan sangat perlu diperhatikan karena memiliki berbagai kelebihan dan kekurangan yang perlu disesuaikan. Salah satunya adalah pengeringan oven yang sederhana, cepat dan muntah. Namun pengeringan oven dapat menghasilkan warna tanaman obat menjadi lebih gelap/pucat kecokelatan, mengalami penyusutan, dan beresiko terjadi perubahan kandungan zat aktif. Hasil pengeringan simplisia dapat dilihat pada Gambar 4.2. Kecepatan waktu pengeringan metode oven lebih cepat dibandingkan pengeringan metode lain ataupun kombinasinya. Salah satu faktor kecepatan pengeringan tanaman obat adalah nilai kadar air pada tanaman obat. *Materia Medika Indonesia (MMI)* memberikan persyaratan kadar air yaitu kurang dari 10%. Tujuan kadar air adalah untuk mencegah kerusakan bahan aktif tanaman obat secara reaksi enzimatis dan pertumbuhan mikroba. Pengeringan tanaman obat harus memperhatikan proses pengeringan (cara, durasi, dan suhu) untuk kualitas seperti yang diinginkan (Widodo and Subositi, 2021).

Seluruh aspek pengeringan harus dilakukan secara cermat dan memperhatikan beberapa faktor pengeringan simplisia. Faktor-faktor proses pengeringan simplisia adalah suhu pengeringan, kelembaban udara, aliran udara, durasi pengeringan dan luas permukaan kontak dengan sumber panas.

Pengeringan tanaman obat tidak boleh mendapatkan hasil *face hardening* yaitu kering hanya dibagian luar permukaan saja dan tidak sampai ke bagian dalam. Penyebab terjadinya *face hardening* pengeringan tanaman obat adalah:

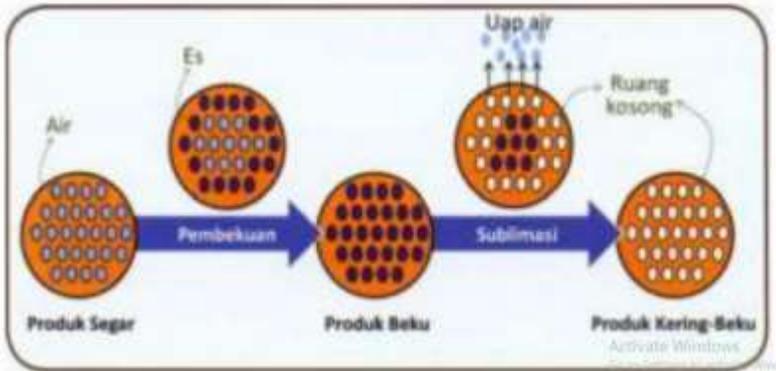
1. Ketebalan bagian luar tanaman obat sehingga penetrasi panas akan lebih sulit
2. Suhu pengeringan terlalu tinggi dengan durasi singkat
3. Kondisi penguapan air di permukaan lebih cepat dari pada difusi air bagian dalam, akibatnya bagian luar menjadi keras dan menghambat proses pengeringan bagian dalam.

Suhu pengeringan bergantung tanaman obat dan cara pengeringannya. Umumnya, tanaman obat dapat dikeringkan pada suhu kurang dari 60°C. Kelembaban ruang pengering juga dipengaruhi oleh bahan simplisia, cara pengeringan dan tahapan-tahapan selama pengeringan. Tingkat kelembaban akan menurun selama berlangsungnya proses pengeringan. Umumnya pengeringan konvensional didapatkan produk tanaman obat dengan mutu yang lebih baik. Hal tersebut dikarenakan proses pengeringan lebih merata, waktu yang dapat dikendalikan dan tidak terpengaruh oleh cuaca (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional, 2011).

Ketepatan metode pengeringan sangat berpengaruh dengan kandungan zat aktif tanaman obat yang dihasilkan. Salah satu contohnya adalah pengeringan tanaman obat pada suhu 40°C pada beberapa tanaman obat. Hal tersebut dikarenakan suhu 40°C adalah suhu pengeringan yang optimum untuk mendapatkan kadar senyawa fenolat yang tertinggi pada tanaman obat. Proses tersebut dapat terjadi karena terjadinya penguapan air yang mengakibatkan sel-sel tanaman obat mengalami kerusakan sebagai akibat lepasnya air dari bagian tanaman obat. Kerusakan sel tersebut menimbulkan mudahnya senyawa metabolit atau senyawa zat aktif untuk dapat diekstrak pada bentuk simplisia yang dikeringkan dibanding dengan simplisia segar (Purwanti, Luliana and Sari, 2018).

Teknik pengawetan obat dapat pula menggunakan cara menambahkan bahan penghambat kematangan. Umumnya teknik pengawetan ini hanya untuk tanaman obat yang dipanen pada bagian buah saja. Salah satunya senyawa organik tersebut adalah asam salisilat, asam asetilsalisilat, dan asam oksalat yang dapat memperpanjang umur simpan, dan meningkatkan kandungan zat aktif. Asam salisilat dan asetilsalisilat menginduksi enzim antioksidan, seperti peroxydase, catalase dan superoxide dismutase dan pengurangan aktivitas lipooxygenase sehingga kualitas tanaman obat akan dipertahankan dan ditingkatkan. Sedangkan asam asetilsalisilat menurunkan resiko kerusakan buah akibat rendahnya suhu penyimpanan (*chilling injury*) dan meningkatkan kandungan zat aktif tanaman obat (Sayyari et al., 2011). (Widodo and Subositi, 2021).

Teknik pengawetan lainnya adalah dengan metode pengeringan beku (*freeze drying*). Metode pengeringan beku sangat cocok untuk bentuk serbuk simplisia tanaman obat. Pengeringan beku merupakan salah metode pengawetan bahan obat dan mempertahankan berbagai kandungan senyawa aktif dari tanaman Obat. Metode ini cocok untuk kandungan bahan aktif seperti klorofil, riboflavin, niasin, asam askorbat, dan karotenoid dari beberapa tanaman daun pegagan (*Centella asiatica*), belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*), seledri (*Apium graveolens*), menta (*Mentha arvensis*), jambu biji (*Psidium guajava*), katuk (*Sauropus androgynous*), leunca (*Solanum nigrum*), dan kesum (*Polygonum minus*). Selain itu, pengeringan beku dapat mempertahankan pigmen betasianin hingga lebih dari 97% dibandingkan metode pengeringan lain pada tanaman Amaranthus (Widodo and Subositi, 2021). Gambaran prinsip pengeringan beku dapat dilihat pada Gambar 4.3 .



Gambar 4.3. Gambaran Prinsip Pengeringan Beku (*Freeze Drying*)

Selain metode pengeringan beku, metode pengeringan tertutup dengan selice gel pada suhu rendah (*closed loop drying*). Metode ini dapat digunakan untuk alternatif metode pengeringan diangin-anginkan pada suhu ruang, dan cocok untuk tanaman dengan kandungan bahan aktif yang volatil dan termolabil. Prinsip metode pengeringan tersebut sama dengan pengeringan beku ketika beroperasi pada suhu rendah, yaitu memperlambat kinetika perpindahan massa air pada bahan karena nilai p^* (tekanan uap murni) dan pengeringan akan terus berlangsung dengan memperkecil tekanan menggunakan teknik vakum. Pada metode pengeringan beku, produk menjadi mahal, sedangkan proses pengeringan *closed loop drying* hanya menyerap uap air ke udara dengan tekanan yang rendah. Metode pengeringan *closed loop drying* telah digunakan pada tanaman daun oregano (Najah *et al.*, 2021). Gambar hasil pengeringan dan prinsip metode dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4. Skema pengeringan dengan metode *closed loop drying* dapat dilihat pada Gambar 4.5

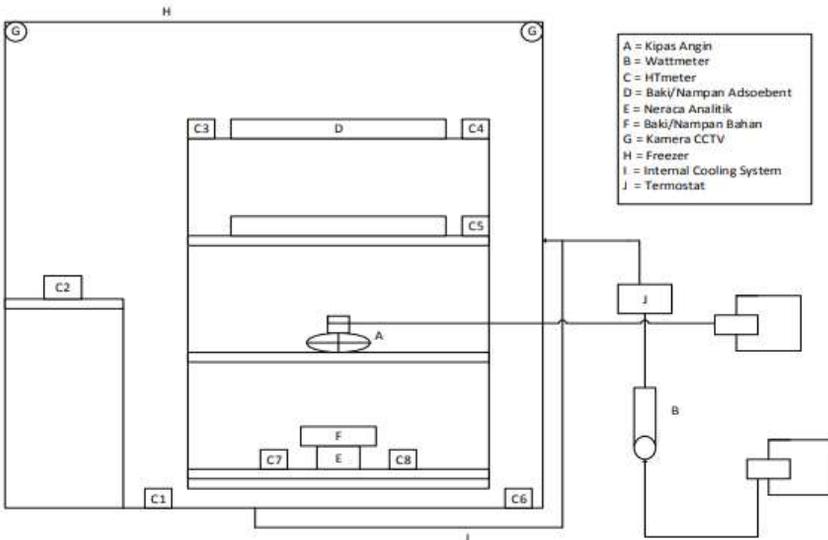


(A)



(B)

Gambar 4.4. Hasil Pengeringan Tanaman Oregano Menggunakan Metode (A) Oven, (B) *Closed Loop Drying*.



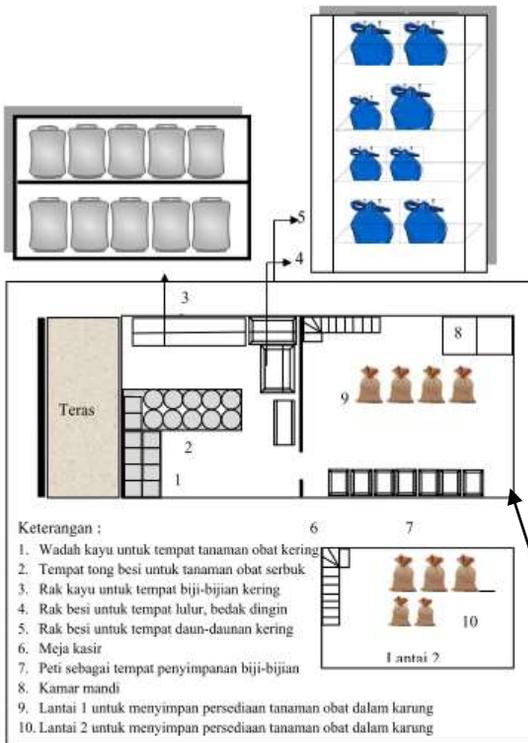
Gambar 4.5. Skema Pengeringan Dengan *Closed Loop Drying*

4.4 Pengemasan dan Penyimpanan Tanaman Obat

Proses pengemasan bertujuan untuk penjaminan khasiat dan mutu produk tanaman obat. Proses ini akan melindungi produk saat penanganan, pendistribusian, dan penyimpanan produk dari lingkungan seperti suhu, kelembapan, sinar, cemaran mikroba, serta vektor atau serangga. Syarat-syarat bahan pengemas sebaiknya terbuat dari bahan bersifat inert/netral, yaitu bahan yang tidak bereaksi dengan produk hingga berubah bau, rasa, warna, kadar air, dan kandungan senyawa kimianya. Bahan pengemas harus mampu melindungi dari kerusakan mekanis dan fisiologis, mudah digunakan, tidak terlalu berat dan relatif murah. Pengemasan dilakukan sesegera mungkin untuk mencegah perubahan kualitas dari faktor-faktor tersebut (Widodo and Subositi, 2021). Bahan pengemas harus kedap air dan udara serta melindungi isinya terhadap berbagai gangguan dari luar. Untuk jenis tanaman obat tertentu, bahan pengemas dapat menggunakan kain katun atau karung yang terbuat dari plastik, jerami ataupun goni. Pengemasan menggunakan guci porselin dan botol kaca dapat digunakan untuk menyimpan tanaman obat dengan pengawet cairan. Tanaman bentuk herba harus dimampatkan (*di-press*) untuk mempermudah proses pengemasan dan pengangkutan. Dalam wadah kemasan, produk tanaman obat dapat ditambahkan silika gell untuk menyerap air dan menjaga kondisi tetap kering. Syarat-syarat bahan pengemas adalah (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional, 2011).

Setelah tahap pengemasan, proses selanjutnya adalah tahap pelabelan atau pemberian label pada produk. Label ditempelkan pada kemasan harus menunjukkan informasi produk yang jelas meliputi nama ilmiah tumbuhan obat, asal bahan (tempat budidaya), tanggal panen dan tanggal simpan, dan status kualitas bahan (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional, 2011). Label simplisia harus kuat, tidak mudah lepas, terlihat jelas, dan mudah dilihat agar mudah diidentifikasi dan tidak mudah tercampur dengan simplisia atau produk lainnya.

Faktor utama penyimpanan adalah waktu, karena seluruh faktor kualitas penyimpanan produk mengikuti fungsi waktu. Faktor-faktor tersebut adalah suhu, kelembapan, sinar matahari, hama dan mikroba, dan wadah kemasan produk. Ketepatan tahap pengemasan produk berpengaruh terhadap masa simpan tanaman obat. Salah satu contohnya adalah tanaman *Artemisia annua* yang disimpan pada wadah tidak kedap udara. Hal tersebut menyebabkan cemaran mikroba meningkat dan penurunan kadar zat aktif artemisinin turun dengan lama penyimpanan. Beberapa jenis tanaman obat dapat menyerap air bila tidak dikemas dengan baik. Tingginya kelembapan dan suhu merupakan kondisi yang ideal untuk pertumbuhan mikroba dan mempercepat rusaknya simplisia (Widodo and Subositi, 2021).



Gambar 4.6. Tempat Penyimpanan Dan Penjualan Simplisia Dan Tanaman Obat.

Beberapa aspek penyimpanan tanaman obat perlu memperhatikan sarana yang digunakan untuk pengamanannya, seperti bangunan dan peralatan. Penyimpanan tanaman obat memerlukan fasilitas bangunan yang kokoh, aman, terlindung dari bahaya untuk tanaman obat, dan mendukung sistem budidaya tanaman tersebut (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional, 2011). Gedung penyimpanan tanaman obat harus memiliki area terpisah berdasarkan jenis, potensi tanaman, umur, status tanaman dan aktivitas budidaya lainnya. Gambaran tata letak penyimpanan tanaman obat hampir sama dengan penyimpanan simplisia yang menerapkan prinsip keberaturan dan terpisah. Contoh gambaran tata letak penyimpanan tanaman obat ataupun simplisia dapat dilihat pada Gambar 4.6. Sirkulasi udara dan fasilitas ventilasi bangunan juga harus tersedia untuk area penyimpanan tanaman obat. Untuk fasilitas diluar gedung penyimpanan, area lain hendaknya memiliki fasilitas yang lengkap dan mendukung untuk operasional yang ada di sekitar area penyimpanan. Hal tersebut dikarenakan resiko kontaminasi silang ataupun kebersihan dari area gedung penyimpanan tanaman obat (Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia, 2021).

Selain itu, penyimpanan tanaman obat memerlukan peralatan yang bersifat inert, mudah dibersihkan dan mudah dalam perawatannya. Sifat inert tersebut berguna untuk mencegah resiko interaksi kimia atau fisika yang berpengaruh terhadap kualitas tanaman obat ataupun kandungan zat aktif tanaman obat. Seluruh peralatan harus dibersihkan pada bagian luar maupun bagian dalam dengan prosedur baku, serta dijaga dan disimpan bersih. Pemeriksaan kebersihan perlu dilakukan saat sebelum digunakan maupun sesudah digunakan (Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia, 2021). Peralatan tersebut dapat meliputi wadah, alat-alat panen, dan alat-alat untuk penunjang penyimpanan. Peralatan tersebut meliputi keranjang panen, cangkul, timbangan, alat pengering, alat pembersih dan alat pemotong (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional, 2011).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia. 2021. *Penerapan Cara Pembuatan Obat Tradisional Yang Baik*. Indonesia: Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia. Available at: <https://jdih.pom.go.id/download/product/1308/25/2021>.
- Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa. 2023. *Hasil Pencarian - KBBI Daring, Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset dan Teknologi Republik Indonesia Teknologi Republik Indonesia*. Available at: <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/pengawetan> (Accessed: 12 September 2023).
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional. 2011. *Pedoman Umum Panen dan Pascapanen Tanaman Obat*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Hafida, S.H.N. *et al.* 2020. 'Pengenalan Etnobotani melalui Pembuatan Herbarium Kering di Lingkungan Sekolah MI Muhammadiyah Plumbon, Wonogiri', *Buletin KKN Pendidikan*, 2(2). doi:10.23917/bkkndik.v2i2.10776.
- Handoyo, D.L.Y. and Pranoto, E.M. 2020. *Pengaruh Variasi Suhu Pengeringan Terhadap Pembuatan Simplicia Daun Mimba (Azadirachta Indica) The Effect Of Drying Temperature Variation On The Simplicia Of Mimba Leaf (Azadirachta Indica)*, *Jurnal Farmasi Tinctura*.
- Huda, N. 2021. *Literature Review: Perbandingan Efektivitas Ekstrak Tumbuhan Sebagai Pengawet Alami Ikan, Tomat Dan Daging Ayam*. Banda Aceh.
- Husain, F. *et al.* 2019. 'Berbagi Pengetahuan Tentang Herbarium: Kolaborasi Dosen, Guru Dan Siswa Di Ma Al-Asror Patemon Gunung Pati', *Jurnal Puruhita*, 1(1), pp. 76–84. Available at: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/puruhita/>.

- Musfiqoh, F. 2020. *Gambaran Pemanfaatan Tanaman Obat Keluarga (Toga) Dalam Swamedikasi Ibu Rumah Tangga Di RT 08 RW 02 Kelurahan Adiwerna Kabupaten Tegal*. Tegal.
- Najah, H. *et al.* 2021. 'Pengeringan Daun Oregano dengan Metode Pengeringan Sistem Tertutup menggunakan Silica gel pada Suhu Rendah', in *Prosiding Diseminasi FTI Genap*.
- Purwanti, N.U., Luliana, S. and Sari, N. 2018. *Pengaruh Cara Pengeringan Simplisia Daun Pandan (Pandanus amaryllifolius) Terhadap Aktivitas Penangkal Radikal Bebas DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil)*, *Pharmacy Medical Journal*.
- Rukmini, R. and Kristiani, L. 2021. 'Gambaran Pemanfaatan Pelayanan Kesehatan Tradisional pada Penduduk Lanjut Usia di Indonesia', *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*, 24(1), pp. 68–78. doi:10.22435/hsr.v24i1.3843.
- Salim, Z. and Munadi, E. 2017. *Info Komoditi Tanaman Obat*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Pengembangan Perdagangan.
- Widodo, H. and Subositi, D. 2021. 'Penanganan Dan Penerapan Teknologi Pascapanen Tanaman Obat', *Agrointek*, 15(1), pp. 253–271.
- Yassir, M. and Asnah. 2018. 'Pemanfaatan Jenis Tumbuhan Obat Tradisional Di Desa Batu Hamparan Kabupaten Aceh Tenggara', *Jurnal Biotik*, 6(1), pp. 17–34.

BAB 5

EKSTRAKSI DAN ISOLASI BAHAN AKTIF

Oleh Nur Rezky Khairun Nisaa

5.1 Ekstraksi

Ekstraksi senyawa bahan alam adalah proses kimia atau fisik yang digunakan untuk mengambil atau memisahkan senyawa-senyawa aktif atau komponen tertentu dari bahan alam, seperti tumbuhan, hewan, atau mikroorganisme. Tujuan dari ekstraksi senyawa bahan alam adalah untuk mengisolasi senyawa-senyawa yang memiliki nilai atau manfaat tertentu, seperti zat aktif dalam obat-obatan, minyak esensial dalam kosmetik, atau bahan alam untuk keperluan industri.

Prinsip ekstraksi senyawa bahan alam adalah proses pengambilan senyawa-senyawa yang diinginkan dari sumber alam, seperti tumbuhan, hewan, atau mikroorganisme, dengan menggunakan pelarut atau metode tertentu. Prinsip-prinsip utama ekstraksi senyawa bahan alam melibatkan berbagai macam aspek seperti pemilihan pelarut, kontak antara cairan dengan sampel yang akan diekstraksi dan lain-lain.

Pemilihan pelarut yang sesuai sangat penting karena pelarut ini akan digunakan untuk melarutkan senyawa-senyawa yang diinginkan. Pelarut harus dipilih berdasarkan sifat-sifat senyawa yang akan diekstraksi, seperti kelarutan dalam pelarut tersebut. Bahan alam yang akan diekstraksi harus berkontak dengan cairan ekstraksi dengan cara yang efisien. Ini dapat mencakup proses seperti perendaman, pencampuran, atau pemanasan, tergantung pada jenis ekstraksi yang digunakan.

Cairan ekstraksi bekerja dengan melarutkan senyawa-senyawa yang diinginkan dari bahan alam. Ini terjadi karena senyawa-senyawa tersebut memiliki afinitas terhadap pelarut yang digunakan. Setelah senyawa-senyawa yang diinginkan

telah larut dalam cairan ekstraksi, langkah selanjutnya adalah memisahkan cairan ekstraksi dari sampel padat atau sisa bahan alam. Ini sering dilakukan dengan menggunakan teknik penyaringan, sentrifugasi, atau dekantasi. Cairan hasil ekstraksi dapat menjalani tahap pemurnian tambahan untuk mengisolasi senyawa-senyawa tertentu, jika diperlukan. Selanjutnya, senyawa-senyawa yang diisolasi dapat dianalisis untuk menentukan identitas dan konsentrasi mereka.

Prinsip ekstraksi senyawa bahan alam dapat diterapkan dengan berbagai teknik ekstraksi, termasuk ekstraksi dengan pelarut, ekstraksi dengan metode mekanis, ekstraksi dengan metode biologi, ekstraksi dengan CO₂ superkritis, dan banyak lagi. Pemilihan teknik ekstraksi akan bergantung pada sifat-sifat senyawa yang diinginkan, sifat-sifat bahan alam, dan tujuan ekstraksi.

Penting untuk mencatat bahwa efisiensi ekstraksi dapat ditingkatkan dengan memahami sifat-sifat kimia senyawa-senyawa yang diekstraksi dan metode ekstraksi yang digunakan. Selain itu, prinsip-prinsip ekstraksi dapat diterapkan dalam berbagai industri, termasuk farmasi, kosmetik, makanan dan minuman, dan kimia, untuk menghasilkan produk yang mengandung senyawa-senyawa alami dengan nilai tambah tertentu.

Proses ekstraksi melibatkan penggunaan berbagai metode dan teknik, tergantung pada sifat-sifat kimia dari senyawa yang ingin diekstraksi dan sifat-sifat bahan alam yang digunakan sebagai sumbernya. Beberapa teknik ekstraksi yang umum digunakan dalam ekstraksi senyawa bahan alam meliputi:

1. Ekstraksi dengan Pelarut (*Solvent Extraction*) : Metode ini melibatkan penggunaan pelarut kimia seperti etanol, metanol, atau aseton untuk melarutkan senyawa-senyawa yang diinginkan dari bahan alam. Setelah senyawa-senyawa terlarut, mereka dapat dipisahkan dari pelarut melalui evaporasi atau metode lainnya. Metode ini cocok untuk mengambil senyawa-senyawa yang larut dalam pelarut tertentu.

2. Ekstraksi dengan Air Panas (*Hot Water Extraction*): Metode ini menggunakan air panas untuk mengekstraksi senyawa-senyawa yang larut dalam air dari bahan alam, seperti herbal atau teh. Senyawa-senyawa yang larut dalam air seperti polisakarida, flavonoid, atau tanin dapat diekstraksi dengan metode ini.
3. Ekstraksi dengan Pemasakan atau Penekanan: Teknik ini melibatkan pemasakan atau penekanan pada bahan alam untuk mengeluarkan senyawa-senyawa yang terkandung didalamnya, seperti biji-bijian atau buah-buahan, untuk mengeluarkan minyak atau sari-sari tumbuhan. Ini sering digunakan dalam produksi minyak esensial atau minyak nabati seperti minyak zaitun dari buah zaitun.
4. Ekstraksi dengan CO₂ Superkritis (*Supercritical CO₂ Extraction*) : CO₂ superkritis adalah gas CO₂ yang berada dalam kondisi tertentu yang memungkinkan penggunaannya sebagai pelarut. Teknik ini sering digunakan dalam industri makanan, farmasi, dan kosmetik untuk mengisolasi senyawa-senyawa tertentu dari bahan alam.
5. Ekstraksi dengan Pelarut Ionik (*Ionic Liquid Extraction*): Metode ini menggunakan pelarut ionik, yaitu cairan yang terdiri dari ion-ion, sebagai pelarut untuk mengekstraksi senyawa-senyawa tertentu. Ini dapat digunakan dalam ekstraksi senyawa yang sulit larut dalam pelarut konvensional.
6. Ekstraksi dengan Metode Biologi: Beberapa senyawa bahan alam, terutama yang diproduksi oleh mikroorganisme, dapat diekstraksi dengan metode biologi. Ini melibatkan penggunaan mikroorganisme atau enzim untuk menghasilkan senyawa-senyawa tertentu.

Ekstraksi senyawa bahan alam penting dalam berbagai industri, termasuk farmasi (untuk produksi obat-obatan), kosmetik (untuk minyak esensial dan bahan alam dalam produk kecantikan), makanan (untuk pewarna alami atau bahan tambahan makanan), dan industri kimia (untuk bahan kimia alami dalam produksi). Ini memungkinkan pemanfaatan sumber

daya alam secara lebih efektif dan efisien untuk berbagai aplikasi manusia. Pilihan metode ekstraksi akan bergantung pada tujuan ekstraksi, sifat-sifat bahan alam yang digunakan, dan senyawa-senyawa yang diinginkan. Setiap metode memiliki kelebihan dan kelemahannya, dan pemilihan metode yang tepat sangat penting untuk mendapatkan hasil ekstraksi yang optimal.

Berdasarkan suhu, ekstraksi dibagi kedalam dua kelompok yaitu metode yang menggunakan panas dan metode dingin. Metode ekstraksi panas dan metode ekstraksi dingin adalah dua pendekatan yang berbeda dalam mengekstraksi senyawa-senyawa dari bahan alam atau sampel. Mereka digunakan tergantung pada jenis senyawa yang ingin diekstraksi dan sifat-sifat fisik dan kimianya.

Metode ekstraksi dingin mengacu pada proses ekstraksi yang dilakukan pada suhu rendah atau suhu kamar tanpa pemanasan. Ini adalah pendekatan yang lebih lembut yang digunakan untuk mengisolasi senyawa-senyawa yang larut baik dalam pelarut pada suhu rendah atau senyawa-senyawa yang mudah menguap atau rusak pada suhu tinggi. Dalam metode ekstraksi dingin, sampel biasanya direndam dalam pelarut pada suhu kamar atau suhu rendah, dan ekstraksi dilakukan dalam waktu yang lebih lama daripada metode ekstraksi panas. Teknik ekstraksi dingin sering digunakan dalam pengembangan produk makanan, pemurnian senyawa-senyawa kimia sensitif terhadap panas, atau ekstraksi senyawa-senyawa beraroma dari bahan alam.

Metode ekstraksi panas (biasanya disebut ekstraksi panas Soxhlet) digunakan untuk mengekstraksi senyawa-senyawa yang relatif tidak mudah larut dalam pelarut pada suhu kamar. Sampel yang ingin diekstraksi ditempatkan dalam kantong ekstraksi yang dipasang di atas bejana ekstraksi. Pelarut yang sesuai (biasanya pelarut organik) dipanaskan hingga mendidih, dan uapnya naik ke atas, melewati sampel di dalam kantong ekstraksi.

Senyawa-senyawa yang akan diekstraksi larut dalam pelarut yang panas dan kemudian turun kembali ke dalam bejana ekstraksi. Proses ini berlanjut secara berulang hingga

senyawa yang diinginkan terekstraksi dengan efisien. Metode ekstraksi panas biasanya digunakan untuk mengisolasi senyawa-senyawa yang tidak larut dalam pelarut pada suhu rendah atau senyawa-senyawa yang larut dengan sangat lambat pada suhu kamar.

5.2 Metode Ekstraksi

Pemilihan antara metode ekstraksi panas dan ekstraksi dingin tergantung pada tujuan ekstraksi, sifat-sifat senyawa yang akan diekstraksi, dan metode yang paling sesuai untuk mendapatkan hasil ekstraksi yang diinginkan tanpa merusak senyawa tersebut. Berikut beberapa metode ekstraksi senyawa yang biasa digunakan:

1. Maserasi

Merasi adalah salah satu metode ekstraksi yang digunakan untuk mengambil senyawa-senyawa dari bahan alam yang tidak larut dalam pelarut panas atau yang sensitif terhadap panas. Metode ini melibatkan perendaman bahan alam dalam pelarut pada suhu kamar atau suhu rendah selama periode waktu tertentu. Selama proses merasi, senyawa-senyawa yang diinginkan dari bahan alam larut ke dalam pelarut, membentuk larutan ekstraksi. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam proses merasi:

- a. Pemilihan Pelarut: Pemilihan pelarut sangat penting dalam merasi karena pelarut harus cocok untuk melarutkan senyawa-senyawa yang diinginkan dari bahan alam. Pelarut yang umum digunakan meliputi etanol, metanol, aseton, atau air, tergantung pada sifat-sifat senyawa yang diekstraksi.
- b. Pemotongan dan Penggilingan: Bahan alam yang akan diekstraksi seringkali harus dipotong atau digiling terlebih dahulu untuk meningkatkan luas permukaan dan memudahkan kontak antara bahan alam dan pelarut.
- c. Perendaman: Bahan alam yang telah dipotong atau digiling kemudian ditempatkan dalam wadah yang sesuai, dan pelarut yang dipilih ditambahkan untuk merendam bahan alam tersebut. Perendaman dapat dilakukan pada suhu

kamar atau suhu rendah dan biasanya berlangsung beberapa jam hingga beberapa hari, tergantung pada jenis bahan alam dan senyawa yang diinginkan.

- d. Agitasi: Pada beberapa kasus, perendaman dapat disertai dengan agitasi atau pengadukan ringan untuk meningkatkan ekstraksi senyawa-senyawa yang terkandung dalam bahan alam.
- e. Penyaringan: Setelah periode perendaman selesai, larutan ekstraksi harus disaring untuk memisahkan bahan alam padat dari pelarut yang mengandung senyawa-senyawa yang diekstraksi.
- f. Penguapan Pelarut: Langkah terakhir adalah menguapkan pelarut dari larutan ekstraksi, biasanya dengan menggunakan pemanasan atau evakuasi vakum. Ini akan meninggalkan senyawa-senyawa yang diekstraksi dalam bentuk konsentrat atau ekstrak.

Metode merasi sering digunakan dalam ekstraksi senyawa-senyawa dari bahan alam seperti tanaman obat, herbal, atau bahan alam lain yang mengandung senyawa-senyawa yang larut dalam pelarut pada suhu kamar atau suhu rendah. Salah satu keuntungan metode ini adalah penggunaan suhu yang lebih rendah, yang membantu mencegah kerusakan senyawa-senyawa yang sensitif terhadap panas.

2. Perkolasi

Perkolasi adalah salah satu metode ekstraksi yang digunakan untuk mengambil senyawa-senyawa dari bahan alam, terutama senyawa-senyawa yang larut dalam pelarut pada suhu kamar atau suhu rendah. Metode perkolasi umumnya digunakan dalam pengolahan tumbuhan obat dan herbal untuk menghasilkan ekstrak yang mengandung senyawa-senyawa yang diinginkan. Proses perkolasi melibatkan aliran pelarut melalui bahan alam yang telah diisi ke dalam suatu kolom atau wadah khusus yang disebut perkolator. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam proses perkolasi:

- a. Persiapan Bahan Alam: Bahan alam yang akan diekstraksi biasanya harus dipotong atau digiling menjadi ukuran

yang sesuai agar memiliki luas permukaan yang cukup untuk berkontak dengan pelarut. Bahan alam ini kemudian diisi ke dalam perkolator.

- b. Pemilihan Pelarut: Pelarut yang digunakan dalam perkolasi harus sesuai dengan senyawa-senyawa yang diinginkan. Etanol, metanol, atau air adalah pelarut yang sering digunakan tergantung pada sifat-sifat senyawa yang akan diekstraksi.
- c. Perkolasi: Pelarut dipompa atau diizinkan mengalir perlahan melalui bahan alam dalam perkolator. Selama proses ini, senyawa-senyawa yang larut dalam pelarut akan terlarut dan membentuk larutan ekstraksi.
- d. Penyaringan: Larutan ekstraksi yang telah mengalir melalui bahan alam harus disaring untuk memisahkan bahan alam padat dari larutan cair yang mengandung senyawa-senyawa yang diekstraksi.
- e. Penguapan Pelarut: Langkah terakhir adalah menguapkan pelarut dari larutan ekstraksi. Ini dapat dilakukan dengan pemanasan atau metode lainnya, tergantung pada pelarut yang digunakan.

Metode perkolasi sering digunakan dalam industri farmasi, pengolahan herbal, dan produksi minyak esensial. Keuntungan dari perkolasi adalah dapat digunakan untuk mengambil senyawa-senyawa yang larut dalam pelarut pada suhu rendah atau suhu kamar tanpa merusak senyawa-senyawa tersebut. Ini membuatnya cocok untuk ekstraksi senyawa-senyawa yang sensitif terhadap panas. Proses perkolasi juga memungkinkan pengontrolan yang baik terhadap aliran pelarut, sehingga dapat digunakan untuk ekstraksi yang berulang-ulang jika diperlukan.

3. MAE

Metode Ekstraksi *Microwave-Assisted* (MAE), juga dikenal sebagai ekstraksi mikrowave, adalah salah satu teknik ekstraksi yang menggunakan energi mikrowave untuk mempercepat proses ekstraksi senyawa-senyawa dari bahan alam. Teknik ini telah digunakan secara luas dalam bidang

kimia analitik, farmasi, dan ilmu makanan untuk mengambil senyawa-senyawa yang diinginkan dengan lebih cepat dibandingkan dengan metode ekstraksi konvensional. Berikut adalah beberapa komponen dan langkah-langkah utama dalam metode ekstraksi MAE:

- a. Persiapan Sampel: Bahan alam yang akan diekstraksi harus dipersiapkan dengan cara yang sesuai, seperti penggilingan atau pemotongan, agar memiliki luas permukaan yang cukup untuk interaksi dengan pelarut atau air.
- b. Penentuan Parameter MAE: Parameter seperti suhu, waktu, dan tenaga mikrowave harus ditentukan dengan cermat sesuai dengan jenis sampel dan senyawa yang diinginkan. Pengaturan ini memungkinkan untuk mengoptimalkan efisiensi ekstraksi.
- c. Pelarut atau Cairan Ekstraksi: Pelarut atau cairan ekstraksi yang sesuai harus ditambahkan ke dalam sampel. Pelarut ini akan membantu dalam mengekstraksi senyawa-senyawa yang diinginkan dari sampel selama proses ekstraksi.
- d. Ekstraksi dengan Mikrowave: Sampel dan pelarut ditempatkan dalam bejana yang sesuai, seperti sel ekstraksi mikrowave. Sel ekstraksi ini kemudian ditempatkan dalam oven mikrowave yang memiliki pengaturan suhu dan tenaga yang sesuai. Tenaga mikrowave diaplikasikan untuk memanaskan sampel dan pelarut dengan cepat, mempercepat proses ekstraksi.
- e. Pemisahan Senyawa-Senyawa yang Diekstraksi: Setelah proses ekstraksi selesai, cairan hasil ekstraksi, yang mengandung senyawa-senyawa yang diinginkan, dipisahkan dari sampel padat atau sisa bahan alam menggunakan metode penyaringan atau sentrifugasi.

Keuntungan dari metode ekstraksi MAE adalah kecepatan dan efisiensinya. Energi mikrowave dapat menghasilkan panas dengan cepat dalam sampel, memungkinkan senyawa-senyawa yang diinginkan untuk diekstraksi lebih efisien daripada metode konvensional. Selain itu, proses ini dapat

mengurangi waktu ekstraksi dan penggunaan pelarut dalam beberapa kasus. Oleh karena itu, MAE menjadi pilihan yang menarik dalam penelitian dan industri yang memerlukan ekstraksi senyawa-senyawa dari bahan alam dengan efisiensi tinggi.

4. Infus

Infusa, juga dikenal sebagai infusum, adalah istilah yang merujuk kepada cairan yang dihasilkan dengan merendam bahan alam, seperti tumbuhan atau herbal, dalam air mendidih. Proses ini biasanya digunakan untuk mengambil senyawa-senyawa yang larut dalam air atau pelarut pada suhu tinggi. Infusa adalah salah satu bentuk dari ekstraksi, tetapi secara khusus merujuk kepada proses pencucian senyawa-senyawa dengan menggunakan air mendidih. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam pembuatan infusa:

- a. Persiapan Bahan Alam: Bahan alam yang akan digunakan dalam pembuatan infusa biasanya harus dipotong atau digiling ke ukuran yang sesuai agar memiliki lebih banyak permukaan yang dapat berinteraksi dengan air mendidih. Ini membantu dalam pengekstrakan senyawa-senyawa yang diinginkan.
- b. Pemanasan Air: Air dibawa mendidih atau hampir mendidih, tergantung pada kebutuhan. Suhu air yang mendekati titik didih akan membantu dalam mengekstraksi senyawa-senyawa dari bahan alam.
- c. Perendaman Bahan Alam: Bahan alam yang telah dipersiapkan kemudian ditempatkan dalam wadah, dan air mendidih dituangkan ke atasnya. Proses ini dapat berlangsung selama beberapa menit hingga beberapa jam, tergantung pada sifat-sifat bahan alam dan tujuan infusa.
- d. Penyaringan: Setelah proses perendaman selesai, cairan infusa harus disaring untuk memisahkan bahan alam padat dari larutan cair yang mengandung senyawa-senyawa yang diekstraksi. Ini bisa dilakukan dengan menggunakan saringan atau kain kasa.

- e. Penggunaan Infusa: Infusa yang dihasilkan dapat digunakan sebagai minuman, seperti teh herbal, atau sebagai bahan dalam berbagai aplikasi, termasuk kosmetik, obat-obatan, atau makanan.

Infusa adalah salah satu cara tradisional yang umum digunakan untuk mengekstraksi senyawa-senyawa dari tumbuhan obat atau herbal untuk tujuan pengobatan atau konsumsi. Ini juga digunakan dalam pembuatan berbagai minuman herbal yang dikenal memiliki manfaat kesehatan. Proses infusa berfokus pada ekstraksi senyawa-senyawa yang larut dalam air, sehingga cocok untuk bahan alam yang mengandung senyawa-senyawa polar yang mudah larut dalam pelarut berbasis air.

5. Dekok

Dekok, juga dikenal sebagai decoctum, adalah istilah yang digunakan untuk merujuk kepada cairan yang dihasilkan dengan merebus bahan alam seperti tanaman, akar, kulit kayu, atau bagian tumbuhan lainnya dalam air. Proses dekok digunakan untuk mengambil senyawa-senyawa yang lebih keras atau kurang larut dalam air pada suhu rendah. Ini adalah salah satu metode ekstraksi yang berbeda dari infusa, di mana bahan alam hanya direndam dalam air mendidih tanpa merebusnya. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam proses dekok:

- a. Persiapan Bahan Alam: Bahan alam yang akan digunakan dalam dekok seringkali harus dipotong, digiling, atau dipecah terlebih dahulu agar memiliki luas permukaan yang cukup untuk berinteraksi dengan air saat direbus.
- b. Rebusan: Bahan alam yang telah dipersiapkan kemudian ditempatkan dalam wadah yang sesuai, dan air ditambahkan. Kemudian, campuran ini dipanaskan dan dibawa mendidih. Proses perebusan biasanya berlangsung lebih lama daripada infusa, dan air seringkali direduksi selama proses ini.
- c. Penyaringan: Setelah rebusan selesai, cairan dekok harus disaring untuk memisahkan bahan alam padat dari larutan

cair yang mengandung senyawa-senyawa yang diekstraksi. Ini bisa dilakukan dengan menggunakan saringan atau kain kasa.

- d. Penggunaan Dekok: Cairan dekok yang dihasilkan dapat digunakan sebagai minuman atau sebagai bahan dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam pengobatan tradisional, kosmetik, makanan, atau minuman herbal.

Dekok sering digunakan dalam pengobatan tradisional dan penggunaan herbal, terutama ketika senyawa-senyawa yang diinginkan lebih keras atau kurang larut dalam air pada suhu kamar. Proses perebusan dalam dekok membantu mengeluarkan senyawa-senyawa ini dari bahan alam dengan cara yang lebih efektif daripada infusa biasa. Salah satu contoh penerapan dekok adalah pembuatan ramuan herbal atau obat tradisional dengan merebus akar tumbuhan untuk mengambil senyawa-senyawa aktifnya.

6. Refluks

Metode refluks, juga dikenal sebagai ekstraksi refluks atau refluks sederhana, adalah teknik laboratorium yang digunakan untuk menghasilkan ekstrak atau mengisolasi senyawa-senyawa tertentu dari bahan alam atau campuran senyawa. Teknik ini melibatkan penggunaan pemanasan berulang dengan kembali cairan ekstraksi ke dalam wadah selama proses. Metode refluks umumnya digunakan untuk ekstraksi senyawa-senyawa dari bahan alam dengan menggunakan pelarut tertentu. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam metode refluks:

- a. Persiapan Sampel: Bahan alam yang akan diekstraksi harus dipersiapkan dengan baik, seperti penggilingan atau pemotongan, agar memiliki luas permukaan yang cukup untuk berkontak dengan pelarut dan efisien diekstraksi.
- b. Penentuan Pelarut: Pemilihan pelarut yang sesuai sangat penting. Pelarut yang digunakan harus larut dalam senyawa-senyawa yang diinginkan dan tidak reaktif dengan sampel.

- c. Persiapan Alat: Metode refluks melibatkan penggunaan alat khusus yang disebut refluks kondensor. Refluks kondensor digunakan untuk mengembalikan uap pelarut yang menguap selama pemanasan ke dalam wadah ekstraksi, menghindari kehilangan pelarut selama proses.
- d. Perendaman: Bahan alam dan pelarut yang sesuai ditempatkan dalam bejana yang sesuai, seperti alat refluks. Campuran ini kemudian dipanaskan. Selama pemanasan, pelarut akan menguap dan mengambil senyawa-senyawa yang diinginkan dari sampel.
- e. Mekanisme: Selama proses pemanasan, uap pelarut akan naik ke refluks kondensor dan kemudian kembali ke dalam wadah ekstraksi. Ini menciptakan siklus refluks yang berulang-ulang, di mana senyawa-senyawa yang diekstraksi secara efisien.
- f. Pemisahan Cairan Ekstraksi: Setelah proses ekstraksi selesai, cairan ekstraksi yang mengandung senyawa-senyawa yang diinginkan dapat dipisahkan dari sampel padat atau sisa bahan alam menggunakan metode penyaringan atau dekantasi.

Metode refluks umumnya digunakan dalam kimia organik dan analitik untuk mengisolasi senyawa-senyawa dari campuran. Keuntungan utamanya adalah efisiensi ekstraksi yang tinggi dan kemampuan untuk mengekstraksi senyawa-senyawa yang memiliki titik didih yang tinggi. Namun, peralatan dan teknik yang terlibat dalam refluks mungkin memerlukan keterampilan khusus dan pengalaman dalam penggunaannya.

7. Soxhlet

Metode Soxhlet, juga dikenal sebagai Soxhlet extraction, adalah teknik ekstraksi yang digunakan untuk mengambil senyawa-senyawa tertentu dari bahan alam, terutama senyawa-senyawa yang larut dalam pelarut organik. Teknik ini biasanya digunakan dalam laboratorium untuk ekstraksi senyawa-senyawa dari berbagai jenis sampel padat seperti tumbuhan kering, makanan, atau sampel lainnya.

Metode Soxhlet menggabungkan prinsip ekstraksi berulang dengan pemanasan dan kondensasi uap pelarut untuk mengambil senyawa-senyawa yang diinginkan dari sampel. Prosesnya terdiri dari siklus ekstraksi berulang yang mencakup pemanasan pelarut, pengaliran uap pelarut melalui sampel padat, kondensasi uap kembali ke dalam pelarut cair, dan pengumpulan larutan ekstraksi.

Langkah-langkah dalam Metode Soxhlet:

- a. **Persiapan Sampel:** Sampel padat yang mengandung senyawa-senyawa yang diinginkan diisi ke dalam wadah khusus yang disebut keranjang Soxhlet. Keranjang ini biasanya terbuat dari selulosa atau kertas saring.
- b. **Penentuan Pelarut:** Pilih pelarut organik yang sesuai dengan sifat senyawa yang akan diekstraksi. Pelarut ini harus memiliki titik didih yang rendah sehingga dapat dengan mudah menguap dan kemudian dikondensasi kembali.
- c. **Pemasangan Alat:** Keranjang yang berisi sampel ditempatkan dalam alat Soxhlet. Alat ini terdiri dari sebuah cangkir ekstraksi yang menampung pelarut, kondensor, dan wadah pengumpulan larutan ekstraksi.
- d. **Siklus Ekstraksi:** Prosesnya dimulai dengan memanaskan pelarut dalam cangkir ekstraksi hingga mendidih. Uap pelarut naik ke kondensor, kemudian mengalir melalui sampel padat dalam keranjang, melarutkan senyawa-senyawa yang diinginkan. Cairan ekstraksi mengalir kembali ke cangkir ekstraksi melalui sifon. Proses ini berlangsung berulang-ulang sampai senyawa-senyawa yang diinginkan terkonsentrasi dalam larutan ekstraksi.
- e. **Pengumpulan Larutan Ekstraksi:** Cairan ekstraksi yang mengandung senyawa-senyawa yang diinginkan dikumpulkan dalam wadah pengumpulan.
- f. **Penguapan Pelarut:** Larutan ekstraksi yang telah dikumpulkan kemudian dipanaskan untuk menguapkan pelarut, meninggalkan senyawa-senyawa yang diinginkan dalam bentuk padat atau konsentrat.

Metode Soxhlet memiliki beberapa keuntungan, seperti ekstraksi yang efisien dan dapat digunakan untuk sampel padat yang kurang larut dalam pelarut pada suhu kamar. Namun, metode ini memerlukan waktu yang cukup lama dan banyak pelarut, dan tidak cocok untuk senyawa-senyawa yang sensitif terhadap panas atau untuk ekstraksi cepat.

8. Destilasi uap air

Destilasi uap air (*steam distillation*) adalah metode pemisahan yang digunakan untuk mengisolasi senyawa-senyawa yang mudah menguap dari campuran senyawa dengan bantuan uap air. Metode ini sering digunakan untuk mengisolasi senyawa-senyawa yang sensitif terhadap panas atau yang memiliki titik didih yang tinggi. Contoh penerapan umum dari destilasi uap air adalah dalam pemurnian minyak atsiri dari tanaman aromatik. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam proses destilasi uap air:

- a. Persiapan Sampel: Sampel yang akan diekstraksi ditempatkan dalam bejana destilasi khusus yang disebut alat destilasi uap air. Ini dapat berupa bahan tumbuhan yang mengandung minyak atsiri, bahan kimia, atau senyawa-senyawa lain yang akan diekstraksi.
- b. Pemanasan dengan Uap Air: Air dimasukkan ke dalam alat destilasi uap air dan dipanaskan hingga mendidih, menghasilkan uap air. Uap air panas ini akan melintasi sampel dan menguapkan senyawa-senyawa yang mudah menguap dari sampel.
- c. Kondensasi Uap: Uap-uap yang mengandung senyawa-senyawa yang telah menguap dari sampel kemudian melewati kondensor yang terhubung ke alat destilasi. Kondensor ini memiliki pipa berpendingin, yang akan mengembalikan uap-uap tersebut ke bentuk cairan.
- d. Pengumpulan Cairan: Cairan hasil kondensasi yang mengandung senyawa-senyawa yang telah diekstraksi dikumpulkan dalam bejana penerima yang disebut penangkap uap air.

- e. Pemisahan Senyawa: Cairan yang telah dikumpulkan dalam penangkap uap air mengandung senyawa-senyawa yang diinginkan. Dalam beberapa kasus, senyawa tersebut mungkin kurang larut dalam air dan akan terpisah sebagai lapisan yang mengapung di atas air. Dalam kasus lain, senyawa-senyawa tersebut mungkin lebih dense daripada air dan akan berada di dasar penangkap uap air.
- f. Pemurnian Tambahan (Opsional): Jika diperlukan pemurnian lebih lanjut, senyawa-senyawa yang telah dikumpulkan dapat disublimasi atau menjalani pemrosesan tambahan.

Destilasi uap air adalah metode yang berguna untuk mengisolasi senyawa-senyawa yang sensitif terhadap panas atau yang mudah menguap dari bahan mentah. Ini sering digunakan dalam industri farmasi, industri makanan, dan produksi minyak esensial.

5.3 Isolasi

Isolasi senyawa kimia adalah proses pemisahan senyawa-senyawa tertentu dari campuran yang lebih kompleks. Tujuan utama dari isolasi adalah untuk mendapatkan senyawa yang murni dan terpisah dari kontaminan atau senyawa-senyawa lain yang bersal dari ekstrak atau fraksi suatu sampel. Proses isolasi ini sering diperlukan dalam berbagai bidang, termasuk kimia, farmasi, bioteknologi, dan ilmu pengetahuan lainnya.

Isolasi senyawa dari bahan alam adalah salah satu tahap penting dalam penelitian kimia dan farmasi, terutama ketika ingin mendapatkan senyawa murni dari tanaman, mikroorganisme, atau sumber alam lainnya. Teori di balik proses isolasi senyawa dari bahan alam melibatkan pemahaman tentang sifat-sifat kimia, fisik, dan biologis dari senyawa-senyawa tersebut. Senyawa-senyawa yang diinginkan perlu dipisahkan dari pelarut dan matriks alami. Pemisahan dapat dilakukan menggunakan teknik seperti filtrasi, sentrifugasi, atau dekantasi.

Prinsip yang mendasari pemisahan adalah perbedaan dalam berat jenis dan kelarutan senyawa-senyawa dalam pelarut. Setelah pemisahan, senyawa-senyawa yang telah diekstraksi seringkali mengandung kontaminan atau senyawa-senyawa lain yang tidak diinginkan. Pemurnian adalah tahap berikutnya yang bertujuan untuk menghilangkan kontaminan dan memurnikan senyawa tersebut. Metode pemurnian dapat mencakup kromatografi kolom, kromatografi lapis tipis preparatif, atau rekristalisasi.

Isolasi, senyawa-senyawa yang dihasilkan perlu diidentifikasi dan dikonfirmasi menggunakan metode analisis kimia seperti spektroskopi nuklir resonansi magnetik (NMR), spektrometri massa, atau kromatografi. Ini penting untuk memastikan bahwa senyawa yang diisolasi adalah yang diinginkan dan untuk menentukan struktur kimianya. Setelah berhasil diisolasi dan diidentifikasi, senyawa tersebut harus disimpan dengan benar untuk mencegah degradasi atau kontaminasi. Dokumentasikan proses isolasi dan analisis dengan baik agar informasi ini dapat digunakan untuk replikasi dan penelitian selanjutnya. Saat melakukan isolasi senyawa dari bahan alam, penting untuk mematuhi etika penelitian dan regulasi terkait, terutama jika sumber alam tersebut dilindungi atau terancam punah. Pastikan bahwa penggunaan sumber alam dilakukan dengan bijak dan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Teori isolasi senyawa dari bahan alam sangat penting dalam pengembangan obat-obatan alami, produk alam, dan penelitian ilmiah. Hal ini memerlukan pemahaman yang baik tentang kimia organik, analisis kimia, serta pengetahuan tentang sifat-sifat bahan alam yang digunakan sebagai sumber senyawa-senyawa tersebut. Ada beberapa tahapan dalam proses isolasi senyawa yang melibatkan kromatografi. Kromatografi adalah teknik pemisahan berdasarkan perbedaan daya serap senyawa-senyawa pada fase diam (stasioner) dan fase gerak.

5.4 Metode isolasi

1. Kromatografi kolom

Kromatografi kolom adalah salah satu teknik pemisahan kimia yang digunakan untuk memisahkan campuran senyawa-senyawa berdasarkan perbedaan daya serap atau distribusi mereka antara fase diam dan fase gerak dalam kolom. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam kromatografi kolom:

- a. **Persiapan Sampel:** Campurkan campuran senyawa yang akan dipisahkan dalam pelarut yang sesuai. Pastikan sampel dalam bentuk cair atau larutan sebelum dimasukkan ke dalam kolom.
- b. **Persiapan Kolom:** Kolom yang digunakan biasanya terbuat dari kaca atau plastik dan diisi dengan fase diam yang sesuai. Fase diam dapat berupa silika gel, alumina, atau bahan lainnya tergantung pada sifat-sifat senyawa yang akan dipisahkan. Fase diam ini akan berfungsi sebagai medium pemisahan.
- c. **Pemuatan Sampel:** Saring sampel (jika perlu) untuk menghilangkan partikel besar atau kontaminan. Masukkan sampel ke dalam kolom menggunakan pelarut yang sesuai. Pelarut yang digunakan harus dipilih berdasarkan sifat-sifat senyawa-senyawa dalam sampel dan sifat-sifat fase diam. Sampel akan mulai bergerak melalui kolom.
- d. **Elusi:** Tujuan utama dari kromatografi kolom adalah memisahkan senyawa-senyawa dalam sampel. Ini dilakukan dengan mengalirkan pelarut gerak melalui kolom. Senyawa-senyawa yang berbeda akan berinteraksi dengan fase diam dan fase gerak secara berbeda, sehingga menyebabkan perbedaan waktu yang dibutuhkan untuk keluar dari kolom (waktu retensi). Senyawa dengan waktu retensi yang lebih pendek akan keluar lebih awal dari kolom, sementara yang memiliki waktu retensi yang lebih lama akan keluar lebih lambat.
- e. **Koleksi Fraksi:** Selama elusi, senyawa-senyawa yang dipisahkan akan muncul dari kolom sebagai fraksi-

fraksi terpisah. Koleksi fraksi dilakukan dengan mengumpulkan pelarut yang mengandung senyawa-senyawa yang diinginkan pada waktu retensi yang tepat. Setiap fraksi kemudian dapat dianalisis lebih lanjut.

- f. Analisis dan Identifikasi: Fraksi-fraksi yang telah dikumpulkan dapat dianalisis menggunakan berbagai metode analisis, seperti spektroskopi nuklir resonansi magnetik (NMR), spektrometri massa, atau kromatografi lapis tipis, untuk mengidentifikasi senyawa-senyawa yang terpisah.
- g. Pemurnian Tambahan (Opsional): Jika diperlukan, senyawa yang telah dipisahkan dalam fraksi dapat dipurnakan lebih lanjut dengan teknik pemurnian tambahan, seperti kromatografi preparatif atau rekristalisasi.

Kromatografi kolom adalah teknik yang sangat berguna dalam kimia analitik dan pemurnian senyawa. Variasi dalam metode kromatografi kolom, seperti kromatografi kolom vakum atau kromatografi kolom tekanan tinggi (HPLC), dapat digunakan tergantung pada tujuan pemisahan dan jenis sampel yang akan diproses.

2. Kromatografi Kolom Cair Vakum (*Vacuum Liquid Chromatography*)

Kromatografi Kolom Cair Vakum (*Vacuum Liquid Chromatography*, VLC) adalah varian dari kromatografi kolom cair yang menggunakan vakum untuk mengendalikan aliran pelarut melalui kolom. Teknik ini biasanya digunakan untuk memisahkan senyawa organik dari campuran yang lebih besar. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam kromatografi kolom cair vakum:

- a. Persiapan Sampel: Campurkan campuran senyawa yang akan dipisahkan dalam pelarut yang sesuai. Persiapan sampel harus serupa dengan langkah-langkah yang diikuti dalam kromatografi kolom cair biasa.

- b. Persiapan Kolom: Persiapan kolom mirip dengan kromatografi kolom cair biasa. Pilih kolom yang sesuai dan isi dengan fase diam yang sesuai seperti silika gel atau alumina. Pastikan fase diam terkonsumsi dengan baik dan bahwa kolom telah diaktifkan sebelum digunakan.
- c. Pemuatan Sampel: Saring dan keringkan sampel jika diperlukan. Masukkan sampel ke dalam kolom menggunakan pelarut yang sesuai. Pastikan kolom telah dihubungkan ke peralatan vakum.
- d. Kompresi Sampel: Kompresi sampel adalah langkah tambahan dalam VLC. Ini melibatkan penggunaan tekanan vakum ringan untuk memadatkan sampel di dalam kolom. Ini membantu dalam pemisahan senyawa-senyawa yang lebih baik dan memungkinkan penggunaan pelarut yang lebih sedikit.
- e. Elusi dengan Vakum: Nyalakan sistem vakum untuk mengendalikan aliran pelarut melalui kolom. Pelarut akan bergerak melalui fase diam dan membawa senyawa-senyawa dalam sampel bersamanya. Senyawa-senyawa yang berbeda akan memiliki waktu retensi yang berbeda dan akan keluar dari kolom secara berurutan.
- f. Koleksi Fraksi: Selama elusi, fraksi-fraksi yang terpisah akan muncul dari kolom. Kumpulkan fraksi-fraksi yang sesuai dengan senyawa yang diinginkan menggunakan tabung reaksi atau wadah lainnya.
- g. Analisis dan Identifikasi: Fraksi-fraksi yang telah dikumpulkan dapat dianalisis lebih lanjut dengan teknik analisis kimia untuk mengidentifikasi senyawa-senyawa yang terpisah.
- h. Pembersihan dan Pemeliharaan Kolom: Setelah selesai, pastikan untuk membersihkan kolom dengan pelarut yang sesuai dan simpan kolom dengan baik untuk penggunaan selanjutnya.

Kromatografi kolom cair vakum adalah teknik yang berguna untuk pemisahan senyawa-senyawa organik dari campuran kompleks. Ini menggabungkan kelebihan kromatografi kolom cair dengan penggunaan tekanan

vakum untuk mengendalikan aliran pelarut, yang dapat mempercepat proses pemisahan dan mengurangi penggunaan pelarut.

3. Kromatografi Lapis Tipis Preparatif

Kromatografi Lapis Tipis Preparatif (*Preparative Thin-Layer Chromatography*, Prep TLC) adalah teknik yang digunakan untuk memisahkan dan memurnikan senyawa dalam jumlah yang lebih besar daripada yang dapat dihasilkan dengan kromatografi lapis tipis analitik. Ini umum digunakan dalam laboratorium untuk persiapan senyawa murni dalam jumlah yang cukup untuk penelitian lebih lanjut atau penggunaan industri. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam kromatografi lapis tipis preparatif:

- a. **Persiapan Sampel:** Campurkan campuran senyawa yang akan dipisahkan dalam pelarut yang sesuai dan persiapkan sampel dalam jumlah yang lebih besar daripada dalam kromatografi lapis tipis analitik. Pastikan sampel dalam bentuk cair atau larutan.
- b. **Persiapan Plat Lapis Tipis:** Gunakan plat lapis tipis preparatif yang memiliki ukuran yang lebih besar daripada plat lapis tipis analitik. Bersihkan dan aktivasi plat lapis tipis sesuai dengan persyaratan. Terapkan fase diam pada plat lapis tipis, yang biasanya berupa silika gel, alumina, atau bahan lainnya.
- c. **Pemuatan Sampel:** Aplikasikan sampel dalam bentuk titik atau garis pada plat lapis tipis dengan menggunakan metode yang sesuai. Pastikan jumlah sampel yang diterapkan cukup besar untuk pemurnian yang diinginkan.
- d. **Elusi:** Tempatkan plat lapis tipis dalam tangki elusi yang berisi pelarut yang sesuai. Elusi ini akan memisahkan senyawa-senyawa dalam sampel berdasarkan perbedaan daya serap dan mobilitas mereka pada fase diam. Elusi biasanya dilakukan secara vertikal.

- e. Koleksi Fraksi: Selama elusi, senyawa-senyawa yang terpisah akan bergerak melalui plat lapis tipis. Kumpulkan fraksi-fraksi yang sesuai dengan senyawa yang diinginkan menggunakan spatula atau alat lainnya.
- f. Analisis dan Identifikasi: Fraksi-fraksi yang telah dikumpulkan dapat dianalisis lebih lanjut menggunakan teknik analisis kimia, seperti spektroskopi nuklir resonansi magnetik (NMR), spektrometri massa, atau kromatografi lapis tipis analitik untuk mengidentifikasi senyawa-senyawa yang terpisah.
- g. Pemurnian Tambahan (Opsional): Jika diperlukan, senyawa yang telah dipisahkan dalam fraksi dapat dipurnakan lebih lanjut dengan teknik pemurnian tambahan, seperti kromatografi kolom atau rekristalisasi.

Kromatografi lapis tipis preparatif adalah teknik yang berguna untuk persiapan senyawa murni dalam jumlah yang lebih besar daripada yang dapat dihasilkan dengan kromatografi lapis tipis analitik. Ini dapat digunakan dalam penelitian laboratorium, pengembangan produk, dan produksi industri.

4. Kromatotron (kromatografi radial)

Radial chromatography adalah variasi dari teknik kromatografi yang memanfaatkan prinsip pergerakan zat terlarut dalam suatu medium. Ini juga dikenal sebagai "kromatografi planar," dan dalam konteks ini, piringan atau kertas yang memiliki bahan yang menahan senyawa-senyawa kimia disebut sebagai fase diam. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam radial chromatography:

- a. Persiapan Piringan: Piringan datar atau kertas yang akan digunakan sebagai media kromatografi dipersiapkan dengan hati-hati. Ini mungkin dilapisi dengan fase diam yang sesuai, seperti silika gel atau alumina, untuk menahan senyawa yang akan dipisahkan.
- b. Aplikasi Sampel: Sampel yang akan dipisahkan ditempatkan sebagai titik pusat atau lingkaran kecil di

tengah piringan. Pada titik ini, senyawa-senyawa dalam sampel akan mulai bergerak keluar dari titik aplikasi sesuai dengan kekuatan daya serap mereka pada fase diam.

- c. Elusi: Piringan ditempatkan dalam wadah yang berisi pelarut yang sesuai. Pelarut ini akan menyerap ke dalam media kromatografi dan menggerakkan senyawa-senyawa dalam sampel keluar dari titik aplikasi ke arah yang berlawanan.
- d. Pengembangan dan Analisis: Ketika pelarut bergerak melalui piringan, senyawa-senyawa dalam sampel akan mengalami pemisahan berdasarkan perbedaan daya serap atau mobilitas mereka dalam fase diam. Setelah proses elusi selesai, piringan diangkat dan dianalisis.
- e. Pengumpulan Fraksi: Jika diperlukan, fraksi-fraksi yang terpisah dapat dikumpulkan dari piringan untuk analisis lebih lanjut.

Keuntungan dari radial chromatography adalah kemudahannya dalam mengamati pemisahan senyawa secara visual, terutama jika digunakan piringan kromatografi yang transparan. Namun, ini tidak selalu seefisien kromatografi kolom konvensional untuk pemisahan besar-besaran atau pemurnian yang lebih besar. Radial chromatography biasanya digunakan dalam skala laboratorium untuk pemisahan senyawa-senyawa kimia dalam jumlah kecil hingga menengah, serta dalam pendidikan untuk mengajarkan prinsip-prinsip dasar kromatografi.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, B. N., Tama, A. P., Sa'adah, C. N., & Sary, N. V. 2021. Metode Isolasi Flavonoid pada Tumbuhan di Indonesia. *PharmaCine: Journal of Pharmacy, Medical and Health Science*, 2(1), 22-35.
- Atun, S. 2014. Metode Isolasi dan Identifikasi Struktural Senyawa Organik Bahan Alam. *Borobudur*, 8(2), 53-61.
- Bara, Bismar & Rivianto, Faizal & Nurlaela, Nurlaela & Sulastri, Sulastri. 2021. Isolasi Senyawa Alkaloid Bahan Alam. *Jurnal Health Sains*. 2. 858-870. 10.46799/jhs.v2i7.217.
- Devi, E. T. 2017. Isolasi dan identifikasi senyawa flavanoid pada ekstrak daun seledri (*Apium graveolens L.*) dengan metode refluks. *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)*, 2(1), 56-67.
- Gani, M., Cuaca, Y., Ayucitra, A., & Indraswati, N. 2018. Ekstraksi senyawa fenolik antioksidan dari daun dan tangkai gambir. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 11(5), 250-256.
- Hasna, V. L., Zahra, N. A., Hudaya, I. R., Verliani, H., & Hasanah, F. F. 2021. Metode Isolasi Metabolit Sekunder pada Bahan Bahari Makro Alga. *PharmaCine: Journal of Pharmacy, Medical and Health Science*, 2(1), 43-50.
- Harborne, J. B. 1987. Metode fitokimia: Penuntun cara modern menganalisis tumbuhan. Bandung: Penerbit ITB, 78.
- Kristanti, Y., Widarta, I. W. R., & Permana, I. D. G. M. 2019. Pengaruh waktu ekstraksi dan konsentrasi etanol menggunakan metode microwave assisted extraction (MAE) terhadap aktivitas antioksidan ekstrak rambut jagung (*Zea mays L.*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8(1), 94-103.
- Maria aloisia uron leba. 2017. Ekstraksi Dan Real Kromotografi. Yogyakarta : Deepublish.
- Najib,Ahmad. 2018. Ekstraksi Senyawa Bahan Alam.Yogyakarta : Deepublish.
- Perdana, Fitra. 2023. Ekstraksi, Fraksinasi, Dan Uji Antioksidan Daun Pakis Sawit (*Davallia denticulata*). *Photon: Jurnal Sain dan Kesehatan*. 13. 10.37859/jp.v13i2.4116.

- Saifudin, A. 2014. Senyawa alam metabolit sekunder teori, konsep, dan teknik pemurnian. Deepublish.
- Sohibul Himam Haqiqi. 2010. Kromatografi lapis tipis, Erlangga, Jakarta.
- Syafa'atullah, Achmad. 2022. Kinetika ekstraksi *Lawsonia inermis* l. Menggunakan ultrasound-assisted extraction dengan pelarut air. 1. 1-5.
- Tetti, M. 2014. Ekstraksi, pemisahan senyawa, dan identifikasi senyawa aktif. Jurnal Kesehatan, 7(2).

BAB 6

PENGUJIAN AKTIVITAS BIOLOGIS

Oleh Dewi Ratih Tirto Sari

6.1 Pendahuluan

Pengujian aktivitas biologis dilakukan dalam rangka mengeksplorasi kemampuan senyawa yang terkandung dalam bahan, guna mengidentifikasi bahan tersebut dalam potensinya sebagai kandidat obat. Dalam penemuan obat, kandidat bahan obat perlu dilakukan uji tahapan preklinis dan klinis. Uji preklinis melalui uji laboratorium dengan *in vitro*, *in vivo*, dan *in silico*. Tahapan selanjutnya dilakukan uji klinis untuk mengetahui efek dari obat tersebut. Selain itu, pengujian aktivitas biologis pada dasarnya dapat dilakukan secara top-bottom atau bottom up. Pengujian top – bottom dilakukan dengan mengidentifikasi kandungan pada bahan alam, seperti skrining senyawa fitokimia dan dilanjutkan dengan uji aktivitas biologis. Pengujian bottom – up dilakukan dengan melakukan uji aktivitas biologi baik berdasarkan pendekatan etnomedisin atau secara laboratorium, kemudian dilanjutkan identifikasi senyawa aktif yang bekerja. Dalam bab ini pengujian aktivitas biologis dikategorikan menjadi uji *in vivo*, *in vitro*, dan *in silico*.

6.2 Uji aktivitas biologis secara *in vivo*

Pengujian aktivitas biologis secara *in vivo* pada dasarnya merupakan pengujian untuk mengevaluasi efek suatu bahan terhadap makhluk hidup. Kajian *in vivo* melibatkan manusia, hewan dan tumbuhan. Hewan coba yang digunakan dapat berupa mencit, tikus, kuda, hamster, marmut, anjing, monyet, kelinci, dan lainnya, disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Pengujian *in vivo* ini tidak digunakan untuk mengetahui efek suatu bahan kandidat obat terhadap hewan model, tetapi juga digunakan untuk mengetahui teknik dalam membuat hewan model. Penelitian sebelumnya, pemberian pakan tinggi lemak

yang terdiri dari *Comfeed pars*, tepung gandum, kuning telur bebek, lemak kambing, minyak dan asam kolat dapat menginduksi tikus model dislipidemia pada tikus sprague dawley. Tikus dislipidemia ini ditandai dengan meningkatnya berat badan, kolesterol LDL, trigliserida dan total kolesterol (Fatchiyah et al., 2021). Hewan model hiperkolesterol juga telah dilaporkan pada penelitian sebelumnya, bahwa pemberian kuning telur bebek 1,56 mg/Kg BB pada mencit strain balb/c dapat meningkatkan kolesterol total dengan konsumsi selama 7 hari (Muliwana et al., 2022). Pembuatan hewan model diabetes mellitus secara *in vivo* dilakukan dengan beberapa cara. Penelitian sebelumnya, induksi streptozotolin 20 mg/kg BB 5 kali memberikan efek peningkatan kadar glukosa setelah tiga hari injeksi kelima (Safitri et al., 2021). Penelitian lainnya, pemberian injeksi streptozotolin 60 mg/kg BB juga dapat menginduksi peningkatan kadar glukosa darah. Aloksan juga diketahui dapat digunakan untuk induksi diabetes mellitus pada tikus model.

Pengujian farmakologi bahan alam pada hewan model telah banyak dilaporkan oleh beberapa penelitian. Pemberian ekstrak beras hitam pada tikus model dislipidemia menunjukkan penurunan ekspresi malondialdehid, trigliserida, total kolesterol dan LDL. Selain itu, pemberian ekstrak beras hitam menurunkan ekspresi mRNA CEBP dan PPAR γ (Fatchiyah et al., 2020). Ekstrak aquades kencana wungu juga dilaporkan dalam penanganan diabetes mellitus tipe 2. Ekstrak kencana wungu 500 mg/kg BB dapat memperbaiki kerusakan sel beta pankreas dengan menurunkan kadar glukosa darah dan malondialdehyde pada tikus model diabetes mellitus tipe 2 (Safitri et al., 2021).

6.3 Uji aktivitas biologis secara *in vitro*

Uji *in vitro* secara harfiah didefinisikan "di dalam kaca", maksudnya uji yang dilakukan di dalam laboratorium yang menggunakan cawan petri, atau alat kaca lainnya sebagai media rumah bagi target uji. Uji *in vitro* mengarah pada kultur sel, jaringan, atau organ. Kelebihan uji ini, peneliti dapat

mempelajari sel dan jaringan dalam kondisi terkontrol dan terisolasi dari lingkungan lainnya. Beberapa penelitian yang telah dilakukan antara lain efektivitas ekstrak etanol daun kemangi yang dapat menurunkan ekspresi caspase-3 dan caspase-9 pada mekanisme apoptosis dan menghambat oligomerisasi B-amiloid pada sel PC12 dan SH-SY5Y. Selain itu, ekstrak etanol daun kemangi juga mencegah perubahan morfologi sel (Aliffia et al., 2023). Uji in vitro ekstrak etanol kemangi menunjukkan adanya kandungan flavonoid sebanyak 47,23% dan fenolik setara eugenol 12,14%. Senyawa tersebut memicu pemrograman kematian sel pada sel NSCLC dan menghambat ekspresi protein $\alpha\beta3$ integrin, $\alpha5b1$ integrin, caspase-3, caspase-9, dan vascular endothelial growth factor (Kustiati et al., 2021).

Kajian in vitro dilaporkan dalam terapi penyakit diabetes mellitus tipe-2 oleh ekstrak kencana wungu. Kencana wungu mengandung 12 senyawa flavonoid, dengan senyawa utama yaitu hispidulin, daidzein, dan betain. Ketiga senyawa tersebut menunjukkan aktivitas antioksidan penghambatan alpha amilase dalam terapi diabetes mellitus tipe-2 (Safitri et al., 2020). Kajian in vitro antidiabetes *Ruella tuberosa* searah dengan penghambatan terhadap alpha glukosidase dan alpha amilase secara in silico (Safitri et al., 2020; Safitri, Sari, et al., 2021). Kajian in vitro tidak hanya digunakan dalam menguji pengaruh senyawa kandidat obat terhadap aktivitasnya, tetapi juga digunakan untuk mengidentifikasi kandungan metabolit dalam suatu bahan. Berdasarkan uji in vitro, beras hitam lokal Indonesia dilaporkan mengandung empat jenis antosianin yang hanya terdapat pada beras hitam Jawa Barat, yakni cyanidin, cyanidin - 3- O glukosida, peonidin, dan peonidin - 3-O-glukosida. Selain itu melalui uji in vitro ini, beras hitam yang dikoleksi dari Jawa Barat menunjukkan kekerabatan dengan beras hitam Jawa Timur yang didomestikasi dari Nusa Tenggara Barat. Kajian in vitro juga menunjukkan adanya profil proteomik yang menunjukkan ciri khas pada masing-masing beras lokal dan tidak ditemukan di beras lainnya (Sari et al., 2021).

Kajian *in vitro* dan *in silico* penelitian sebelumnya pada senyawa sintesis Zn(II)Prolinedithiocarbamate, ditemukan adanya penghambatan proliferasi dan perubahan morfologi sel MCF-7 dengan IC50 360,10 ug/ml. Penghambatan secara *in vitro* ini disimpulkan adanya efektivitas senyawa Zn(II) Prolinedithiocarbamate sebagai agen kemoterapi kanker payudara (Irfandi et al., 2022). Senyawa sintesis lainnya yaitu Cu(II)prolinedithiocarbamate juga dilaporkan menghambat metastasis sel kanker MCF-7 dengan IC50 13,64 ug/mL dan prediksi toksisitas LD50 yaitu 2500 mg/kg BB yang termasuk toksisitas akut rendah (Irfandi et al., 2023). Uji aktivitas senyawa Fe (II) isoleucine dithiocarbamate terhadap sel MCF-7 menunjukkan penghambatan pertumbuhan dengan nilai IC50 yaitu 613 ug/ml. Selain itu berdasarkan kajian *in silico* menunjukkan adanya penghambatan terhadap spike glicoprotein dan reseptor ACE2. Senyawa ini disimpulkan berpotensi sebagai antikanker dan antivirus SARSCOV2 (Irfandi et al., 2022).

6.4 Uji aktivitas biologis secara *in silico*

Pengujian *in silico* telah banyak dipelajari untuk mengungkap mekanisme secara molekuler, memprediksi fungsi dari suatu senyawa tunggal atau kompleks pada organisme, mengidentifikasi suatu senyawa dalam fungsinya sebagai kandidat obat, meminimalisir resiko pengujian *in vivo* dan *in vitro*. Pengujian *in silico* juga dapat digunakan untuk menganalisis kekerabatan antara organisme, peristiwa mutagenesis, dan perjalanan evolusi suatu organisme. Kajian *in silico* dalam pengaruh bahan herbal telah banyak dilaporkan, diantaranya efektivitas kulit kopi dalam penghambatan virus SARSCOV2. Senyawa heksosa, D-manitol dan asam malat yang terkandung dalam kulit kopi mampu menghambat interaksi spike glycoprotein SARSCOV-2 dengan reseptor angiotensin converting enzyme-2 (ACE2), sehingga infeksi awal SARSCOV-2 dapat dicegah (Bare et al., 2023).

Kandungan asam klorogenat dalam biji kopi juga dilaporkan menghambat aktivitas cyclooxygenase-2 yang

berakibat pada penghambatan mekanisme inflamasi (Bare et al., 2019). Selain itu, efek antiinflamasi secara *in silico* juga teridentifikasi pada asam kafeat dengan menghambat aktivitas protein cyclooxygenase-2. Asam klorogenat kopi juga secara *in silico* berpotensi dalam mekanisme penurunan tekanan darah dengan peranannya sebagai inhibitor angiotensin converting enzyme (ACE) (Bare et al., 2019). Asam kuintat yang terkandung dalam ekstrak biji kopi juga berpotensi sebagai antiinflamasi dengan menghambat cyclooxygenase-2. Penghambatan ini terjadi karena adanya ikatan dengan residu GLU140, ASN144, SER143, TRP139, GLU236, THR237, LYS333, GLN241, GLN330, PHE329, dan LEU238 (Bare et al., 2019). Asam kafeat kopi juga dilaporkan menginduksi sensitivitas insulin dengan mengaktifkan Gen Peroxisome proliferasi-activated receptor gamma (PPAR- γ) dalam terapi diabetes mellitus tipe-2 (Bare et al., 2019).

Berdasarkan kajian *in silico*, rempah jahe diketahui berbagai manfaatnya di bidang kesehatan. Rimpang jahe dilaporkan mengandung berbagai senyawa fenolik. Senyawa 6-gingerol dalam rimpang jahe yang memberikan rasa pedas mampu menghambat protein c-Jun NH2 terminal kinase dalam terapi diabetes mellitus tipe-2 (Bare et al., 2019). Senyawa fenol, 8-shogaol juga menghambat protein c-Jun NH2 terminal kinase (JNK) pada 19 residu protein JNK dalam terapi DMT2 (Bare et al., 2020). Senyawa volatil pada jahe, 1-dehidrogingerdione secara *in silico* teridentifikasi memiliki mekanisme substitusi gamma aminobutirat yang berakibat menurunkan resiko abnormalitas sel saraf (Sari & Krisnamurti, 2021).

Kajian *in silico* mengungkap potensi bahan alam sebagai bahan pangan fungsional. Penelitian sebelumnya melaporkan aktivitas antiapoptosis pada antosianin beras hitam dengan penghambatan pensinyalan yang dipicu oleh caspase-3. Senyawa antosianin seperti yanidin-3-O-glucoside, delphinidin-3-O-glucoside, pelargonidin-3-O-glucoside, peonidin-3-O-glucoside dan petunidin-3-O-glucoside menghambat protein caspase-3 secara alosterik dengan pengikatan residu-residu di daerah BIR-2 Sari et al., 2020). Penelitian lainnya terkait

antosianin beras hitam, dilaporkan senyawa delphinidin-3-O-glukosida dan peonidin-3-O-glukosida menghambat interaksi antara TNF α dengan reseptornya yang berpotensi sebagai antiinflamasi (Sari et al., 2019). Empat senyawa yang terkandung dalam beras hitam juga teridentifikasi mencegah obesitas dengan menghambat TLR4 dan fosforilasi oleh protein JNK (Sari et al., 2020). Pangan fungsional lainnya yaitu anggur laut. Anggur laut mengandung senyawa bioaktif yang beragam. Senyawa alkaloid bisindol anggur laut memiliki aktivitas antiaging dengan menghambat aktivitas tyrosinase dan kolagenase (Sari et al., 2022). Sifonaxantin, salah satu jenis karotenoid pada anggur laut diketahui menghambat aktivitas protein HMG CoA reduktase (Sari et al., 2022).

Capsaicinoid berdasarkan uji *in silico* menunjukkan penghambatan FabH dalam infeksi *Mycobacterium tuberculosis* pada penyakit TBC. Temuan dalam penelitian tersebut, capsaicinoid menghambat FabH, sehingga tidak terjadi proses sintesis dan elongasi asam lemak dinding sel *Mycobacterium tuberculosis* (Krisnamurti et al., 2021). Uji *in silico* pada rempah, seperti kayu secang juga telah dilaporkan pada beberapa penelitian. Kayu secang berdasarkan kajian *structure activity relationship* (SAR) menunjukkan bahwa senyawa yang terkandung dalam kayu secang memiliki efek antioksidan, antimikroba, antineurodegeneratif, dan antivirus (Sari et al., 2022). Aplikasi docking molekuler menunjukkan bahwa sappanon A dan B menunjukkan penghambatan tyrosin phosphatase 1B dalam terapi diabetes mellitus tipe-2 (Sari et al., 2022). Senyawa brazilin dan methyl brazilin juga menunjukkan penghambatan infeksi demam berdarah dengue (Sari et al., 2022). Senyawa sappanon dan turunannya juga menunjukkan aktivitas penambatan alpha amilase dalam metabolisme gula (Sari et al., 2023).

DAFTAR PUSTAKA

- Aliffia, D., Ramadhani, D. A., Wasityastuti, W., Sari, D. R. T., Kustiati, U., Wihadmadyatami, H., & Kusindarta, D. L. 2023. Ocimum sanctum Leaves Prevent Neuronal Cell Apoptosis Through Reduction of Caspase-3 and -9 Expressions and Inhibition of β -amyloid Oligomerization. *The Indonesian Biomedical Journal*, 15(4), 322–332. <https://doi.org/10.18585/inabj.v15i4.2415>
- Bare, Y., Krisnamurti, G. C., Elizabeth, A., Rachmad, Y. T., Sari, D. R. T., & Lorenza, M. R. W. G. 2019. The potential role of caffeic acid in coffee as cyclooxygenase-2 (COX-2) inhibitor: In silico study. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 9(5), 4424–4427. <https://doi.org/10.33263/BRIAC95.424427>
- Bare, Y., Kuki, A. D., Rophi, A. H., Krisnamurti, G. C., Lorenza, M. R. W. G., & Sari, D. R. T. 2019. Prediksi Asam Kuinat Sebagai Anti-Inflamasi Terhadap COX-2 Secara Virtual. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 124–129. <https://doi.org/10.24002/biota.v4i3.2516>
- Bare, Y., Maulidi, A., Sari, D. R. T., & Tiring, S. S. N. D. 2019. Studi in Silico Prediksi Potensi 6-Gingerol sebagai inhibitor c-Jun N-terminal kinases (JNK). *Jurnal Jejaring Matematika Dan Sains*, 1(2), 59–63. <https://doi.org/10.36873/jjms.v1i2.211>
- Bare, Y., S. M., Tiring, S. S. N. D., Sari, D. R. T., & Maulidi, A. 2020. Virtual Screening: Prediksi potensi 8-shogaol terhadap c-Jun N-Terminal Kinase (JNK). *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.36312/e-saintika.v4i1.157>
- Bare, Y., Sari, D. R., Rachmad, Y. T., Tiring, S. S. N. D., Rophi, A. H., & Nugraha, F. A. D. 2019. Prediction Potential Chlorogenic Acid As Inhibitor Ace (In Silico Study). *Bioscience*, 3(2), 197. <https://doi.org/10.24036/0201932105856-0-00>
- Bare, Y., Sari, D. R. T., Rachmad, Y. T., Krisnamurti, G. C., & Elizabeth, A. 2019. In Silico Insight the Prediction of Chlorogenic Acid in Coffee through Cyclooxygenase-2 (COX2) Interaction. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 7(2). <https://doi.org/10.24252/bio.v7i2.9847>

- Bare, Y., Timba, F. N. S., Nurak, M. M. D., & Sari, D. R. T. 2023. Analisis In silico Heksosa, D-Manitol dan Asam Malat Kulit Kopi sebagai Penghambat Infeksi Virus Corona. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 41–48. <https://doi.org/10.24002/biota.v8i2.5970>
- Fatchiyah, F., Safitri, A., Rohmah, R. N., Triprisila, L. F., Kurnianingsih, N., Nugraha, Y., Fajriani, S., Meidinna, H. N., & Robert-Cairns, J. K. 2020. The Effect of Anthocyanin of Whole-Grain Pigmented Rice Attenuated Visceral Fat, Cholesterol, LDL and PPAR γ Gene Cascade in Dyslipidemia Rat. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(10).
- Fatchiyah, F., Suyanto, E., Nikmatu Rohmah, R., Faraline Triprisila, L., Noor Meidinna, H., Ratih Tirto Sari, D., & Himmatul Aliyah, I. 2021. Oral Administration of The Hypercholesterol Rat Feed Formula to Making The Animal Dyslipidemia Model on Sprague Dawley Rats. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 9(2), 153–156. <https://doi.org/10.21776/ub.biotropika.2021.009.02.08>
- Irfandi, R., Raya, I., Ahmad, A., Fudholi, A., Santi, S., Puspa Azalea, W., Ratih Tirto Sari, D., Jarre, S., Eka Putri, S., & Kartina, D. 2023. Anticancer potential of Cu(II)prolinedithiocarbamate complex: Design, synthesis, spectroscopy, molecular docking, molecular dynamic, ADMET, and in-vitro studies. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 1–13. <https://doi.org/10.1080/07391102.2023.2169764>
- Irfandi, R., Riswandi, R., Raya, I., Ahmad, A., Fudholi, A., Jarre, S., Tirto Sari, D. R., Santi, S., Wijaya, R. I., & Prihantono, P. 2022. A New Complex Design of Fe (II) Isoleucine Dithiocarbamate as a Novel Anticancer and Antivirus against SARSCOV-2 (COVID-19). *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 23(9), 3113–3123. <https://doi.org/10.31557/APJCP.2022.23.9.3113>
- Irfandi, R., Santi, S., Raya, I., Ahmad, A., Ahmad Fudholi, Sari, D. R. T., & Prihantono. 2022. Study of new Zn(II)Prolinedithiocarbamate as a potential agent for breast cancer: Characterization and molecular docking. *Journal of Molecular Structure*, 1252, 132101. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.132101>

- Krisnamurti, G. C., Sari, D. R. T., & Bare, Y. 2021. Capsaicinoids from *Capsicum annum* as an Alternative FabH Inhibitor of Mycobacterium Tuberculosis: In Silico Study. *Makara Journal of Science*, 25(4). <https://doi.org/10.7454/mss.v25i4.1248>
- Kustiati, U., Dewi Ratih, T. S., Dwi Aris Agung, N., Kusindarta, D. L., & Wihadmadyatami, H. 2021. In silico molecular docking and in vitro analysis of ethanolic extract *Ocimum sanctum* Linn.: Inhibitory and apoptotic effects against non-small cell lung cancer. *Veterinary World*, 3175–3187. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.3175-3187>
- Muliyana, Y., Nurrosyidah, S., Susanto, H., & Sari, D. R. T. 2022. *Profil Senyawa Fitokimia Dan Aktivitas Anti- Hiperkolesterolemia Infusa Daun Melinjo Secara In Vivo*.
- Safitri, A., Fatchiyah, F., Sari, D. R. T., & Roosdiana, A. 2020. Phytochemical screening, in vitro anti-oxidant activity, and in silico anti-diabetic activity of aqueous extracts of *Ruellia tuberosa* L. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 10(3), 101–108. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2020.103013>
- Safitri, A., Sari, D. R. T., Fatchiyah, F., & Roosdiana, A. 2021. Modeling of Aqueous Root Extract Compounds of *Ruellia tuberosa* L. for Alpha-Glucosidase Inhibition Through in Silico Study. *Makara Journal of Science*, 25(1). <https://doi.org/10.7454/mss.v25i1.1223>
- Safitri, A., Sari, D. R. T., Roosdiana, A., & Fatchiyah, F. 2020. Molecular Docking Approach of Potential Alpha-glucosidase Inhibitors from Extracts Compounds of *R. tuberosa* L. *JSMARTech*, 1(2), 25–30. <https://doi.org/10.21776/ub.jsmartech.2020.001.02.1>
- Safitri, A., Tirto Sari, D. R., Refsilangi, B., Roosdiana, A., & Fatchiyah, F. 2021. Histopathological Profiles of Rats (*Rattus norvegicus*) Induced with Streptozotocin and Treated with Aqueous Root Extracts of *Ruellia tuberosa* L. *Veterinary Medicine International*, 2021, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2021/6938433>

- Sari, D., Cairns, J., Safitri, A., & Fatchiyah, F. 2019. Virtual Prediction of the Delphinidin-3-O-glucoside and Peonidin-3-O-glucoside as Anti-inflammatory of TNF- and #945; Signaling. *Acta Informatica Medica*, 27(3), 152. <https://doi.org/10.5455/aim.2019.27.152-157>
- Sari, D. R. T., Azkiyah, S. Z., Pranoto, M. E., & Bare, Y. 2023. *Kajian in silico Senyawa Sappanon Caesalpinia sappan Sebagai Inhibitor α -amylase Pada Metabolisme Karbohidrat*. 8(2).
- Sari, D. R. T., & Krisnamurti, G. C. 2021. *1-dehydrogingerdione, Senyawa Volatil Jahe sebagai Agen Sedatif substitutif γ -aminobutyrate (GABA); Kajian Biokomputasi*.
- Sari, D. R. T., Krisnamurti, G. C., & Bare, Y. 2022. Virtual Mapping of Secondary Metabolite Activities Containing in Caesalpinia sappan L. Heartwood through In Silico Study. *Journal Pharmasci (Journal of Pharmacy and Science)*, 7(1), 21–28. <https://doi.org/10.53342/pharmasci.v7i1.274>
- Sari, D. R. T., Lailiyah, F., & Bare, Y. 2022. Studi Komparasi Sappanon A dan Sappanon B terhadap Penambatan Protein Tyrosin Phospatase 1B. *Spizaetus: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 3(2), 48. <https://doi.org/10.55241/spibio.v3i2.65>
- Sari, D. R. T., Paemanee, A., Roytrakul, S., Cairns, J. R. K., Safitri, A., & Fatchiyah, F. 2021. Black rice cultivar from Java Island of Indonesia revealed genomic, proteomic, and anthocyanin nutritional value. *Acta Biochimica Polonica*. https://doi.org/10.18388/abp.2020_5386
- Sari, D. R. T., Pranoto, M. E., & Azkiyah, S. Z. 2022. *Kajian Farmakoinformatika Senyawa Alkaloid Anggur Laut (Caulerpa racemose) Sebagai Inhibitor Collagenase Dalam Mekanisme Antiaging*. 9.
- Sari, D. R. T., Pranoto, M. E., & Krisnamurti, G. C. 2022. *Siphonaxanthin, A Functional Sea Grape'S Carotenoid Revealed Cholesterol Synthesis Inhibition; In Silico Study*.
- Sari, D. R. T., Safitri, A., Cairns, J. R., & Fatchiyah, F. 2020. Anti-Apoptotic Activity of Anthocyanins has Potential to inhibit Caspase-3 Signaling. *Journal of Tropical Life Science*, 10(1). <https://doi.org/10.11594/jtls.10.01.03>

- Sari, D. R. T., Yusuf, H., Sifaiyah, L., Camelia, N. D., & Bare, Y. 2022. Kajian Farmakoinformatika Senyawa Brazilin dan 3-O-Methyl Brazilin *Caesalpinia sappan* Sebagai Terapi Demam Berdarah Dengue. *Al-Kimiya*, 9(1), 19–25. <https://doi.org/10.15575/ak.v9i1.17613>
- Sari, D., Safitri, A., Cairns, J., & Fatchiyah, F. 2020. Virtual screening of black rice anthocyanins as antiobesity through inhibiting TLR4 and JNK pathway. *Journal of Physics: Conference Series*, 1665(1), 012024. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1665/1/012024>

BAB 7

PENGARUH LINGKUNGAN TERHADAP SENYAWA AKTIF

Oleh Gemmy Sarina

7.1 Pendahuluan

Senyawa aktif merupakan senyawa kimia yang mempunyai efek farmakologi atau berkhasiat yang sebagian besar adalah senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, terpenoid, steroid, saponin dan tannin. Biosintesis senyawa metabolit sekunder dipengaruhi oleh banyak faktor yaitu internal (genetik) dan lingkungan eksternal (cahaya, suhu, air dll). Senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh organisme tidak terlibat secara langsung dalam proses pertumbuhan, perkembangan dan reproduksi, namun berperan dalam beradaptasi terhadap perubahan lingkungan.

Faktor lingkungan eksternal sering berpengaruh besar pada biosintesis serta kualitas metabolit sekunder yang dihasilkan. Metabolit tertentu hanya dapat disintesis dalam lingkungan tertentu, atau kadarnya meningkat secara signifikan dalam lingkungan tertentu. Dengan kata lain, tanaman yang tumbuh di lingkungan yang berbeda akan menghasilkan kandungan senyawa metabolit sekunder yang berbeda sehingga akan mempengaruhi efek farmakologi masing-masing tanaman. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Liu, W. et al. (2015) Kandungan senyawa aktif *Sinopodophyllum hexandrum* (Royle) berkaitan erat dengan lokasi tumbuhnya dan faktor lingkungan mempengaruhi produksi senyawa aktif.

7.2 Faktor-Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Senyawa Aktif

Metabolisme dan akumulasi senyawa aktif yang terkandung dalam tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan dimana tanaman itu tumbuh, agar dapat beradaptasi dengan kondisi dimana mereka terpapar. Metabolit sekunder merupakan komponen integral dari mekanisme adaptif ini (Ncube et al., 2012). Beberapa penelitian telah membuktikan fenomena ini, seperti penelitian yang dilakukan oleh Liu, W. et al. (2015) menunjukkan bahwa kandungan senyawa aktif *Sinopodophyllum hexandrum* (Royle) dipengaruhi oleh lokasi tumbuhnya dan faktor lingkungan mempengaruhi produksi zat aktif. Adapun faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi senyawa aktif tanaman yaitu: suhu, karbon dioksida (CO₂), ozon, cahaya, radiasi ultraviolet dan tanah.

7.2.1 Suhu

Pertumbuhan, perkembangan serta jalur metabolisme dipengaruhi oleh suhu tempat tanaman tumbuh. Produksi metabolit sekunder akibat adanya cekaman suhu merupakan ekspresi mekanisme pertahanan diri tanaman. Biosintesis metabolit sekunder berkorelasi dengan suhu tinggi pada tanaman. Suhu tinggi biasanya meningkatkan beberapa produksi metabolit sekunder, namun beberapa penelitian melaporkan bahwa produksi metabolit sekunder menurun. Peningkatan dan penurunan metabolit sekunder merupakan respon terhadap suhu tinggi ini, tergantung pada spesies tanaman, jenis metabolit sekunder dan faktor lainnya. Misalnya, kandungan hypericin dalam *Hypericum perforatum* L. meningkat seiring dengan peningkatan suhu, begitu pula kandungan antosianin dalam tebu. Selain itu, peningkatan senyawa organik yang mudah menguap, dengan peningkatan suhu linier telah ditunjukkan pada beberapa penelitian dalam berbagai spesies tanaman. Namun, pada suhu rendah telah terbukti merangsang peningkatan produksi senyawa fenolik (Ncube et al., 2012; Liu et al., 2016; Li et al., 2020).

Cekaman suhu yang terjadi dapat menginduksi atau meningkatkan beberapa enzim seperti superoksida dismutase,

katalase, peroksidase dan beberapa antioksidan. Cekaman suhu dapat menyebabkan sejumlah perubahan fisiologis, biokimia dan molekuler dalam metabolisme tanaman seperti denaturasi protein atau gangguan integritas membran (Ncube et al., 2012).

Tabel 7.1. Perubahan suhu terhadap kandungan senyawa metabolit

Golongan Metabolit	Nama senyawa metabolit (spesies tanaman)	Faktor lingkungan	Perubahan konsentrasi
Seskuiterpen lakton	Artemisinin (<i>Artemisia annua</i>)	Pra-pendinginan	Meningkat
Fenol	Fenolik (<i>Astragalus compactus</i>)	Suhu tinggi	Meningkat
Asam lemak	Antosianin (<i>Chrysanthemum</i>)	Suhu tinggi	Menurun
	Asam α -linoleat (<i>Camellia japonica</i>)	Suhu rendah	Meningkat
	Asam jasmonat (<i>Camellia japonica</i>)	Suhu rendah	Meningkat

Sumber: (Li et al., 2020)

7.2.2 Karbon Dioksida (CO₂)

Karbon dioksida (CO₂) merupakan gas rumah kaca utama yang dianggap dapat menghambat fisiologi tanaman. Peningkatan CO₂ mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta sering meningkatkan produksi biomassa. Tanaman yang di tanam pada tingkat CO₂ yang tinggi biasanya mengalami penurunan kualitas nutrisi, kandungan nitrogen, dan kandungan protein, namun responnya bervariasi berdasarkan lokasi dan periode paparan. Peningkatan CO₂

selanjutnya menyebabkan peningkatan fotosintesis, menghasilkan peningkatan jumlah asimilat yang disalurkan ke banyak jalur biosintesis. Peningkatan fotosintesis ini dapat menyebabkan kandungan metabolit sekunder meningkat karena ketersediaan prekursor yang lebih banyak (Qaderi, Martel and Strugnell, 2023; Pant, Pandey and Dall'Acqua, 2021).

Dari beberapa penelitian, secara keseluruhan senyawa fenolik dan flavonoid mengalami peningkatan seiring peningkatan CO₂, namun ada juga yang tidak berpengaruh. Pada suatu hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi hiperisin yang merupakan turunan senyawa antrakuinon menurun secara signifikan dengan adanya peningkatan CO₂ (Qaderi, Martel and Strugnell, 2023; Pant, Pandey and Dall'Acqua, 2021).

7.2.3 Cahaya

Intensitas cahaya merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam pertumbuhan, fotosintesis dan akumulasi metabolit sekunder tanaman. Cahaya dengan intensitas yang berbeda akan mempengaruhi tingkat berbagai metabolit sekunder dalam interaksi biokimia yang kompleks. Cahaya matahari yang berlebihan dapat memberikan dampak buruk bagi tanaman, karena penyinaran yang berlebihan dapat menonaktifkan atau merusak pusat reaksi fotosintesis pada kloroplas dan menyebabkan fotoinhibisi. Namun, kurangnya sinar matahari dapat mengurangi penyerapan energi cahaya yang dapat mempengaruhi laju fotosintesis dan menghambat pertumbuhan tanaman (S. B. Zhou et al., 2010). Menghindari hal tersebut, tanaman melakukan penyesuaian morfo-anatomi, fisiologis dan biokimia. Morfo-anatomi ini meliputi penyesuaian ketebalan daun dan kepadatan stomata, luas daun, luas daun spesifik, jumlah grana dan grana lamella pada kloroplas, butiran pati dll. Sedangkan strategi fisiologis dan biokimia seperti mengurangi rasio Chl/protein. Hal ini akan berpengaruh terhadap akumulasi dan kualitas metabolit sekunder yang dihasilkan.

Dalam beberapa kasus, radiasi cahaya yang lebih tinggi bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman dan dalam produksi metabolit sekunder. Misalnya, kandungan senyawa scutellarin (flavon glikosida) lebih tinggi pada daun *Erigeron breviscapus* yang terpapar sinar matahari langsung dibandingkan dengan daun yang berada di bawah naungan (Li et al., 2020; Zhou et al., 2016). Secara umum metabolit sekunder yang mengandung N pada tanaman akan meningkat seiring menurunnya intensitas cahaya (Zhang et al., 2015). Dengan demikian, intensitas cahaya mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap akumulasi senyawa metabolit sekunder atau senyawa aktif tanaman pada tanaman yang berbeda.

7.2.4 Radiasi Ultraviolet (UV)

Paparan radiasi sinar UV mempengaruhi produksi metabolit sekunder tanaman. Pada beberapa penelitian senyawa fenol (antosianin, lignin, tannin, asam fenolik), flavonoid, alkaloid, dan golongan senyawa lain (glukosianolat, saponin, phytosterol) mengalami peningkatan konsentrasi dengan adanya paparan sinar UV-B. Peningkatan konsentrasi senyawa-senyawa ini dapat disebabkan oleh jumlah radiasi UV-B yang berhubungan dengan peningkatan radiasi matahari yang diterima tanaman. Secara umum, efek paparan radiasi sinar UV dapat meningkatkan biosintesis metabolit sekunder tanaman, namun radiasi sinar UV-B dan UV-C dosis tinggi akan berdampak negatif terhadap fotosintesis, pertumbuhan, perkembangan dan proses penting lainnya pada tanaman (Li et al., 2020; Pant, Pandey and Dall'Acqua, 2021).

Tabel 7.2. Perubahan kualitas cahaya matahari terhadap konsentrasi senyawa metabolit tanaman

Golongan metabolit	Nama metabolit	Faktor lingkungan	Perubahan konsentrasi
Alkaloid	Alkaloid	UV-B	Meningkat
	Alkaloid	30 dan 50% cahaya matahari penuh	Meningkat
	Sabinene, b-pinene, Borneol, Bornyl asetat, Z-jasmone	50% naungan	Meningkat
	Minyak esensial	Cahaya matahari penuh	Meningkat
Fenol	Antosianin, lignin, tannin	UV-B	Meningkat
	Asam fenolat	UV-B	Beberapa tanaman meningkat dan beberapa tanaman tidak berefek
	Scutellarin	Cahaya matahari penuh	Meningkat
	Flavonol kuersetin-4'-O-monoglukosida	UV-B	Meningkat
Lain-lain	Saponin	UV-B	Meningkat
	Fitosterol	UV-B	Meningkat
	Asam heksadekanoat	50% cahaya matahari penuh	Meningkat
	Glukosinolat	UV-B	Meningkat

Sumber : (Li et al., 2020)

7.2.5 Tanah

Kondisi tanah seperti kandungan air, salinitas dan kesuburan tanah mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta akumulasi senyawa metabolit yang dihasilkan.

1. Kandungan air

Kandungan air yang terkandung dalam tanah mempengaruhi potensi jumlah air yang dapat diserap oleh tanaman, sehingga mempengaruhi berbagai proses fisiologis dan dapat mengubah biosintesis senyawa metabolit. Sejumlah penelitian menyatakan bahwa tanaman yang tumbuh ditempat yang kering atau kandungan air sedikit, mengandung senyawa metabolit yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang dibudidayakan dalam kondisi air yang baik (Kleinwächter and Selmar, 2015).

Tanaman *Scutellaria baicalensis* yang tumbuh pada kondisi tanah yang mengalami kekeringan ringan meningkatkan kadar senyawa baicalin, namun menurun pada kekeringan tingkat berat. Hal ini menunjukkan bahwa pada tingkat kekeringan atau kadar air yang sesuai dapat mendorong akumulasi baicalin dengan merangsang aktivitas enzim utama yang terlibat dalam biosintesis. Baicalin merupakan glikosida flavon yang sering digunakan untuk pengobatan tradisional di Tiongkok (Li et al., 2020).

Tabel 7.3. Cekaman kekeringan meningkatkan konsentrasi senyawa metabolit beberapa tanaman

Golongan metabolit	Nama metabolit	Spesies tanaman	Bagian tanaman
Fenol	Total fenolik	<i>Hypericum Brasiliense</i> <i>Trachyspermum ammi</i> <i>Labisia pumila</i>	Tunas dan akar Daun Daun
	Baicalin	<i>Scutellaria baicalensis</i>	Seluruh tanaman

Golongan metabolit	Nama metabolit	Spesies tanaman	Bagian tanaman
	Rutin, Kuarsetin	<i>Hypericum brasiliense</i>	
	Anthosianin	<i>Labisia pumila</i>	Daun
Triterpenoid pentasiklik	Asam betulinat	<i>Hypericum brasiliense</i>	
Seskuiterpen lakton	Artemisinin	<i>Artemisia</i>	Seluruh tanaman

Sumber: (Li et al., 2020)

2. Salinitas

Salinitas merupakan jumlah garam yang terkandung dalam tanah. Kadar garam yang tinggi menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi, tekanan hiperosmotik dan penurunan fotosintesis. Senyawa metabolit yang diproduksi tanaman juga akan mengalami penurunan atau peningkatan konsentrasi sebagai respon terhadap tekanan osmotik yang disebabkan oleh cekaman salinitas. Menurut beberapa penelitian menunjukkan bahwa tanaman yang tumbuh dibawah cekaman salinitas meningkatkan konsentrasi alkaloid, tanin, fenolik, saponin dan flavonoid, namun dalam kondisi ini minyak atsiri mengalami penurunan (Li et al., 2020; Pant et al., 2021).

Tabel 7.4. Pengaruh salinitas tanah terhadap kandungan senyawa metabolit

Golongan metabolit	Nama metabolit	Perubahan konsentrasi	Faktor lingkungan
Fenolik	Tannin	Meningkat	Salinitas
Flavonoid	Flavonoid	Meningkat	NaCl
Alkaloid	Alkaloid resinin	Meningkat	NaCl
	Alkaloid	Meningkat	Salinitas
Monoterpen/	Minyak	Meningkat	NaCl

Golongan metabolit	Nama metabolit	Perubahan konsentrasi	Faktor lingkungan
minyak esensial	Minyak	Menurun	Salinitas tinggi
	Oktanal α pinene Trans-sabinene Hydrate cis-Sabinene Hydrate	Meningkat Menurun Menurun Meningkat	Salinitas Salinitas NaCl NaCl
Lain-lain	Saponin, prolin	Meningkat	NaCl

Sumber: (Li et al., 2020)

3. Kesuburan tanah (nutrisi)

Pertumbuhan tanaman membutuhkan berbagai macam bahan kimia, baik yang berasal dari unsur hara tanah, pupuk dll. Kesuburan tanah ini akan mempengaruhi biosintesis senyawa metabolit, ketika senyawa kimia yang dibutuhkan tanaman tidak sesuai dengan konsentrasi senyawa kimia yang tersedia di dalam tanah (Li et al., 2020; Liu et al., 2015). Kadar metabolit sekunder dalam jaringan tanaman dipengaruhi oleh sumber nutrisi yang tersedia. Kadar proanthocyanidins yang merupakan senyawa polifenol, meningkat seiring dengan terjadinya cekaman nutrisi seperti keterbatasan ketersediaan fosfat. Kadar zat besi yang rendah sudah terbukti dapat merangsang peningkatan biosintesis senyawa fenolik. Keseimbangan unsur hara tanaman dalam tanah diduga mempengaruhi produksi senyawa metabolit sekunder pada proses metabolisme tanaman. Keseimbangan ketersediaan kandungan karbon dan nitrogen yang sedikit, akan digunakan untuk pertumbuhan tanaman, sehingga menyebabkan penurunan metabolit sekunder yang berbasis karbon. Karbon dan nitrogen dialokasikan untuk produksi metabolit sekunder setelah kebutuhan untuk pertumbuhan tanaman sudah terpenuhi. Hal ini juga mengasumsikan

bahwa laju produksi metabolit sekunder ditentukan oleh konsentrasi molekul prekursor (Ncube et al., 2012).

DAFTAR PUSTAKA

- Kleinwächter, M., & Selmar, D. 2015. New insights explain that drought stress enhances the quality of spice and medicinal plants : potential applications. *Agronomy for Sustainable Development*, 35, 121–131. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0260-3>
- Li, Y., Kong, D., Fu, Y., Sussman, M. R., & Wu, H. 2020. The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 148, 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.01.006>
- Liu, W., Liu, J., Yin, D., & Zhao, X. 2015. Influence of Ecological Factors on the Production of Active Substances in the Anti- Cancer Plant *Sinopodophyllum hexandrum*. *Influence of Ecological Factors on the Active Substances Introduction*, 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122981>
- Liu, W., Yin, D., Li, N., Hou, X., Wang, D., Li, D., & Liu, J. 2016. Influence of environmental factors on the active substance production and antioxidant activity in *Potentilla fruticosa* L. and its quality assessment. *Scientific Reports*, 6, 1–18. <https://doi.org/10.1038/srep28591>
- Ncube, B., Finnie, J. F., & Van Staden, J. 2012. Quality from the field: The impact of environmental factors as quality determinants in medicinal plants. *South African Journal of Botany*, 82(September 2012), 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2012.05.009>
- Pant, P., Pandey, S., & Dall'Acqua, S. 2021. The Influence of Environmental Conditions on Secondary Metabolites in Medicinal Plants: A Literature Review. *Chemistry and Biodiversity*, 18, 1–14. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202100345>
- Qaderi, M. M., Martel, A. B., & Strugnell, C. A. 2023. Environmental Factors Regulate Plant Secondary Metabolites. *Plants*, 12, 447.

- Zhang, L. X., Guo, Q. S., Chang, Q. S., Zhu, Z. B., Liu, L., & Chen, Y. H. 2015. Chloroplast ultrastructure , photosynthesis and accumulation of secondary metabolites in *Glechoma longituba* in response to irradiance. *Photosynthetica*, 53(1), 144–153. <https://doi.org/10.1007/s11099-015-0092-7>
- Zhou, R., Su, W. H., Zhang, G. F., Zhang, Y. N., & Guo, X. R. 2016. Relationship between flavonoids and photoprotection in shade-developed *Erigeron breviscapus* transferred to sunlight. *PHOTOSYNTHEICA*, 54(2), 201–209. <https://doi.org/10.1007/s11099-016-0074-4>
- Zhou, S. B., Liu, K., Zhang, D., Li, Q. F., & Zhu, G. P. 2010. Photosynthetic performance of *Lycoris radiata* var. *radiata* to shade treatments. *PHOTOSYNTHEICA*, 48(2), 241–248.

BAB 8

LEGALITAS DAN REGULASI PENGGUNAAN TUMBUHAN OBAT

Oleh Sri Budiasih

8.1 Pendahuluan

Telah menjadi bagian dari sejarah peradaban manusia sejak kurun waktu yang lalu tentang penggunaan obat tradisional yang telah dilakukan secara turun temurun. Tradisi pengobatan ini telah lama dilakukan oleh masyarakat diseluruh pelosok dunia hanya berbeda dari jenis tumbuhan atau hewan yang dipergunakan, bergantung pada keadaan iklim dan lingkungan yang ditempati (Anonim, 2013).

Penggunaan tumbuhan atau bahan alam yang berbeda terlihat di beberapa tempat seperti di benua Asia, Afrika atau Amerika. Di benua Amerika, berbagai kegiatan dari suku Indian dalam kegiatan upacara keagamaannya atau adat, telah memperlihatkan banyak menggunakan tumbuhan dalam penjangaan kesehatan mereka. Juga sama halnya seperti diberbagai tempat di Timur Tengah dan Eropa yang telah menjalankan tradisi kesehatan ini.

Keadaan alam yang berbeda benua Amerika dan Eropa dengan benua Asia, juga membuat masyarakat di sini memiliki jenis tumbuhan yang berbeda untuk digunakan dalam tradisi penjangaan kesehatan mereka dalam mengobati berbagai penyakit, terutama di India dan Cina sejak beberapa ribu tahun yang lalu. Dikenal dengan istilah Pengobatan Tradisional Cina atau *Traditional Chinese Medicine* (TCM), praktek pengobatan kedokteran di sana dilaporkan telah menggunakan lebih dari puluhan ribu jenis bahan yang umumnya berasal dari tumbuhan. Begitu juga dengan sumber yang sama penggunaan ribuan bahan yang berasal dari tumbuhan telah lama dikenal

dalam tradisi pengobatan di India, yang disebut dengan nama Ayurveda.

Dalam dunia pengobatan tradisional dari Timur ini, keduanya sangat mendominasi dan telah tersebar secara global ke seluruh dunia. Juga telah mulai memasuki dunia pendidikan, dalam penelitian-penelitian di berbagai perguruan tinggi di negara maju. Di Jepang penggunaan tumbuhan juga sudah terlihat dalam pengobatan tradisional mereka yang dikenal dengan *Kampo*. *Kampo* formula yang dapat digunakan di pelayanan kesehatan di fasilitas kesehatan mereka diresepkan oleh dokter dan harus tercantum dalam *Japanese Pharmacopoeia (JP)*.

Penggunaan obat tradisional di tingkat dunia secara komprehensif telah dikeluarkan dalam resolusi oleh Badan yang mengambil keputusan di Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), yaitu *World Health Assembly (WHA)*. Badan ini menyadari bahwa pengobatan dengan cara konvensional sudah tidak seluruhnya bisa digunakan untuk menyelesaikan masalah kesehatan karena disebabkan banyaknya perubahan gaya hidup manusia dan lingkungan. Ada beberapa langkah yang telah direkomendasikan dalam resolusi oleh WHA ke-56 untuk negara-negara anggota, diantaranya berupa upaya peningkatan penelitian obat tradisional atau tumbuhan obat untuk menjamin keamanan dan khasiat dalam penggunaannya dengan mengetahui dan menetapkan standard bahan dan penyediaannya (FHI, 2017).

Saat ini produk tumbuhan obat tradisional sudah banyak yang masuk secara meluas ke industri dan berkelanjutan. Penggunaan produk ini tidak terlepas dengan peraturan-peraturan terkait dengannya, serta sangat didukung oleh adanya penelitian yang sangat berkembang tentang obat tradisional ini. Semakin besar pasaran obat herbal dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang meningkat, hal ini mengakibatkan industri obat tradisional beralih kepada industri yang maju dan modern berpijak kepada pengembangan ekstrak (Anonim, 2013).

Di setiap negara yang menghasilkan dan menggunakan obat tradisional atau tumbuhan obat ini memiliki peraturan

yang berbeda. Badan kesehatan dunia atau WHO telah mengeluarkan panduan dan standardisasi pemanfaatan tumbuhan obat terkait dengan penelitian, pengembangan, kriteria keamanan dan manfaat serta cara pembuatan obat tradisional yang baik (GMP) yang sejak lama dilakukan dalam usaha pelaksanaan harmonisasi regulasi tentang tumbuhan obat ini (Permenkes, 2013).

8.2 Tumbuhan Obat Indonesia

Indonesia terkenal dengan keadaan alamnya yang subur dan memiliki kekayaan terbesar dengan keanekaragaman tumbuhan dan hewan. Telah menjadi budaya dari setiap suku dalam pelaksanaan pengobatan tradisionalnya yang cukup tinggi dengan penggunaan tumbuhan obat. Diperkirakan hampir 60% dari jumlah penduduk Indonesia yang mengkonsumsi jamu dengan tidak membedakan jenis kelamin, penggunaannya diseluruh daerah perkotaan atau terlebih lagi di pedesaan dan penggunaan yang hampir dari seluruh kelompok umur.

Beberapa program untuk lebih meningkatkan mutu dan pengembangan jamu dikalangan masyarakat, di Indonesia telah melaksanakan Program Saintifikasi Jamu (SJ). Program ini diatur dalam Permenkes No. 003/PER/I/2010 yang menjelaskannya dengan melaksanakan penelitian berdasarkan pada pelayanan kesehatan kepada masyarakat. Dengan ini dokter yang telah dilatih untuk melaksanakan penelitian akan memberikan ramuan jamu kepada pasien sehingga akhirnya akan didapatkan data atau *evidence based* dari penelitian ini (Permenkes, 2013).

Pelayanan Kesehatan Tradisional yang merupakan perawatan dan/atau pengobatan yang dapat diterapkan dan dipertanggungjawabkan dengan obat dan cara yang berpedomankan pada keterampilan dan pengalaman yang telah dilakukan secara turun temurun adalah sesuai dengan norma yang ada di masyarakat, diatur dalam Undang-Undang Nomor 36 tahun 2009.

Berbeda dengan pengobatan tradisional yang tenaga pelaksananya adalah tenaga kesehatan dokter dan dokter gigi

sebagai pelaksana utama dan tenaga kesehatan lainnya sebagai penunjang pelaksana utama, diperoleh melalui pendidikan terstruktur dengan kualitas, keamanan, dan efektivitas yang tinggi, dan diintegrasikan dalam fasilitas pelayanan kesehatan formal (praktek perorangan, puskesmas dan rumah sakit), dan telah berlandaskan ilmu pengetahuan biomedik, dikenal dengan Pelayanan Kesehatan Tradisional Komplementer. Salah satu metodenya adalah pelayanan kesehatan tradisional dengan menggunakan ramuan, yang dijelaskan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 103 Tahun 2014.

Hingga kini pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan obat mencakup banyak hal dan segala aspek yang berhubungan seperti penanaman dan budidaya, pengolahannya menjadi bahan yang telah dikeringkan yang belum mengalami pengolahan apapun, dan bahan baku ekstrak, penelitian dan pengembangan uji efek farmakologi, uji khasiat dan keamanan yang dilakukan secara ilmiah melalui uji praklinik dan uji klinik dengan standardisasi bahan baku dan produk jadinya (BPPT, 2017).

8.3 Legalitas dan Regulasi Tumbuhan Obat

Cara penanaman tumbuhan obat yang baik atau *Good Agriculture Practices for Medicinal Crops* adalah panduan dalam budidaya tumbuhan obat yang baik untuk menjamin mutu dan meningkatkan daya saing produk tumbuhan obat serta memberikan perlindungan kepada masyarakat terhadap aspek keamanan pangan dan kelestarian lingkungan (Permentan, 2012).

8.3.1 Pendaftaran, Pembuatan, Pengemasan dan Penandaan serta Pengedaran Tumbuhan Obat.

1. Pendaftaran Obat Tradisional

Berkaitan dengan tata laksana dan kriteria pendaftaran dari Obat Tradisional, Obat Herbal Terstandar dan Fitofarmaka, hal ini diatur dalam Peraturan Kepala Badan POM Nomor HK.00.05.41.1384 tahun 2005. Dimana di dalamnya mengatur jenis pendaftar yang dapat mendaftarkan ketiga produk tadi yaitu Obat Tradisional, Obat Herbal Terstandar

dan Fitofarmaka, mengatur tata laksana dan kategori pendaftarannya.

Kemudian terkait dengan jenis tumbuhan yang dilarang, bentuk sediaan, cara registrasi dan segala hal yang mengatur izin edar, dan yang melakukan penilaiannya, hal ini diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 007 tahun 2012 tentang Registrasi Obat Tradisional. Terbitnya peraturan ini adalah merupakan usaha pemerintah untuk melindungi masyarakat dalam mendapatkan keamanan, khasiat dan manfaat serta mutu dari obat tradisional yang beredar di pasaran.

Setelah pendaftaran obat tradisional, selanjutnya diperlukan adanya perizinan berusaha untuk pelaku usaha obat tradisional ini. Terdapat peraturan tentang bagaimana pelayanan untuk perizinan berusaha yang terintegrasi secara elektronik sektor kesehatan dan secara lengkap diatur dalam peraturan Menteri Kesehatan Nomor 26 tahun 2018. Dalam peraturan ini dijelaskan bagaimana mendapatkan jenis perizinan berusaha untuk Usaha Kecil Obat Tradisional (UKOT) dan Usaha Menengah Obat Tradisional (UMOT), beberapa persyaratan untuk mendapatkan izin serta tata cara penerbitan serta masa berlakunya izin edar.

2. Pembuatan Obat Tradisional

Tumbuhan yang dijadikan obat adalah termasuk dalam bagian obat tradisional, selain dari sumber lain yang dapat berasal dari hewan, mineral, sarian atau galenik, digunakan untuk pengobatan secara turun temurun. Dalam penyediaan tumbuhan obat yang akan dikonsumsi wajib mengikuti cara pembuatan obat tradisional yang baik (lebih dikenal dengan CPOTB), bermaksud untuk menjamin semua produk tumbuhan obat telah memenuhi syarat mutu secara terus menerus yang telah ditetapkan meliputi seluruh aspek kegiatan menurut peraturan nasional dan internasional (Anonim, 2021).

Seluruh bagian yang terlibat dalam proses CPOTB ini antara lain sanitasi termasuk hygiene perorangan, seluruh proses produksi, fasilitas bangunan, peralatan dan penanganan bahan, sistem dan peralatan sesuai kualifikasi desain, instalasi, operasional, penandaan no bets/lot, pengolahan, penyimpanan, pengemasan, pengawasan selama proses, dan produk ruahan. Juga pemenuhan sistem mutu yaitu yang pelaksanaan kebijakan mutu serta memastikan sasaran mutu terpenuhi dari semua aspek yang terlibat (Anonim, 2021).

Sebelumnya produk yang akan dibuat, terlebih dahulu ditentukan dan harus mendapatkan kebenaran atau izin baik seluruh bahan atau rinci prosedur dan formula sebelum dihasilkan serta pemasoknya untuk didaftarkan atau diregistrasi.

Obat tradisional tidak dapat dibuat oleh badan atau industri yang tidak mendapatkan izin atau kebenaran untuk memproduksinya, hanya industri dan usaha dibidang obat tradisional yang dapat membuatnya, yaitu industri obat tradisional (IOT), industri ekstrak bahan alam (IEBA), usaha kecil obat tradisional (UKOT), usaha menengah obat tradisional (UMOT), usaha jamu racikan dan usaha jamu gendong. Hal ini diatur dengan jelas pada Permenkes No.006 tahun 2012.

Proses untuk mengajukan sertifikasi cara pembuatan obat tradisional yang baik (CPOTB) Bertahap dapat dilakukan oleh UKOT (Usaha Kecil Obat Tradisional) dan UMOT (Usaha Menengah Obat Tradisional) seandainya mereka belum dapat memenuhi persyaratan CPOTB secara menyeluruh. Ada beberapa hal yang harus dipenuhi UKOT atau UMOT untuk mendapatkan sertifikasi CPOTB, yaitu dokumen administratif, berupa surat permohonan yang diajukan oleh pemohon dan syarat teknis yang lain yaitu denah susunan ruang bangunan sesuai dengan persyaratan CPOTB.

Sub Direktorat Registrasi Produk Iklan dan Obat Tradisional dan Suplemen Kesehatan, Direktorat Registrasi Obat

Tradisional, Suplemen Kesehatan dan Kosmetik telah menerapkan Tanda Tangan Elektronik (TTE) dan 2D Barcode pada surat keputusan persetujuan registrasi Obat Tradisional *Low risk* dan Registrasi Khusus Ekspor Obat Tradisional dan Suplemen Kesehatan sejak tanggal 20 November 2018. Kemudian penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada Surat Edaran No. HK.02.05.41.411.11.18.0830 tentang Penerapan TTE (Tanda Tangan Elektronik) dan 2D Barcode pada Surat Keputusan Persetujuan Registrasi Obat Tradisional *Low risk* dan Registrasi Khusus Ekspor Obat Tradisional dan Suplemen Kesehatan.

Mengenai persyaratan administrasi dokumen lain obat tradisional *Low risk* tidak melalui proses registrasi pendahuluan atau praregistrasi dan tidak dikenakan biaya praregistrasi. Adapun dokumen untuk persyaratan registrasi terdiri dari beberapa sertifikat tentang analisis bahan baku, sertifikat analisis produk jadi, hasil uji stabilitas, desain kemasan, formula dan cara pembuatan.

Beberapa tes dan validasi termasuk uji stabilitas, tindakan korektif dan pencegahan, validasi konkuren, validasi pembersihan, validasi pelaksanaan sebelum proses rutin produk yang akan dipasarkan, serta verifikasi proses yang berkelanjutan.

Hal ini dijelaskan dalam Peraturan Badan POM No. 20 Tahun 2023 tentang Pedoman Uji Farmakodinamik Praktikum Obat Tradisional, yang menggantikan PerBPOM No. 18 tahun 2021 (Anonim, 2023).

3. Pengemasan dan Penandaan Obat Tradisional

Obat tradisional merupakan obat bahan alam Indonesia yang diproduksi di Indonesia. Dimana berdasarkan cara pembuatan serta jenis klaim penggunaan dan tingkat pembuktian khasiat, obat bahan alam Indonesia dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu (1) Jamu, (2) Obat Herbal Terstandar, dan (3) Fitofarmaka (Anonim, 2004).

Masing-masing kelompok memiliki kriteria yang harus dipenuhi, seperti untuk kelompok jamu, produk harus

memiliki mutu seperti yang telah ditentukan, penggunaannya aman dan klaim khasiat pada jamu terbukti secara tradisional/ empiris. Biasanya dimulai dengan penggunaan kata "Secara tradisional digunakan untuk ...", atau seperti dengan yang ditetapkan pada pendaftaran (Anonim, 2004).

Pada golongan Obat Herbal Terstandar, selain aman penggunaannya seperti jamu, yang terpenting adalah klaim khasiatnya harus sudah dilakukan uji secara ilmiah/praklinik, serta terhadap bahan bakunya telah dilakukan standarisasi dan memenuhi syarat mutu yang berlaku (Anonim, 2004).

Kelompok terakhir fitofarmaka, untuk jenis klaim penggunaan dan tingkat pembuktiannya, sudah pada tingkat medium dan tinggi, tidak lagi pada tingkat umum dan medium seperti pada kelompok jamu dan obat herbal terstandar (Anonim, 2004).

Untuk lebih jelasnya Ketentuan Pokok Pengelompokan dan Penandaan Obat Bahan Alam Indonesia untuk jamu, obat herbal terstandar dan fitofarmaka, diatur pada Keputusan Kepala Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.00.05.4.2411 tahun 2004 (Anonim, 2004).

Sebelum diedarkan, tumbuhan obat yang telah diolah dan memenuhi semua persyaratan dapat disebut dengan jamu atau obat herbal terstandar dan fitofarmaka, harus memenuhi persyaratan tertentu dalam pengemasannya, diantaranya adalah berkaitan dengan logo yang akan digunakan.

Untuk sediaan jamu, penjelasan terkait dengan logo ini hendaklah tertulis dengan jelas tulisan "JAMU" dengan tulisan hitam, dalam lingkaran hijau terdapat gambar ranting daun yang berwarna hijau, diletakkan di atas warna lain yang kontras atau putih, seperti terlihat pada gambar 8.1. Dan peletakan logo jamu ini pada wadah adalah di bagian atas sebelah kiri.



JAMU

Gambar 8.1. Logo Jamu
(Sumber: Anonim, 2004)

Untuk Obat Herbal Terstandar, logo tulisannya juga berwarna hitam dan harus jelas, serta kontras di atas warna lain atau putih. Dalam lingkaran terdapat gambar jari-jari daun tiga pasang, juga diletakkan di wadah atau brosur di bagian atas sebelah kiri. Obat herbal terstandar logonya dapat dilihat seperti gambar di bawah ini 8.2.



OBAT HERBAL TERSTANDAR

Gambar 8.2. Logo Obat Herbal Terstandar
(Sumber: Anonim, 2004)

Dan jenis ketiga adalah logo dalam lingkaran hijau berupa jari-jari daun yang membentuk bintang, dan ada tulisan "FITOFARMAKA" yang jelas dan berwarna hitam. Seperti logo jamu dan obat herbal terstandar, logo dan tulisan "FITOFARMAKA" juga harus diletakkan atas warna lain yang kontras atau dasar putih, terletak pada wadah atau pembungkus di bagian atas kirinya. Pada gambar 8.3 adalah logo fitofarmaka.



FITOFARMAKA

Gambar 8.3. Logo Fitofarmaka
(Sumber: Anonim, 2004)

4. Pengedaran Obat Tradisional

Izin edar wajib dimiliki obat tradisional yang berada di wilayah Indonesia, yang diberikan oleh pemerintah dalam hal ini adalah Kepala Badan POM. Izin yang diberikan adalah berlaku untuk 5 tahun dan dapat diperpanjang, dimana cara atau proses pendaftarannya seperti yang telah ditetapkan selama memenuhi persyaratan (Anonim, 2012).

Perlindungan kepada masyarakat dari segala efek samping yang disebabkan akibat pemakaian obat tradisional, suplemen kesehatan, dan obat kuasi, karena tidak memenuhi persyaratan mutu, khasiat/manfaat, dan keamanan, perlu diterapkan pengawasan kepada peredaran obat tradisional, obat kuasi, dan suplemen kesehatan secara lebih khusus dan spesifik. Di Indonesia, pengawasan ini diatur dalam Peraturan Badan POM nomor 16 tahun 2023 yang menjelaskan secara rinci mengenai pengawasan peredaran obat tradisional, obat kuasi, dan suplemen kesehatan (Anonim, 2023).

Pemerintah dalam hal ini Badan POM memiliki fungsi pelaksanaan dalam menjalankan pengawasan tidak hanya dilakukan sebelum beredar, tapi juga selama obat tradisional beredar di pasaran. Pengawasan peredaran ini dapat dilakukan secara rutin atau insidental terhadap seluruh produk dan fasilitas peredaran pemegang izin edar dan selain pemegang izin. Fasilitas yang dimaksud adalah

fasilitas industri atau usaha obat tradisional pemilik izin edar (Anonim, 2023).

Pelanggaran dari segala ketentuan yang telah ditetapkan pelaku usaha dapat menerima sanksi berupa peringatan dari pemerintah, pemusnahan, penghentian sementara segala kegiatan yang berkaitan dengan produksi dan peredaran, pembatalan atau pencabutan izin (Anonim, 2023).

8.3.2 Regulasi Penggunaan Tumbuhan Obat.

Pemakaian tumbuhan obat atau herbal di Indonesia telah diatur dalam kebijakan dan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Hal ini dilakukan untuk pengembangan pemanfaatannya oleh dokter dibidang kedokteran obat herbal asli Indonesia, mendorong dan menggalakkan pemakaiannya dimasyarakat. Kebijakan ini berupa penetapan Formularium Obat Herbal Asli Indonesia atau lebih dikenal dengan FOHAL. Dokumen ini merupakan kumpulan tumbuhan obat asli Indonesia dan semua informasi tambahan yang penting (Permenkes, 2016).

Pengaturan formularium ini adalah sebagai panduan dalam memberikan pelayanan kesehatan tradisional integrasi dengan menggunakan herbal tumbuhan obat bagi tenaga kesehatan (Permenkes, 2016).

Selain itu juga pemerintah telah mengeluarkan formularium lain yaitu Formularium Ramuan Obat Tradisional Indonesia (FROTI). Karena sudah sejak dahulu masyarakat Indonesia menggunakan atau memanfaatkan ramuan obat tradisional tumbuhan, dan juga karena didasarkan pertimbangan bahwa perlu usaha untuk pemeliharaan kesehatan, pencegahan penyakit, dan perawatan kesehatan masyarakat di Indonesia (Anonim, 2017).

Pengelompokan FROTI berdasarkan jenis gangguan kesehatan, dan FROTI terdiri dari informasi jenis tumbuhan obat yang telah tumbuh di Indonesia dan telah terbukti aman jika digunakan sesuai aturan. Dan secara empiris bermanfaat untuk memelihara kesehatan. (Anonim, 2017).

Sebagai tambahan informasi adalah dilarang untuk obat tradisional jika diedarkan atau dibuat dalam bentuk sediaan tertentu seperti parenteral, supositoria kecuali digunakan untuk wasir, intravaginal dan tetes mata (Anonim, 2012).

8.3.3 Persyaratan Mutu

Dalam Sistem Pengawasan Obat dan Makanan Badan POM, mereka akan mengeskan, mencegah dan mengawasi produk obat dan makanan, keamanan dan khasiat serta mutu produk obat tradisional yang beredar di pasaran untuk melindungi keselamatan konsumen. Sistem pengawasan badan ini dilakukan sebelum dan setelah produk dipasarkan termasuk juga obat tradisional, dan dilakukan penilaian data praklinik dan klinik yang valid dan dapat dipercaya (Anonim, 2012).

Untuk menjamin terlaksananya persyaratan mutu dan keamanan terhadap produk jadi obat tradisional dan bahan bakunya, Pemerintah mengeluarkan peraturan nomor 32 tahun 2019 tentang Persyaratan Keamanan dan Mutu Obat Tradisional yang wajib dilakukan para pelaku usaha untuk menjamin keamanan dan keselamatan konsumen.

Parameter persyaratan mutu dan keamanan semua obat tradisional diatur dalam *Materia Medika Indonesia* atau *Farmakope Indonesia*, atau dapat juga dengan melihat kepada farmakope negara lain atau data ilmiah yang telah diakui dan sah seandainya belum diterangkan dalam *Farmakope Indonesia* (Anonim, 2019).

Pemenuhan persyaratan mutu dan keamanan terhadap segala produk jadi obat tradisional dan bahan baku dijelaskan dalam peraturan, harus mengikuti parameter uji yang ditentukan dan hasilnya dibuktikan dengan pengujian yang telah dilakukan di laboratorium internal industri atau usaha obat tradisional terakreditasi dan/atau laboratorium lain yang telah memenuhi persyaratan yang dibenarkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (Anonim, 2019).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2023. Peraturan BPOM Nomor 20 tahun 2023. *Pedoman Uji Farmakodinamik Praklinik Obat Tradisional*. Badan Pengawas Obat Dan Makanan.
- Anonim. 2023. Peraturan BPOM Nomor 16 tahun 2023. *Pengawasan Peredaran Obat Tradisional, Obat Kuasi, dan Suplemen Kesehatan*. Badan Pengawas Obat Dan Makanan.
- Anonim. 2021. Peraturan BPOM Nomor 25 tahun 2021. *Penerapan Cara Pembuatan Obat Tradisional Yang Baik*. Badan Pengawas Obat Dan Makanan.
- Anonim. 2019. Peraturan BPOM Nomor 32 tahun 2019. *Persyaratan Keamanan dan Mutu Obat Tradisional*. Badan Pengawas Obat Dan Makanan.
- Anonim. 2018. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 26 tahun 2018. *Pelayanan Perizinan Berusaha Terintegrasi Secara Elektronik Sektor Kesehatan*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Anonim. 2017. *Outlook Teknologi Kesehatan Teknologi Untuk Industri Bahan Baku dan Obat Herbal Proyeksi 2035*. Edisi 2017. Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi. BPPT Press.
- Anonim. 2017. *Farmakope Herbal Indonesia*. Edisi II. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Anonim. 2017. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor Hk.01.07/Menkes/187/2017 tanggal 10 April 2017. *Formularium Ramuan Obat Tradisional Indonesia (FROTI)*.
- Anonim. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 6 tahun 2016. *Formularium Obat Herbal Asli Indonesia (FOHAI)*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Anonim. 2013. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 88 tahun 2013. *Rencana Induk Pengembangan Bahan Baku Obat Tradisional*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

- Anonim. 2012. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 007 tahun 2012. *Registrasi Obat Tradisional*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Anonim. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 006 tahun 2012. *Industri dan Usaha Obat Tradisional*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Anonim. 2012. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 57/Permentan/Ot.140/9/2012. *Pedoman Budidaya Tanaman Obat Yang Baik (Good Agriculture Practices for Medicinal Crops)*. Menteri Pertanian Republik Indonesia.
- Anonim. 2007. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 381/Menkes/SK/III/2007 tanggal 27 Maret 2007. *Kebijakan Obat Tradisional Nasional*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Anonim. 2004. Keputusan Kepala Badan POM Nomor Hk. 00.05.4.2411 tanggal 17 Mei 2004. *Pengelompokan dan Penandaan Obat Bahan Alam Indonesia*. Badan Pengawas Obat Dan Makanan.

BAB 9

TUMBUHAN OBAT TRADISIONAL

Oleh Rury Trisa Utami

9.1 Pendahuluan

Indonesia merupakan bangsa yang bercirikan kekayaan tradisi budaya. Pengamatan ini menunjukkan bahwa penduduk Indonesia telah memiliki pengetahuan sains yang berakar pada praktek sehari-hari sejak zaman kuno. Tubuh pengetahuan ini mencakup berbagai disiplin ilmu seperti astrologi, arsitektur, pengobatan tradisional, sastra, dan banyak lagi. Sebelum didokumentasikan dalam teks-teks kuno, kumpulan pengetahuan ini ditransmisikan secara lisan selama beberapa generasi (Kar, 2009).

Menurut Djojosingito (1985), masyarakat tradisional mengklasifikasikan pengobatan tradisional menjadi dua kategori yang berbeda: obat tradisional/herbal dan obat tradisional. Pengobatan tradisional mengacu pada suatu bentuk praktik pengobatan yang telah diwariskan dan dilakukan secara turun-temurun. Ini digunakan oleh individu untuk mengobati berbagai penyakit dan berasal dari sumber alami. Jenis obat ini mencakup beragam pendekatan terapeutik dan biasanya diberikan secara oral. Pengamatan ini menunjukkan bahwa penduduk Indonesia telah memiliki pengetahuan sains yang diperoleh dari pengalaman praktis sejak zaman kuno. Tubuh pengetahuan ini mencakup berbagai disiplin ilmu seperti astrologi, arsitektur, pengobatan tradisional, sastra, dan banyak bidang lainnya. Sebelum didokumentasikan dalam teks-teks kuno, kumpulan pengetahuan ini ditransmisikan melalui tradisi lisan selama beberapa generasi.

Sesuai dengan Undang-Undang Kesehatan Rhode Island nomor 23 tahun 1992, tentang Sediaan Kesehatan dan Farmasi. Perundang-undangan ini meliputi obat-obatan, yang mengacu pada bahan yang dikategorikan sebagai obat, senyawa medis,

obat tradisional, dan kosmetik. Perundang-undangan ini juga menggambarkan ekstrak atau interpretasi semantik dari bahan farmasi sebagai konstituen atau penggabungan yang digunakan untuk tujuan diagnosis, pencegahan, mitigasi, pemberantasan, atau penyembuhan penyakit, kecelakaan, disfungsi fisiologis dan psikologis baik pada manusia maupun hewan, serta meningkatkan daya tarik estetika fisik manusia atau komponen penyusunnya.

9.2 Tumbuhan Obat

Obat tradisional adalah sediaan yang secara tradisional digunakan untuk keperluan pengobatan, yang terdiri dari bahan nabati, bahan hewani, bahan mineral, dan sediaan yang diramu dari berbagai bahan penyusunnya (Astuti, 2000). Hal ini sejalan dengan ketentuan yang tertuang dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 246/Menkes/Per/V/1990 yang mewajibkan diterbitkannya izin usaha obat tradisional dan proses pendaftaran obat tradisional. Kemajuan selanjutnya dari pengobatan konvensional sebagian besar terwujud dalam pemanfaatan formulasi yang berasal dari tumbuhan, yang biasa disebut sebagai obat herbal. Ada tiga kategori obat herbal yang berbeda, termasuk Jamu, jamu, dan fitofarmaka. Pengobatan tradisional merupakan warisan turun-temurun yang diwariskan oleh nenek moyang kita, yang telah digunakan selama beberapa generasi untuk mencegah, mengurangi, memberantas, atau mengobati penyakit, cedera, dan gangguan psikologis baik pada manusia maupun hewan.

Pemahaman mendasar tentang pengobatan tradisional dan evolusinya terdiri dari tiga disiplin ilmu esensial, yang berfungsi sebagai komponen integral dari kedokteran yang dapat dibuktikan melalui sarana Subyek yang menarik berkaitan dengan ilmiah atau medis adalah

1. Farmakognosi adalah bidang akademik termasuk pemahaman menyeluruh tentang zat obat yang berasal dari alam, seperti tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme.
2. Kimia obat mencakup beragam keahlian khusus. yang komprehensif yang melampaui bidang obat-obatan yang

- disintesis, mencakup berbagai aspek lainnya juga. Desain, selain memiliki nilai estetika, berpotensi menjadi landasan kemajuan pengobatan tradisional
3. Farmakologi adalah disiplin ilmu yang menyelidiki efek fisiologis dan biokimia obat pada organisme hidup. Tumbuhan alami dapat memenuhi fungsi penting dalam pengobatan kontemporer, khususnya dalam pendekatan terapeutik yang baru muncul, khususnya (Hidayat and Flora, 2008):
 - a. Berfungsi sebagai obat alami yang sangat mujarab
 - b. Hadirkan bahan kimia matriks yang menghasilkan molekul terapeutik dengan pengurangan toksisitas dan peningkatan kemanjuran.
 - c. Investigasi prototipe bioaktif untuk pengembangan obat-obatan sintetik baru dengan kemanjuran yang ditingkatkan dan hasil terapi yang lebih baik.
 - d. Memodifikasi konstituen alami inert menggunakan pendekatan biologis dan kimiawi untuk meningkatkan sifat farmakologisnya sebagai agen terapeutik.

Setelah memperoleh pengetahuan tentang komponen aktif yang ada dalam jamu, kemajuan selanjutnya dapat dikategorikan menjadi dua divisi yang berbeda, yaitu:

Kemajuan farmasi kontemporer Tujuannya adalah untuk menciptakan formulasi obat tradisional yang memiliki kadar senyawa aktif yang tinggi, di atas ambang batas 2%, untuk memudahkan proses ekstraksi dan pemurnian. Isolat murni yang disebutkan di atas siap untuk dikembangkan menjadi obat-obatan kontemporer, yang dapat dengan mudah diresepkan oleh profesional medis, menawarkan kemanjuran yang sebanding dengan komponen aktif yang ditemukan dalam formulasi obat saat ini (Parwata, 2016). Konsentrasi tinggi senyawa aktif yang ditemukan dalam tanaman obat harus dianggap sebagai reservoir komponen obat atau zat prekursor yang berharga untuk tujuan medis.

Isolasi komponen aktif kecil (<1%) dalam obat-obatan herbal menimbulkan tantangan yang signifikan dalam hal

perkembangannya. Dalam skenario khusus ini, berbagai konstituen kimia akan hadir, memungkinkan diskusi tentang ekstrak standar yang berasal dari tanaman obat, yang biasa disebut sebagai campuran galenik. Dalam konteks khusus ini, standardisasi dapat digunakan di berbagai tahap, dimulai dengan bahan terapeutik dan meluas ke sediaan pelindung tanaman. Ekstrak standar, yang merupakan kombinasi dari banyak komponen atau bahan aktif, atau formulasi perlindungan tanaman yang mencakup ekstrak standar dengan khasiat yang terbukti (Kardinan, 2003).

Pemanfaatan obat herbal tradisional seperti JAMU, OHT, dan FITOFARMAKA dikaitkan dengan kualitas, keamanan, dan khasiat terapeutik yang tinggi (Parwata, 2016).

Obat tradisional mengacu pada bentuk obat yang telah mengalami modifikasi tradisional dan telah diwariskan dari generasi ke generasi. Itu berakar pada resep leluhur, adat istiadat setempat, kepercayaan, kebiasaan, serta pengetahuan dan tradisi okultisme. Berdasarkan penyelidikan ilmiah baru-baru ini, telah ditentukan bahwa pengobatan tradisional memberikan keuntungan penting baik dari segi kesejahteraan fisik maupun efisiensi waktu. Pemanfaatan produk ini sangat luas karena aksesibilitasnya yang tinggi ke populasi yang lebih luas, meliputi keterjangkauan dan ketersediaan yang meluas. Pemanfaatan obat tradisional telah mendapatkan popularitas yang signifikan karena efek samping yang dianggap terbatas, sebagaimana dibuktikan oleh berbagai penelitian, dikaitkan dengan kompatibilitasnya dengan sistem pencernaan manusia.



Gambar 9.1. Simplisia Obat Tradisional

Obat tradisional adalah pemanfaatan bahan baku tumbuhan, bahan hewani, bahan mineral, bahan organik olahan, atau kombinasinya, yang secara historis telah digunakan berdasarkan pengetahuan pengalaman, untuk tujuan pengobatan. Sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 246/Menkes/Per/V/1990, yang mensyaratkan penerbitan izin usaha perdagangan obat tradisional dan proses pendaftaran obat tradisional, maka pedoman yang ditetapkan harus dipatuhi. Kemajuan selanjutnya dari praktek pengobatan konvensional, khususnya dalam konteks ramuan yang berasal dari tumbuhan, biasa disebut jamu, yang menunjukkan varian obat alami Indonesia. Obat herbal Indonesia yang sering dikenal dengan obat bahan alam merupakan obat tradisional yang diproduksi di Indonesia dan bersumber dari bahan herbal asli yang terdapat di lingkungan alam negara. Berbagai jenis obat tradisional tersedia secara komersial dalam bentuk kapsul, serbuk, cairan, simplisia, dan tablet, seperti ilustrasi di bawah ini.



Gambar 9.2. Simplisia Tablet



Gambar 9.3. Simplisia dalam bentuk Cair

9.3 Traditional Medicine

Sektor Traditional Medicine (IOT) meliputi produksi obat tradisional, yang memiliki nilai pasar signifikan melebihi Rp 600.000.000 (enam ratus juta rupiah), tidak termasuk biaya yang terkait dengan tanah dan infrastruktur. Proses pembuatan jamu melibatkan formulasi dan modifikasi obat tradisional, biasanya dalam bentuk bubuk halus, ekstrak cair, royal jelly, tapel, atau parem. Kegiatan ini dilakukan dalam skala kecil dan produknya dipasarkan di lokasi unmarked atau unlabeled.

Obat Tradisional Lisensi adalah obat tradisional yang diproduksi oleh praktisi pengobatan tradisional dari negara lain yang telah memperoleh izin legal yang diperlukan untuk membuat dan mendistribusikan obat tersebut, dengan izin yang jelas dari perusahaan yang bersangkutan. Otorisasi ini diberikan sehubungan dengan penggunaan merek dagang dan nama dagang perusahaan.

Pilis mengacu pada zat obat konvensional yang sering ditemukan dalam bentuk padat atau pasta dan diberikan secara topikal ke daerah frontal tengkorak. Parem adalah bahan obat konvensional yang biasanya dibuat sebagai pasta atau bubur padat, yang dimaksudkan untuk dioleskan ke anggota badan, lengan, atau bagian tubuh lainnya.

Tapel adalah bahan obat konvensional yang biasanya diberikan dalam bentuk pasta atau bubur. Ini digunakan secara topikal dengan memijatnya dengan lembut di daerah perut. Sediaan galenik mengacu pada ekstrak atau kombinasi yang dihasilkan dari tumbuhan atau hewan. Aditif adalah senyawa tambahan yang dimasukkan ke dalam obat konvensional dengan tujuan meningkatkan kualitasnya secara keseluruhan. Zat-zat ini memiliki berbagai fungsi seperti pengawetan, peningkatan warna, retensi rasa dan aroma, serta stabilisasi warna, rasa, bau, atau konsistensi.

Peningkatan berkelanjutan dan kemajuan Pelestarian & Pengembangan Obat Tradisional sebagai Warisan Budaya Nasional (ETNOMEDISINE) dicapai dengan eksplorasi sistematis, penelitian yang ketat, pengujian yang cermat, dan pengembangan progresif, di samping mengejar penemuan obat. Ini juga mencakup budidaya tanaman obat tradisional secara bertanggung jawab, memastikan khasiat dan relevansi medisnya. Dalam hal ini, sangat penting untuk mempertimbangkan lima aspek utama, yaitu:

1. Etnomedisin
2. Agroindustri yang berkaitan dengan tanaman obat
3. Kemajuan dan teknologi ilmiah farmasi dan medis
4. Kajian ini berfokus pada inovasi teknologi kimia dan proses

5. dalam pengembangan dan pengawasan pembuatan atau pemasaran bahan dan obat tradisional.

9.4 Ethnomedicine

Pelestarian etnomedisin leluhur memerlukan pengembangan sistematis, penyelidikan ilmiah, dan dokumentasi yang komprehensif untuk mencegah potensi kepunahan atau kehilangannya. Etnografi berfungsi sebagai titik referensi.

1. Amalan Cabe Puyang telah diwariskan kepada kita oleh para pendahulu kita.
2. Ayurveda, sistem pengobatan kuno yang berasal dari anak benua India, juga merupakan bagian dari warisan medis kita.
3. Usada Bali, sebuah sistem penyembuhan tradisional khusus pulau Bali, merupakan komponen lain yang berharga dari tradisi pengobatan kita.
4. Atlas Tumbuhan Obat Indonesia (Dalimarta) berfungsi sebagai referensi lengkap tentang keanekaragaman tumbuhan obat yang terdapat di Indonesia (Dalimartha, 2000).
5. Tanaman Obat Indonesia (Hembing) adalah publikasi terkemuka yang memberikan wawasan tentang berbagai tanaman obat asli Indonesia.
6. Tumbuhan Berguna Indonesia (Heyne) adalah karya ilmiah yang secara ekstensif mendokumentasikan aplikasi praktis tumbuhan dalam konteks Indonesia.

Pengobatan alternatif adalah istilah yang sering digunakan untuk menggambarkan pengobatan tradisional. Sesuai dengan klasifikasi yang diberikan oleh World Health Organization (WHO), beberapa bentuk pengobatan tradisional dapat dibedakan berdasarkan metodologinya masing-masing. Perbedaan yang disebutkan di atas umumnya dipahami dan ditafsirkan dalam konteks intervensi terapeutik, yang secara khusus disebut sebagai perawatan "berbasis kendaraan". Studi tentang spiritualitas dan metafisika dalam kaitannya dengan

okultisme, serta eksplorasi ramuan dan campuran penyembuhan. Pendekatan terapeutik kedua melibatkan pemanfaatan intervensi farmakologis, khususnya pengobatan herbal.

Pengobatan alternatif adalah pendekatan terapeutik yang sering dilakukan individu dalam kasus di mana pengobatan konvensional gagal mengatasi semua kondisi kesehatan. Buku 'Spiritual Healing' menegaskan bahwa hanya 20% gangguan, seperti yang diidentifikasi oleh kedokteran kontemporer, dapat menerima pengobatan, sedangkan mayoritas yang tersisa menghindari intervensi terapeutik. Bidang kedokteran diakui secara luas, sehingga mendorong kebangkitan pengobatan alternatif sebagai pilihan yang layak mengingat pencarian berkelanjutan umat manusia untuk modalitas penyembuhan yang efektif.

Macam-macam klasifikasi obat tradisional Menurut Pengobatan Tradisional Bali, unsur obat atau obat yang diperoleh dari tumbuh-tumbuhan (Taru Premana) dapat dikategorikan menjadi tiga kelas yang berbeda.

1. Suhu tinggi

Subjek bahasannya adalah Dumelada, secara khusus menitikberatkan pada mediumnya.

2. Suhu rendah.

Tumbuhan yang memperlihatkan bunga berwarna putih, kuning, atau hijau dikategorikan sebagai tumbuhan termofilik. Bunga yang menunjukkan pigmentasi merah atau biru dikategorikan sebagai tanaman "dingin", sedangkan bunga yang mengalami perubahan warna bunga digolongkan sebagai tanaman "hemat sedang". Berdasarkan persepsi indera terhadap obat, rasa manis asam menunjukkan klasifikasinya sebagai obat panas, sedangkan rasa pahit dan pedas termasuk dalam kategori jamu. Obat cair oral dengan rasa pahit menunjukkan kemanjuran dalam pengobatan mulas dan ketidaknyamanan perut karena kemampuannya untuk menurunkan suhu tubuh akibat mulas. Tumbuhan tertentu memiliki ketiga karakteristik berbeda ini: akar (yang dapat diklasifikasikan sebagai

dingin), kulit kayu (yang termasuk dalam kisaran sedang), dan daun (yang dianggap panas).

Tumbuhan yang berbunga putih, kuning, atau hijau termasuk dalam kategori tumbuhan yang menunjukkan sifat hangat. mekar yang menunjukkan pigmentasi merah atau biru dikategorikan sebagai tanaman dengan preferensi untuk kondisi lingkungan yang lebih dingin, sedangkan mekar dengan beragam warna digolongkan sebagai tanaman dengan toleransi sedang terhadap berbagai kondisi iklim. Berdasarkan persepsi indrawi aroma obat, profil rasa manis atau asam menunjukkan klasifikasi dalam kelompok tanaman panas, sedangkan profil rasa pahit, pedas, dan sepat menunjukkan klasifikasi dalam kelompok tanaman dingin. Pemanfaatan obat minuman pahit, obat herbal cair, terbukti sangat bermanfaat dalam pengobatan suhu tubuh tinggi dan perut tidak nyaman. Khasiat ini dapat dikaitkan dengan kemampuannya untuk secara efektif menurunkan suhu tubuh dengan menangkal panas yang ada di dalam perut. Tumbuhan tertentu memiliki tiga karakteristik berbeda: akar (dingin), kulit kayu (tengah), dan daun (panas). Spesimen botani yang dimaksud adalah spesies yang dikenal sebagai kepuh.

Kementerian Kesehatan di Indonesia, bersama dengan instansi terkait, secara aktif mempromosikan pembangunan berkelanjutan di bidang kesehatan. Hal ini mencakup fokus pada pengembangan dan pemanfaatan obat tradisional dan bahan alam Indonesia secara tepat, dengan tujuan agar dapat digunakan secara efektif dan tepat oleh masyarakat. Hal-hal tersebut di atas menjadi dasar penyusunan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 246/Menkes/Per/V/1990 tentang Pemberian Izin Usaha Obat Tradisional dan Pendaftaran Obat Tradisional yang dituangkan dalam Keputusan Menteri. Keputusan Menteri Kesehatan tentang obat tradisional. Republik Indonesia mengeluarkan surat keputusan No. 760/MENKES/PER/IX/1992 tentang Phytofarma. Selain itu jaminan terhadap obat tradisional dijamin dengan Undang-Undang RI No. 23 Tahun 1992. Peraturan tersebut dikonsolidasikan dalam Keputusan

Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No. :HK.00.05.4- 2411, tanggal 17 Mei 2004. Keputusan khusus ini menetapkan peraturan dasar untuk klasifikasi dan penandaan obat bahan alam Indonesia. Menurut penetapan Kepala Badan POM, obat bahan alam Indonesia adalah obat bahan alam yang diproduksi di dalam batas wilayah Indonesia. Selanjutnya, sesuai arahan yang dikeluarkan oleh Kepala Badan POM, obat bahan alam Indonesia dikelompokkan berdasarkan cara pembuatan, kebutuhan pemakaian, dan tingkat khasiat. Kategori tersebut meliputi: (1) Jamu; (2) obat herbal terstandar; (3) Tumbuhan obat.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, I.P. 2000. *Traditional Plant Usage in Four Villages of Bali Aga, Tenganan, Sepang, Tigawasa, and Sembiran, Bali, Indonesia*. John D. and Catherine T. MacArthur Foundation.
- Dalimartha, S. 2000. *Atlas tumbuhan obat Indonesia*. Niaga Swadaya.
- Hidayat, S. and Flora, T. 2008. 'Khasiat Herbal', *Gramedia: Jakarta* [Preprint].
- Kar, A. 2009. 'Farmakognosi dan Farmakobioteknologi (Vol. 1)', *EGC, Jakarta* [Preprint].
- pA, I.A. 2003. *Budi Daya Tanaman Obat Secara Organik*. AgroMedia.
- Parwata, I. 2016. 'Obat tradisional', *Laboratorium Kimia Organik Fakultas Matematika dan IPA Universitas Udayana. Bali* [Preprint].

BAB 10

POTENSI TUMBUHAN OBAT BARU

Oleh Diani Mega Sari

10.1 Pendahuluan

Potensi tumbuhan obat baru adalah topik yang penting dalam bidang ilmu farmasi, botani, dan pengembangan obat. Tumbuhan obat telah digunakan selama ribuan tahun dalam berbagai budaya sebagai sumber pengobatan alami. Khasiat tumbuhan obat ini seringkali terkandung dalam senyawa-senyawa alami yang dapat membantu dalam pengobatan berbagai penyakit dan kondisi kesehatan (Akter S et al., 2020).

Kandungan bahan alami tersebut meliputi alkaloida, glikosida, antibiotika, minyak atsiri, mineral, dan lain-lain, sehingga perlu dipelajari efek-efek farmakologinya. Efek tersebut dapat dikelompokkan menjadi obat-obat yang berpengaruh pada sistem syaraf pusat, jantung dan pembuluh darah, paru-paru, saluran pencernaan, ginjal, organ reproduktif, kulit, dan membran mukosa. Selain itu juga ada obat-obatan yang termasuk dalam hormon, vitamin, obat yang bersifat kemoterapeutik yang digunakan untuk penyakit infeksi dan penyakit ganas (Cook, Thurston, Melville, 2009).

10.2 Obat-Obatan yang Berasal Dari Hewan

Jumlah produk-produk pengobatan yang berasal dari hewan sangat terbatas. Sebagai contoh: protozoa, porifera, coelenterata, mollusca. Pada golongan cacing, meliputi platyhelminthes, nematoda, annelida.

1. Protozoa

Protozoa di antaranya Plasmodium, Trypanosoma, Entamoeba, Provozentrum, dan Dinophysis menghasilkan toksin politer yang menyebabkan keracunan pada kerang-kerangan.

2. Porifera

Porifera menghasilkan metabolit seperti bromofenol yang bersifat antibakteria, peroksidasilik dan peroksiketal bersifat antimikroba, racun pada ikan, dan sitotoksik. Sesquiterpena yang mengalami modifikasi berkhasiat sebagai antimalaria, antifungi, antibakteri, dan antikanker. Spikulakarang yang mengandung silika biasa ditemukan dalam sampel agar atau kiselguhr.

3. Coelenterata

Coelenterata: ubur-ubur, anemone, dan coral. Coral yang lunak, seperti *Plexaura homomalla* kaya akan prostaglandin A2 dan *Sarcophyton glaucum* mengandung diterpenoida yang disebut sarcofitol A & B. Sarcofitol tadi dapat menghambat pertumbuhan tumor.

Annelida: Filum Annelida contohnya *Lumbriconeris heteropoda* yang menghasilkan suatu zatereitoksin yang bersifat sebagai neurotoksik. Cacing ini hidup di Jepang.

Ordo Coleoptera: *Cantharis* dan *Mylabris* merupakan genus yang termasuk dalam ordo ini menghasilkan derivat cantharidin. *Vesicatoria* dalam pengobatan barat digunakan untuk membentuk plester, colodion, dan obat gosok. *Mylabris phalerat* digunakan dalam pengobatan tradisional Cina untuk pengobatan kanker.

Ordo Lepidoptera: Ordo Lepidoptera memiliki anggota kupu-kupu dan ngengat. Beberapa ngengat menghasilkan sutera yang digunakan secara tradisional di dalam membentuk sutera berminyak.

Ordo Hymenoptera: Hewan yang termasuk ordo Hymenoptera di antaranya semut, tawon madu dan tawon penyengat. *Apis mellifica* menghasilkan madu, malam, royal jelly, dan propolis.

Ordo Diptera: Hewan yang termasuk dalam ordo Diptera contohnya lalat. Lalat digunakan untuk pengobatan luka yang sudah resisten terhadap *Staphylococcus aureus*.

Larva *Lucilia sericata* yang steril digunakan untuk pengobatan.

4. Mollusca

Filum Mollusca ada tiga kelas, meliputi Gastropoda, Lamellibranchia, dan Cephalopoda, Gastropoda meliputi siput, siput telanjang, dan limpet. Beberapa keong menjadi vektor untuk cacing *Schistosoma*. Lamellibranchia, meliputi remis, tiram dan kerang penjepit. Cephalopoda meliputi cumi-cumi, gurita, dan ikan sotong. Tulang punggu dari cumi-cumi telah digunakan untuk antasida dan pasta gigi.

Kelas Arachnida: Kelas Arachnida meliputi laba-laba, kalajengking, dan rayap. Ordo Arachnida biasanya menyebabkan alergi pada manusia.

Chordata: Filum Chordata terdiri dari hewan yang memiliki tulang belakang. Chordata terdiri dari kelompok ikan dan tetrapoda.

Kelas Osteichthyes: Kelas Osteichthyes (ikan bertulang), contohnya Ikan Cod dan halibut sebagai sumber minyak ikan yang banyak mengandung vitamin A dan D. Famili dan spesies yang penting dari Kelas Osteichthyes sebagai berikut:

- a. Carangidae, contohnya Ikan Jack dan Ikan Porpanos.
- b. Salmionidae, contonya: Belut, Salmon, Tuna menghasilkan minyak badan yang kaya omega 3.
- c. Clupeidae contohnva lkan Herring
- d. Scombridae, contohnya mackerel dan tuna
Ammodytidae, contohnya belut tanah.
- e. Salmonidae, contohnya ikan trout dan salmon, Carangidae sampai Salmonidae, tubuhnya menghasilkan asam lemak dan omega 3.

Kelas Amphibia: Kulit kodok yang dikeringkan mengandung suatu zat yang bersifat kardioaktif digunakan untuk pengobatan jantung.

Kelas Reptilia: Buaya, ular dan kadal. Bisa ular produk yang penting dalam pengobatan.

Kelas Mamalia: Mamalia merupakan hewan berdarah panas yang menyusui pada waktu muda. Plasenta dari mamalia, kelelawar, tikus, karnivora, Paus, Primata dasat digunakan untuk pengobatan. Ikan Paus menghasilkan lilin yang disebut spermaceti, tetapi sekarang produk in ilegal. Produk-produk farmasi termasuk minyak bulu domba, lemak bulu babi, gelatin, zat kelenjar rusa jantan, lernak sapi dan domba, katup jantung dari babi, hormon, insulin, vaksin dan serum, itu semua merupakan produk-produk hewan yang berguna untuk kefarmasian.

10.3 Obat-Obatan yang Berpengaruh Pada Susunan Saraf Pusat

Susunan syaraf di dalam tubuh dibagi menjadi 2 kelompok, meliputi: sistem susunan syaraf pusat dan sistem susunan syaraf otonom. Kedua susunan syaraf itu mengatur berbagai aktivitas tubuh baik disadari maupun yang terjadi secara regular. Hubungan obat yang berpengaruh terhadap susunan syaraf pusat beberapa juga berpengaruh terhadap susunan syaraf otonom. Dengan demikian obat yang bersifat vasokonstriksi atau vasodilatasi dapat berpengaruh terhadap sirkulasi darah dan sistem pernapasan.

1. Susunan Syaraf Sentral

Susunan syaraf sentral meliputi serebrum, serebelum, medulla oblongata dan sumsum tulang belakang. Sistem syaraf ini mengoordinasi aktivitas otot sadar dan beberapa diantaranya manunjukkan interaksi dengan sistem otonom bersama-sama. Obat-obat yang termasuk di dalam obat sistem syaraf ini dikelompokkan secara luas tergantung pada efek stimulan atau depresan yang selanjutnya berhubungan dengan antikonvulsan dan aktivitas farmakologi psikis. Beberapa obat alami yang berguna untuk mempengaruhi sistem syaraf pusat sebagai berikut:

- a. Asam Lisergat Dietilamine
Efek yang ditimbulkan yaitu halusinogenik. Obat ini didapat dari sintesis sebagian alkaloida ergot atau melalui kultur buatan

- b. Mescaline
Efek yang ditimbulkan yaitu halusinogenik. Mescaline di dapatkan dari kaktus peyote.
- c. Cannabis
Efek yang ditimbulkan yaitu halusinogenik. Zat aktif yang dikandung dalam resin Cannabis Sativa.
- d. Ginkgo Biloba
Berfungsi untuk memperbaiki memori yang pendek
- e. Galanthamine
Mengandung alkaloida yang terdapat pada Amaryllidaceae untuk mengobati Alzheimer
- f. Cocaine
Berfungsi untuk menstimulasi aktivitas mental. Terkandung di dalam *Erythroxylum coca*.
- g. St John's Wort
Efek yang ditimbulkan yaitu anti depresi yang mungkin merugikan karena banyak berinteraksi dengan beberapa obat yang lain.
- h. Reserpine
Memiliki aktivitas menekan mental. Digunakan untuk mengobati anak-anak, di dapat dari *Rauwolfia* spp.
- i. Morfin
Obat ini efektif digunakan untuk menghilangkan berbagai rasa sakit, menekan batuk, dan pusat pernapasan.
- j. Codein
Senyawa ini dibandingkan dengan dengan morfin kurang aktif tetapi lebih aman untuk menghilangkan rasa sakit yang lemah atau menekan batuk.

10.4 Obat Jantung dan Peredaran Darah

Kematian manusia yang terjadi di negara-negara maju disebabkan oleh penyakit jantung koroner dan pembuluh darah. Riset-riset intensif di negara maju tidak hanya dicurahkan untuk pengobatan tetapi juga untuk pencegahan yang akan menaikkan kesadaran manusia akan pentingnya hidup yang lebih sehat melalui diet, olahraga dan makanan-makanan suplemen.

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kompleksnya peraturan pengobatan jantung yang memiliki aktivitas kardiovaskuler tidak berpengaruh langsung pada katup jantungnya, maka obat-obat anti arhythmia, antihipertensi, antihiperlipidemi, vasokonstriktor, vasodilatator, antikoagulan darah, aktivitas penggumpalan korpuskula darah juga harus diperhitungkan di dalam pengobatan jantung. Penelitian-penelitian tentang bahan alami yang berpengaruh terhadap pengobatan jantung itu juga akan menuntun penemuan obat-obat baru yang dapat dibuat secara semi sintetis.

1. Glikosida Jantung

Sejumlah tumbuhan atau tumbuhan yang tersebar di dalam dunia tumbuhan dipertimbangkan mengandung glikosida steroid dengan jumlah karbon 23 atau 24 yang dapat memperlambat atau memperkuat kerusakan jantung. Pengobatan barat menganggap beberapa spesies *Digitalis* sudah banyak digunakan. Efek farmakologi dari glikosida yang bersifat kardioaktif tergantung pada gugus aglikon dan gulanya.

Aktivitas glikosida itu berada pada gugus aglikonnya, tetapi gula menyebabkan senyawa perusak lebih larut dan menaikkan kekuatan menempel glikosida tersebut pada otot jantung. Aktivitas glikosida *Digitalis* secara keseluruhan itu menimbulkan efek yang berbeda dan aksi yang pasti pada otot jantung berhubungan dengan pandangan fisiologi otot jantung yang masih diperhatikan dalam penelitian.

Digitalis memiliki peluang untuk menjadi kompetitor dengan Ion Kalium (K) yang menjadi reseptor enzim ATPase di dalam membran sel penyusun otot jantung, dan khususnya selama terifadi depolarisasi otot, terjadi pemasukin ion natrum (Na^+). Efek klinis dalam kasus ini terjadi kegagalan penyumbatan jantung disebabkan oleh naiknya kekuatan kontraksi otot jantung yang mengakibatkan pengosongan ventrikel, sehingga depresi penghantaran berkas HIS, dan waktu penghantaran arterioventrikular itu naik dan memperluas interval P- L.

Kenaikan efek vagus dari glikosida Digitalis juga digunakan untuk mengontrol ritme jantung supraventricular.

Efek diuretika dari Digitalis penting untuk pengobatan edema (bengkak berair) yang muncul dari efek perbaikan sirkulasi. Pemberian diuretika pada kegagalan jantung menjadi lebih penting, dan beberapa kasus digunakan untuk pengobatan digitalis. Obat-obat yang sejenis dengan digitalis dengan pengobatan jantung meliputi Strophanthus, Convalaria, Nerium, Thevetia, dan Erysimum.

2. Obat Antiarrhythmia

Glikosida Jantung yang disebutkan di atas tadi dapat digunakan untuk mengontrol arhythmia jantung supraventrikular. Sejumlah obat lain seperti alkaloida quinidin yang didapat dari kulit batang kina memiliki aktivitas arhythmia supraventricular dan ventricular. Quinidin dalam beberapa farmakope digunakan dalam bentuk garam quinidin untuk mencegah disarhythmia paroksismal yang berulang seperti fibrilasiatrial atau meredakan gejala jantung berdebar.

3. Obat Antihipertensi

Tindakan pengontrolan hipertensi penting dalam pengelolaan kerusakan pembuluh jantung. Hipertensi primer berbeda dari yang lain karena biasanya memerlukan tindakan rumah sakit. 99% kasus mulai kondisi yang ringan dengan gejala kadang-kadang terjadi kenaikan tekanan darah maupun pengurangan tekanan darah. Tumbuhan yang digunakan untuk menurunkan tekanan darah seperti Rauwolfia memiliki kandungan utama reserpine digunakan bersama-sama dengan ekstrak veratrum dikenal dalam pengobatan allopatis di awal tahun 1950.

Sejumlah tumbuhan yang digunakan oleh praktisi herbal di barat, termasuk benalu, Crataegus, Yarrow, Tilia, dan Fagopyrum. Sejumlah besar obat herbal yang digunakan untuk mengobati berbagai kondisi juga menunjukkan aktivitas antihipertensi. Piper betle, Jasminum sambu,

Cardiospermum halicacabum, dan *Tribulus terrestris* digunakan untuk pengobatan hipertensi menunjukkan adanya kandungan enzim penghambat yang mengubah angiotensin yang tinggi.

10.5 Obat-Obat yang Bermanfaat Bagi Saluran Cerna

Saluran cerna dibagi menjadi 3 bagian: atas, tengah, dan bawah. Bagian atas terdiri dari mulut, lambung dan usus 12 jari. Bagian tengah meliputi setengah dari usus 12 jari dan spincter ileocolik, sedang bagian bawah mencakup caecum, colon, dan rectum. Bagian atas dan bagian yang lebih bawah itu lebih rentan mengalami gangguan karena berhubungan langsung dengan sejumlah besar obat dalam pengobatannya.

1. Pahit-pahitan

Pahitan ini digunakan secara luas dalam bentuk larutan obat untuk menimbulkan nafsu makan. Kandungan pahitan ini menstimulasi syaraf-syaraf nafsu makan di dalam mulut dan menaikkan sekresi asam lambung. Beberapa ekstrak tumbuhan yang digunakan untuk menaikkan nafsu makan di antaranya: *Radix Gentianae*, *Radix Quassiae*, *Radix Calumba*, *Cortex Chinae*, *Strychni Fructus*. Zat-zat yang berasa pahit ini sudah diteliti untuk penggunaan lain, contohnya zat pahit yang berasal dari *Simaroubaceae* digunakan untuk anti tumor dan anti malaria.

2. Obat Antikolinergik

Hiosine dan hyoscyamin dapat membantu mengatasi gangguan yang disebabkan oleh gerak lambung dan kekejangan otot, terutama yang terjadi pada pasien yang mengalami bisul di lambung.

3. Emetikum

Radix Ipecacuanhae yang digunakan secara oral dapat menunda muntah yang disebabkan oleh iritasi membran mukosa. Pikrotoksin memacu pusat muntah melalui susunan syaraf pusat.

4. Antiemetikum

Jahe sudah dapat diterima secara ilmiah sebagai emetikum jahe membuktikan dapat mencegah gejala-gejala mabuk kendaraan. Cannabis dapat menghilangkan rasa sakit pada pasien yang mengalami kemoterapi.

5. Karminativa

Senyawa-senyawa aromatik yang menuntun reflex, cara bekerjanya jelas. Tumbuhan yang menghasilkan minyak yang digunakan untuk karminativa di antaranya minyak adas (*Oleum Foeniculi*), minyak jinten (*Oleum Carv*), minyak permen (*Cleum Mentae*), minyak pala (*Oleum Myristicae*), minyak timi (*Oleum Thymi*), minyak dringo (*Oleum Calami*), jahe, cengkeh, kayu manis, Bunga Chamomila, matrikaria. Kapur digunakan untuk mengikat asam dan Norit untuk menyerap.

6. Obat untuk Borok Lambung

Asam glisiretinat yang terdapat di dalam *Radix Liquiritiae* terbukti efektif untuk pengobatan borok lambung. Kayu manis yang mengandung deglisirizin juga sudah digunakan. Obat anti borok termasuk asam alginat, comfrey, dan manisan.

7. Damulsen

Obat ini menenangkan dan melindungi saluran cerna serta tumpang tindih dengan bahan-bahan yang digunakan untuk pengobatan borok. Lumut *Islandia*, kulit kayu elm dan oris juga dapat digunakan untuk demulsen.

8. Laksativa dan Purgativn

Laksativa dan Purgativa itu sebenarnya sama tetapi dibedakan dalam aksinya.

9. Agar

Agar *Psilium*, *Ispaghula*, merupakan zat-zat yang bersifat koloid hidrofilik sehingga memberi isi pada usus dan dapat memacu gerak usus.

10. Dedak

Dedak memberikan serat sayuran yang tidak tercerna sehingga menyerap air dan memberikan isi pada usus.

11. Daun dan Buah Senna

Bahan ini mengandung derivat antrachinon yang akan dihidrolisis di dalam usus besar untuk merangsang dinding lambung. Demikian pula cascara, klembak, dan lidah buaya memiliki khasiat sama dengan Senna.

12. Minyak Biji Jarak

Minyak ini mengandung gliserida yang jika dihidrolisis akan menghasilkan asam resinoleat, yang bersifat merangsang usus.

13. Resin Podophyllum

Resin Podophyllum, Resin Yalapa, dan Colocyntidis. Berupa suatu purgatifa yang drastik, sekarang jarang digunakan. Bahan ini biasanya diresepkan dengan Belladonna untuk mengendalikan buang air besar. Obat-obat rektal dan kolon, sebagai contoh digunakan minyak kacang tanah (*Oleum Arachidis*), eskulin, hamamelis, balsam peru. Bahan-bahan ini digunakan dalam bentuk supositoria.

14. Obat antidiare

Morfin dan codein dapat menaikkan ketegangan otot polos dalam usus dan mengurangi gerakannya. Bahan ini biasanya diresepkan bersama kaolin.

10.6 Obat Saluran Kencing dan Sistem Reproduksi

Obat yang digunakan untuk mengobati saluran kencing dan sistem reproduksi tersedia di bawah ini.

1. Diuretika/Peluruh kencing

Obat yang digunakan untuk peluruh kencing meliputi berbagai derivat xanthin yang terdapat dalam minuman seperti teh, kopi dan lain-lain. Obat itu menimbulkan pelebaran pembuluh darah medular ginjal. Glikosida digitalis membuktikan bahwa

kegagalan ginjal disebabkan oleh perfusi ginjal dan penyaringan melalui glomerulus. Pengobatan digitalis pada penyakit edema juga dilakukan melalui reabsorpsi ion Natrium ke dalam tubulus.

2. Antiseptik Saluran Kencing

Bahan yang digunakan itu buchu, boldu, paku ekor kuda, teh jawa, juniperus, dan balsam copaiba. Obat-obatan ini juga digunakan untuk mengobati sistitis dan uretritis.

3. Obat yang Berefek pada Uterus

Obat yang digunakan untuk mengobati uterus secara tradisional terutama saat melahirkan, contohnya ergot, sekarang sudah diganti dengan ergometrin. Penggunaan dalam bentuk garam memberikan efek langsung berupa stimulasi pada otot uterus dan mengurangi terjadinya hemoragi setelah melahirkan. Ergotamine memiliki efek yang mirip, tetapi tidak cocok untuk obstetrik karena menyebabkan vasokonstriksi perifer.

4. Hydrastis

Hydrastis digunakan untuk menorrhagi dan gangguan menstruasi yang lain. Agnus cactus sudah digunakan secara tradisional untuk pengobatan menopause, gejala menstruasi, dan dismenorrhoea.

5. Kontrasepsi Oral

Kebanyakan tumbuhan sudah dites untuk aktivitas antifertilitas. Impotensi pada laki-laki. Penggunaan papaverin harus diawasi oleh dokter, Yohimbine digunakan untuk pengobatan disfungsi ereksi.

6. Obat Hiperplasia Prostat Benigna (BPH)

Sejumlah obat yang berasal dari tumbuhan sering digunakan dalam campuran untuk mengobati BPH. Dua obat yang disatukan dalam kondisi ini dihidrotestosteron dan estrogen yang memerlukan 2 enzim (5 α -reduktase dan aromatase) untuk menyintesis dalam tubuh. Beberapa obat menunjukkan sifat menghambat kedua enzim tersebut. Contoh bahan obat yang digunakan: biji Cucurbita pepo (Walnuts), biji Epilobium angustifolium dan spesies yang lain, kulit kayu Prunus africana, buah Serenoa repens. Ekstrak akar Urtica dioica dan akar Urtica urens.

10.7 Obat Kulit dan Membran Mukosa

Obat-obat tersebut biasanya digunakan sebagai emolien (pelunak), Obat tersebut berfungsi sebagai penyerap, adstringensia (pengkerut), iritan/perangasang dan antiseptika. Sejumlah lahan mudah diserap melalui kulit, dapat digunakan melalui kulit, tetapi juga harus hati-hati karena bersifat racun. Obat-obat yang digunakan untuk pengobatan membran kulit dan mukosa adalah sebagai berikut:

1. Emolien dan Demulsen

Bahan-bahan ini termasuk sejumlah bahan pembawa yang digunakan untuk pembuatan salep, krim, lotion dan lain-lain, minyak lemak seperti: zaitun, kacang tanah, kelapa, kakao, bulu domba, wax, lilin dari tawon, dan spermaceti, gom, tragakan dan akasia, serta mursilago dan psilium termasuk di dalamnya.

2. Absorben

Bahan yang digunakan adalah tepung alginat dan arang.

3. Adstringensia

Bahan yang digunakan: tanin, Krameria, Chatecu, Gall, Aspidosperma, Hamamelis, kulit buah delima.

4. Counter Irintant

Contohnya Kamfer, Terpentin, Capsicum, Aconitum, metil salisilat, biji mosterd.

5. Antiseptika

Termasuk eucalyptus, minyak thymi, eugenol, timo!, dan kayu putih.

6. Antiradang

Corticosteroida yang digunakan secara lokal, Matricaria, dan Arnica

7. Pengobatan Psoriasis dan Eksem

Contohnya comfrey, allantoin, oleum cardinus, chrysarobin, Lithospermum, Savin, Myrrha, dan Grindelia.

8. Penutup Luka

Ada tiga cara penutupan luka, yaitu:

- a. Menyumbat pembuluh darah,
- b. Tidak menyumbat, dan
- c. Menghentikan pendarahan

- d. Bahan yang digunakan itu contohnya alginate, kapas, dan sebagainya.

10.8 Opat-Obat yang Berpengaruh Terhadap Metabolisme Gula

Beberapa obat yang digurakan dengan cara sistem tradisional sudah digunakan untuk diabetes juga digunakan oleh praktisi pengobatan barat. Tumbuhan yang digunakan contohnya buah pare (*Momordica charantia*), buah duwet (*Fructus cumini*), ginseng, *Teucrium oliveriunum*, Mimba (*Azadirachta indica*), bawang merah, *Aloe sp.*, *Coix lachryma-jobi*, dan *Galega officinalis*.

10.9 Obat-Obat Steroid dan Antiradang

Dua macam hormon yang bersifat Kortikosteroid, Glukokortikoid yang mengatur metabolisme karbohidrat dan protein juga memiliki sifat antiradang yang kuat dan mineralo kortikoid yang memengaruhi keseimbangan air dan elektrolit di dalam tubuh. Pengobatan klinis yang sistemik itu kompleks, tetapi perlu pengobatan pengganti seperti penyakit addison, terjadinya pengurangan jaringan limfatik (leukemia), menekankan pembentukan limfa dan berbagai antiradang dengan kondisi yang beragam termasuk *athritis rematoid*, *udema cerebral*, dan kenaikan tekanan intra kranial.

Hormon-Hormon ini diproduksi secara alami oleh korteks adrenal, tetapi dalam pengobatan sudah banyak digunakan hormon yang semi sintetik. Hormon sintesis dibuat dari bahan tumbuhan seperti *diosgenin* dan *hekogenin*. Beberapa alkaloid steroid yang terdapat pada *Solanaceae* digunakan untuk memproduksi hormon tersebut. Permintaan penggunaan bahan ini banyak, khususnya digunakan untuk membuat obat kontrasepsi oral.

DAFTAR PUSTAKA

- Akter S, Huang H, Zahan R, et al., 2020. *Polygonum cuspidatum: A Review on Ethnopharmacology, Phytochemistry, Pharmacology, and Toxicology*. *Pharmaceutical Biology*, 58(1), 1-17.
- Alfana, A. 2011. *Anatomi Biji Mundu (Garcinia duleist: Roxb) dan Daya Antimikroba Seduhannya Terhadap Pertumbuhan Staphylococcus aurens*. Skripsi Universitas Negri Malang. Tidak diterbitkan.
- Amri E, Mamouni R, Chai H, et al., 2018. *Medicinal Plants: A Source of Novel Compounds with New Therapeutic Potential*. *Current Medicinal Chemistry*, 25(41), 5499-5513.
- Bhat R, Sridhar KR., 2002. *Chapter 8 - Nutritional and Nutraceutical Quality of Gruel Made of Minor Millets*. In *Advances in Cereal Science: Implications to Food Processing and Health Promotion* (pp. 75-88). CRC Press.
- Cook, Thurston, Melville. 2009. *Applied Economic Botany*. USA: La Vergne.
- Cunningham AB., 2001. *Applied Ethnobotany: People, Wild Plant Use and Conservation*. Earthscan.
- D'Amelio St, E. S. 1999. *Botanicals A Phytocosmetic Desk Reference*. Boca Raton London New York Washington, D.C.: CRC Press.
- Fahn, A. 1990. *Plant Anatomy Fourth Edition*. United Kingdom: Pergamon Press <http://www.e-learning.um.ac.id>
- Gachet MS, Lecaro JS, Lima R, et al. 2010. *Anti-Inflammatory, Analgesic and Anti-Pyretic Effects of Ethanol Extract from Mikania laevigata Schultz Bip*. *Journal of Ethnopharmacology*, 131(2), 382-385.
- Haberer, M. 2010. *Taschenatlas Stareden*. Germany. Ulmer.
- Husna, U. 2010. *Distribusi Idioblas Penghasil Zat Anti Nyamuk pada 4 Jenis Tumbuhan*. Skripsi Tidak Diterbitkan.
- Kraemer, H. 2009. *Applied and Economic Botany*. Lexington: Michigan library

- Maiti & Singh. 2009. *An Introduction to Modern Economic Botany*. Jodhpur: AGROBIOS.
- Pandey, B. P. 2006. *Economic Botany*. New Delhi: S. Chan & Company Ltd.
- Purnomo, Y. 2015. *Potensi Anti Diahetes Ekstrak Daun Pulutan (Urena lobata) Dengan Penghambatan Aktifitas Dipeptidyl Peptidase 4 (DPP 4)*. Studi In-Silico, In Vitro dan In Vivo. Disertasi Universitas Brawijaya.
- Simpson, B.B and Ogorzaly MC. 2014. *Third Edition Plant in our World Economic Botany*. New York Mc Graw Hill.
- Tjitrosoeromo, G. 2005. *Taksonomi Tumbuhan Obat-Obatan*. Yogyakarta: Gadia Mada University Press.
- Trease and Evans, 2009. *16 th Edition Pharmacognosy*. Edinburgh London New York Philadelphia St. Corice Toronto; Saunders. Elsevier.
- Tyler, V.E., Brady, I.R; Robbers, J.E. 1988. *Pharmacognosy, IX Edicion*. Philadelphia Lea Febigen.
- Wallis, T. E. 1965. *Analytical Microscopy, Boston: Little, Brown and Company*.

BIODATA PENULIS



Dr Apt Hamsidar Hasan, S.Si M.Si

Dosen tetap pada prodi farmasi FOK UNG

Lahir di Ara Bulukumba 25 Mei 1970. Menyelesaikan pendidikan s1 di jurusan farmasi fmipa unhas pada ahun 1995. Program profesi apoteker tahun 1997 di jurusan farmasi FMIPA UNHAS, Program Magisters (S2) tahun 2008 di jurusan Farmasi Unhas, Program Doktorat (S3) pada tahun 2020 di jurusan kimia FMIPA UNHAS dengan konsentrasi kimia bahan alam. Tahun 2005 sampai sekarang tercatat sebagai dosen tetap pada prodi farmasi FOK UNG.

BIODATA PENULIS



apt. Delladari Mayefis, S.Farm., M.Farm

Dosen Program Studi S1 Farmasi
Institut Kesehatan Mitra Bunda Batam

Penulis lahir di Padang tanggal 11 Maret 1989. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi S1 Farmasi Institut Kesehatan Mitra Bunda Batam. Menyelesaikan pendidikan S1 Farmasi di Universitas Andalas pada Tahun 2010 Setelah itu, melanjutkan pendidikan Profesi Apoteker serta Pascasarjana dan meraih gelar Magister dalam bidang Farmasi dari Universitas Andalas pada tahun 2013. Selama karirnya penulis telah menerbitkan sejumlah artikel dan buku di berbagai jurnal terkemuka.

BIODATA PENULIS



Apt. Annysa Ellycornia Silvyana, S.Farm., M.Farm.
Dosen Program Studi Farmasi
Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Medistra Indonesia

Penulis lahir di Jakarta tanggal 15 Juli 1993. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Medistra Indonesia. Menyelesaikan pendidikan S1 Farmasi, kemudian Profesi Apoteker dan melanjutkan S2 pada Jurusan Farmasi. Kiprahnya di dunia pendidikan dimulai saat menjadi asisten dosen sejak kuliah S1 Farmasi. Selain menjalani profesi sebagai dosen, juga menggeluti dunia farmasi sebagai apoteker dan menggeluti dunia penulisan.

BIODATA PENULIS



Nur Rezky Khairun Nisaa, S. Farm., M. Si
Dosen Universitas Mulawarman

Lahir di Kota Kendari tanggal 10 Desember 1993. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Ilmu Farmasi di Universitas Muslim Indonesia (2015) kota Makassar kemudian melanjutkan pendidikan jenjang S2 di Universitas Hasanuddin Makassar (2020) di Fakultas Farmasi dengan peminatan Herbal Medicine.

Saat ini penulis merupakan salah satu dosen di Fakultas Farmasi Universitas Mulawarman sejak tahun 2022 dengan bidang keilmuan Biologi Farmasi. Penulis berfokus dalam bidang pencarian dan pengembangan obat tradisional, farmakognosi, fitokimia dan beberapa kali terlibat dalam penelitian tanaman obat tradisional yang salah satunya telah dimuat dalam buku "Penerapan Teknologi Tepat Guna Pembuatan Kapsul Herbal Terstandar Mahoni Sebagai Kandidat Antidiabetes".

Email Penulis: nrkhairunnisaa77@farmasi.unmul.ac.id

BIODATA PENULIS



Dr. Dewi Ratih Tirto Sari, S.Si., M.Si

Dosen Program Studi Farmasi, Universitas Ibrahimy, Situbondo

Lahir di Kabupaten Blitar pada 27 April 1994. Penulis telah menyelesaikan studi S3 Biologi tahun 2021. Bidang yang digeluti yaitu Genetika, Nutrigenomik, Biokimia, dan Bioinformatika. Aktif menulis artikel yang dipublikasikan di jurnal nasional dan internasional, serta menulis buku. Selain itu juga aktif dalam diseminasi nasional dan internasional. Penulis juga aktif menjadi managing editor jurnal JSMARTECH, reviewer di berbagai jurnal internasional. Penulis saat ini menjadi dosen sekaligus sekretaris program studi S1 Farmasi, Universitas Ibrahimy Situbondo.

BIODATA PENULIS



apt. Gemmy Sarina, M. Farm

Dosen Program Studi Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi
Padang

Penulis lahir di Silaping tanggal 03 September 1993.
Penulis adalah dosen tetap di Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi
Padang. Menyelesaikan pendidikan S1 Farmasi, Profesi
Apoteker dan S2 Farmasi di Universitas Andalas.

BIODATA PENULIS



Apt. Sri Budiasih, S.Si., M.Sc
Dosen Jurusan Farmasi
Institut Kesehatan Mitra Bunda

Penulis lahir di Kijang, Kabupaten Bintan, Kepulauan Riau tanggal 15 Nopember 1969. Penulis adalah dosen tetap pada Jurusan Farmasi, Institut Kesehatan Mitra Bunda (IKMB), Batam. Merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan bapak H. Sodikun dan ibu Hj. Paini, penulis telah menyelesaikan pendidikan S1 dan apoteker di Fakultas Farmasi Universitas Andalas Padang dan melanjutkan pendidikan S2 di *School of Pharmaceutical Science*, Universiti Sains Malaysia (USM), Pulau Pinang, Malaysia, yang menekuni bidang ilmu kefarmasian. Sebagai dosen dan pernah mengajar di Jurusan Farmasi, Universiti Malaya (UM) dan di *School of Pharmacy, Management and Science University* (MSU), Malaysia, penulis telah melakukan penelitian di bidang farmasetika sediaan cair, emulsi, sediaan semi padat krim, gel dan sediaan padat tablet dan kapsul, serta bidang kosmetologi dan juga penelitian pada beberapa tanaman herbal untuk pengembangan kosmetika.

BIODATA PENULIS



Rury Trisa Utami, S.Si.,M.Biomed

Dosen tetap di Prodi Farmasi, Institut Kesehatan Mitra Bunda

Rury Trisa Utami, S.Si.,M.Biomed, Seorang penulis dan dosen tetap di Prodi Farmasi, Institut Kesehatan Mitra Bunda. Lahir di Padang, 10 Januari 1999 Sumatera Barat. Penulis merupakan anak ke-tiga dari empat bersaudara dari pasangan bapak Dance dan Ibu Nurleli. Pendidikan di SMA N 9 Padang, dan melanjutkan Pendidikan program Sarjana (S1) di Universitas Negeri Padang, Prodi Biologi, lulus 3,5 th dengan predikat Cumlaude. Menyelesaikan program Pasca Sarjana (S2) di Universitas Andalas Program Studi Ilmu Biomedik Kedokteran, dengan focus bidang **Immunology** dengan Predikat Cumlaude. Th 2020- 2022 menjadi analis laboratorium COVID-19 di Labor PDRPI (Pusat Diagnostik dan Riset Penyakit Infeksi) di Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. Desember 2022 Begabung dalam Keanggotan ADPI (asosisasi Dosen Pengabdian Indonesia). Total karya sementara semenjak menjadi DOSEN (Oktober 2022 -Juli 2023) yang sudah penulis hasilkan adalah 3 HaKI, 4 Buku Ajar Dasar-Dasar Biomedik, Pengantar Biomedik, Anatomi Fisiologi Manusia, Biologi Sel Dan Molekular dan 1 buku Monograf dengan Judul Cengkeh sebagai "IMUNOMODULATOR", 5 artikel pada Jurnal Nasional Terakreditasi (SINTA 1-6) dan artikel pada jurnal Nasional.

BIODATA PENULIS



apt. Diani Mega Sari, S.Farm., M.Si
Dosen Program Studi Farmasi
Institut Kesehatan Mitra Bunda

Penulis lahir di Samarinda tanggal 10 Februari 1994. Penulis merupakan anak ke-dua dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak Budi dan Ibu Murlini. Penulis adalah lulusan dari SMAN 10 Melati Samarinda dan menyelesaikan pendidikan S1 Farmasi dan Apoteker di Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Malang dan melanjutkan S2 Herbal Estetika di Universitas Indonesia. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Sarjana Farmasi, Institut Kesehatan Mitra Bunda. Pada Desember 2022, Penulis bergabung dalam Keanggotaan ADPI (Asosiasi Dosen Pengabdian Indonesia). Penulis menekuni bidang menulis dan menjadi salah satu penulis buku ajar Anatomi dan Fisiologi Manusia, buku monografi tentang *Syzigium Aromaticum*, dan buku Bioteknologi Farmasi “Infrastruktur dan Fenomena”. Penulis juga telah mempublikasi jurnal internasional dengan judul *Antioxidant and Tyrosinase Inhibitor Activities of Ethanol Extracts of Brown Seaweed (Turbinaria conoides) as Lightning Ingredient*.