

Farmakognosi & Fitokimia

Dr. apt. Deamon Sakaraga, M.Biomed.



Peraturan kelas

Keterlambatan

- Toleransi maksimal 15 menit
- >15 menit harus dengan surat izin / bukti dokumentasi

Penggunaan HP / gadget

- Silent mode
- Tidak dilarang, tapi beretika dan bertanggungjawab
- Dilarang untuk aktivitas yang tidak relevan : live lg/tiktok, game, menonton video

Izin ke toilet/keluar mendesak

- Langsung keluar tanpa perlu izin/memotong penjelasan dosen
- Maksimal 1 orang bergantian
- Kembali secepatnya

Pertanyaan

- Boleh langsung ditanyakan dalam kelas, memotong penjelasan tidak masalah

Aturan kelas ini dapat berubah sewaktu-waktu sesuai kebijakan dosen pengampu

Rencana Pembelajaran Semester (RPS)

Dosen pengampu:

1. Dr. apt. Deamon Sakaraga, M.Biomed. (Pak Amon) → **Koordinator**
2. apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm (Bu Rina)
3. Yusuf Andriana, Ph.D. (Pak Yusuf)

Pertemuan	Topik	Dosen
1	Pendahuluan & aspek budidaya tanaman obat	Pak Amon
2	Standardisasi mutu simplisia dan ekstrak	Pak Amon
3	Teknologi ekstraksi dan fraksinasi	Pak Amon
4	Karbohidrat dan glikosida	Pak Amon
5	Glikosida jantung	Bu Rina
6	Saponin	Bu Rina
7	Lipid dan minyak atsiri	Bu Rina
8	UTS	-

Rencana Pembelajaran Semester (RPS)

Dosen pengampu:

1. Dr. apt. Deamon Sakaraga, M.Biomed. (Pak Amon) → **Koordinator**
2. apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm (Bu Rina)
3. Yusuf Andriana, Ph.D. (Pak Yusuf)

Pertemuan	Topik	Dosen
9	Alkaloid	Pak Yusuf
10	Flavonoid	Pak Yusuf
11	Senyawa fenolik	Pak Yusuf
12	Tanin dan kuinon	Pak Yusuf
13	Konsep dasar kromatografi, KLT dan HPLC	Pak Yusuf
14	Presentasi kelompok 1-3	Pak Yusuf
15	Presentasi kelompok 4-6	Pak Yusuf
16	UAS	-

Pendahuluan Farmakognosi & Fitokimia, dan Aspek Budidaya Tanaman Obat

Dr. apt. Deamon Sakaraga, M.Biomed.



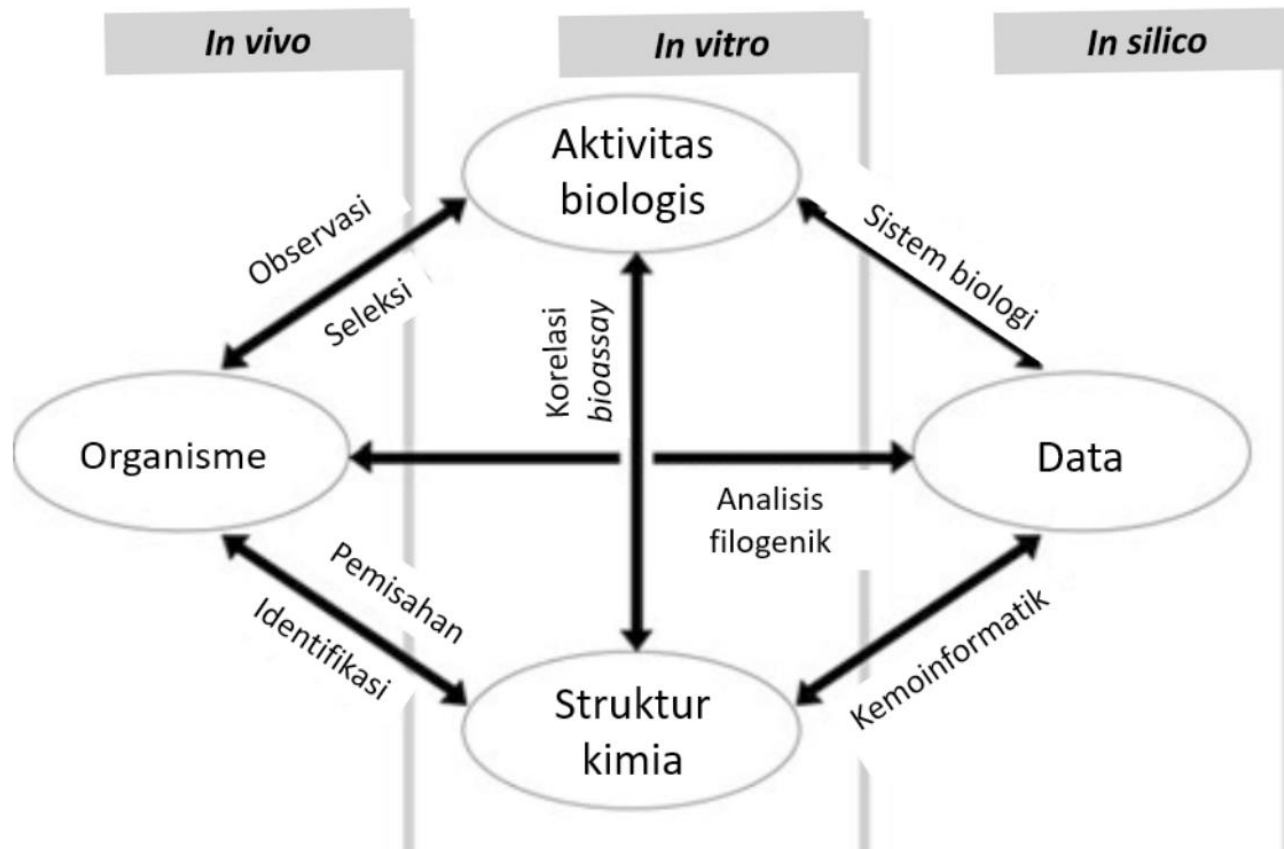
Istilah-istilah dalam Farmakognosi & Fitokimia

- **Farmakognosi** berasal dari kata latin *farmakon* (obat) & *gignosko* (pengetahuan)
 - Pengetahuan tentang obat
 - Definisi bergeser menjadi → studi tentang obat-obatan **mentah** yang diperoleh dari tumbuhan, hewan, maupun mineral dan konstituennya.
- **Fitokimia** → studi bahan **kimia** yang berasal dari **tanaman**, khususnya metabolit sekunder
- **Metabolit sekunder** → molekul organik yang **tidak terlibat** dalam **tumbuh kembang** suatu organisme. Sangat beragam dan memiliki fungsi spesifik.
 - Kafein dalam teh/kopi
 - Flavonoid, alkaloid,
 - Penicillin sebagai antibiotik, dll.

Istilah-istilah dalam Farmakognosi & Fitokimia

- **Simplisia** → bahan alamiah yang digunakan sebagai obat, belum mengalami pengolahan apapun (kecuali dinyatakan lain berupa bahan yang telah dikeringkan dengan suhu tidak lebih dari 60°C)
- **Ekstraksi** → cara memisahkan zat yang diinginkan dari campuran/organisme/simplisia menggunakan pelarut yang sesuai. Menghasilkan **ekstrak**
- **Isolasi** → proses pemisahan dan pemurnian dari simplisia/ekstrak dengan cara yang sesuai. Menghasilkan **isolat** (kemurnian 98%)
- **Fitoterapi** → bagian dari farmakognosi yang berkaitan dengan penggunaan klinis dari ekstrak obat alam atau campuran

Ruang Lingkup Farmakognosi



Gambar 1.4. Model penjelasan sifat antardisiplin farmakognosi (Larsson dkk., 2008 dalam Bohlin dkk., 2010)

Peranan Penting Senyawa dari Bahan Alam

1. Bahan alam → sumber yang sulit/tidak mungkin dibuat secara sintetis
 - Contoh: alkaloid, glikosida, sebagian antibiotik
2. Bahan alam menyediakan senyawa dasar untuk dimodifikasi → lebih efektif atau berkurang toksisitasnya
 - Contoh: turunan morfin (kodein, dihidromorfin, oksikodon)
3. Senyawa dari bahan alam digunakan sebagai model/prototipe untuk sintesis obat dengan aktivitas yang mirip
 - Contoh: prokain (sintetis) yang mirip dengan kokain
4. Senyawa dari bahan alam membutuhkan modifikasi supaya timbul potensinya

Budidaya Tanaman Obat

**WHO guidelines on
good agricultural and collection practices
(GACP)
for medicinal plants**



World Health Organization
Geneva
2003

- Budidaya tanaman obat diatur dalam *WHO-GACP for medicinal plants 2003*
- Latar belakang dibentuknya GACP → laporan tingginya *adverse events* setelah mengkonsumsi obat herbal, karena:
 1. Salah spesies
 2. Pemalsuan (dicampur obat lain)
 3. Kontaminasi zat toksik
 4. Overdosis
 5. Kesalahan penggunaan
 6. Interaksi dengan obat lain
 7. Kualitas obat herbal tidak terstandar

Aspek yang Perlu Diperhatikan

Keamanan & kualitas tanaman obat

- Faktor intrinsik → genetik
- Faktor ekstrinsik:
 - Lingkungan
 - Metode penanaman, panen, pasca panen
 - Transport
 - Penyimpanan

Regulasi daerah

- Pemanenan tinggi (untuk tumbuhan obat liar) → risiko kepunahan
- Regulasi penanaman spesies tertentu, contoh: ganja di Indonesia

Aspek yang diatur dalam *GACP*

Good Agricultural Practices for Medicinal Plants

1. Identifikasi tanaman obat
2. Benih
3. Metode penanaman
4. Iklim
5. Kondisi tanah
6. Irigasi dan drainase
7. Perawatan
8. Panen
9. Personnel

Untuk tanaman obat yang dibudidaya sendiri

Good Collection Practices for Medicinal Plants

1. Perizinan
2. Perencanaan teknis
3. Seleksi spesies
4. Panen
5. Personnel

Untuk tanaman obat liar supaya mencegah kepunahan/kerusakan lingkungan

Good Agricultural Practices for Medicinal Plants

1. Identifikasi tanaman obat

- Seleksi tanaman obat → mengikuti aturan negara (contoh: Farmakope Herbal Indoensia)
- Taksonomi harus jelas (genus, spesies, sub-spesies)
- Jika identitas kurang jelas → identifikasi di herbarium nasional untuk registrasi

2. Benih

- Harus yang tersertifikasi (kejelasan identitas)

3. Metode penanaman

- Mengikuti hasil penelitian terbaru
- Jika tidak ada, boleh mengikuti cara tradisional
- Harus mempertimbangkan lokasi & risiko sosial dan lingkungan

Good Agricultural Practices for Medicinal Plants

4. Iklim

- Iklim akan mempengaruhi paparan sinar matahari, curah hujan, temperatur
→ pengaruh ke fisikokimia dan biologis tanaman

5. Kondisi tanah

- Pupuk yang diperbolehkan: organik dan kimia
- Pupuk dari kotoran hewan harus sesuai standar keamanan
- Kotoran manusia tidak boleh digunakan sebagai pupuk
- Bebas dari kontaminasi polusi udara, air, dan limbah kimia

6. Irigasi dan drainase

- Air yang digunakan harus sesuai standar negara masing-masing
- Drainase harus terkontrol

Good Agricultural Practices for Medicinal Plants

7. Perawatan

- Perawatan disesuaikan dengan jenis tanaman masing-masing
- Pestisida, herbisida harus digunakan seminimal mungkin
- Seluruh kegiatan harus didokumentasi

8. Panen

- Panen sesuai dengan musimnya yang optimal
- Tidak terkontaminasi tanaman lain / hama
- Peralatan panen harus dijaga kebersihannya

9. Personnel

- Sebaiknya yang sudah terlatih / tersertifikasi

Good Collection Practices for Medicinal Plants

1. Perizinan

- Harus ada persetujuan dari pemerintah dan pemilik lahan
- Memenuhi legalitas masing-masing negara

2. Perencanaan teknis

- Kejelasan data lingkungan (topografi, geologi, lahan, jenis tanaman)
- Transportasi cepat dan aman untuk personnel, peralatan, dan tanamannya
- Teknik panen hingga pasca panen harus terstandar

3. Seleksi spesies

- Sebaiknya sesuai standar masing-masing negara (contoh: Farmakope Herbal Indonesia)
- Autentifikasi di badan terkait

Good Collection Practices for Medicinal Plants

4. Panen

- Harus memperhatikan kondisi habitat supaya tidak merusak lingkungan & ekosistem
- Panen sesuai musimnya yang paling optimal
- Menghindari lokasi yang tinggi pestisida, kontaminasi, polusi, limbah
- Jika lokasi jauh, disarankan untuk melakukan penjemuran sebelum transportasi
- Alat harus dijaga kebersihannya

5. Personnel

- Sebaiknya yang sudah terlatih / tersertifikasi
- Ahli dari daerah lokal disarankan untuk ikut serta

Terima kasih

Farmakognosi & Fitokimia

Standardisasi Mutu Simplisia & Ekstrak

Dr. apt. Deamon Sakaraga, M.Biomed.



Obat Tradisional dari Hulu ke Hilir

Budidaya, Pengumpulan, & Pasca Panen

- WHO GACP 2003

Simplisia

- Farmakope Herbal Indonesia

Ekstrak

- Farmakope Herbal Indonesia

Obat Tradisional

- Cara Pembuatan Obat Tradisional yang Baik (CPOTB)

Aspek-aspek Pasca Panen (*Post-Harvesting*) – GACP 2003

1. Penyortiran

- Inspeksi kontaminasi dengan tanaman lain & benda asing
- Organoleptik: penampakan, kerusakan, ukuran, warna, aroma, dan rasa bila memungkinkan

2. Pemrosesan

- Disesuaikan dengan protokol untuk setiap tanaman obat
- Bila diperlukan: perajangan, pengupasan, perebusan, pengukusan, dll.
- Seluruh perlakuan tambahan di luar prosedur harus didokumentasikan dengan baik

Aspek-aspek Pasca Panen (*Post-Harvesting*) – GACP 2003

3. Pengeringan

- Temperatur yang direkomendasikan $\leq 60^{\circ}\text{C}$
- Beberapa metode pengeringan:
 1. Dijemur di bawah matahari
 2. Menggunakan rak pengering
 3. Oven
 4. Microwave
 5. Perangkat inframerah
- Tidak boleh diletakkan langsung di atas tanah/lantai
- Tidak boleh kontak langsung dengan api
- Dijauhkan dari binatang peliharaan/ternak

Aspek-aspek Pasca Panen (*Post-Harvesting*) – GACP 2003

4. Fasilitas

- Lokasi jauh dari risiko kontaminasi & banjir
- Bangunan terstandar dan terpisah
- Kualitas air terjaga
- Memiliki fasilitas limbah yang baik
- Ventilasi untuk mencegah panas berlebih, kondensasi uap, dan bebas kontaminasi

5. Pengemasan dan label

- Bahan yang sudah siap harus segera dikemas untuk mencegah kontaminasi dan kerusakan
- *In-process quality control* harus selalu dilakukan
- Bahan pengemas harus bersih, tidak mencemari, dan tidak mudah rusak
- Kontainer yang dipakai berkali-kali harus dibersihkan dari bahan sebelumnya
- Label: nama tanaman, bagian, lokasi awal, tanggal panen, nama personel

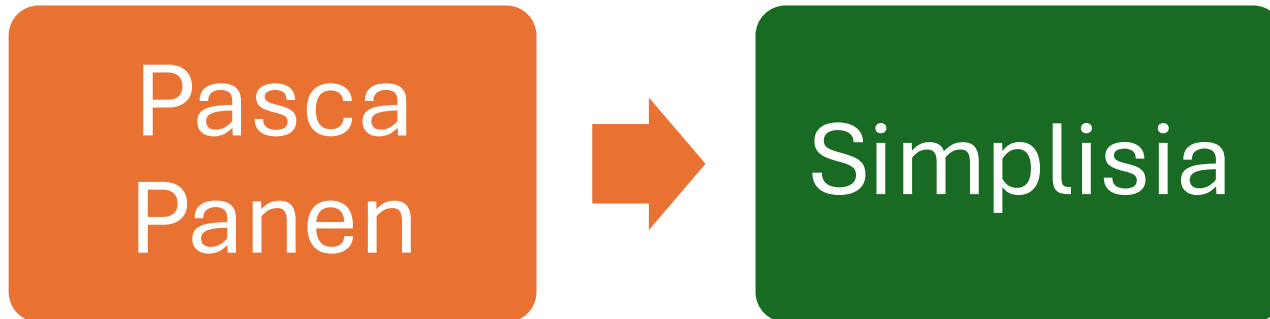
6. Penyimpanan dan transportasi

- Alat transportasi harus dibersihkan secara rutin untuk mencegah kontaminasi
- Penyimpanan tersortir dengan baik sesuai label
- Bahan segar sebaiknya disimpan dalam 2-8°C, atau dibekukan bila perlu
- Fumigasi bila diperlukan dan hanya boleh menggunakan bahan kimia yang terstandar + dokumentasi

7. Personnel

- Tersertifikasi
- Sehat
- Jika sakit: tidak boleh memasuki fasilitas
- Harus sadar kebersihan secara personal
- Tidak boleh makan, minum , merokok di dalam fasilitas
- Tidak boleh pakai aksesoris, perhiasan
- Pengunjung diperbolehkan tetapi harus mengikuti aturan yang sama dengan personel lain

Simplisia Didapatkan Setelah Pasca Panen



Parameter Mutu Simplisia

- **Non-spesifik**
 1. Susut pengeringan
 2. Kadar abu total
 3. Kadar abu tidak larut asam
 4. Cemarkan mikroba
 5. Cemarkan logam berat
- **Spesifik**
 6. Identitas
 7. Makroskopis & Mikroskopis
 8. Kadar Sari Larut Air/Etanol

1. Susut Pengerinan / *Loss on Drying*

PROSEDUR UJI SUSUT PENERINGAN (LOSS ON DRYING - LOD)

Metode Konvensional menggunakan Oven dan Desikator



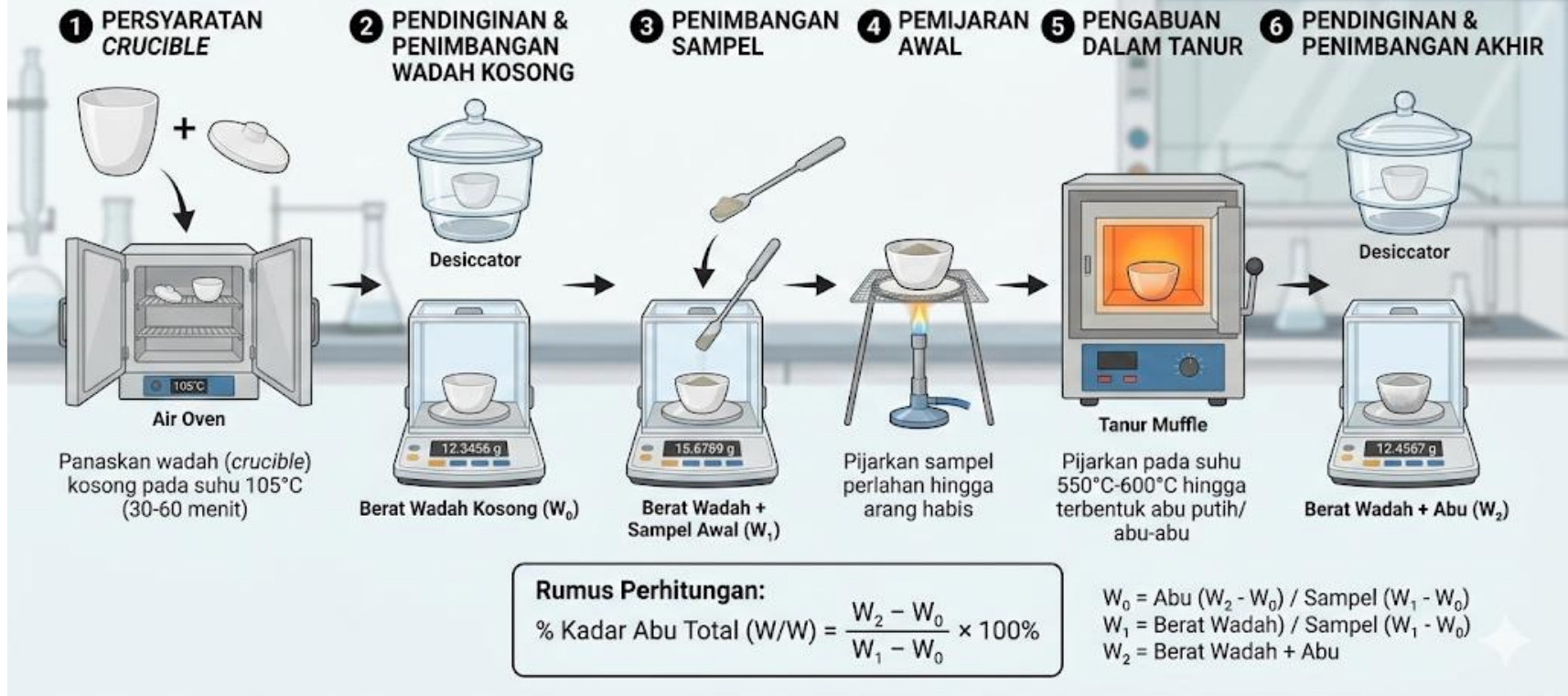
Tujuan:

- Membatasi kandungan air dan zat mudah menguap lainnya.
- Mencegah pertumbuhan mikroba
- Menghentikan aktivitas enzim yang mempercepat pembusukan (hidrolisis)

Nilai umumnya <10%

2. Kadar Abu Total

PENETAPAN KADAR ABU TOTAL (TOTAL ASH CONTENT DETERMINATION)

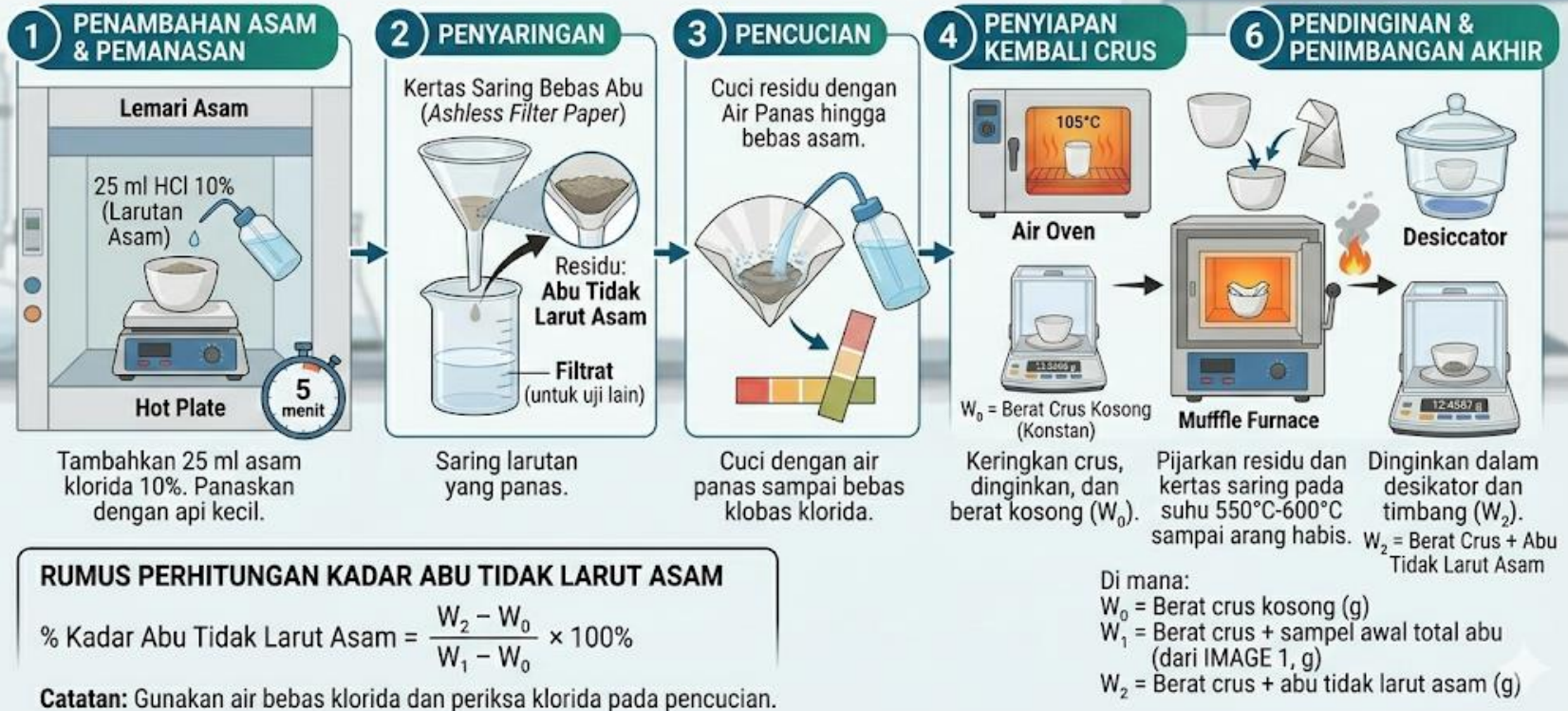


Tujuan:

- Memberikan gambaran kandungan mineral internal (fisiologis)
- Memberikan gambaran kandungan mineral eksternal (pasir, tanah, debu) yang mungkin terbawa saat panen atau kurangnya pembersihan

3. Kadar Abu Tidak Larut Asam

PROSEDUR UJI KADAR ABU TIDAK LARUT ASAM *Acid-Insoluble Ash Content (Kadar Abu Tidak Larut Asam)*



Tujuan:

- Memberikan gambaran kandungan mineral silika

4. Cemaran Mikroba

Tujuan:

- Jaminan bahwa simplisia tidak mengandung mikroba pathogen & non-pathogen melebihi batas yang ditetapkan

Metode:

- Angka lempeng total & angka kapang khamir
- Uji cemaran aflatoksin (dengan Kromatografi Lapis Tipis)

Batas maksimal:

- ALT : $10^5 - 10^7$ koloni/gr
- AKK: $10^3 - 10^5$ koloni/gr
- Aflatoksin: negatif

5. Cemaran Logam Berat

Tujuan:

- Jaminan bahwa simplisia tidak mengandung logam berat tertentu (Hg, Pb, Cd, dll.) melebihi nilai yang ditetapkan

Metode:

- Gravimetri/Kolorimetri
- Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)
- Inductively Coupled Plasma (ICP)
- Mercury Analyzer (khusus Hg)

Batas maksimal:

- Cd (Cadmium) ≤ 10 ppm
- Pb (Lead) ≤ 0.3 ppm
- As (Arsenic) ≤ 5 ppm
- Hg (Mercury) ≤ 0.5 ppm

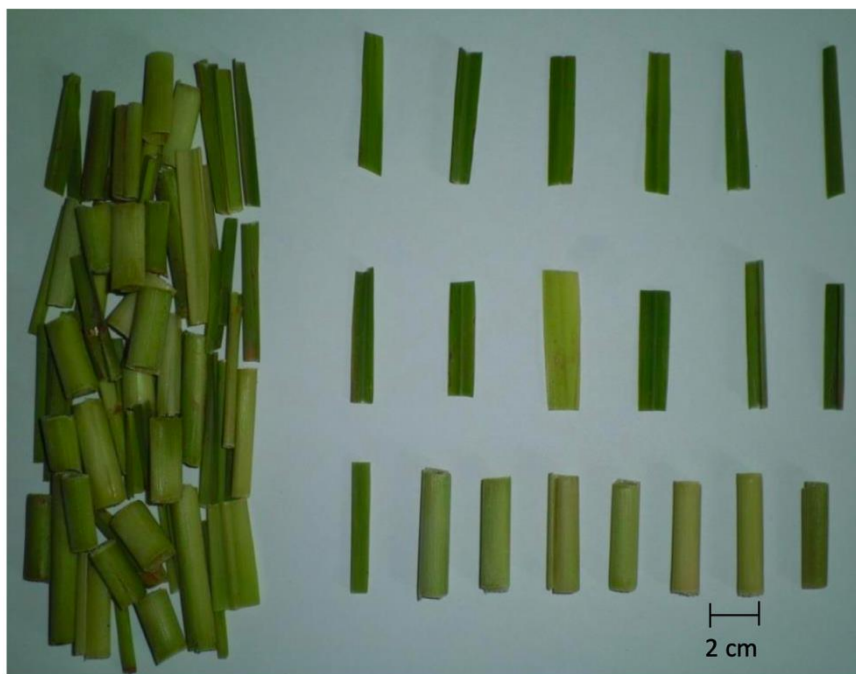
Parameter Spesifik Simplisia: Identitas, Makroskopis, dan Mikroskopis

DAUN SEREH *Andropogonis Nardi Folium*

Daun sereh adalah daun *Andropogon nardus* Linn., suku Poaceae, mengandung minyak atsiri tidak kurang dari 0,15% v/b.

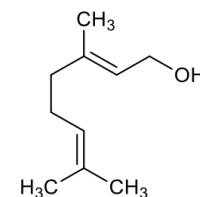
Identitas Simplisia

Pemerian Berupa potongan pipih panjang, tepi kasar dan tajam, tulang daun sejajar, permukaan atas dan bawah berbulu; warna hijau; bau khas bila diremas; rasa pedas.



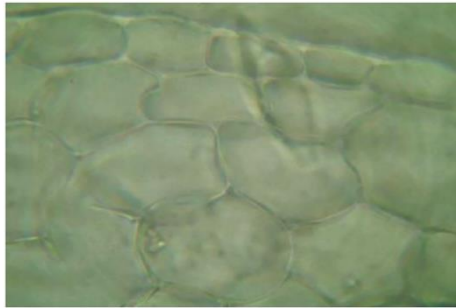
Simplisia daun sereh

Senyawa identitas Geraniol
Struktur kimia:



Geraniol

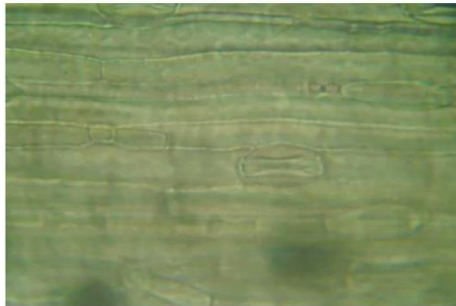
Parameter Spesifik Simplisia: Identitas, Makroskopis, dan Mikroskopis



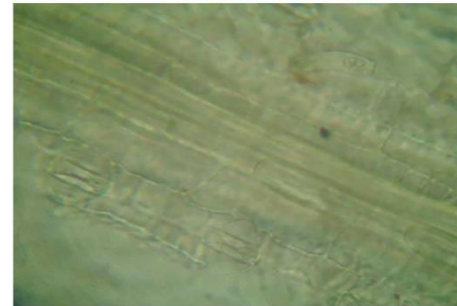
1. Epidermis dengan parenkim



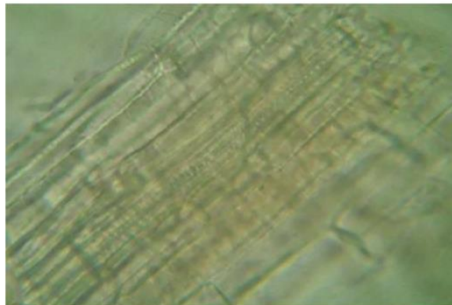
2. Epidermis atas dengan sel-sel palisade dan rambut penutup



3. Epidermis atas dengan stomata bentuk halter



4. Epidermis atas dan berkas pengangkut dengan penebalan tipe tangga



5. Sklerenkim

Parameter Spesifik Simplisia: Kadar Sari Larut Air/Etanol

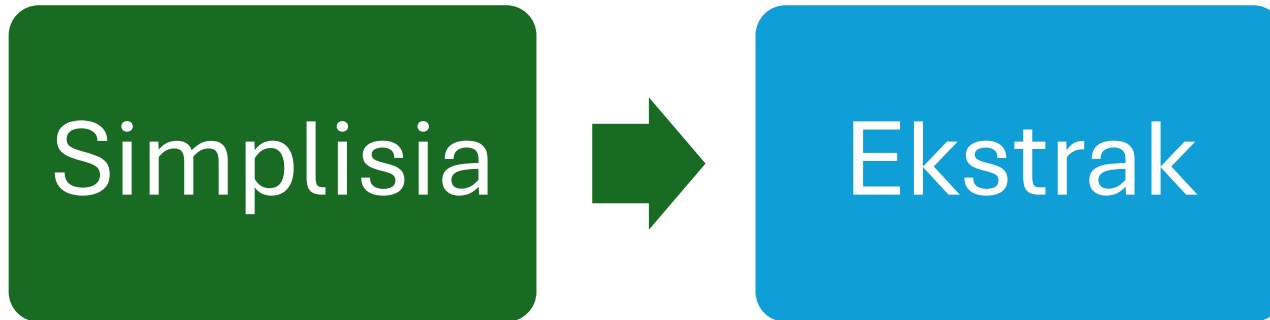
PENETAPAN KADAR SARI LARUT AIR <91>

Timbang saksama lebih kurang 5 g serbuk (4/18) yang telah dikeringkan di udara. Masukkan ke dalam labu bersumbat, tambahkan 100 mL air jenuh kloroform, kocok berkali-kali selama 6 jam pertama, biarkan selama 18 jam. Saring, uapkan 20,0 mL filtrat hingga kering dalam cawan dangkal beralas datar yang telah dipanaskan 105° dan ditara, panaskan sisa pada suhu 105° hingga bobot tetap. Hitung kadar dalam % sari larut air.

PENETAPAN KADAR SARI LARUT ETANOL <92>

Timbang saksama lebih kurang 5 g serbuk (4/18) yang telah dikeringkan di udara. Masukkan ke dalam labu bersumbat, tambahkan 100 mL *etanol P*, kocok berkali-kali selama 6 jam pertama, biarkan selama 18 jam. Saring cepat untuk menghindarkan penguapan etanol, uapkan 20,0 mL filtrat hingga kering dalam cawan dangkal beralas datar yang telah dipanaskan 105° dan ditara, panaskan sisa pada suhu 105° hingga bobot tetap. Hitung kadar dalam % sari larut etanol.

Ekstrak Didapatkan dari Ekstraksi Simplisia



Parameter Mutu Ekstrak

- **Non-Spesifik**
 - 1.Kadar air
 - 2.Sisa pelarut
 - 3.Kadar abu total
 - 4.Cemaran mikroba
 - 5.Residu pestisida
- **Spesifik**
 - 6.Identitas
 - 7.Kadar senyawa aktif
 - 8.Rendemen

1. Pengukuran Kadar Air pada Ekstrak

Tujuan:

- Memberikan informasi kadar air dalam ekstrak

Metode:

- Destilasi Toluene
- Gravimetri

Batas maksimal umumnya $<10\%$

2. Pengukuran Sisa Pelarut pada Ekstrak

Jika tidak disebutkan lain, pelarut pada umumnya adalah etanol

Metode:

- Destilasi
- Kromatografi cair / gas

Batas maksimal negatif

3. Residu Pestisida

Mengapa residu pestisida baru diukur setelah menjadi ekstrak?

Pembuatan ekstrak mengalami proses pengentalan/penguapan pelarut → menyebabkan residu pestisida juga menjadi lebih pekat dan terkonsentrasi

Metode: Kromatografi

Batas maksimum

Setiap jenis pestisida, insektisida, herbisida, dan bahan kimia pencegah hama lain memiliki rentangnya sendiri-sendiri sesuai standar masing-masing negara

Parameter Spesifik Ekstrak: Identitas dan Kadar Senyawa Aktif, & Rendemen

EKSTRAK KENTAL KULIT KAYU MANIS **Cinnamomi Burmannii Cortecis Extractum Spissum**

Ekstrak kental kulit kayu manis adalah ekstrak yang dibuat dari kulit batang *Cinnamomum burmanni* (Nees & T.Nees) Blume, suku Lauraceae, mengandung minyak atsiri tidak kurang dari 0,05% v/b dan sinamaldehyd tidak kurang dari 0,50%.

Pembuatan Ekstrak <311>

Rendemen Tidak kurang dari 25,4%

Identitas Ekstrak

Pemerian Ekstrak kental; warna coklat kemerahan; bau khas; rasa pedas dan agak manis.

Senyawa identitas Sinamaldehyd

Kadar air <83> Tidak lebih dari 16,0%

Abu total <81> Tidak lebih dari 0,3%

Abu tidak larut asam <82> Tidak lebih dari 0,1%

Kandungan Kimia Ekstrak

Kadar minyak atsiri Tidak kurang dari 0,05% v/b

Lakukan penetapan kadar sesuai dengan *Penetapan Kadar Minyak Atsiri* <71>.

Kadar sinamaldehyd Tidak kurang dari 0,50%

Lakukan penetapan kadar dengan cara *KLT Densitometri* seperti tertera pada *Kromatografi* <61>, menggunakan:

Fase gerak n-Heksana P-etil asetat P (9:1)

Larutan uji Timbang saksama lebih kurang 0,5 g ekstrak, masukkan ke dalam labu Erlenmeyer, tambahkan 25 mL *etanol P*, aduk selama 30 menit dengan pengaduk magnetik. Saring ke dalam labu tertukur 25-mL, bilas kertas saring dengan *etanol P* dan tambahkan *etanol P* sampai tanda.

Larutan pembanding Timbang saksama lebih kurang 10 mg sinamaldehyd, masukkan ke dalam labu tertukur 10-mL, larutkan dan tambahkan *etanol P* sampai tanda. Buat seri pengenceran larutan pembanding dengan kadar berturut-turut 1000, 500, 250, 125, dan 62,5 µg/mL.

Prosedur Totolkan secara terpisah 5 µL *Larutan uji* dan masing-masing seri pengenceran *Larutan pembanding* pada lempeng silika gel 60 F₂₅₄, eluasi dengan *Fase gerak*. Ukurs serapan pada panjang gelombang serapan maksimum lebih kurang 725 nm. Buat kurva kalibrasi. Hitung persentase sinamaldehyd dalam ekstrak dengan kurva baku atau dengan rumus:

Terima kasih

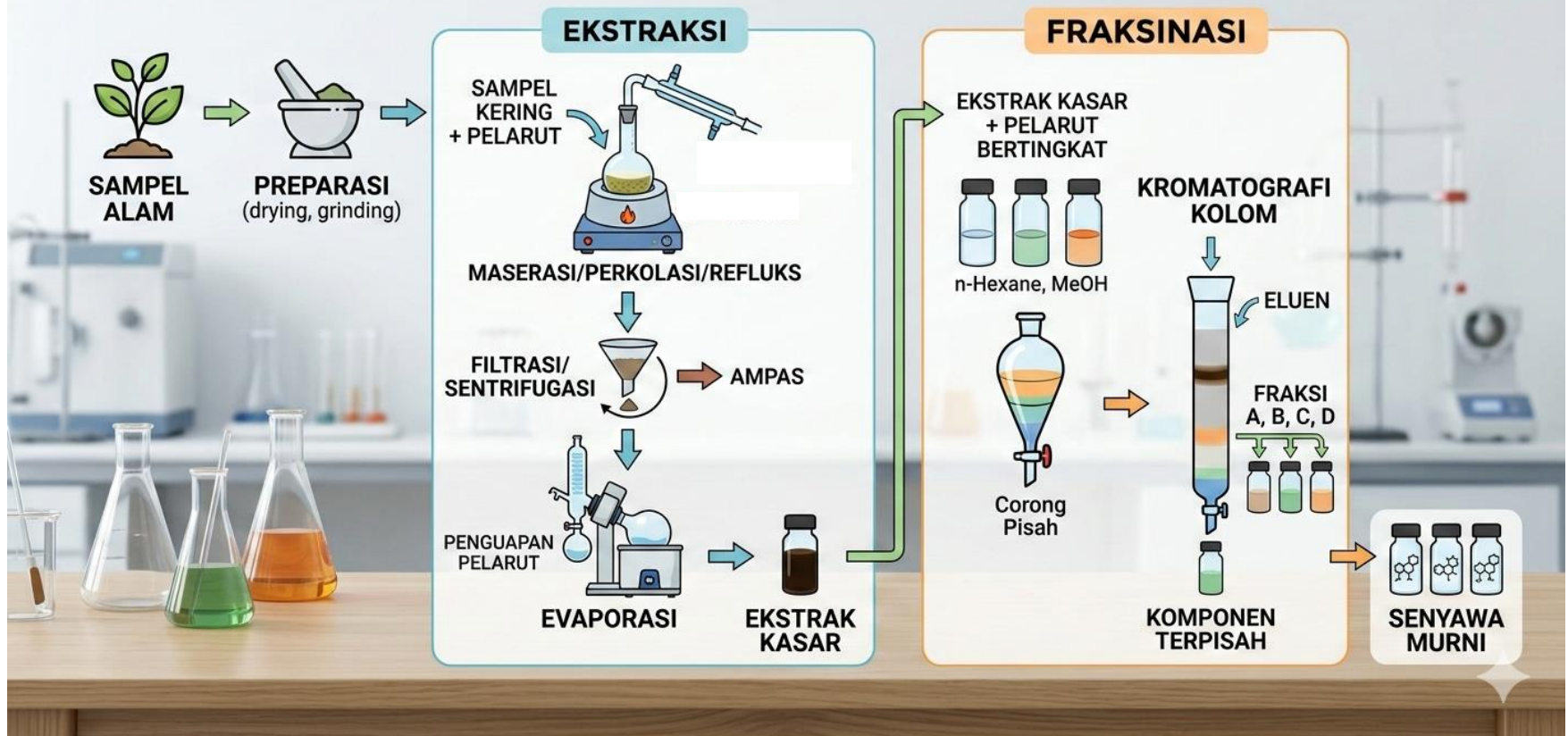
Farmakognosi & Fitokimia

Teknologi Ekstraksi dan Fraksinasi

Dr. apt. Deamon Sakaraga, M.Biomed.



SKEMA UMUM EKSTRAKSI & FRAKSINASI



Ekstraksi



Fraksinasi



Isolasi

Definisi

Ekstraksi

- **Pemisahan** bagian jaringan tumbuhan atau hewan yang **aktif sebagai obat** dari komponen yang tidak aktif atau *inert* dengan menggunakan **pelarut selektif & prosedur standar**
- Menghasilkan **ekstrak (kering, kental, & cair)**

Fraksinasi

- **Teknik pemisahan** berdasarkan **sifat fisika** (ukuran molekul & kelarutan) dan **kimia** (ikatan kimia dan interaksi dengan pelarut)
- Menghasilkan **fraksi & subfraksi**
- Fraksi: hasil pemisahan beberapa tahap dari ekstrak berdasarkan sifat fisika & kimia, **tidak mengandung senyawa aktif tunggal yang dominan, kecuali** secara alamiah memang sangat tinggi

Isolasi

- Proses **pemurnian** senyawa aktif untuk menghasilkan **isolat**
- **Isolat**: senyawa aktif murni dengan kemurnian $\leq 98\%$ yang merupakan hasil isolasi dari simplisia menurut cara yang cocok

Target utama → metabolit sekunder

Parameter yang mempengaruhi keberhasilan ekstraksi

1. Mutu simplisia

2. Ukuran partikel (bentuk rajangan vs serbuk)

- Mempengaruhi luas permukaan kontak dengan pelarut

3. Jenis pelarut (polar vs non-polar)

4. Suhu pemanasan

- Beberapa senyawa tahan / tidak tahan panas

5. Durasi ekstraksi

- Terlalu singkat → ekstraksi tidak selesai
- Terlalu lama → terlarutnya kandungan yang tidak diinginkan

PRINSIP SLE & LLE

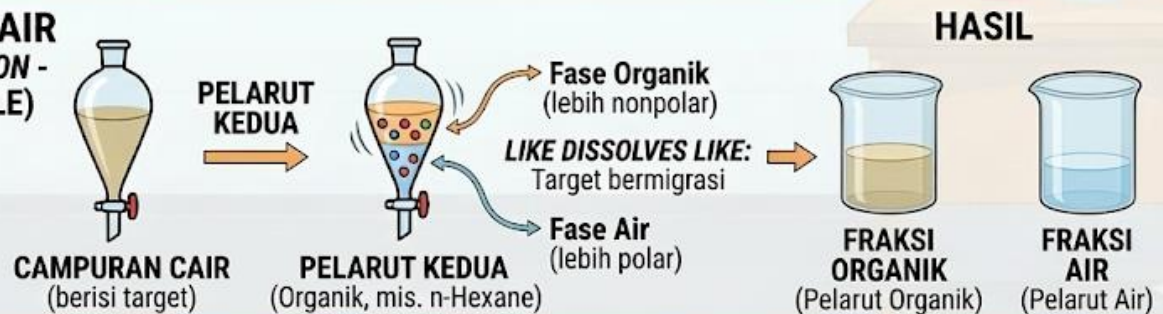
1. EKSTRAKSI PADAT-CAIR (SOLID-LIQUID EXTRACTION - SLE)

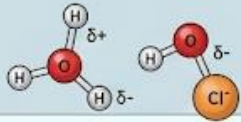
MEMISAHKAN KOMPONEN DARI MATRIKS PADAT



2. EKSTRAKSI CAIR-CAIR (LIQUID-LIQUID EXTRACTION - LLE)

MEMISAHKAN KOMPONEN DARI CAMPURAN CAIRAN

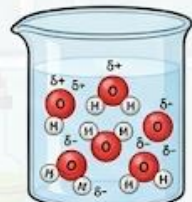




PRINSIP “LIKE DISSOLVES LIKE”



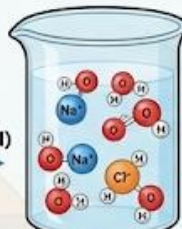
1 POLAR + POLAR



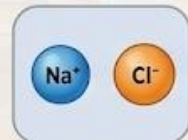
SENYAWA POLAR
(Contoh: Air)

+

LARUT
(DISOLUSI)



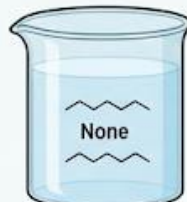
GARAM LARUT
DALAM AIR



SENYAWA POLAR
(Contoh: Garam Dapur / NaCl)

Pelarut Polar melarutkan
Zat Terlarut Polar.
Interaksi Elektrostatis Kuat.

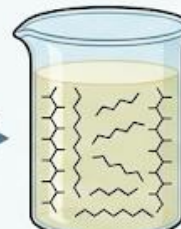
2 NONPOLAR + NONPOLAR



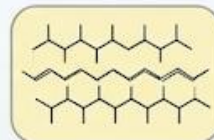
SENYAWA NONPOLAR
(Contoh: Heksana)

+

LARUT



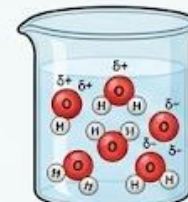
MINYAK LARUT
DALAM HEKSANA



SENYAWA NONPOLAR
(Contoh: Minyak)

Pelarut Nonpolar melarutkan
Zat Terlarut Nonpolar.
Interaksi Van der Waals (Dispersi).

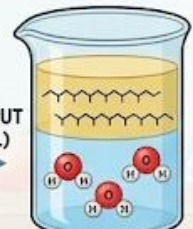
3 POLAR + NONPOLAR



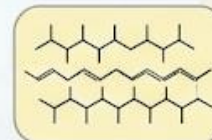
SENYAWA POLAR
(Contoh: Air)

+

TIDAK LARUT
(IMISIBEL)



AIR & MINYAK
TIDAK TERCAMPUR



SENYAWA NONPOLAR
(Contoh: Minyak)

Pelarut Polar TIDAK melarutkan
Zat Terlarut Nonpolar.
Beda Jenis Molekul.

Pelarut untuk Ekstraksi & Fraksinasi

- Pelarut / *solvent* untuk ekstraksi tanaman obat disebut juga **menstruum**

	Solvents	Polarity
1.	<i>n</i> -Hexane	0.009
2.	Petroleum ether	0.117
3.	Diethyl ether	0.117
4.	Ethyl acetate	0.228
5.	Chloroform	0.259
6.	Dichloromethane	0.309
7.	Acetone	0.355
8.	<i>n</i> -Butanol	0.586
9.	Ethanol	0.654
10.	Methanol	0.762
11.	Water	1.000

Tabel 4 Sifat fisikokimia beberapa pelarut

Pelarut	Indeks Polaritas	Titik Didih (°C)	Viskositas (c Poise)	Kelarutan dalam air (% w/w)
n-heksan	0.0	69	0.33	0.001
Etil Asetat	4.4	77	0.45	8.7
Metanol	5.1	65	0.60	100
Etanol	5.2	78	1.20	100
Air	9.0	100	1.00	100

Kekurangan dan Kelebihan Beberapa Pelarut

Air

- **Pros** → sangat polar, murah, nontoxic, nonflammable
- **Cons** → bisa ditumbuhi bakteri & jamur, hidrolisis, butuh volume besar

Alkohol

- Polar, bisa bercampur dengan air (*miscible*), dan dapat melarutkan metabolit sekunder polar
- **Pros** → awet (>20%), nontoxic pada konsentrasi rendah, tidak butuh volume besar
- **Cons** → tidak melarutkan lipid, mudah terbakar, mudah menguap (*volatile*)

Kloroform

- Pelarut nonpolar yang dapat digunakan untuk ekstraksi terpenoid, flavonoid, lipid, dan minyak
- **Pros** → tidak berwarna, larut dalam alcohol
- **Cons** → bersifat sedative dan karsinogenik

Kekurangan dan Kelebihan Beberapa Pelarut

Eter

- Pelarut nonpolar untuk alkaloid, terpenoid, dan asam lemak
- **Pros** → bisa bercampur dengan air, titik didih rendah, tidak bereaksi dengan asam, basa, dan logam
- **Cons** → sangat mudah menguap dan mudah terbakar

Ionic liquid (green solvent)

- Pelarut unik dengan polaritas tinggi dan tahan panas ($\sim 3000^{\circ}\text{C}$)
- **Pros** → bisa digunakan untuk ekstraksi modern, tidak mudah terbakar, polaritas tinggi
- **Cons** → *high-cost*

Metode-Metode Ekstraksi

Tradisional

Limitations:

- ❖ Low recovery
- ❖ Time consuming
- ❖ Large volumes of solvents are required
- ❖ At high temperature some volatile compounds may be lost

Modern

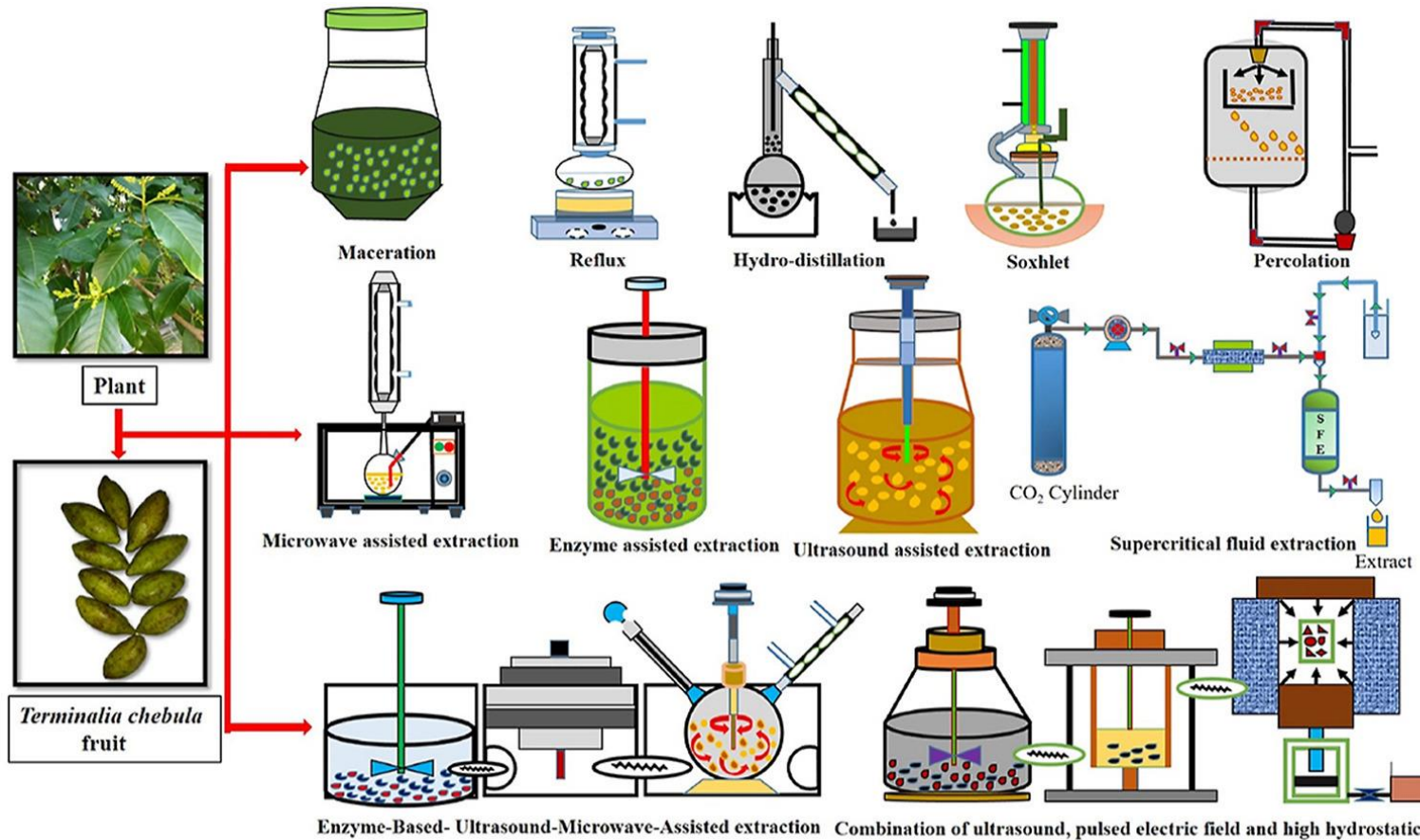
Limitations:

- ❖ High investment cost
- ❖ Swelling of the plant material
- ❖ High process cost
- ❖ High power consumption
- ❖ High analytical cost

Kombinasi

Advantages:

- ❖ Time saving
- ❖ Less solvent consumption
- ❖ High speed of analysis
- ❖ High extraction efficiency
- ❖ Improved extraction yield



Metode Ekstraksi Tradisional

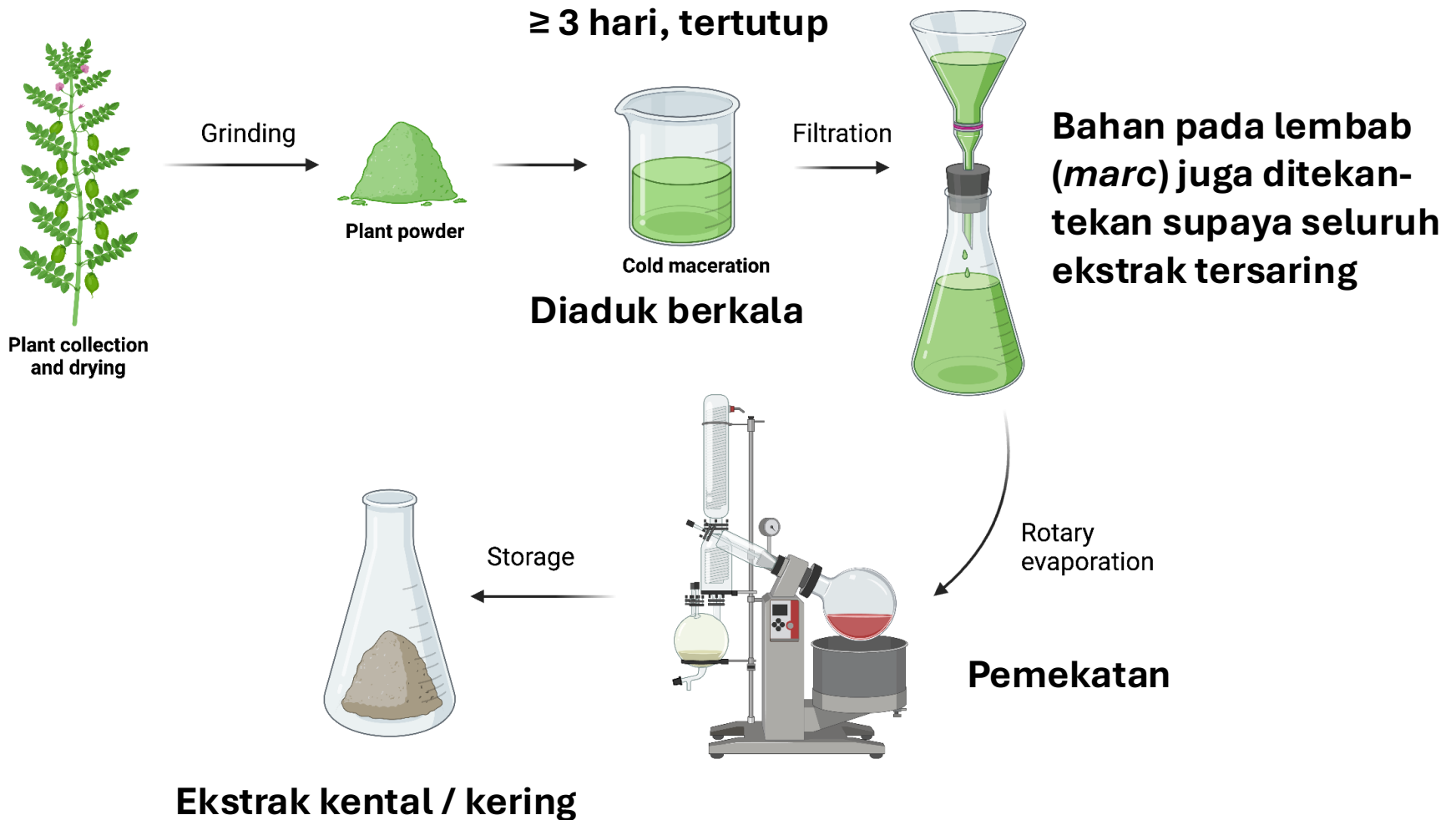
Dingin

- Maserasi
- Perkolasi

Panas

- Soxhlet
- Refluks
- Hidrodestilasi
- Digesti
- Dekokta
- Infusa

Maserasi



Pros: mudah, cocok untuk senyawa *thermolabile*

Cons: *time-consuming, low efficiency*

Perkolasi

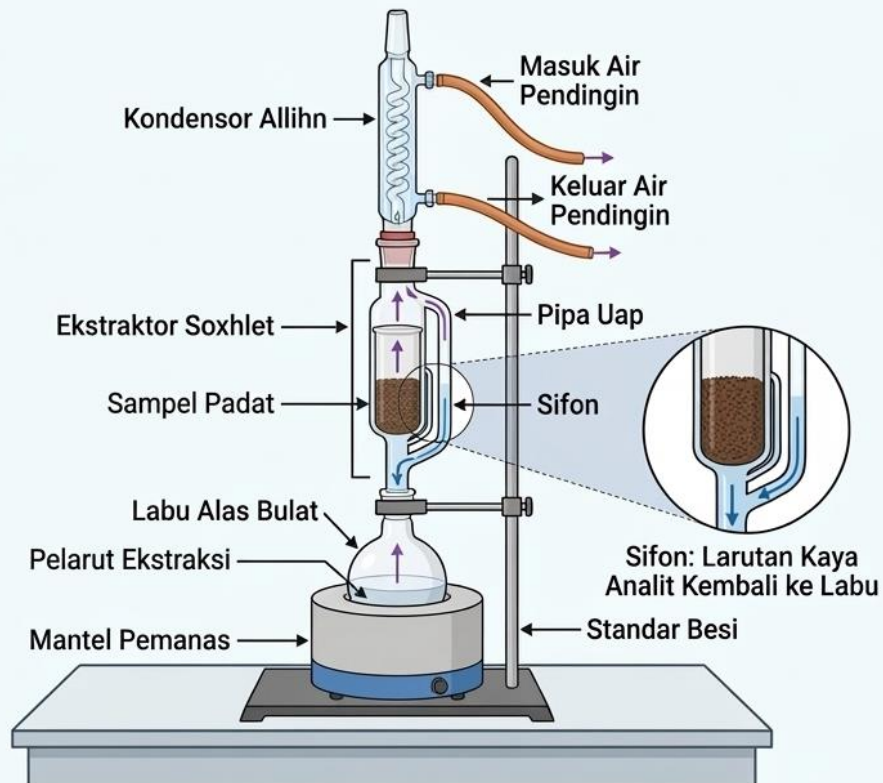


1. Alat dipasang sesuai dengan gambar di samping
2. Bagian dalam keran disumbat dengan kapas/kertas saring
3. Simplisia ditekan-tekan hingga memadat di dasar corong
4. Ditambahkan pelarut dan didiamkan +- 24 jam
5. Keran dibuka, filtrat dikumpulkan (tentukan kecepatan tetesan)
6. Ditambahkan pelarut lagi secara terus menerus hingga filtrat yang berwarna bening

Pros: lebih cepat & efisien dari maserasi

Cons: membutuhkan banyak pelarut

Soxhlet



1. PENGUAPAN

Pelarat dipanaskan dan menguap dari Labu Alas Bulat.

2. KONDENSASI

Uap pelarat naik dan terkondensasi di Kondensor.

3. EKSTRAKSI

Pelarat cair menetes ke sampel, merendam sampel, dan melarutkan senyawa target (Analit).

4. SIFON

Larutan penuh mengalir kembali ke Labu Alas Bulat melalui Sifon saat mencapai ketinggian tertentu.

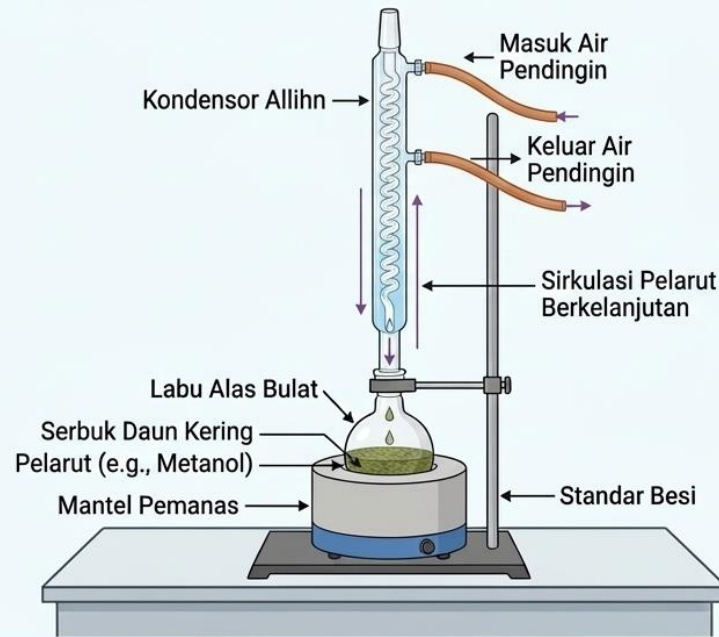
5. PENGULANGAN

Proses berulang terus-menerus.

Pros: Tidak membutuhkan banyak pelarat, tanpa filtrasi, sistem berjalan otomatis

Cons: Membutuhkan waktu lama, suhu panas terus menerus terhadap ekstrak

Refluks



1. PENGUAPAN

Pelarut dan uap analit naik.

2. KONDENSASI

Uap menjadi cair dalam kondensor.

3. PENETESAN

Pelarut cair dan analit menetes kembali ke labu.

4. SIRKULASI

Pelarut dan sampel terus berinteraksi.

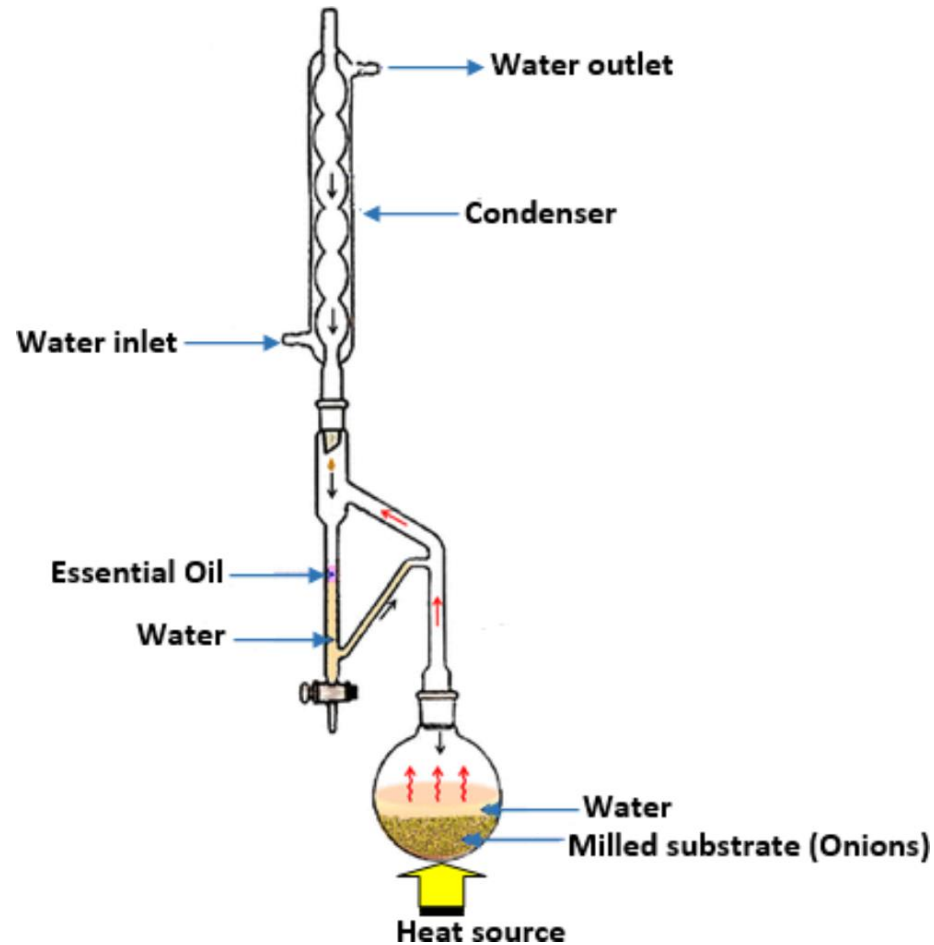
5. SELESAI

Ekstrak diperoleh dalam labu setelah waktu yang ditentukan.

Pros: Tidak membutuhkan banyak pelarut, sistem berjalan otomatis

Cons: Membutuhkan waktu lama, suhu panas terus menerus terhadap ekstrak dan sampel

Hidrodestilasi (ekstraksi *essential oil*)



Pros: Cocok untuk ekstraksi minyak atsiri, tidak membutuhkan pelarut organik

Cons: Beberapa senyawa volatile bisa hilang karena pemanasan yang terlalu tinggi

Digesti

- Bentuk maserasi menggunakan suhu panas tertentu namun **tidak mendidih**

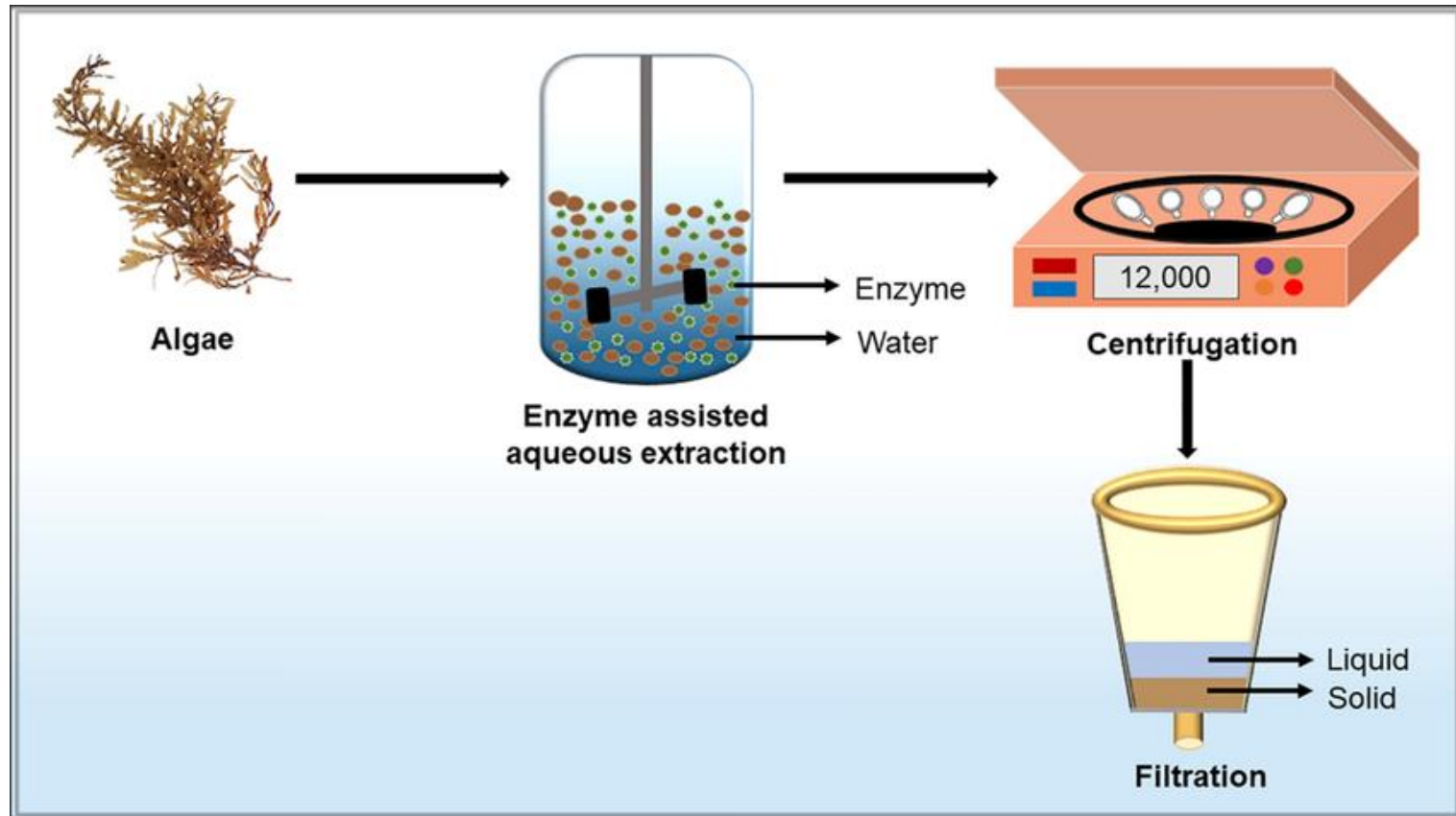
Dekokta

- Simplisia **direbus dalam air** dengan volume dan waktu tertentu, lalu **didinginkan dan disaring**
- Rasio awal sampel:air perlu ditetapkan (misal 1:4 atau 1:16)
- Kemudian volume diturunkan menjadi 1/4 volume aslinya dengan perebusan, lalu disaring dan diproses lebih lanjut

Infusa

- **Maserasi simplisia pada waktu singkat dengan air dingin atau mendidih.**
- Ekstrak yang dihasilkan adalah larutan encer

Enzyme-assisted Extraction (EAE)



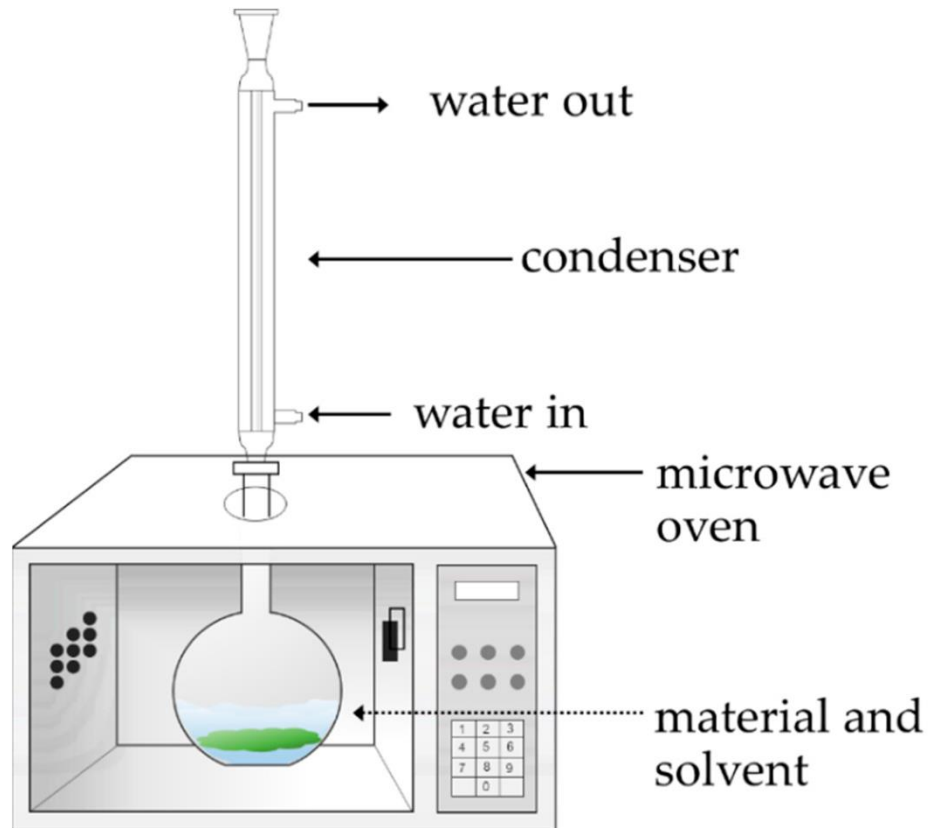
Beberapa senyawa terperangkap dalam polisakarida atau lignin, membutuhkan enzim untuk memecahnya

Contoh enzim: cellulase, alpha-amylase, pectinase

Pros: Meningkatkan kapasitas ekstraksi

Cons: Biaya tinggi

Microwave-assisted Extraction (MAE)

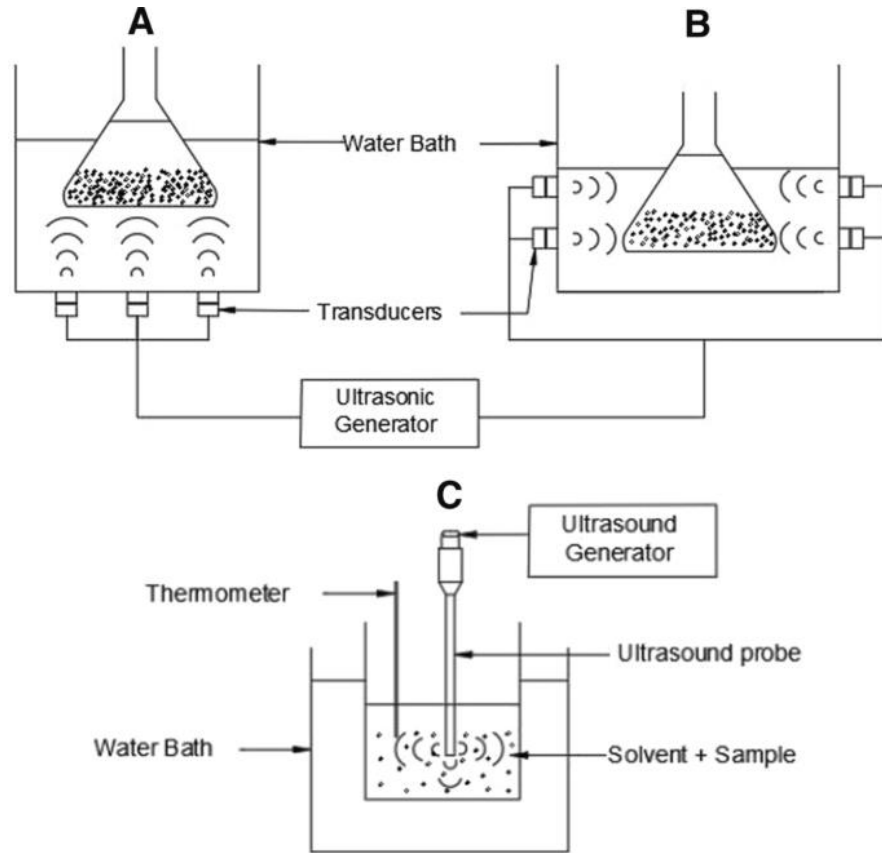


Mirip dengan refluks, tetapi pemanasan dibantu oleh microwave

Pros: Waktu lebih singkat, pelarut lebih sedikit, cocok untuk senyawa polar

Cons: Pemanasan tidak seluruhnya merata, membutuhkan pelarut polar

Ultrasound-assisted Extraction (EAE)



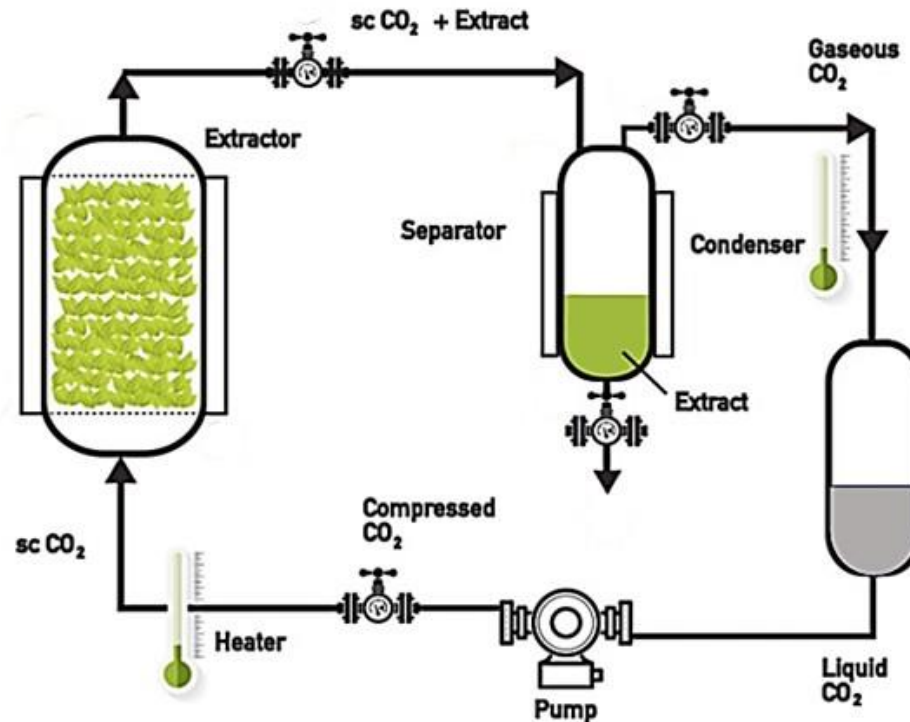
Menggunakan ultrasonic untuk memecah dinding sel dan meningkatkan difusi

Pros: Waktu lebih cepat, suhu proses rendah

Cons: Risiko degradasi senyawa target

Supercritical Fluid Extraction (SAE)

Supercritical CO₂ Extraction Process

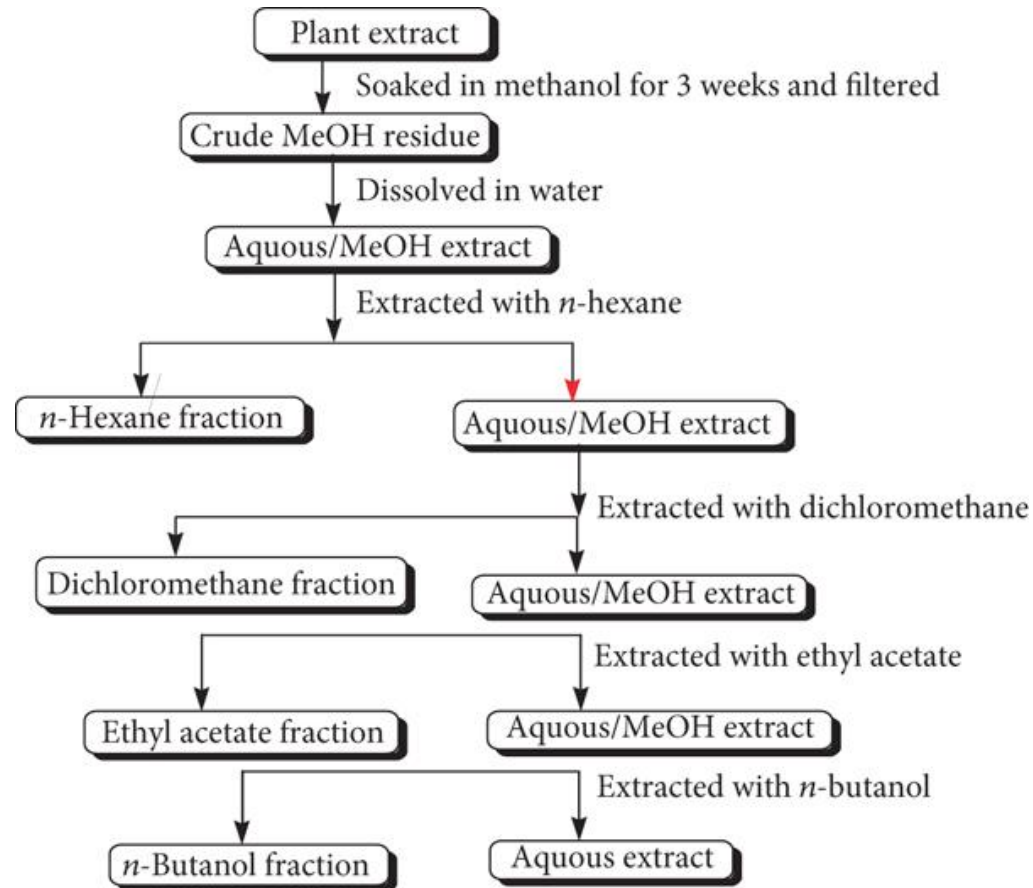


Menggunakan *liquid CO₂* sebagai *critical liquid* → kemampuan ekstraksi tinggi

Pros: CO₂ relatif aman, tidak membutuhkan pelarut organik, waktu cepat

Cons: Biaya tinggi

Fraksinasi



Contoh metode fraksinasi

- Tujuan utama: menyederhanakan campuran senyawa yang sangat kompleks
- Hasil uji lebih spesifik
- Pada akhirnya mempermudah isolasi senyawa murni

Terima kasih

Farmakognosi & Fitokimia

Karbohidrat dan Glikosida

Dr. apt. Deamon Sakaraga, M.Biomed.



KARBOHIDRAT & GLIKOSIDA

1. KARBOHIDRAT (SENYAWA GULA)



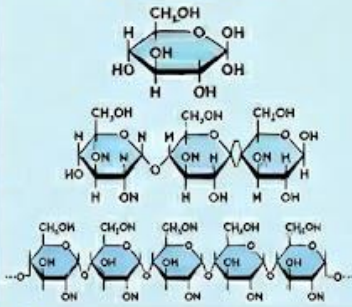
Senyawa organik yang terdiri dari Karbon (C), Hidrogen (H), dan Oksigen (O). Sumber energi utama tubuh.

Contoh:

MONOSAKARIDA (Gula Sederhana): Glukosa, Fruktosa, Galaktosa.

DISAKARIDA & OLIGOSAKARIDA (Rantai Gula Pendek, 2-10 unit): Sukrosa (Gula tebu), Laktosa (Gula susu), Maltosa.

POLISAKARIDA (Rantai Gula): Pati (dalam nasi/ubi), Selulosa (dalam serat), Glikogen.



Fungsi Utama: Pembangkit Energi, Cadangan Energi (Pati/Glikogen), Struktur Sel (Selulosa).

2. GLIKOSIDA (SENYAWA GULA TERIKAT)

Senyawa di mana unit gula (Glikon) terikat pada gugus non-gula (Aglikon) melalui **IKATAN GLIKOSIDIK**.



Komponen:

A. **GLIKON** (Gula, misal: Glukosa, Rhamnosa).

B. **AGLIKON / GENIN** (Non-Gula, misal: Flavonoid, Terpenoid, Alkaloid)

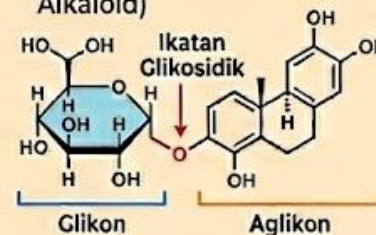
Contoh: **AMIGDALIN** (Biji Aprikot):

Glikosida Sianogenik.

SALISIN (Kulit Willow): Anti-inflamasi alami.

DIGOXIN (Digitalis): Obat jantung.

STEVIOSIDA (Stevia): Pemanis alami.

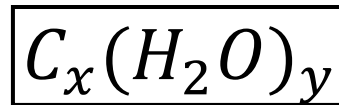


Fungsi: Obat-obatan, Pertahanan tanaman, Pemanis.

Karbohidrat dalam Konteks Farmakognosi & Fitokimia

- Produk utama dari fotosintesis
- Mengandung sebagian besar massa dari tanaman dengan berbagai fungsi, contoh:
 - Selulosa: fungsi struktur
 - Pati (*starch*): cadangan makanan
 - Mucilago (getah): respon terhadap stress

- Struktur kimia:

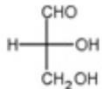


- Dibagi menjadi 3:
 1. Monosakarida (unit gula tunggal)
 2. Disakarida & Oligosakarida (rantai pendek 2-10 unit)
 3. Polisakarida (rantai panjang ≥ 10 unit)

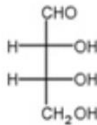
Monosakarida (1)

- Dibagi menjadi 4 kategori berdasarkan atom karbonnya: triosa (C3), tetrosa (C4), pentosa (C5), hexosa (C6)

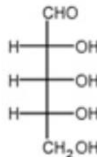
Monosakarida $C \geq 5$ dapat berbentuk siklik hemiasetal



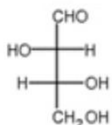
D-Glyceraldehyde



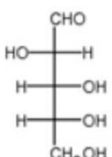
D-Erythrose



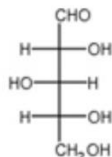
D-Ribose



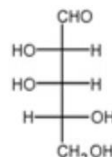
D-Threose



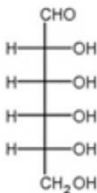
D-Arabinose



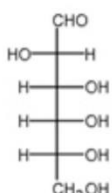
D-Xylose



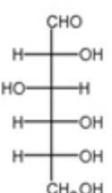
D-Lyxose



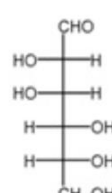
D-Allose



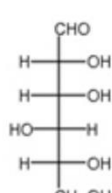
D-Altrose



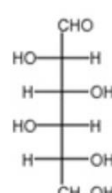
D-Glucose



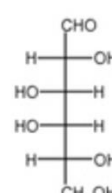
D-Mannose



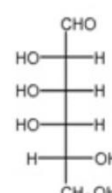
D-Gulose



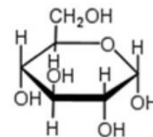
D-Idose



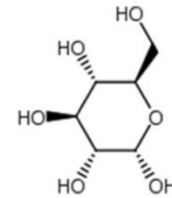
D-Galactose



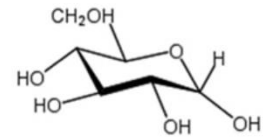
D-Talose



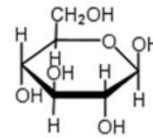
α -D-Glucose



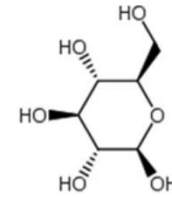
α -D-Glucose



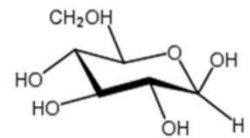
α -D-Glucose



β -D-Glucose



β -D-Glucose



β -D-Glucose

Haworth structure

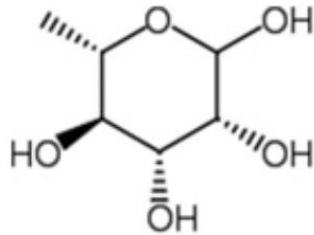
Cyclic structure

Structural type

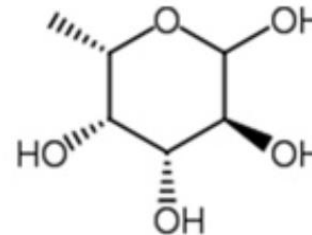
Bentuk linear aldosa

Monosakarida (2)

- Terdapat juga **gula deoksi (*deoxy sugars*)**: ditemukan pada tanaman dalam bentuk polisakarida & glikosida

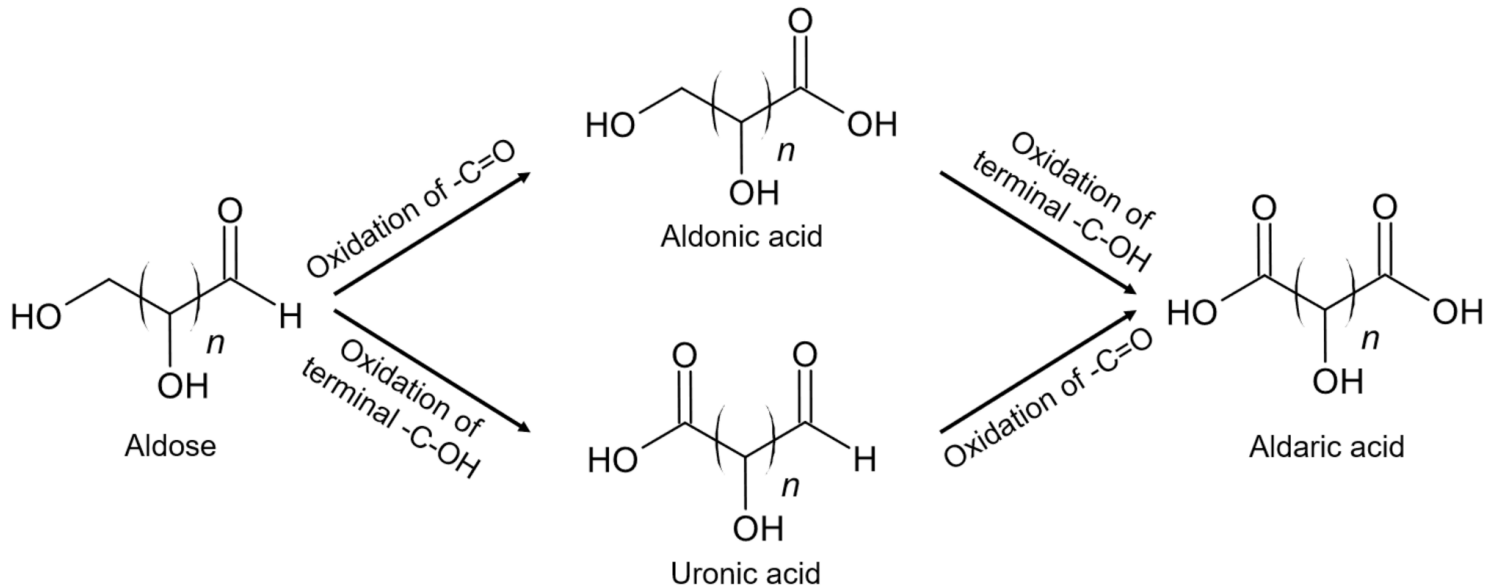


L-Rhamnose



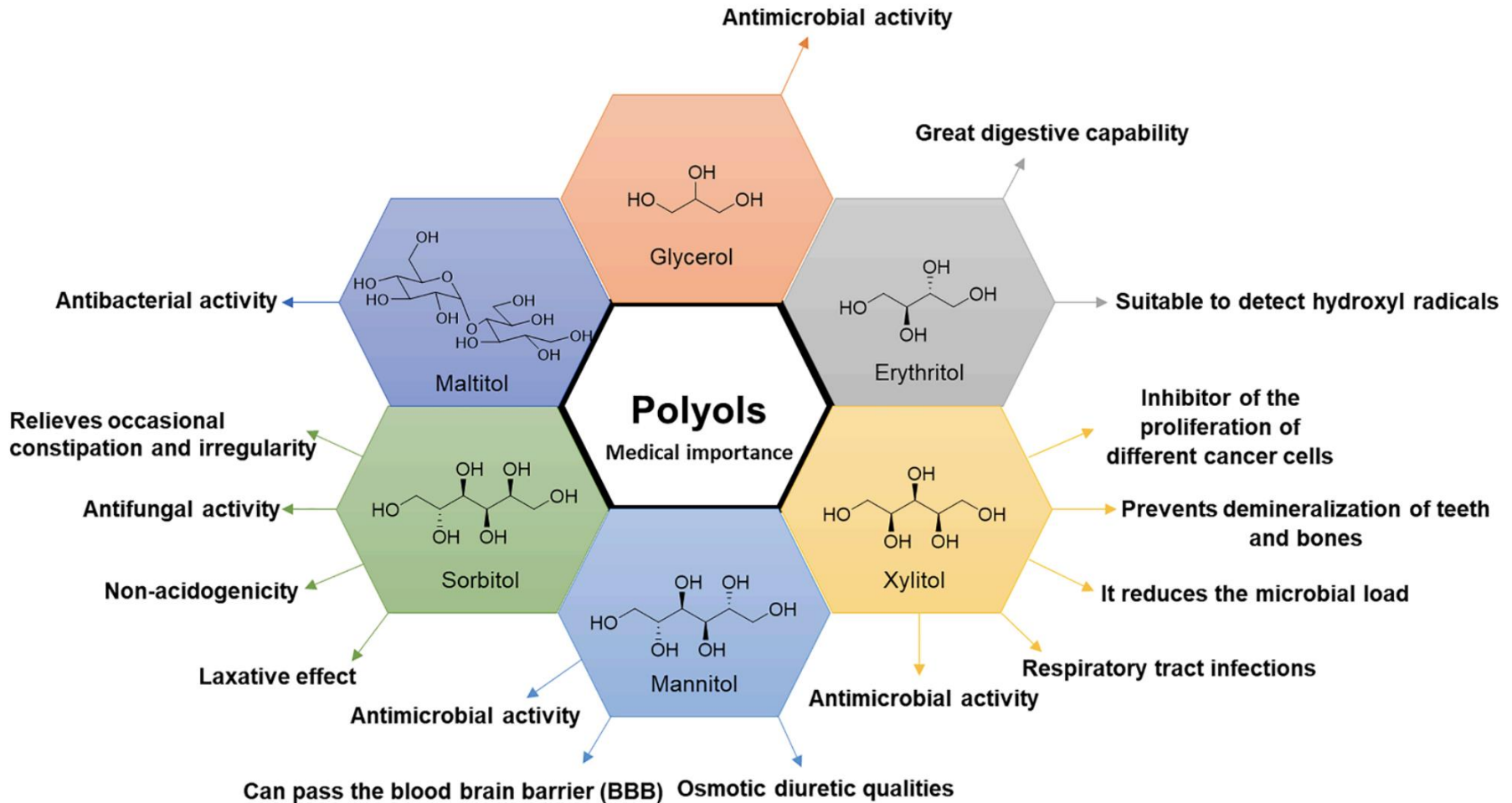
L-Fucose

- Bentuk lain dari monosakarida adalah **gula asam (*sugar acids*)**



Monosakarida (3)

- Bentuk lain lagi dari monosakarida: **polyols (sugar alcohols)**

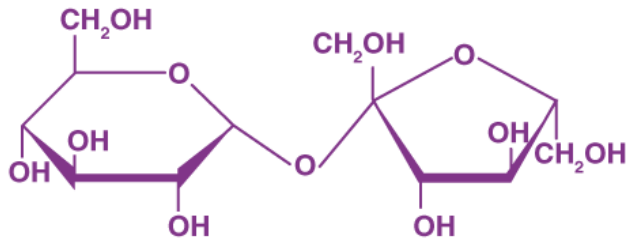


Disakarida

- 2 monosakarida yang terikat oleh ikatan glikosidik

Sucrose

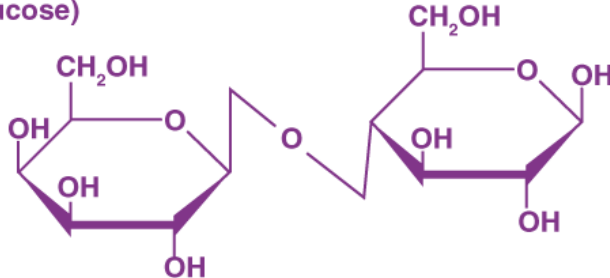
(Glucose-fructose)



- Sumber: gula tebu, gula bit, buah manis

Lactose

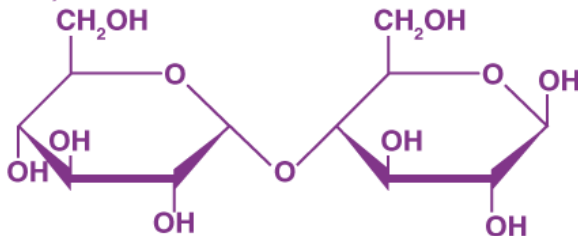
(Galactose-glucose)



- Sumber: susu, yogurt, keju

Maltose

(Glucose-glucose)



- Sumber: biji barley, sirup malt, ubi jalar, produk antara dalam pencernaan pati

Oligosakarida (1)

- Merupakan karbohidrat dengan **3-10 monosakarida** (beberapa peneliti menganggap 2 monosakarida masih termasuk)
- Dibagi menjadi 2:
 - **Oligosakarida primer:** disintesis dari monosakarida
 - **Oligosakarida sekunder:** hasil hidrolisis dari oligosakarida primer atau polisakarida

Primer	Sekunder
• Sukrosa • Raffinosa • Stakiosa • Verbasosa • Fruktan • Galaktinol	• Melibiosa (dari raffinose) • Gentibiosa (dari gentianosa) • Cellobiosa (dari selulosa) • Isomaltosa & amylosa (dari digesti pati)

Oligosakarida (2)

- Beberapa oligosakarida tidak bisa dicerna oleh manusia: ***non-digestable oligosaccharides (NDOs)***
 - Konfigurasi molekul tahan terhadap enzim pencernaan manusia

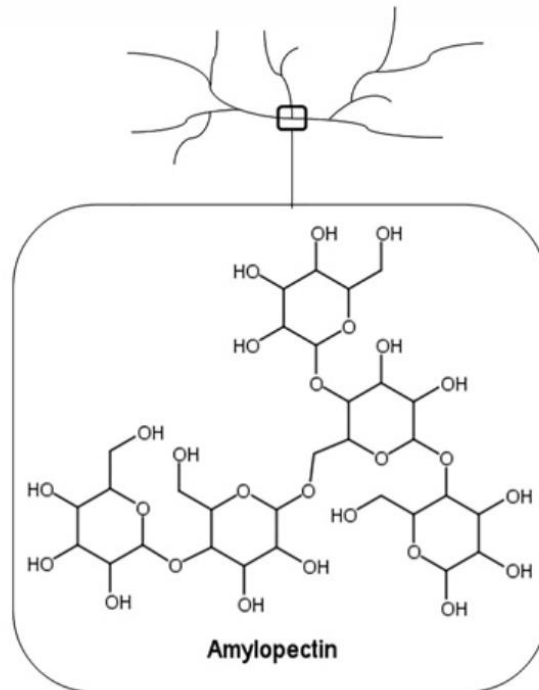
Non-digestible oligosaccharides	Sources
Galactooligosaccharides include raffinose, stachyose, verbascose	Soybean, pulses, and other seeds of Fabaceae
Fructooligosaccharides consisting of a linear chain of fructose units linked by β -(2→1)-linkage	Asparagus, sugar beet, garlic, onion, wheat, artichoke, banana, tomato, honey
Xylooligosaccharides (the mixture of xylobiose, xylotriose, xylotetrose)	Bamboo shoots, fruits, vegetables, honey, milk
Isomaltulose (or palatinose)	Honey, sugarcane juice
Inulin type fructans with linear chain of fructose polymer (β 2→1 linkages)	Onion, garlic, asparagus, chicory roots, artichoke
Soybean oligosaccharides that include raffinose, sucrose, xylose	Soybean seeds and other legumes

Polisakarida (1)

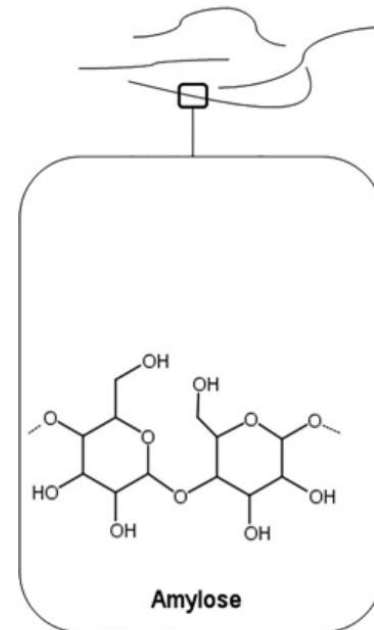
- Karbohidrat kompleks dengan ≥ 10 unit **monosakarida** yang terikat oleh ikatan glikosidik.

1. Pati (*starch*)

- Polisakarida yang bisa dicerna dari tanaman
- Terdiri atas: amylopectin & amylose



Nama lain: α -amylose (80%)

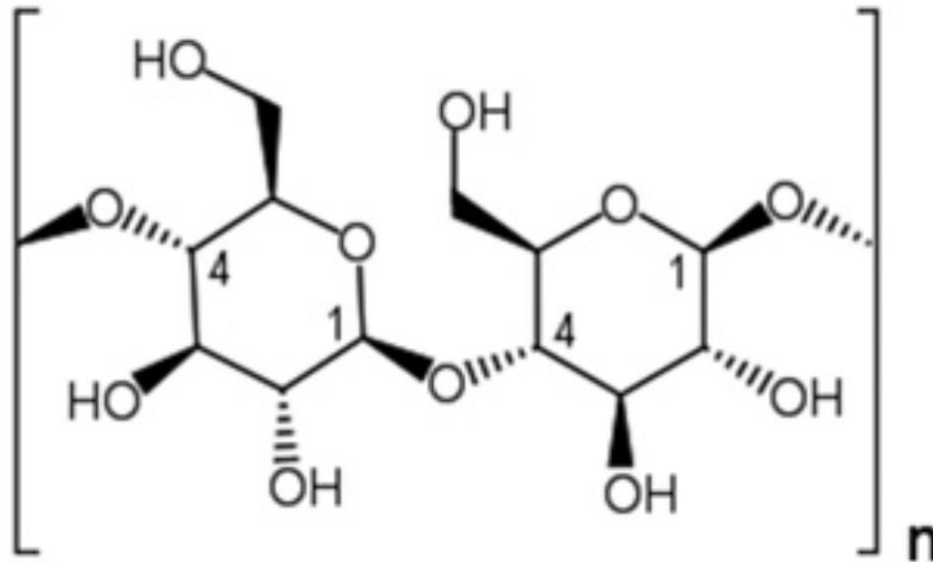


β -amylose (20%)

Polisakarida (2)

2. Selulosa

- Komponen utama dinding sel tanaman
- Unit monomernya bisa mencapai 200-3000, atau bahkan 10.000 monomer
- Ikatan monomernya pada karbon 1-4
- Selulosa komersial seperti **sodium carboxymethyl cellulose (Na-CMC)** dipakai sebagai pengental, pelarut, lubrikan, dll.



Polisakarida (3)

3. Hemiselulosa

- Kelompok heterogeny dari polisakarida dinding sel
- Dibagi menjadi beberapa jenis:

1. Xyloglucans

- Ditemukan pada seluruh tanaman di darat
- Komponen mayor hemiselulosa di dinding sel primer

2. Xylan

- Terdapat pada dinding sel primer pada rumput, dan dinding sel sekunder pada tanaman berkayu
- Beberapa jenis: glucuronoxylans, arabinoxylans

3. Mannan

- Banyak ditemukan di alga dan beberapa biji-bijian.
- Contoh: galactomannan, glucomannan

4. β -glucan

- Tidak ditemukan pada tanaman dikotil

Polisakarida (4)

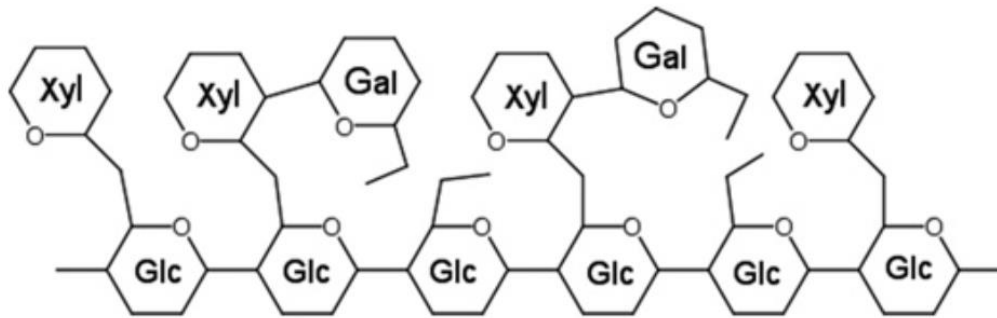
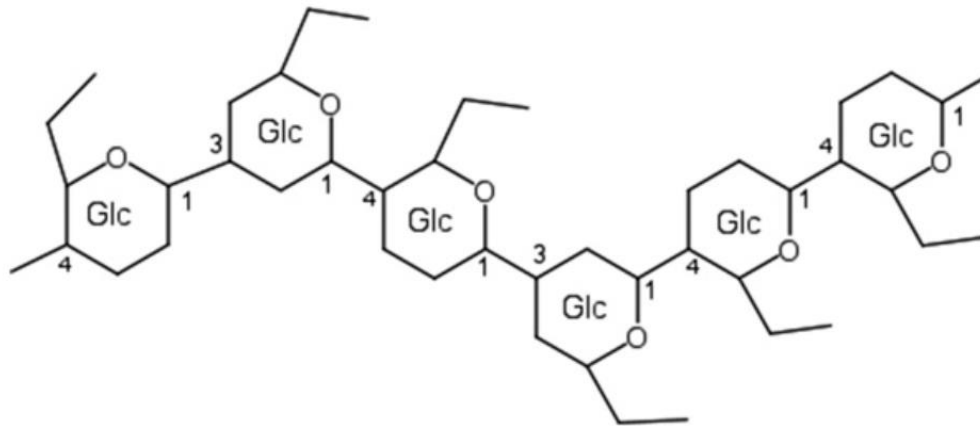


Figure 2.9 Schematic diagram of xyloglucan. Xyl: D-xylose; Glc: D-glucose; Gal: D-galactose.



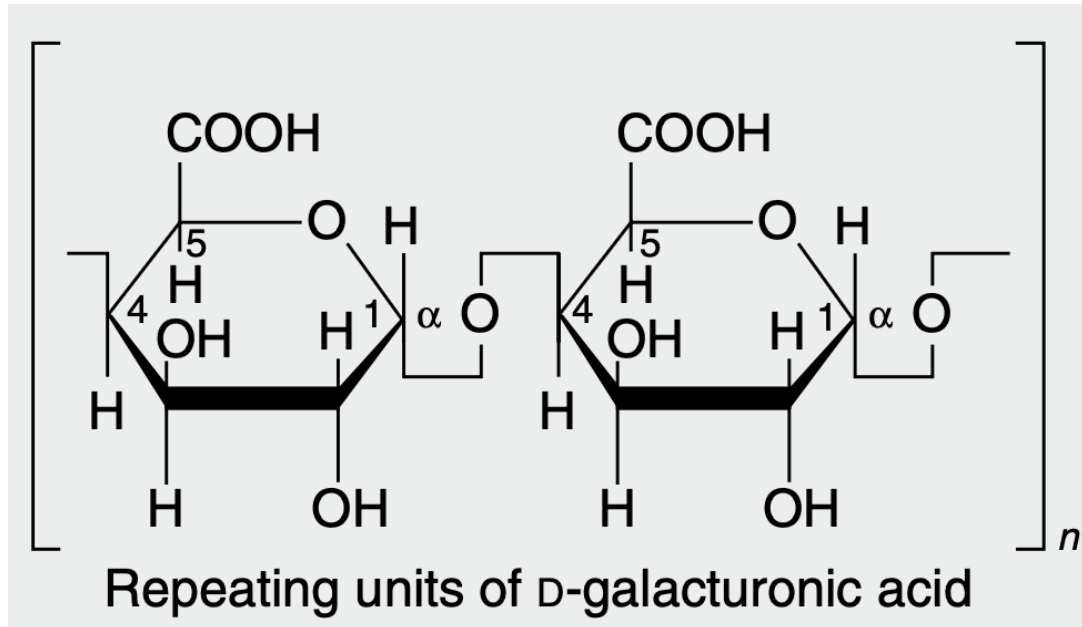
β -Glucan

Figure 2.12 Schematic diagram of β -glucan: β -(1 $\rightarrow$ 3, 1 $\rightarrow$ 4)-glucan. Glc: D-glucose.

Polisakarida (5)

4. Pektin

- Ditemukan dalam dinding sel dan lapisan interselular di tanaman, kecuali pada bagian kayu
- Banyak ditemukan di buah-buahan dan akar.
- Struktur utama: ikatan glikosidik 1-4 pada molekul d-galacturonic acid
- Banyak digunakan sebagai emulsifier, gelling agent, dan pengental



Polisakarida (6)

5. Gom & Mucilago

- Substansi hidrokoloid yang mengandung **gula & uronic acid** jika dihidrolisis
 - Gom (*gums*): **produk patologis** dari tanaman ketika ada luka
 - Mucilago: **produk fisiologis** dari metabolisme tanaman, terbentuk dalam sel
- Komponen utama: pentose, galaktosa yang terikat pada uronic acid

Nama gom	Sumber	Pemanfaatan
Arabic gum	<i>Acacia Senegal</i>	Emulsifier, stabilizer, serat pangan
Tragacanth gum	<i>Astragalus sp.</i>	Emulsifier, formulasi lepas lambat, emolien, kosmetik
Gom xanthan	Fermentasi <i>Xanthomonas campestris</i>	Emulsifier, pengental
Agar	Alga merah	Bakery, gel agent, lubrikan, laksatif
Carrageenan	Alga merah	Emulsifier, pasta gigi, laksatif
Alginat	Alga coklat	Pengental, pelapis tablet

Polisakarida (7)

Sumber mucilago	Pemanfaatan
<i>Aloe vera</i>	Gelling agent, formulasi lepas lambat
Biji Psyllium / Plantaginaceae	Bakery, gel filling, katarsis, lubrikan, demulcent, laksatif, emulsifier
<i>Flax seed</i> (rami)	Pengental, pengikat air
<i>Chan seed</i>	Prebiotik

Glikosida (1)

- Glikokonjugat dari 1 atau lebih molekul gula dengan metabolit non-karbohidrat.
 - Bagian gula: glikon (umumnya L-arabinosa, D-glukosa, D-galaktosa, dll.)
 - Bagian non-gula: aglikon/genin
- Macam-macam glikosida:
 1. **Saponin**: glikosida dengan aglikon triterpene atau steroid
 2. **Glikosida jantung**: glikosida yang memiliki efek terhadap otot jantung
 3. ***Steryl glycosides/sterolins***
 4. ***Pregnane glycosides***
 5. **Glikosida fenolik**
 6. **Lipid terglukosilasi**
 7. **Glikosida sianogenik**
 8. **Glukosinolat**

Glikosida (2)

3. Steryl Glycosides / sterolins

- Aglikon: phytosterol
- Fungsi di tanaman: menjaga struktur dan organisasi membrane serta adaptasi terhadap lingkungan

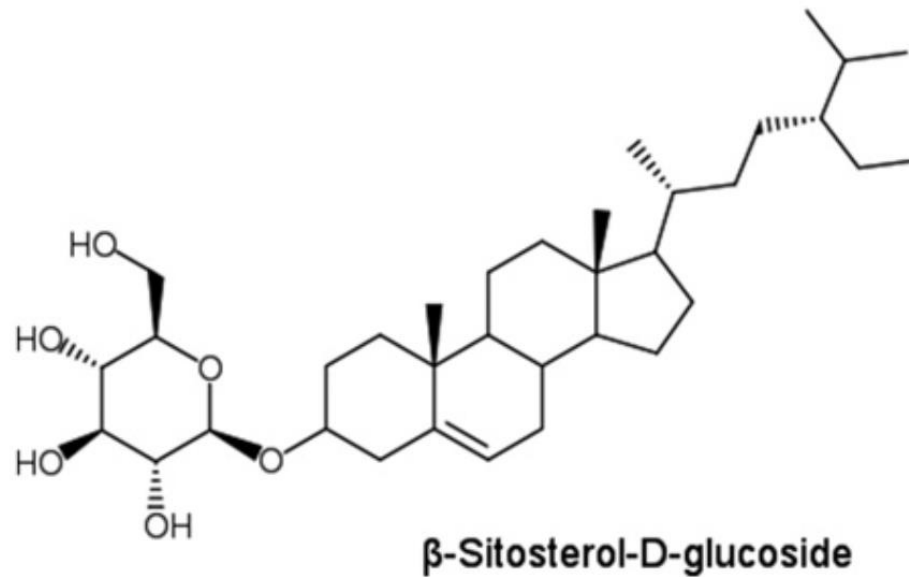


Figure 2.14 Steryl glycoside.

Glikosida (3)

4. Pregnane Glycosides / sterolins

- Aglikon: pregnane
- Aktivitas biologis yang dilaporkan: *anticarcinogenic properties*

Table 2.7 Pregnane glycosides^a

Plant	Glycoside	Aglycone	Sugar moiety
<i>Asclepias incarnata</i> (Apocynaceae)	Metaplexigenin 3- O-trioside	Metaplexigenin	3- <i>O</i> -β-D-Ole _p -(1→4)-β-D-Dgx _p -(1→4)-β-D-Dgx _p
<i>Baseonema acuminatum</i> (Apocynaceae)	Baseonemoside A	Pregn-5-ene-3β,16α,20(<i>S</i>)-triol	3- <i>O</i> -β-D-Cym _p -(1→4)-β-D-Dgx _p 20- <i>O</i> -β-D-Glu _p -(1→2)-β-D-Dgt _p
<i>Caralluma lasiantha</i> (Apocynaceae)	Lasianthoside A	Caralasisigenin	3- <i>O</i> -β-D-Glu _p -(1→4)-β-D-Dgt _p 20- <i>O</i> -α-L-Rha _p -(1→6)-β-D-Glu _p
<i>Dioscorea collettii</i> (Dioscoreaceae)	Hypoglaucin G	Pregn-5,16-dien-3β-ol-20-one	16β-(4'-Me-5'- <i>O</i> -β-D-glu _p -pentanoxyl)-3- <i>O</i> -α-L-Rha _p -(1→2)-α-L-Rha _p -(1→4)-β-D-Glu _p

^aCym: cymarose; Dgt: digitalose; Dgx: digitoxose; Glu: glucose; Ole: oleandrose; Rha: rhamnose; p: pyranose.

Glikosida (4)

5. Glikosida fenolik

- Aglikon: senyawa fenolik

Table 21.1 Examples of phenolic glycosides.

Name	Examples of sources	Products of hydrolysis
Salicin	<i>Salix</i> and <i>Populus</i> spp. <i>Viburnum prunifolium</i>	Salicyl alcohol, glucose
Populin (benzoyl-salicin)	<i>Populus tremula</i>	Salicyl alcohol, benzoic acid, glucose
Arbutin	Ericaceae and Rosaceae	Hydroquinone, glucose
Phloridzin	Rosaceae, including spp. of <i>Malus</i>	Phloretin, glucose
Trilobatin	<i>Malus</i> , <i>Spiraea</i>	Phloretin, glucose
Coniferin	Coniferae	Coniferyl alcohol, glucose
Gaultherin	<i>Gaultheria</i> , <i>Betula</i> and <i>Monotropa</i>	Methyl salicylate, primeverose
Syringin	Particularly in Oleaceae	Methoxyconiferyl alcohol, glucose
Glucovanillin	<i>Vanilla</i> spp. and some Gramineae	Vanillin, glucose
Gein	<i>Geum</i> spp.	Eugenol, vicianose (glucose + arabinose)
Glucogallin	<i>Rheum</i> spp.	Gallic acid, glucose
Hamamelitannin	<i>Hamamelis virginiana</i>	Gallic acid (2 mols) hamamelose

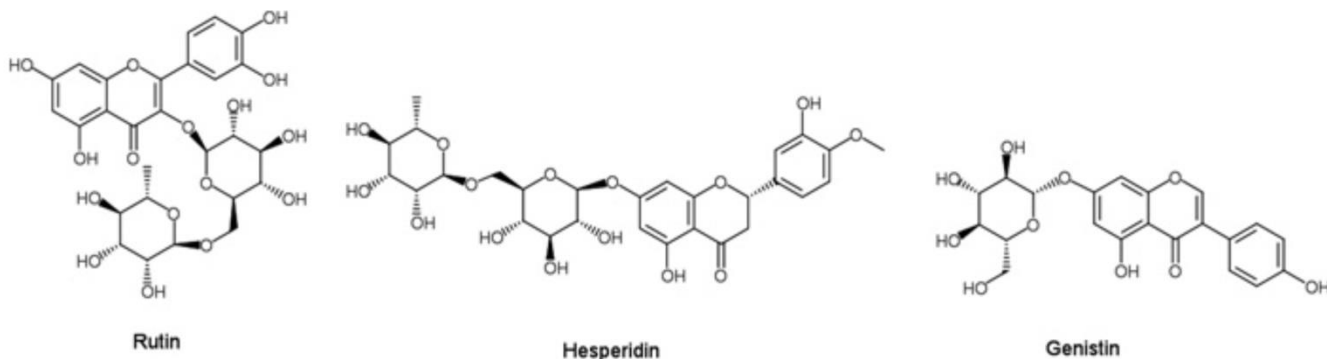


Figure 2.15 Flavonoid glycosides.

Glikosida (4)

6. Lipid terlikosilasi

- Aglikon: senyawa lipid seperti **monogalactosyldiacylglycerol (MGDG)** dan **digalactosyldiacylglycerol (DGDG)**
- Banyak ditemukan pada membrane tilakoid dari kloroplas.

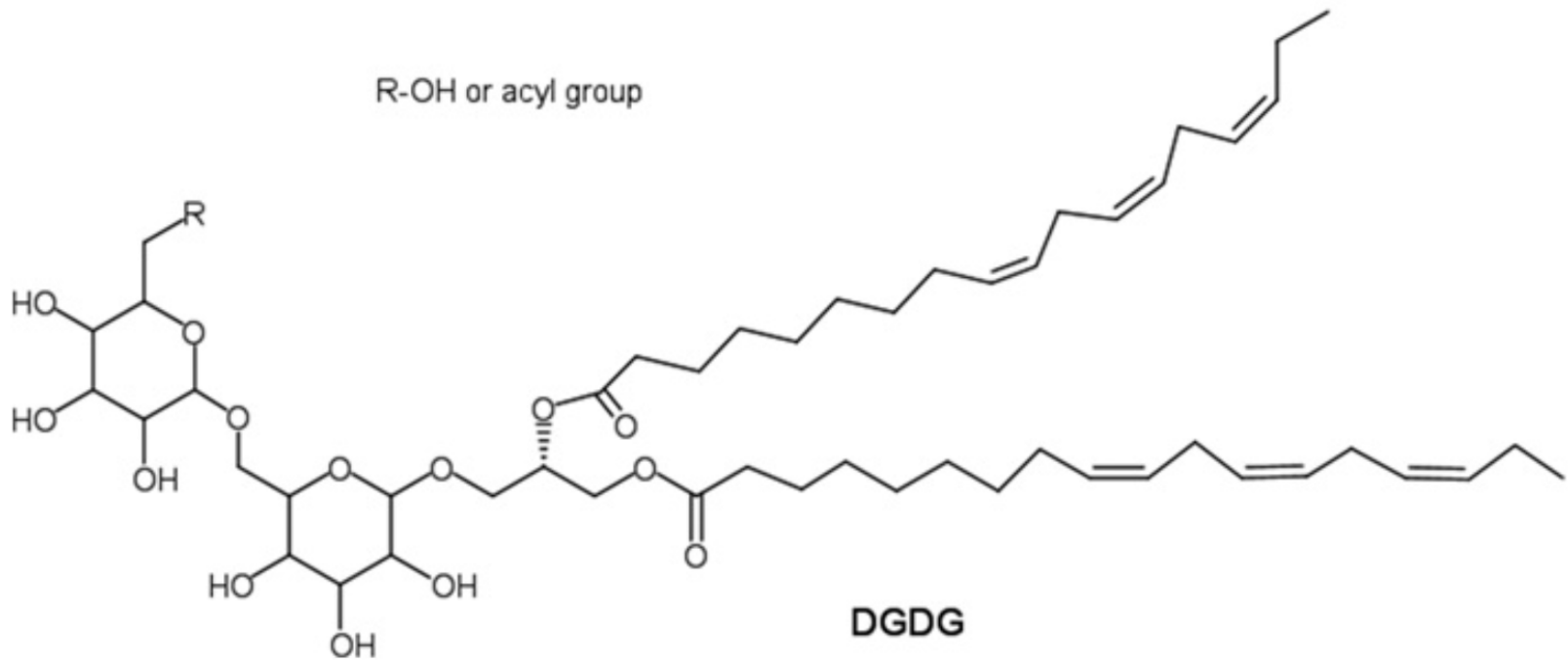


Figure 2.17 Glycosylated lipids.

Glikosida (4)

7. Glikosida sianogenik

- Aglikon: senyawa intermediat dari asam amino (cyanohydrins)

Table 2.9 Some cyanogenic glycosides and their sources

Amino acid	Glycoside	Source
Phenylalanine	Amygdalin	<i>Prunus amygdalus</i> (Rosaceae)
	Prunasin	<i>Prunus serotina</i> (Rosaceae)
	Sambunigrin	<i>Sambucus nigra</i> (Viburnaceae)
Valine	Linamarin	<i>Linum usitatissimum</i> (Linaceae)
	Linustatin	<i>Hevea brasiliensis</i> (Euphorbiaceae)
Isoleucine	Lotaustralin	<i>Manihot esculenta</i> (Euphorbiaceae)
		<i>Phaseolus lunatus</i> (Fabaceae)
Tyrosine	Proteacin	<i>Polyscias australiana</i> (Araliaceae)
	Triglochinin	<i>Triglochin maritima</i> (Juncaginaceae)
	Dhurrin	<i>Sorghum vulgare</i> (Poaceae)

Terima kasih