



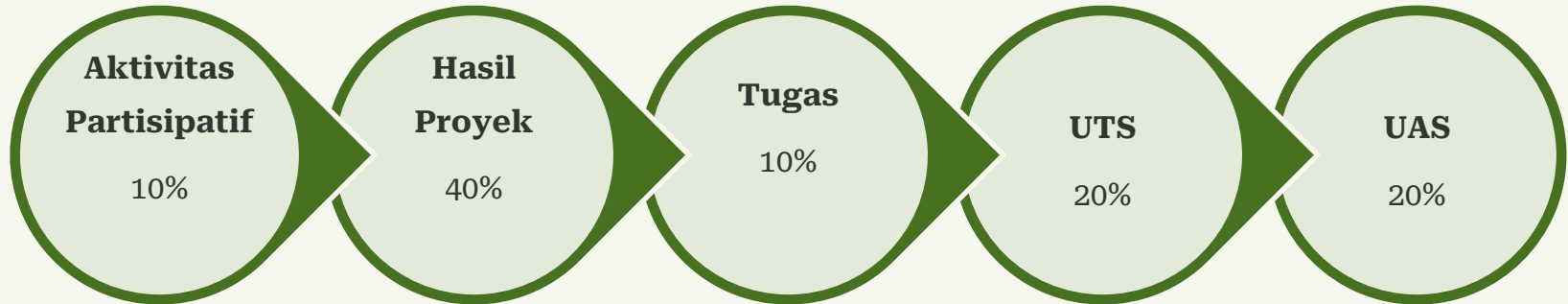
Purifikasi dan Standarisasi Bahan Alam

apt. Catharina Apriyani
W H., M.Farm

Ketentuan Perkuliahan

- **Hadir tepat waktu dan sesuai jadwal**
- Toleransi keterlambatan **15 menit**
- **Jumlah kehadiran 75%** untuk mengikuti UTS dan UAS (**maksimal 3x absen**)
- **MELANGGAR** = tidak boleh ikut UAS

Ketentuan Perkuliahan



Rencana Pembelajaran Semester

Kelas A

- Kamis
- 13.00 – 14.40

Kelas B

- Rabu
- 08.00 – 09.40

Rencana Pembelajaran Semester

Dosen Pengampu

- apt. Catharina Apriyani Wuryaningsih Heryanto., M.Farm
- Dr. Rofiq Sunaryanto, M.Si.
- Yusuf Andriana, Ph.D

Rencana Pembelajaran Semester

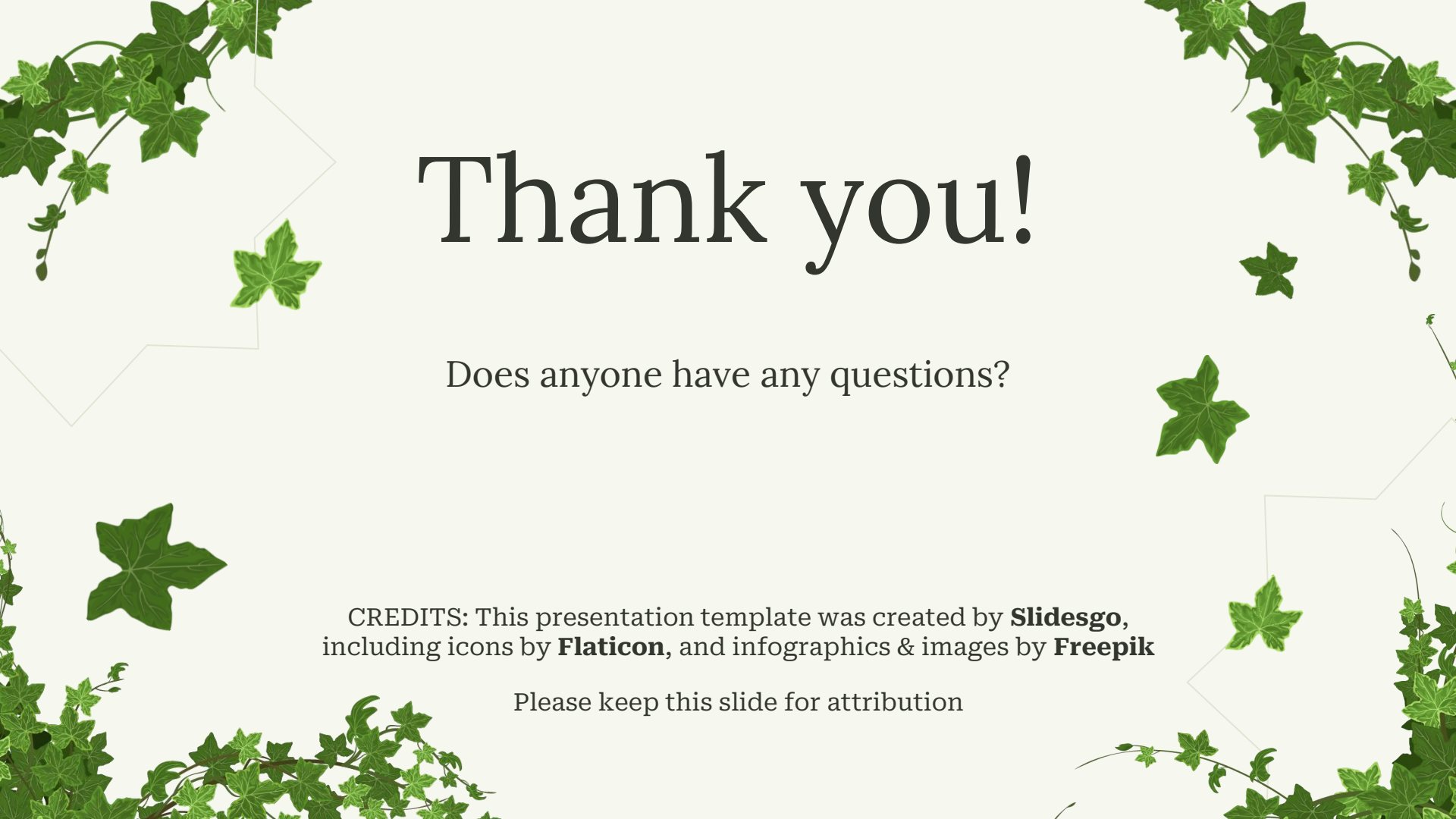
Materi UTS	Dosen
Ethnomedicine	apt. Catharina Apriyani Wuryaningsih Heryanto., M.Farm
Purifikasi dan Standarisasi Bahan Alam	apt. Catharina Apriyani Wuryaningsih Heryanto., M.Farm
Jalur Biosintesis	apt. Catharina Apriyani Wuryaningsih Heryanto., M.Farm
Fenolik, Flavonoid dan Tanin	Dr. Rofiq Sunaryanto, M.Si.
Fenilpropanoid & Kumarin, Poliketida, Alkaloid	Dr. Rofiq Sunaryanto, M.Si.
Terpenoid, Steroid dan Lignan	Dr. Rofiq Sunaryanto, M.Si.
Sifat Fisikokimia Senyawa	Dr. Rofiq Sunaryanto, M.Si.

Rencana Pembelajaran Semester

Materi UAS	Dosen
Kromatografi	Yusuf Andriana, Ph.D
Ekstraksi	Yusuf Andriana, Ph.D
Fraksinasi	Yusuf Andriana, Ph.D
Identifikasi Senyawa: UV-Vis	Yusuf Andriana, Ph.D
Identifikasi Senyawa: IR	Yusuf Andriana, Ph.D
Kajian Senyawa Metabolit Sekunder dari Bahan Alam	Yusuf Andriana, Ph.D
Kajian Senyawa Metabolit Sekunder dari Bahan Alam	Yusuf Andriana, Ph.D

Referensi

- Anonim, 1977. *Materia Medika Indonesia*, Jilid I. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Anonim, 2008. *Farmakope Herbal Indonesia Edisi 1*, Penerbit Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Dewick, P.M., 2009. *Medicinal Natural Product, A Biosynthetic Approach*, 3rd Edition, John Wiley and Son.
- Harborne, J.B., 1987. *Phytochemical Methods*, diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Sudiro, Penerbit ITB, Bandung.
- Hostettmann, K., Marston, A. and Hostettmann, M. 1998. *Preparative Chromatography Techniques: Applications in Natural Product Isolation*, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York.
- Marby, J.T., Markham, K.R., Thomas, M.B., 1970. *The Systematic Identification of Flavonoids*, Springer Verlag, Berlin.
- Markham, K.R., 1988. *Techniques of Flavonoids Identification*, diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata, Penerbit ITB, Bandung
- Damaharyuningtyas, M., 2021. Fractionation Of an Active Phenolic Compound from Water Spinach (*Ipomoea aquatica*) Herb As Antidandruff Against *Malassezia* sp, dalam Prosiding Seminar Penelitian Sivitas Akademika Stikes Notokusumo Yogyakarta

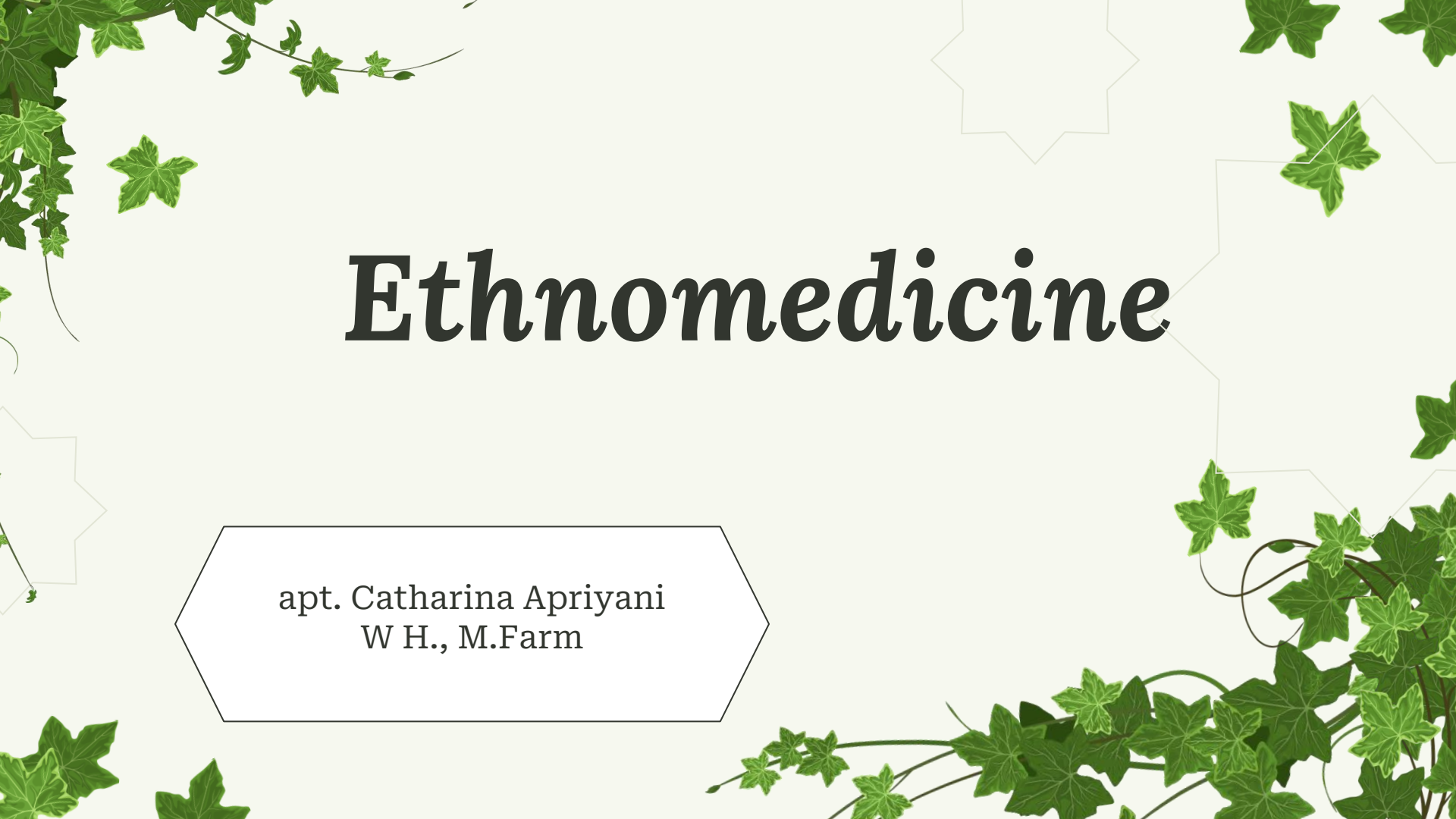


Thank you!

Does anyone have any questions?

CREDITS: This presentation template was created by **Slidesgo**, including icons by **Flaticon**, and infographics & images by **Freepik**

Please keep this slide for attribution



Ethnomedicine

apt. Catharina Apriyani
W H., M.Farm

Topik

- 1. Pengertian Ethnomedicine**
- 2. Ruang Lingkup Ethnomedicine**
- 3. Manfaat dan Tantangan Ethnomedicine**
- 4. Integrasi Ethnomedicine dengan Ilmu Farmasi**



01

Pengertian Ethnomedicine

Pengertian

- **Etnomedicine** adalah sistem pengetahuan tradisional mengenai kesehatan, penyakit, dan pengobatan yang dimiliki oleh suatu kelompok etnis atau masyarakat tertentu.
- Merupakan bagian dari **ethnopharmacology**, yang mempelajari pemanfaatan tumbuhan, hewan, dan mineral dalam sistem pengobatan tradisional.
- Menggabungkan aspek **budaya, antropologi, botani, farmakologi, dan kesehatan masyarakat**.

Pengertian

- **Etnofarmasi** adalah kajian ilmu interdisipliner mengenai aspek-aspek farmasi yang terdapat pada suatu komunitas etnis masyarakat pada suatu daerah tertentu.
- **Etnofarmasi** melibatkan kajian pengenalan, pengelompokan, dan pengetahuan darimana obat tersebut dihasilkan (**etnobiologi**), preparasi sediaan obat (**etnofarmasetik**), aplikasi sediaan obat (**etnofarmakologi**), dan aspek sosial dari penggunaan pengetahuan perobatan dalam etnis tersebut (**etnomedisin**).



02

Ruang Lingkup Ethnomedicine



Ruang Lingkup Etnomedicine

1. Konsep Penyakit

- Penyebab penyakit menurut kepercayaan lokal (alam, spiritual, ketidakseimbangan tubuh).
- Contoh: konsep "panas-dingin" dalam pengobatan tradisional Asia.

2. Sumber Obat Tradisional

- Tumbuhan (akar, daun, buah, biji, kulit batang).
 - Hewan (empedu ular, madu, susu). Mineral (belerang, garam).
- 

Ruang Lingkup Etnomedicine

3. Metode Pengolahan

- Ramuan sederhana (rebusan, tumbukan, tapel, minyak gosok).
- Formula kompleks (jamu, ayurveda, TCM/Traditional Chinese Medicine).

4. Praktik Penyembuhan

- Tabib, dukun, shaman, balian, pengobat tradisional. Kombinasi ritual dan ramuan herbal.

Contoh Sistem Etnomedicine Dunia

- **Ayurveda** (India): konsep dosha (vata, pitta, kapha).
- **Traditional Chinese Medicine** (TCM): konsep yin-yang, qi, meridian.
- **Jamu** (Indonesia): berbasis tanaman lokal, diwariskan turun-temurun.
- **Native American Medicine**: pemanfaatan herbal, upacara spiritual.
- **Afrika Tradisional**: ramuan tumbuhan + ritual penyembuhan.



03

**Manfaat dan Tantangan
Ethnomedicine**

Manfaat Studi Ethnomedicine

- Menjadi **sumber inspirasi penemuan obat baru** (contoh: aspirin dari kulit willow, artemisinin dari *Artemisia annua*).
- Mendukung **pelestarian biodiversitas** dan pengetahuan lokal.
- Menjadi bagian dari ***evidence-based complementary medicine*** bila dilakukan penelitian ilmiah.
- Memberikan dasar untuk **pengembangan fitofarmaka** di Indonesia.

Tantangan dalam Ethnomedicine

- Kurangnya dokumentasi pengetahuan lokal (risiko hilang bersama generasi tua).
- Variabilitas kualitas bahan (tidak terstandar).
- Interaksi obat modern – herbal (perlu penelitian).
- Etika penelitian & hak masyarakat adat (biopiracy, hak kekayaan intelektual).



04

**Integrasi
Ethnomedicine
dengan Ilmu Farmasi**

Integrasi dengan Ilmu Farmasi

- Etnobotani → farmakognosi → kimia bahan alam → farmakologi → fitofarmaka.
- Tahapan:
 - Dokumentasi penggunaan tradisional.
 - Identifikasi tanaman & senyawa aktif.
 - Uji farmakologi & toksikologi.
 - Purifikasi & standarisasi.
 - Uji klinik → obat herbal terstandar/fitofarmaka.

Dokumentasi Penggunaan Tradisional

- **Dokumentasi** penggunaan tradisional adalah proses **pencatatan sistematis** mengenai pengetahuan, praktik, dan pengalaman masyarakat dalam memanfaatkan sumber daya alam (tumbuhan, hewan, mineral) untuk pengobatan, perawatan kesehatan, serta ritual budaya.
- **Tujuan Dokumentasi**
 - **Pelestarian pengetahuan lokal** agar tidak hilang seiring perubahan generasi.
 - **Basis penelitian ilmiah** untuk pengembangan **fitofarmaka**.
 - **Identifikasi tanaman obat potensial** sebagai sumber obat baru.
 - **Perlindungan hak masyarakat** adat (menghindari biopiracy).

Dokumentasi Penggunaan Tradisional

Langkah Dokumentasi Standar (WHO Guidelines)

- **Survey lapangan:** pemetaan wilayah dan komunitas.
- **Pengumpulan data etnobotani:** melalui wawancara & observasi.
- **Identifikasi tanaman:** melalui herbarium dan ahli taksonomi.
- **Analisis data:** klasifikasi berdasarkan indikasi penyakit & metode penggunaan.
- **Publikasi & penyimpanan data:** dalam bentuk buku, database, atau jurnal.

Contoh Dokumentasi

- **Indonesia**

- Jamu gendong → kunyit asam (*Curcuma longa*, *Tamarindus indica*) untuk nyeri haid.
- Daun sirih (*Piper betle*) → antiseptik dan obat keputihan.
- Pegagan (*Centella asiatica*) → meningkatkan daya ingat dan penyembuhan luka.

- **Global**

- Kulit pohon Willow (*Salix alba*) → obat nyeri (cikal bakal aspirin).
- Artemisia annua (Tiongkok) → obat malaria (artemisinin).

Identifikasi Tanaman & Senyawa Aktif

● Identifikasi Tanaman

Langkah untuk memastikan tanaman obat yang digunakan benar dan konsisten.

- Morfologi → pengamatan bentuk luar (daun, batang, bunga, buah, biji).
- Taksonomi → menentukan nama ilmiah (nama latin, famili, sinonim).
- Herbarium → pengawetan spesimen tanaman untuk referensi ilmiah.
- Mikroskopis → analisis serbuk simplisia (trikoma, fragmen xilem, butir pati).
- DNA barcoding (metode modern) → identifikasi genetik spesifik tanaman.

Contoh: Kunyit (*Curcuma longa* L.) → famili *Zingiberaceae*, rimpang berwarna kuning jingga.



Identifikasi Tanaman & Senyawa Aktif

- **Identifikasi Senyawa Aktif (Metabolit Sekunder)**

Menentukan komponen kimia yang bertanggung jawab atas aktivitas biologis.

1. Uji Fitokimia (skrining awal)

- Alkaloid → uji Dragendorff, Mayer.
- Flavonoid → reaksi warna dengan AlCl_3 .
- Tannin → uji FeCl_3 (warna biru/hitam).
- Terpenoid/steroid → Liebermann-Burchard test.

2. Kromatografi

- KLT, HPLC, GC → untuk memisahkan & mengidentifikasi marker.
- 

Identifikasi Tanaman & Senyawa Aktif



Skrining Fitokimia



Kromatografi - KLT

Identifikasi Tanaman & Senyawa Aktif

- **Identifikasi Senyawa Aktif (Metabolit Sekunder)**

3. Spektroskopi

- UV-Vis → konjugasi ikatan rangkap (flavonoid, fenolik).
- IR → gugus fungsi (-OH , C=O , C-O , aromatik).
- NMR & MS → struktur lengkap senyawa.

Contoh: Kurkumin (dari *Curcuma longa* L.) → senyawa fenolik, warna kuning khas.

Uji Farmakologi & Toksikologi

Uji Farmakologi

- Tujuan: Membuktikan efek biologis/aktivitas farmakologis dari ekstrak atau senyawa aktif bahan alam.
- Metode:
 - **In vitro** (uji tabung, sel, enzim), contoh: uji antioksidan (DPPH, FRAP), uji antibakteri (disc diffusion), uji sitotoksik pada sel kanker.
 - **In vivo** (hewan uji: tikus, mencit, kelinci), contoh: efek analgesik → uji hot plate/tail flick.
 - **Ex vivo** (jaringan/organ yang diisolasi).

Hasil uji farmakologi → mendukung klaim **efikasi** bahan alam.

Uji Farmakologi & Toksikologi

Uji Toksikologi

- Tujuan: Menentukan keamanan ekstrak atau senyawa bahan alam.
- Jenis Uji:
 - **Uji Toksisitas Akut:** Satu kali pemberian dosis → mengamati efek toksik & LD₅₀ (lethal dose 50%).
 - **Uji Toksisitas Subakut / Subkronis:** Pemberian berulang (14–90 hari) → mengevaluasi efek organ (hati, ginjal, darah).
 - **Uji Toksisitas Kronis:** Pemberian jangka panjang (≥6 bulan).
 - **Uji Toksisitas Khusus:** Genotoksisitas, karsinogenisitas, teratogenisitas, mutagenisitas.

Hasil uji toksikologi → mendukung klaim keamanan bahan alam.

Purifikasi dan Standarisasi

Purifikasi

- Definisi: Proses pemisahan dan pemurnian metabolit sekunder dari ekstrak bahan alam sehingga diperoleh senyawa dalam bentuk lebih murni.
- Tujuan:
 - Memperoleh senyawa aktif dalam bentuk murni.
 - Memudahkan identifikasi struktur kimia.
 - Menentukan aktivitas farmakologi spesifik.

Purifikasi dan Standarisasi

Purifikasi

- Metode:
 - Fraksinasi → pelarut dengan kepolaran berbeda (n-heksan, etil asetat, etanol, air).
 - Kromatografi → KLT, KLT preparatif, HPLC, kolom, GC.
 - Kristalisasi → pemurnian senyawa padat.

Contoh: Purifikasi kurkumin dari rimpang kunyit dengan ekstraksi etanol → fraksinasi → KLT preparatif/HPLC.

Purifikasi dan Standarisasi

Standarisasi

- Definisi: Proses memastikan kualitas, keamanan, dan konsistensi simplisia atau ekstrak sesuai standar yang ditetapkan.
- Tujuan:
 - Menjamin mutu dan reproduksibilitas obat herbal.
 - Menentukan kadar senyawa marker.
 - Memenuhi persyaratan farmakope/WHO.
- Parameter Standarisasi:
 - Simplisia: kadar air, kadar abu, cemaran logam, cemaran mikroba, organoleptik.
 - Ekstrak: kadar senyawa marker, profil kromatografi (fingerprint), bobot jenis, kadar air.

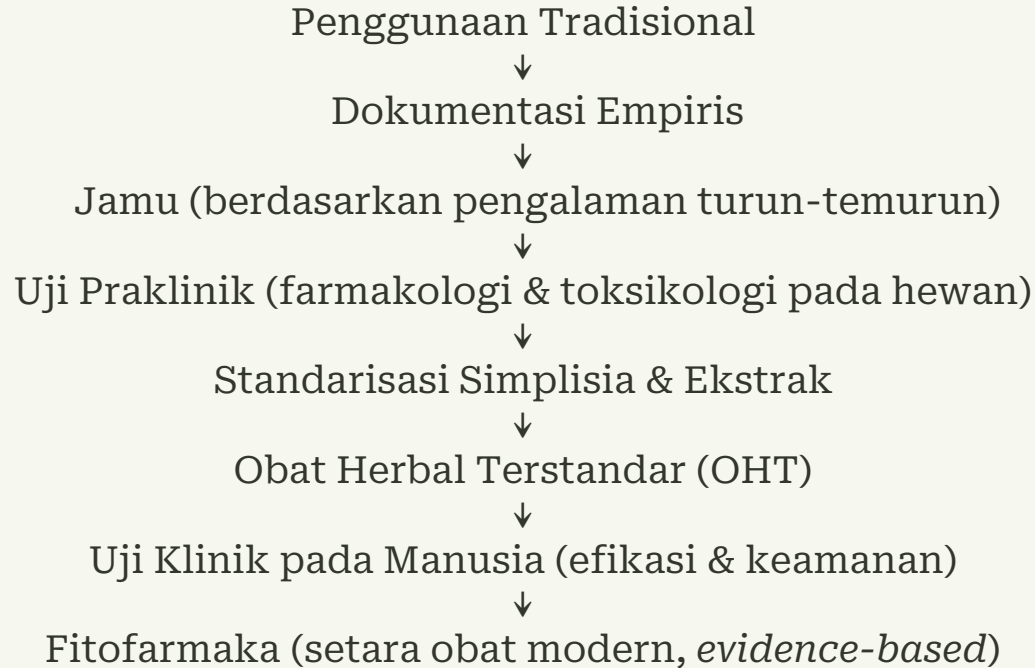
Contoh: Standarisasi ekstrak pegagan → kadar asiaticoside (HPLC) minimal sesuai standar fitofarmaka.

Uji Klinik

- Definisi: Penelitian pada manusia untuk membuktikan efikasi (khasiat) dan keamanan suatu sediaan herbal.
- Tahapan umum:
 - **Fase I** → keamanan, dosis toleransi (sukarelawan sehat).
 - **Fase II** → uji khasiat awal (pasien terbatas).
 - **Fase III** → uji khasiat & keamanan pada populasi lebih besar.
 - **Fase IV** → pemantauan pasca pemasaran.



Alur Pengembangan Obat Herbal di Indonesia

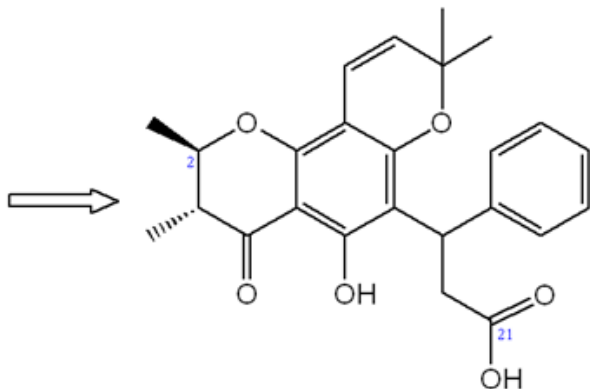


Kandidat Obat Malaria dan Kanker Baru: Turunan Asam Kromanoat dari Tanaman Mentangor endemik Bangka Belitung





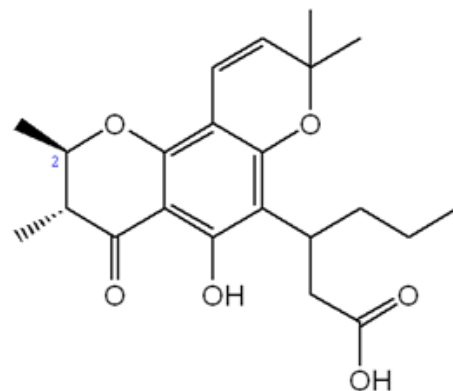
C. wallichianun



Caloteysmannic acid

HeLa: $IC_{50} = 1.96 \mu M$

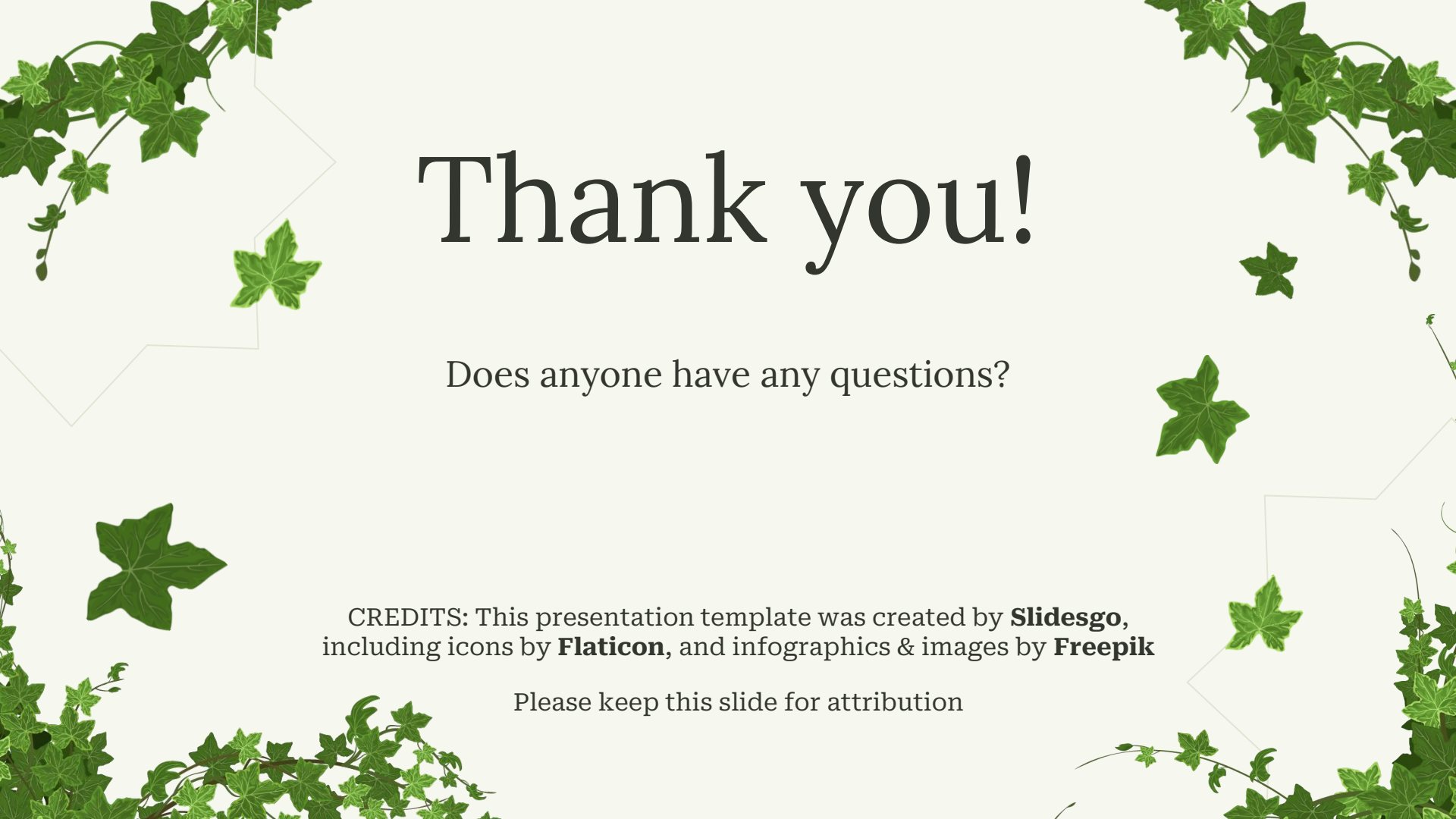
***P. falciparum* 3D7: $IC_{50} = 2.16 \mu M$**



Calolongic acid

HeLa: $IC_{50} > 100 \mu M$

***P. falciparum* 3D7: $IC_{50} = 5.97 \mu M$**



Thank you!

Does anyone have any questions?

CREDITS: This presentation template was created by **Slidesgo**, including icons by **Flaticon**, and infographics & images by **Freepik**

Please keep this slide for attribution



Purifikasi & Standarisasi Bahan Alam

apt. Catharina Apriyani
W H., M.Farm

Topik

1. Pendahuluan

2. Standarisasi Bahan Alam

3. Purifikasi Bahan Alam

4. Integrasi Purifikasi & Standarisasi



01

Pendahuluan

Pendahuluan

- Bahan alam (tanaman obat, hewan, mineral) mengandung **metabolit sekunder** (alkaloid, flavonoid, terpenoid, dll.) yang berkhasiat.
- Untuk dapat digunakan dalam **obat herbal terstandar (OHT)** dan **fitofarmaka**, perlu dilakukan **purifikasi** dan **standarisasi**.

Pendahuluan



Simplisia



Ekstrak

Kering, kental dan cair



Obat Bahan Alam



Simplisia

- **Simplisia** merupakan bahan alami yang telah dikeringkan dan dipergunakan dalam proses pengobatan dan belum mengalami pengolahan apapun.
- **Simplisia** juga dapat di definisikan sebagai bahan alami yang dapat dipergunakan sebagai obat yang belum mengalami perubahan dalam bentuk apapun atau bahan alami yang baru mengalami proses setengah jadi seperti pengeringan.
- Berdasarkan pengolongannya simplisia dibagi menjadi tiga yaitu simplisia nabati, simplisia hewani dan simplisia mineral (Depkes RI, 2008)

Simplisia

Mineral



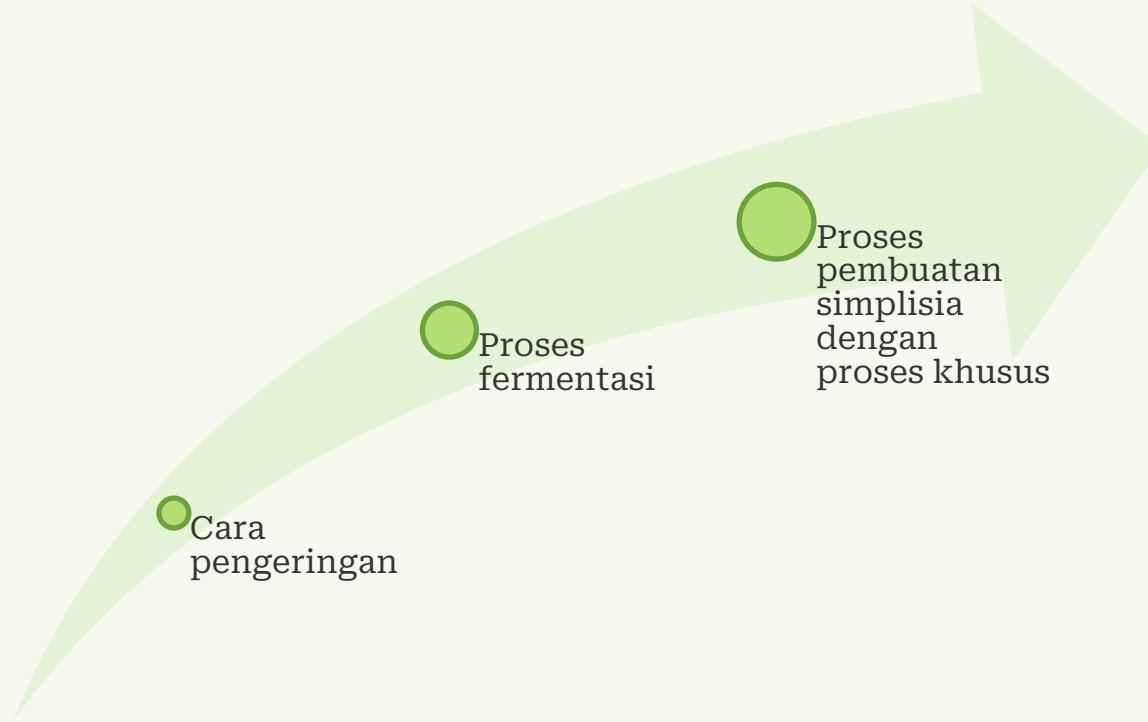
Hewani



Nabati



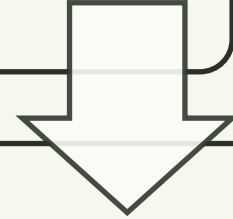
Tahap Pembuatan Simplisia



Pemilihan dan Penyiapan Bahan Baku

Otentikasi Identitas Tumbuhan

- **Sudah diketahui:** dituliskan menggunakan nama spesies dalam bahasa latin
- **Belum diketahui:** determinasi tumbuhan di instansi/Lembaga yang diakui/resmi



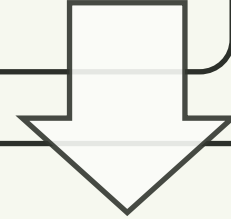
Perbedaan Tempat Tumbuh

- Potensi cemaran
- Jenis tanah
- Unsur hara
- Ketinggian tempat
- Intensitas Cahaya matahari

Pemilihan dan Penyiapan Bahan Baku

Umur, Waktu dan Masa Panen

- **Umur panen** harus sesuai dengan karakteristik dari bahan tumbuhan yang digunakan
- **Perbedaan umur panen** dapat menyebabkan perbedaan kandungan kimia/ kandungan aktif bahan
- **Perbedaan waktu umur panen** dapat berpengaruh kepada profil metabolik/profil fitokimia dari suatu



Pasca Panen

- Sortasi basah
- Pencucian
- Perajangan
- Pengeringan: oven, *microwave*, *freeze/spray drying*



02

Standarisasi Bahan Alam

Definisi

- **Standarisasi** suatu sediaan obat tradisional (simplisia atau ekstrak) adalah suatu persyaratan yang harus dipenuhi agar terwujudnya keberulangan (*reproducibility*) terhadap kualitas farmasetik maupun terapeutik.
- **Standarisasi suatu sediaan obat (simplisia atau ekstrak)** tidaklah sulit bila senyawa aktif yang berperan telah diketahui dengan pasti.
- **Standarisasi bahan alam** adalah proses menjamin kualitas, keamanan, dan konsistensi simplisia atau ekstrak agar sesuai dengan standar baku (Farmakope Indonesia, WHO).
- Pada **prinsipnya standarisasi** dapat didasarkan atas senyawa aktif, kelompok senyawa aktif maupun atas dasar senyawa karakter (bila senyawa aktif belum diketahui dengan pasti).

Jenis Standarisasi

Pada prinsipnya standarisasi Obat Tradisional dilakukan mulai dari bahan baku (simplisia, ekstrak) sampai dengan sediaan obat jadi. Berdasarkan hal inilah di kelompokkan menjadi 3 (tiga) yaitu:

a. Standarisasi Bahan: Bahan bisa berupa simplisia dan ekstrak terstandar merupakan bahan aktif yang diketahui kadarnya.

b. Standarisasi Produk: Kandungan bahan aktif stabil atau tetap

c. Standarisasi Proses: Metode proses dan peralatan dalam pembuatan sesuai dengan Cara Pembuatan Obat Tradisional yang Baik (CPOTB)

Parameter Standarisasi

Parameter non-spesifik

Parameter spesifik

Parameter Standarisasi

1. Parameter non-spesifik

- Berfokus pada aspek kimia, mikrobiologis dan fisis yang mempengaruhi keamanan dan stabilitas bahan.
- Parameter non spesifik: susut pengeringan, kadar air dan kadar abu

Parameter Standarisasi

2. Parameter spesifik

- Berfokus pada senyawa atau golongan senyawa yang bertanggungjawab terhadap aktivitas farmakologis.
- Analisis kimia yang melibatkan ditujukan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif terhadap senyawa aktif.
- Parameter spesifik: identitas, uji organoleptis, Senyawa terlarut dalam pelarut tertentu

Parameter Standarisasi: Simplisia

Non-spesifik

- Kadar air, kadar abu, cemaran mikroba, logam berat, aflatoksin, pestisida

Spesifik

- Identifikasi botani, profil kromatografi, kadar senyawa marker

Parameter Standarisasi: Ekstrak

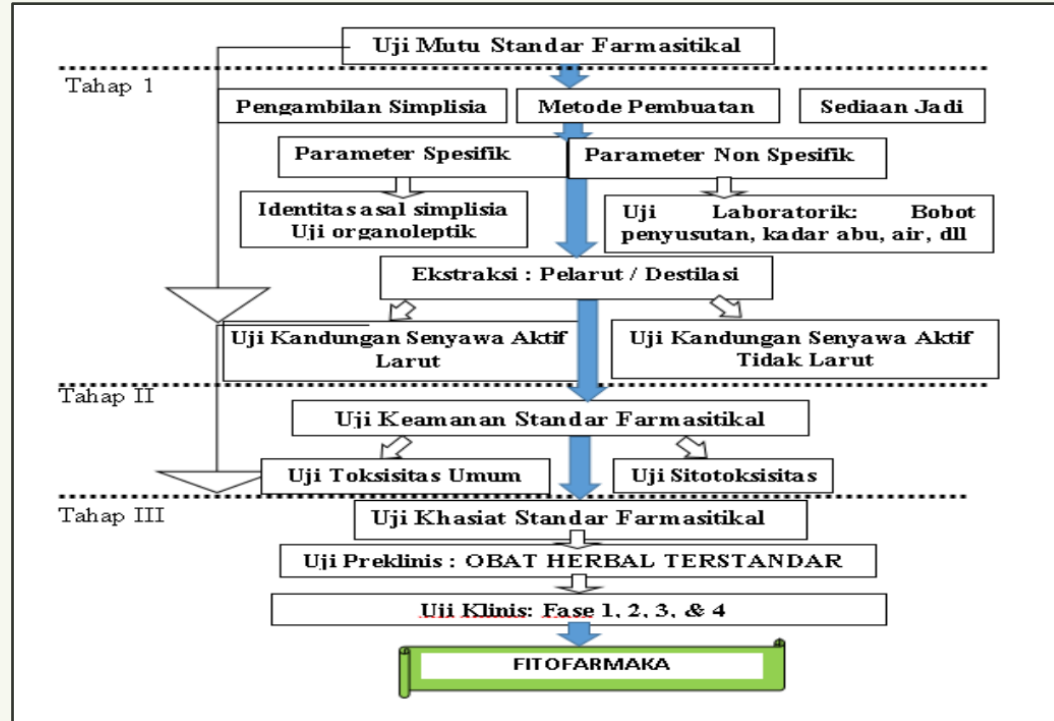
Non-spesifik

- Kadar air, kadar abu, logam berat, cemaran mikroba, aflatoksin, pestisida, residu pelarut

Spesifik

- Organoleptik, *fingerprinting* kromatografi, kadar senyawa marker, sifat fisikokimia

Tahapan Standarisasi Farmasitikal Bahan Alam Menuju Fitofarmaka





03

**Purifikasi
Bahan Alam**

Definisi

- **Purifikasi:** isolasi berarti memisahkan bahan aktif dari tumbuhan, hewan, maupun bahan lain yang dapat digunakan untuk pengobatan.
- **Tujuan purifikasi:**
 - Memperoleh senyawa murni untuk identifikasi struktur.
 - Menentukan hubungan struktur–aktivitas.
 - Menyediakan senyawa marker untuk standarisasi.

Metode Purifikasi

- **Fraksinasi pelarut**

Menggunakan pelarut dengan kepolaran berbeda (n-heksan, etil asetat, butanol, air).

- **Kromatografi**

KLT, kromatografi kolom, HPLC, preparatif.

- **Distilasi/kristalisasi**

Untuk senyawa volatil atau padatan murni.

Metode Purifikasi

- **Fraksinasi pelarut**

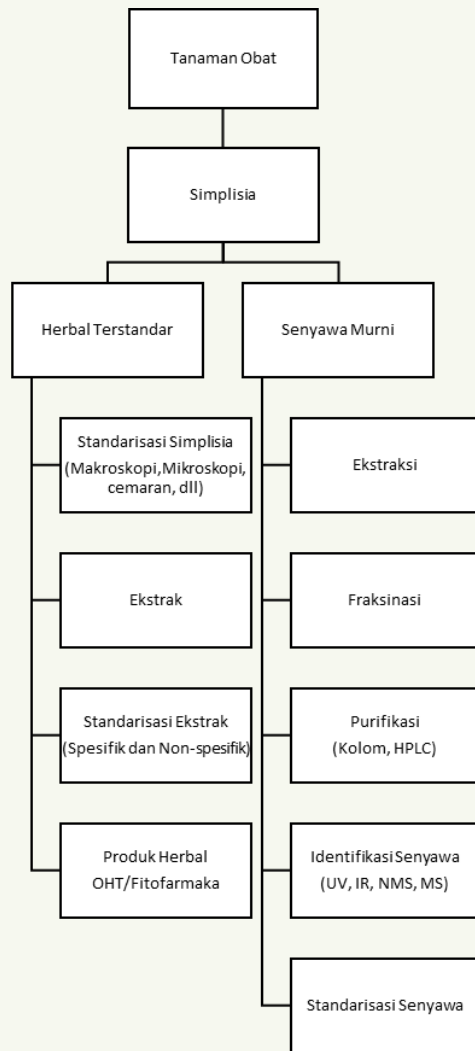
Menggunakan pelarut dengan kepolaran berbeda (n-heksan, etil asetat, butanol, air).

- **Kromatografi**

KLT, kromatografi kolom, HPLC, preparatif.

- **Distilasi/kristalisasi**

Untuk senyawa volatil atau padatan murni.



Jalur Standarisasi Herbal vs Purifikasi Senyawa Murni

Jalur Herbal Terstandar (OHT/ Fitofarmaka)

1. Simplisia

- Rimpang kunyit dikeringkan.
- Standarisasi simplisia: kadar air $\leq 10\%$, kadar abu total $\leq 8\%$, cemaran mikroba, logam berat.

2. Ekstrak Etanol

- Dilakukan ekstraksi etanol 70%.
- Standarisasi ekstrak:
 - Parameter non-spesifik $\rightarrow$ kadar air, kadar abu, residu pelarut.
 - Parameter spesifik $\rightarrow$ fingerprint kromatografi (TLC/HPLC), kadar marker (kurkumin minimal tertentu).

3. Produk Herbal

- Bentuk kapsul kunyit/ekstrak terstandar.
- Masuk kategori OHT atau bisa ditingkatkan ke Fitofarmaka jika uji klinik dilakukan.

Jalur Senyawa Murni (Kurkuminoid / Kurkumin)

1. Ekstraksi

- Rimpang kunyit diekstraksi etanol.

2. Fraksinasi

- Fraksi etanol dipartisi dengan pelarut (n-heksan, etil asetat, air).
- Fraksi kaya kurkumin dipilih.

3. Purifikasi

- Dilakukan kromatografi kolom & HPLC preparatif.
- Diperoleh kurkumin murni.

4. Identifikasi & Standarisasi Senyawa

- Analisis UV, IR, NMR, MS → konfirmasi struktur.
- Penetapan kemurnian (% purity dengan HPLC).

5. Aplikasi

- Kurkumin murni bisa dipakai sebagai **marker senyawa** pada standarisasi ekstrak kunyit.
- Juga dapat dikembangkan sebagai kandidat obat **berbasis senyawa tunggal**.



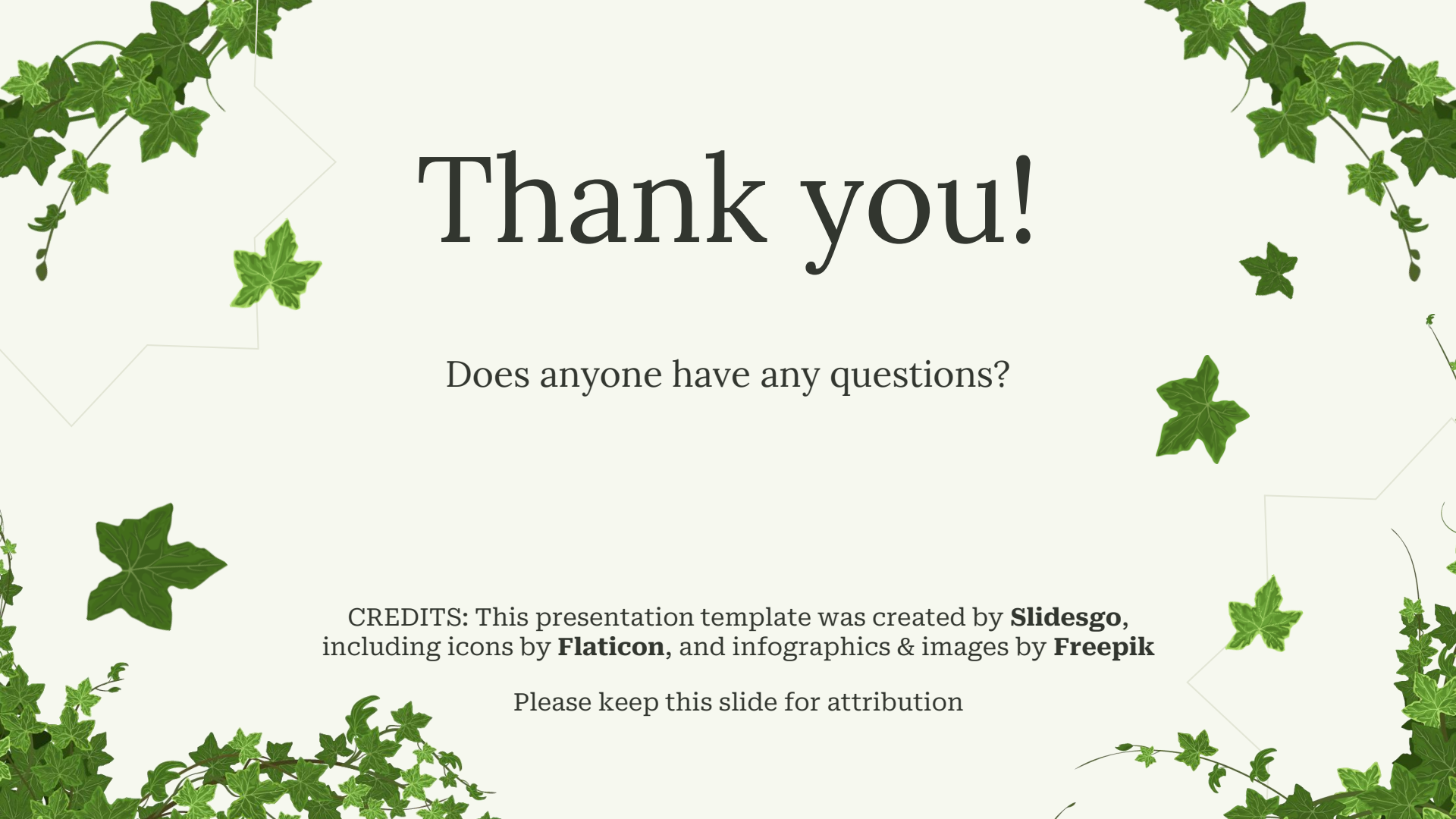
04

**Integrasi Purifikasi dan
Standarisasi Bahan Alam**



Integrasi Purifikasi dan Standarisasi Bahan Alam

- **Purifikasi** → fokus pada pemisahan senyawa murni (untuk penelitian, marker, farmakologi).
 - **Standarisasi** → fokus pada konsistensi mutu ekstrak/simplisia (untuk industri & fitofarmaka).
 - Keduanya saling melengkapi → menjamin keamanan, khasiat, dan mutu obat herbal.
- 



Thank you!

Does anyone have any questions?

CREDITS: This presentation template was created by **Slidesgo**, including icons by **Flaticon**, and infographics & images by **Freepik**

Please keep this slide for attribution



Jalur Biosintesis Metabolit Sekunder

apt. Catharina Apriyani
W H., M.Farm

Topik

1. Metabolit Sekunder

2. Biosintesis Metabolit Sekunder

3. Pemanfaatan Metabolit Sekunder dalam Bioteknologi



01

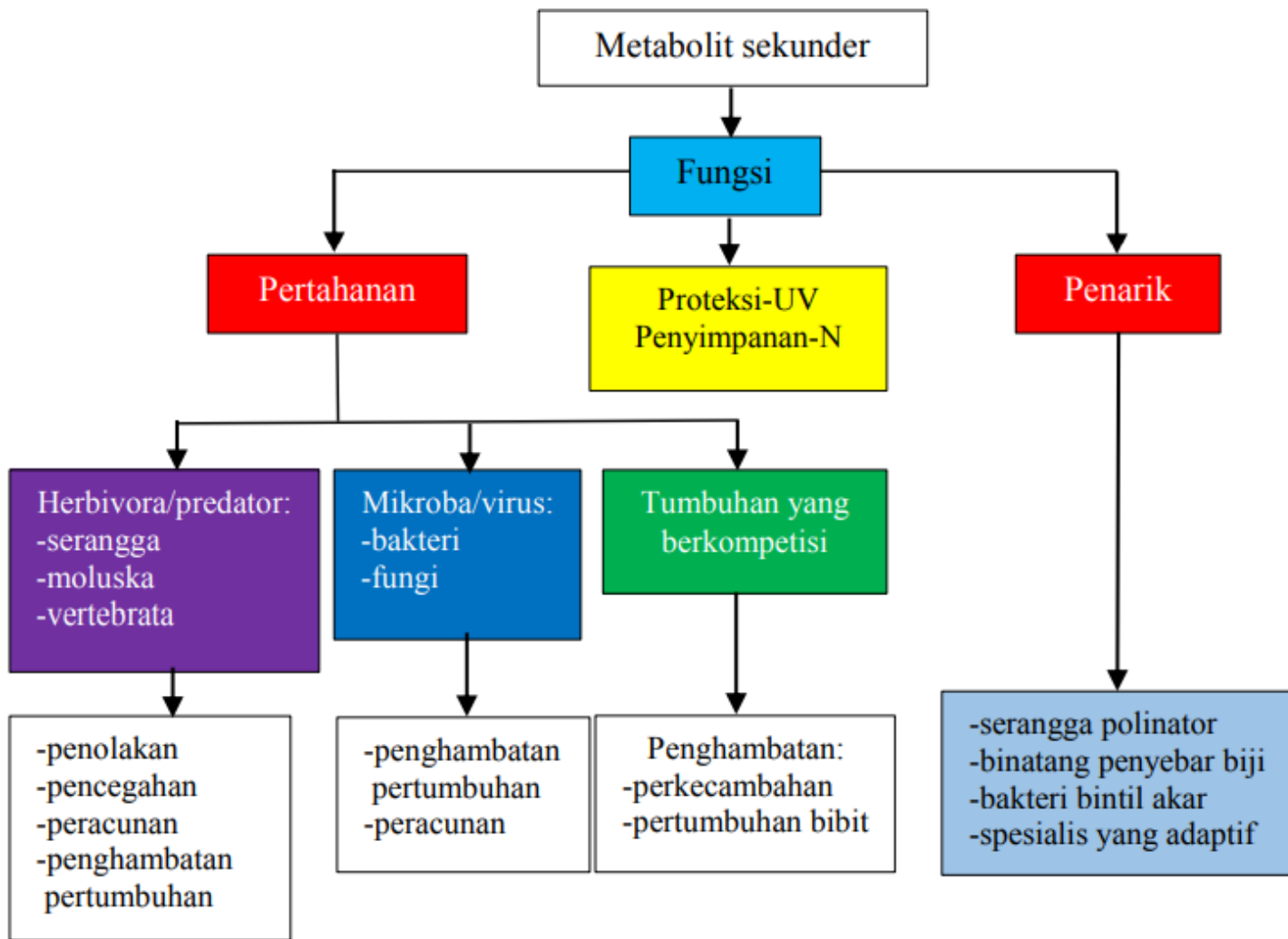
Metabolit Sekunder

Metabolit Sekunder

- Sebagian besar karbon, nitrogen, dan energi digunakan untuk menyusun molekul-molekul utama: (karbohidrat, lemak, protein, dan asam nukleat) yang disebut **metabolit primer**.
- Sebagian kecil karbon, nitrogen, dan energi juga digunakan untuk mensintesis molekul organik yang tidak memiliki peran secara langsung dalam pertumbuhan dan perkembangan, dinamakan **metabolit sekunder** (Croteau et al., 2015).

Metabolit Sekunder

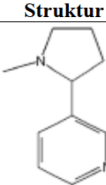
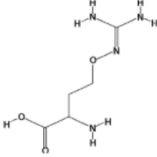
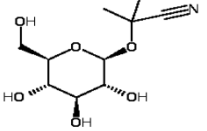
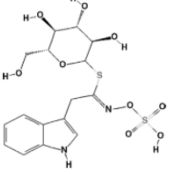
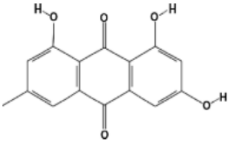
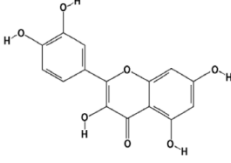
- **Metabolit sekunder (MS)** pada tumbuhan umumnya bersifat sangat spesifik dalam hal fungsi dan tidak terlalu penting karena jika tidak diproduksi, dalam jangka pendek tidak menyebabkan kematian.
- Metabolit sekunder pada tumbuhan memiliki beberapa fungsi:
 - a. Pertahanan** terhadap virus, bakteri, dan fungi; tumbuhan kompetitor; dan yang terpenting adalah terhadap herbivora,
 - b. Atraktan** (bau, warna, rasa) untuk polinator dan hewan penyebar biji,
 - c. Perlindungan** dari sinar UV dan penyimpanan

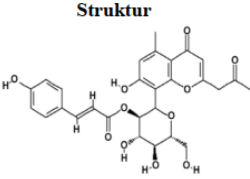
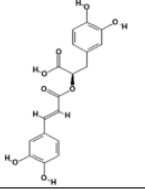
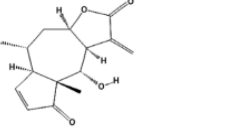
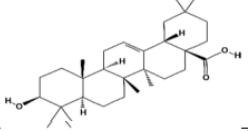
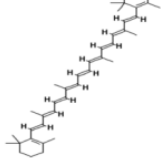
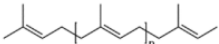


Klasifikasi Metabolit Sekunder

- Klasifikasi metabolit sekunder secara sederhana terdiri atas **tiga kelompok utama**:
 - a.Terpen** (misalnya volatil, glikosida kardiak, karotenoid, dan sterol)
 - b.Fenolik** (misalnya asam fenolat, kumarin, lignan, stilbena, flavonoid, tanin, dan lignin)
 - c.Senyawa yang mengandung nitrogen** (misalnya: alkaloid dan glukosinolat)
(AgostiniCosta et al., 2012).

Klasifikasi Metabolit Sekunder

Kelas senyawa	Contoh	Struktur
Alkaloid yang mengandung N	Nikotin	
Asam amino nonproteinogenik	Kanavanin	
Glikosida sianogenik	Linamarin	
Glikosinolat mengandung N dan S	Glukobrasisin	
Antrakuinon tanpa-N	Emodin	
Flavonoid	Kuersetin	

Kelas senyawa	Contoh	Struktur
Poliketida	Aloresin	
Fenilpropanoid	Asam rosmarinat	
Monoterpen	Thimol	
Seskuiterpen	Helenalin	
Diterpen	Fitol	
Triterpen	Asam oleanolat	
Tetraterpen	β-karoten	
Politerpen	Karet	



02

**Biosintesis
Metabolit Sekunder**



Biosintesis Metabolit Sekunder

- Jalur biosintetik MS berasal dari **berbagai prekursor metabolisme primer**.
 - **Prekursor** adalah molekul yang digunakan oleh enzim biosintetik sebagai substrat dan dikonversi menjadi suatu produk.
 - Produknya bisa berupa senyawa intermediet, jadi digunakan sebagai prekursor enzim biosintetik berikutnya, atau sebagai produk akhir dari reaksi tertentu.
- 

Biosintesis Metabolit Sekunder

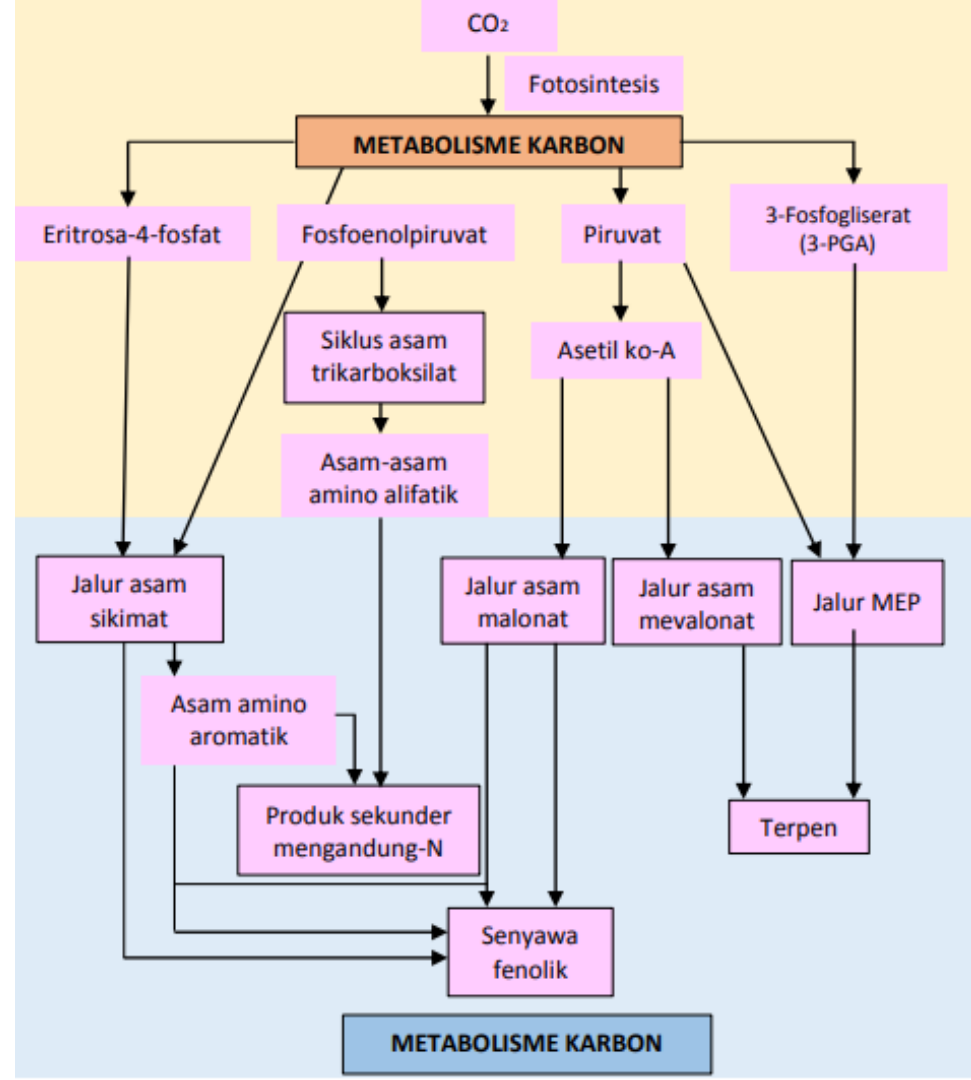
- Dalam suatu skema reaksi yang kompleks, dengan banyak simpangan, suatu senyawa intermediet secara simultan juga merupakan prekursor untuk bagian lain dari jalur reaksi.
- Sebagai contoh, asam sikimat bisa menjadi senyawa intermediet untuk metabolisme asam amino dan juga sebagai prekursor untuk biosintesis MS aromatik.

Biosintesis Metabolit Sekunder

Terdapat **tiga jalur utama biosintesis** metabolit sekunder, yaitu:

1. Jalur asam sikimat
2. Jalur asam mevalonat dan metileritritol fosfat (MEP)
3. Jalur asetat-malonat

Biosintesis Metabolit Sekunder



Biosintesis Metabolit Sekunder

Jalur Shikimat (Poliketida)

- Asam shikimat diproduksi dari **kombinasi fosfoenolpiruvat, jalur glikolitik antara, dan erythrose 4-fosfat** dari jalur pentosa fosfat
- **Produk:** senyawa fenolik, turunan asam sinamat, lignan, dan alkaloid

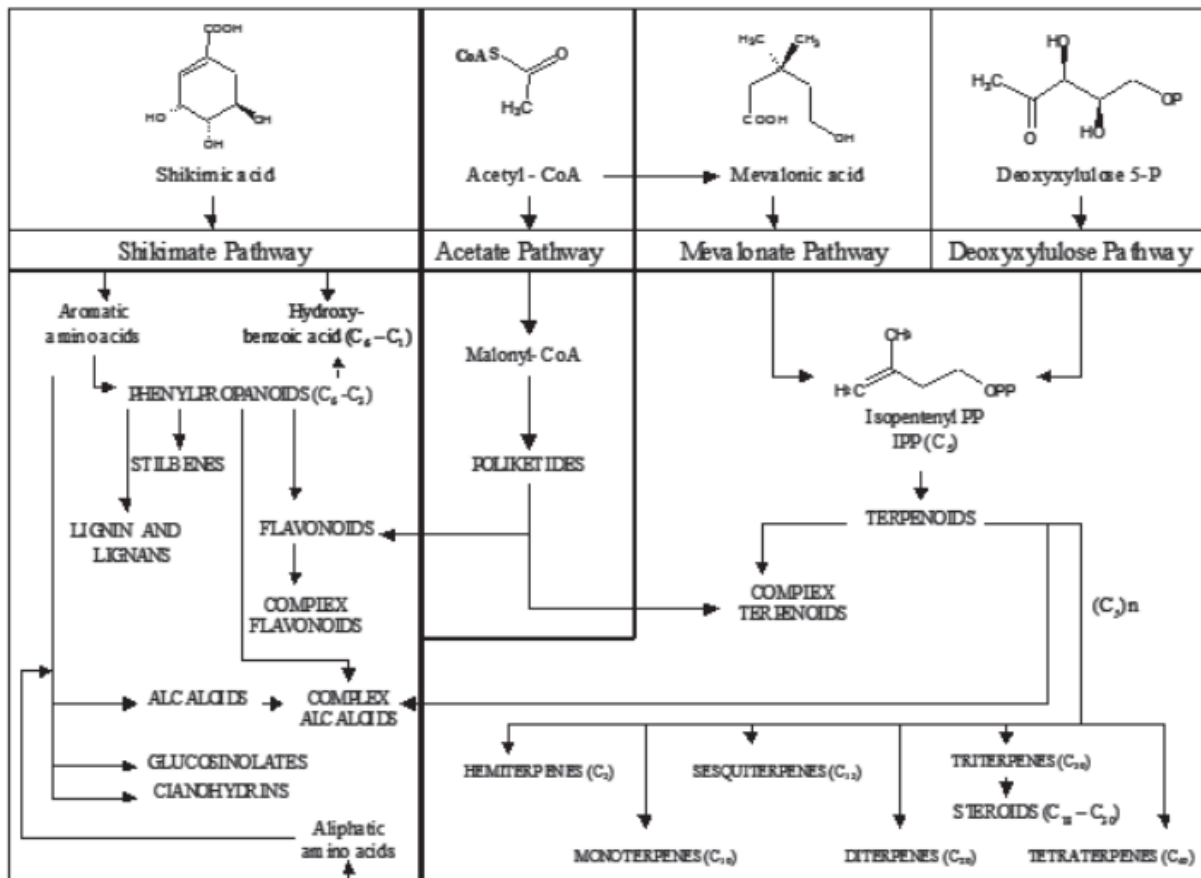
Jalur Asetat-Malonat

- **Asetil-KoA** dibentuk oleh reaksi dekarboksilasi oksidatif dari jalur glikolitik
- produk asam piruvat
- **Produk:** senyawa fenolik, prostaglandin, dan antibiotik makrolida, serta berbagai asam lemak

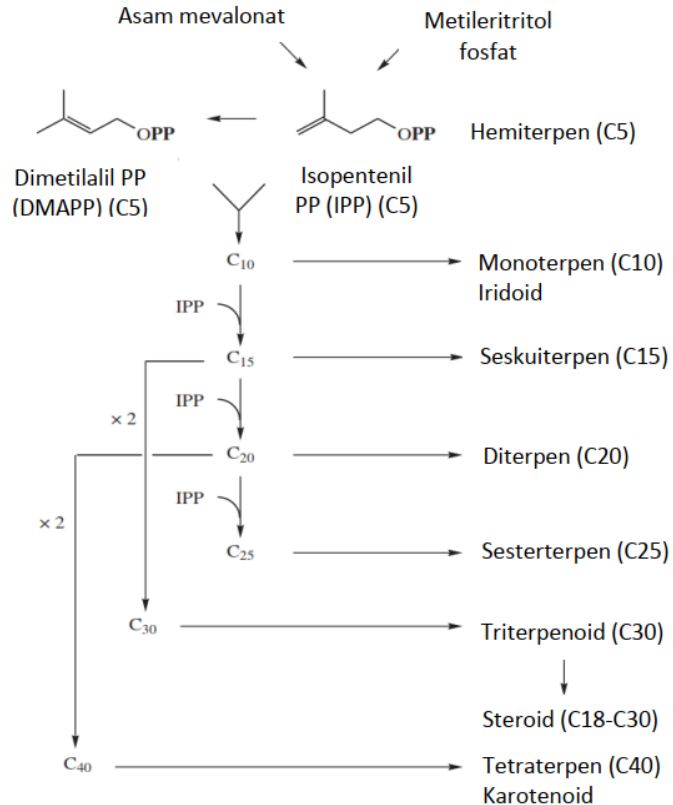
Jalur Asam Mevalonat (MVA) Dan Metileritritol Fosfat (MEP)

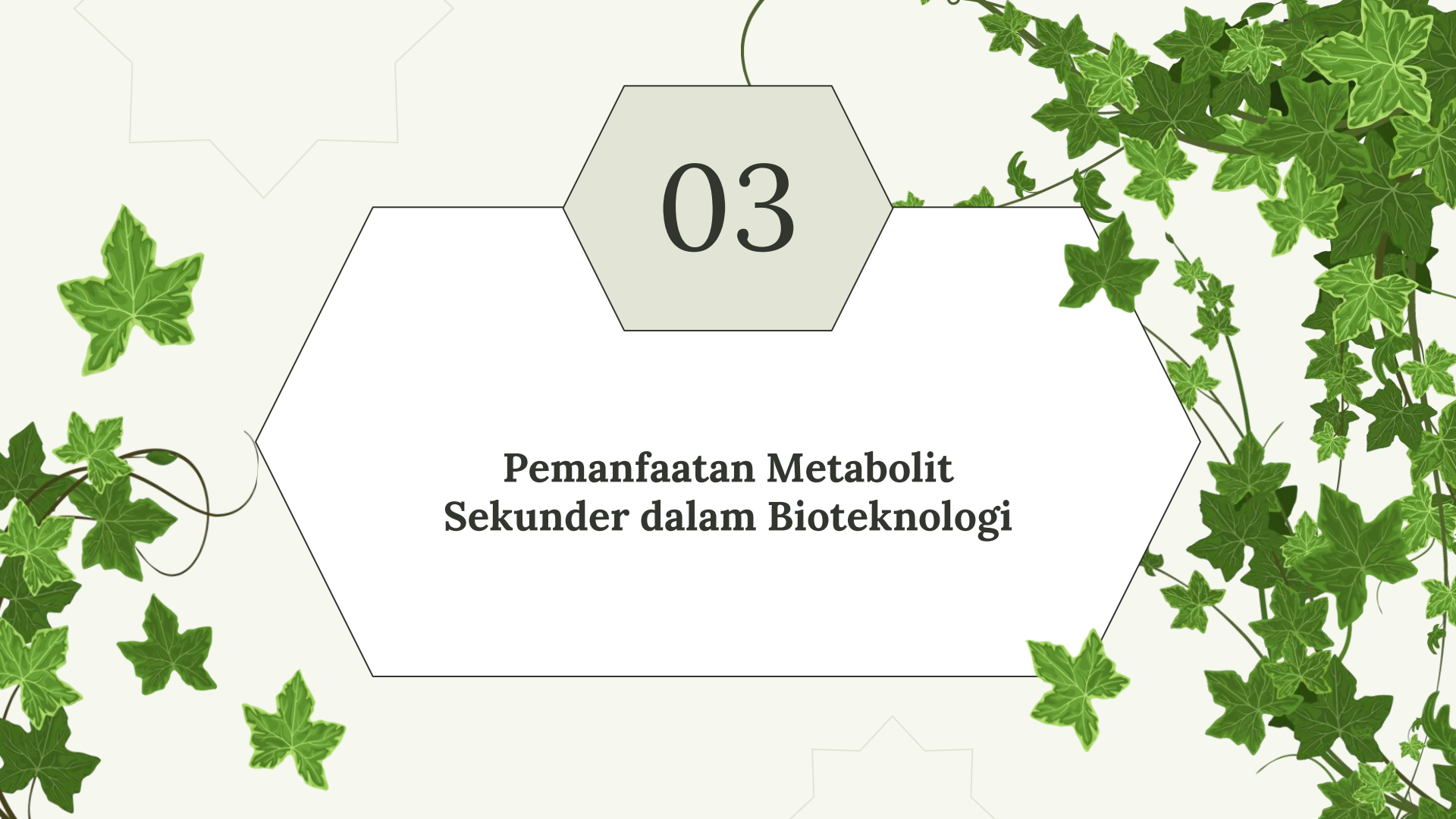
- Terpen disintesis dari **asetil-CoA** atau **intermediet glikolisis** dan dibentuk oleh penggabungan unit-unit isopren berkarbon lima
- Kelompok terpen disintesis melalui **jalur asam mevalonat (MVA) dan metileritritol fosfat (MEP)**

Metabolit Sekunder Dari Beberapa Jalur Biosintesis



Biosintesis Terpen Pada Sel-sel Tumbuhan Tingkat Tinggi, Melalui Jalur Asam Mevalonat Dan Metileritritol Fosfat





03

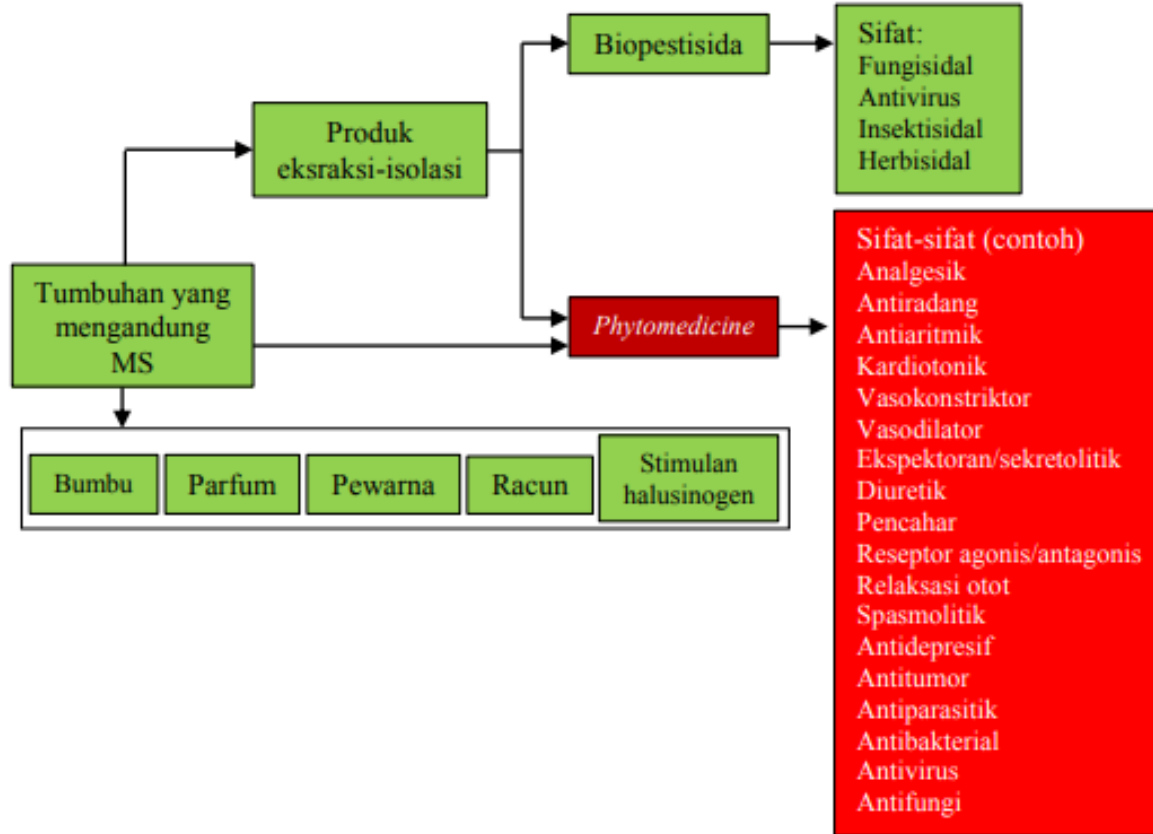
**Pemanfaatan Metabolit
Sekunder dalam Bioteknologi**



Pemanfaatan Metabolit Sekunder dalam Bioteknologi

- **Metabolit sekunder** telah **berevolusi** menjadi senyawa pertahanan hidup tumbuhan dengan mengganggu target-target farmakologis, semakin berkembang karena manusia tertarik melihat potensinya untuk kepentingan manusia melalui bioteknologi.
 - Bidang utamanya adalah ***phytomedicine***, dan ribuan tumbuhan sudah dimanfaatkan di seluruh dunia untuk menyembuhkan berbagai penyakit.
 - Selain itu potensinya semakin meluas dengan dimanfaatkan sebagai **antihama, pewarna, parfum, bahkan racun serangga**.
- 

Pemanfaatan Metabolit Sekunder dalam Bioteknologi

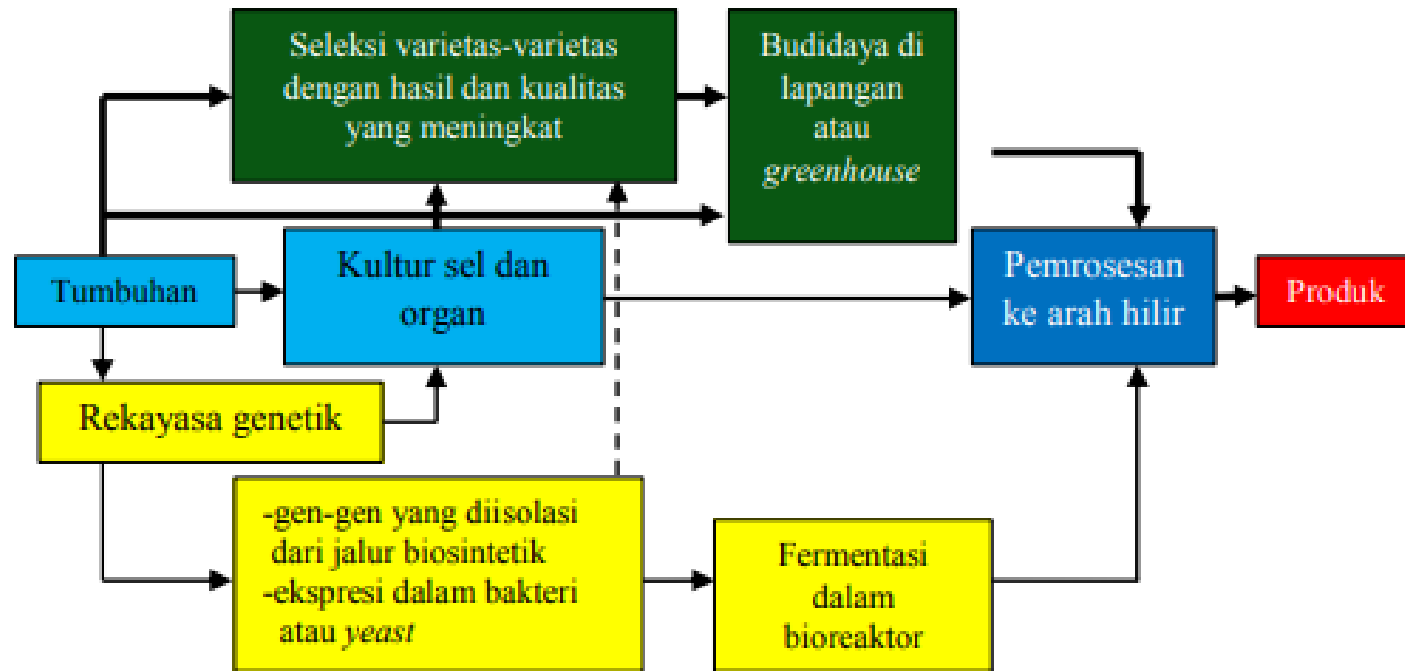




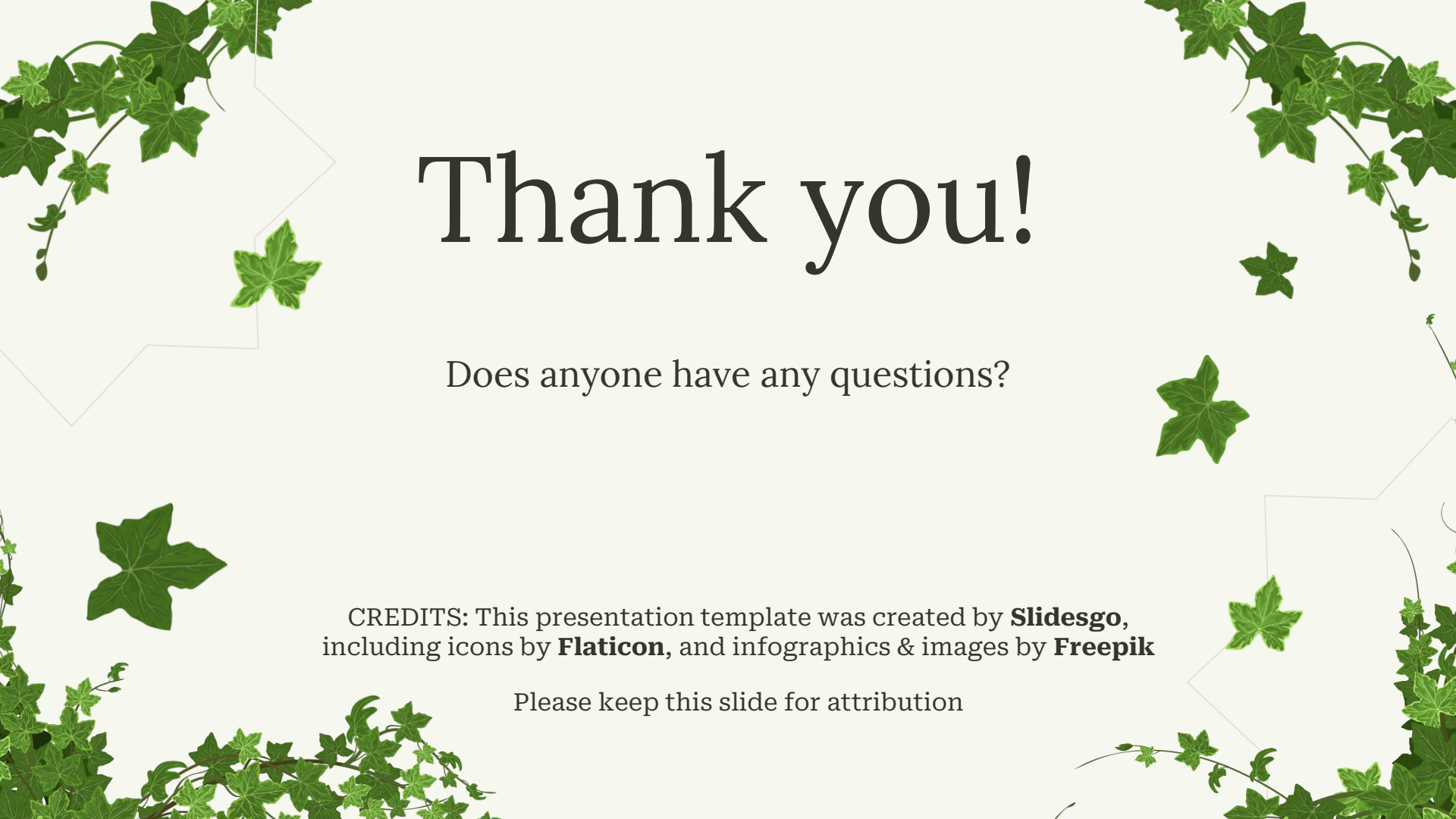
Pemanfaatan Metabolit Sekunder dalam Bioteknologi

- **Metabolit sekunder pada awalnya diproduksi secara konvensional** dengan cara mengekstraksi dan mengisolasi dari tumbuhan yang ada di alam.
 - Semakin **berkembangnya pengetahuan dan teknologi, produksi MS skala besar dipacu dengan berbagai strategi** melalui seleksi tumbuhan dengan sifat unggul, kultur sel dan organ, dan melalui rekayasa genetik.
 - Melalui strategi-strategi tersebut diharapkan MS dapat diproduksi dalam jumlah besar namun tetap memiliki kualitas yang tinggi sehingga **efektif dan efisien**.
- 

Strategi-strategi Untuk Memproduksi Metabolit Sekunder



--- ➔ penerapan di masa depan; — ➔ potensi penerapan; — ➔ praktik saat ini



Thank you!

Does anyone have any questions?

CREDITS: This presentation template was created by **Slidesgo**, including icons by **Flaticon**, and infographics & images by **Freepik**

Please keep this slide for attribution