



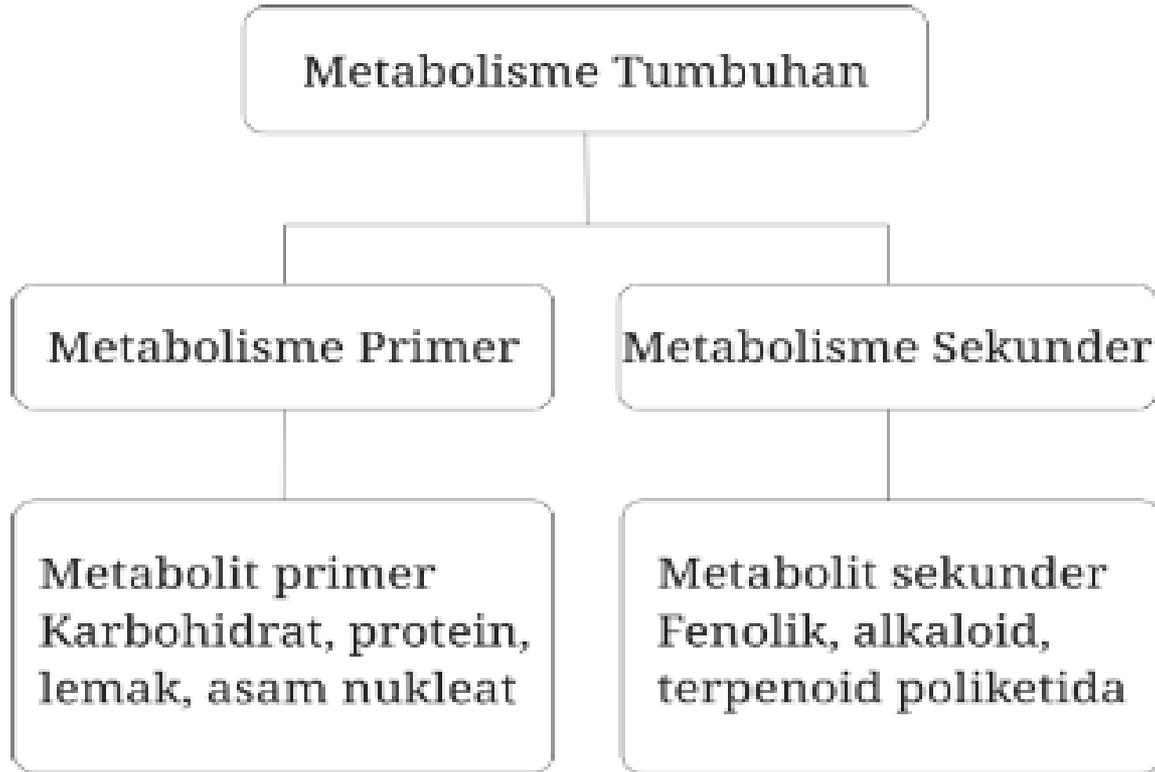
# JALUR BIOSINTESIS METABOLIT SEKUNDER

KIMIA PRODUK ALAM

UNIVERSITAS AN NASHER  
FAKULTAS ILMU KESEHATAN  
SARJANA FARMASI  
2025



# JENIS METABOLIT TUMBUHAN



Bagaimanapun, keseimbangan antara produk metabolisme primer dan sekunder adalah yang terbaik untuk pertumbuhan dan perkembangan optimal tumbuhan serta untuk mengatasi secara efektif kondisi lingkungan yang sering berubah. Senyawa khusus yang terkenal diantaranya alkaloid, polifenol termasuk flavonoid, dan terpenoid. Manusia menggunakan cukup banyak senyawa ini, atau tumbuhan dari mana mereka berasal, untuk tujuan pengobatan dan nutrisi.

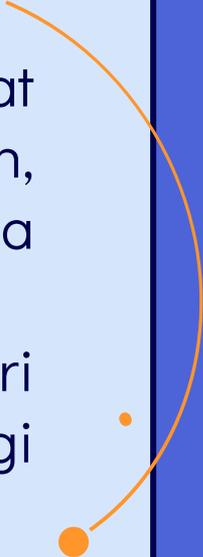




Penentuan jalur biosintetik memungkinkan kita untuk memahami hubungan dan aliran dinamis dari senyawa yang ada dalam sel hidup.

Pemahaman tentang urutan biosintesis dapat membantu kita mengidentifikasi enzim dan gen, memahami hubungan antara organisme yang berbeda (seperti simbiosis, interaksi tumbuhan-serangga, dll.

Pemahaman tentang biosintesis adalah bagian dari pemahaman lengkap tentang biologi tumbuhan, ekologi dan keanekaragaman hayati.





Jalur biosintesis, adl/ **gambaran langkah reaksi kimia** yang terjadi ketika organisme hidup menciptakan molekul kompleks baru dari prekursor yang lebih sederhana dan lebih kecil.

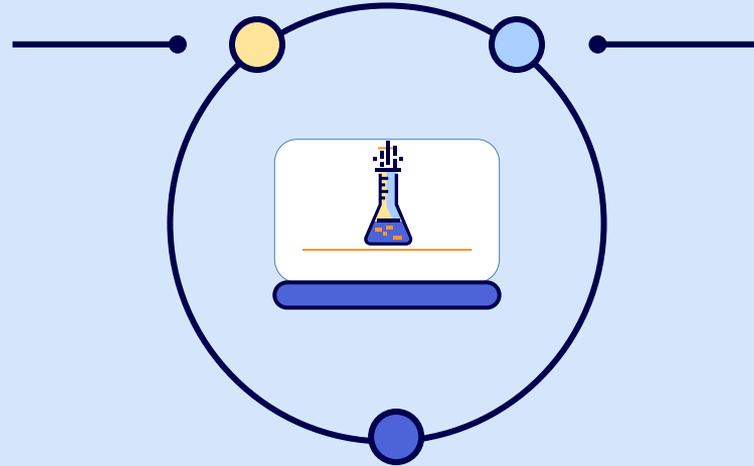
Kata “biosintesis” berasal dari kata “Bio” yang berarti bahwa reaksi berlangsung dalam organisme hidup; “sintesis” yang menunjukkan bahwa bahan awal yang sederhana direaksikan untuk membentuk produk yang lebih besar.

Jalur biosintesis adalah ringkasan dari reaksi kimia, dipecah oleh setiap langkah. Untuk mendeskripsikan suatu jalur, informasi ekstra relevan sering dimasukkan, seperti enzim, koenzim, dan kofaktor yang digunakan dalam setiap reaksi.



Berdasarkan senyawa pembangunnya (building block) maka jalur biosintesis metabolit sekunder dalam tumbuhan dapat dibagi menjadi 3 jalur yaitu:

1. Jalur asam  
asetat (Acetate  
Pathway)



2. Jalur asam  
sikimat (shikimic  
acid pathway)

3. Jalur asam mevalonat dan  
deoksisilulosa (mevalonate acid and  
deoxyxylulose pathway)

## Jalur Asam Asetat

### 1. Substrat awal: Asam asetat dalam bentuk asetil-KoA

Jalur ini dimulai dari **asetil-KoA**, yang dihasilkan melalui metabolisme primer, khususnya dari proses glikolisis dan dekarboksilasi asam piruvat.

### 2. Pembentukan Malonil-KoA

Asetil-KoA dikarboksilasi oleh enzim **asetil-KoA karboksilase** menjadi **malonil-KoA**.

Reaksi:



## Jalur Asam Asetat

### 3. Sintesis Poliketida

Malonil-KoA dan asetil-KoA mengalami kondensasi berulang melalui enzim **poliketida sintase (PKS)**. Ini menghasilkan **rantai karbon panjang** (poliketida), yang kemudian membentuk **inti aromatik** dari senyawa fenolik.

### 4. Modifikasi Struktur

Rangka dasar poliketida dimodifikasi melalui proses **siklisasi**, **metilasi**, **hidroksilasi**, dan **glikosilasi** menjadi berbagai senyawa metabolit sekunder, seperti: **Flavonoid**, **Tanins**, **Antosianin**, **Fitoaleksin**, **Alkaloid tertentu**

# Jalur Asam Asetat

Contoh senyawa dari *acetate pathway*

Kelas Senyawa	Fungsi Utama	Contoh
<b>Flavonoid</b>	Antioksidan, pigmentasi, perlindungan UV	Kuersetin, Kaempferol
<b>Tanin</b>	Perlindungan dari herbivora, antibakteri	Asam tanat
<b>Stilben</b>	Antimikroba, antioksidan	Resveratrol

## Jalur Asam Sikimat

### a. Substrat Awal

Fosfoenolpiruvat (PEP) dari jalur glikolisis

Eritrosa-4-fosfat (E4P) dari jalur pentosa fosfat

Keduanya mengalami kondensasi membentuk **3-deoksi-D-arabino-heptulosonat-7-fosfat (DAHP)** melalui enzim **DAHP synthase**.

### b. Pembentukan Asam Shikimat

DAHP mengalami serangkaian reaksi enzimatik:

Diubah menjadi **3-dehidroquinat (DHQ)** -> **3-dehidroshikimat**

Lalu direduksi menjadi **shikimat (asam shikimat)**

## Jalur Asam Sikimat

### c. Pembentukan Asam Aromatik

Asam shikimat mengalami serangkaian reaksi → **Asam**

**Chorismat** → **Asam prefenat** (prekursor utama untuk pembentukan **asam amino aromatik**)

Asam **chorismat** adalah prekursor utama bagi berbagai senyawa aromatik

## Jalur Asam Sikimat

### 3. Asam Prefenat → Asam Amino Aromatik

Asam prefenat bercabang menjadi:

**Fenilalanin**

**Tirosin**

**Triptofan** (dari jalur chorismat → antranilat → triptofan)

### 4. Fenilalanin → Asam Sinamat

Fenilalanin → Asam sinamat melalui enzim **fenilalanin amonia-liase (PAL)**

Ini merupakan langkah awal **jalur fenilpropanoid**

## Jalur Asam Sikimat

### 5. Asam Sinamat → Senyawa Turunan

#### A. Flavonoid

Asam sinamat → p-kumarat → kumaroil-KoA

Gabung dengan malonil-KoA → **chalcon** (prekursor flavonoid)

Chalcon → flavanon → berbagai jenis **flavonoid** (flavon, antosianin, isoflavon)

- *Fungsi:* pewarna bunga, antioksidan, UV-protektan

## Jalur Asam Sikimat

### B. Kumarin

Asam sinamat mengalami hidroksilasi → **Kumarin**

Senyawa ini memiliki struktur aromatik khas dengan aktivitas antibakteri dan antikoagulan ringan

- *Fungsi:* pertahanan terhadap patogen, senyawa obat (seperti warfarin)

### C. Alkaloid Aromatik

**Triptofan** → prekursor **alkaloid indol** (misalnya serotonin, vinblastin)

**Tirosin dan fenilalanin** → prekursor **alkaloid feniletanoid** dan **benzylisoquinolin**

## Jalur Asam mevalonat

### 1. Asetil-KoA → Asam Mevalonat

Bahan awal: 3 molekul Asetil-KoA

Langkah-langkah:

**2 Asetil-KoA → Asetoasetil-KoA** (oleh enzim thiolase)

Asetoasetil-KoA + 1 Asetil-KoA → **3-hidroksi-3-metilglutaril-KoA (HMG-KoA)**

HMG-KoA direduksi oleh **HMG-KoA reduktase** → Asam mevalonat

## Jalur Asam mevalonat

### 2. Asam Mevalonat → Isoprenoid Aktif

Asam mevalonat → **Mevalonat-5-fosfat** (oleh mevalonat kinase)

Mevalonat-5-fosfat → **Mevalonat-5-pirofosfat**

Mevalonat-5-pirofosfat → **Isopentenil pirofosfat (IPP)**  
melalui dekarboksilasi

IPP → **Dimetilalil pirofosfat (DMAPP)** melalui isomerisasi

- **IPP dan DMAPP** adalah unit dasar (C5) dari semua senyawa terpenoid.

**ANY  
QUESTION...**

**THANKS!**

