



[www.esaunggul.ac.id](http://www.esaunggul.ac.id)

# **BIOTEKNOLOGI PANGAN**

## **Program Studi Bioteknologi**

Oleh: *Seprianto, S.Pi, M.Si*



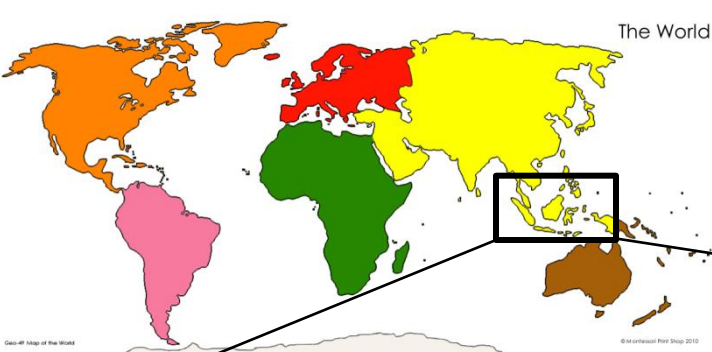
## Pertemuan Ke 3

# BIOTEKNOLOGI MODERN TANAMAN PANGAN

# Bioteknologi Modern Pada Tanaman Pangan





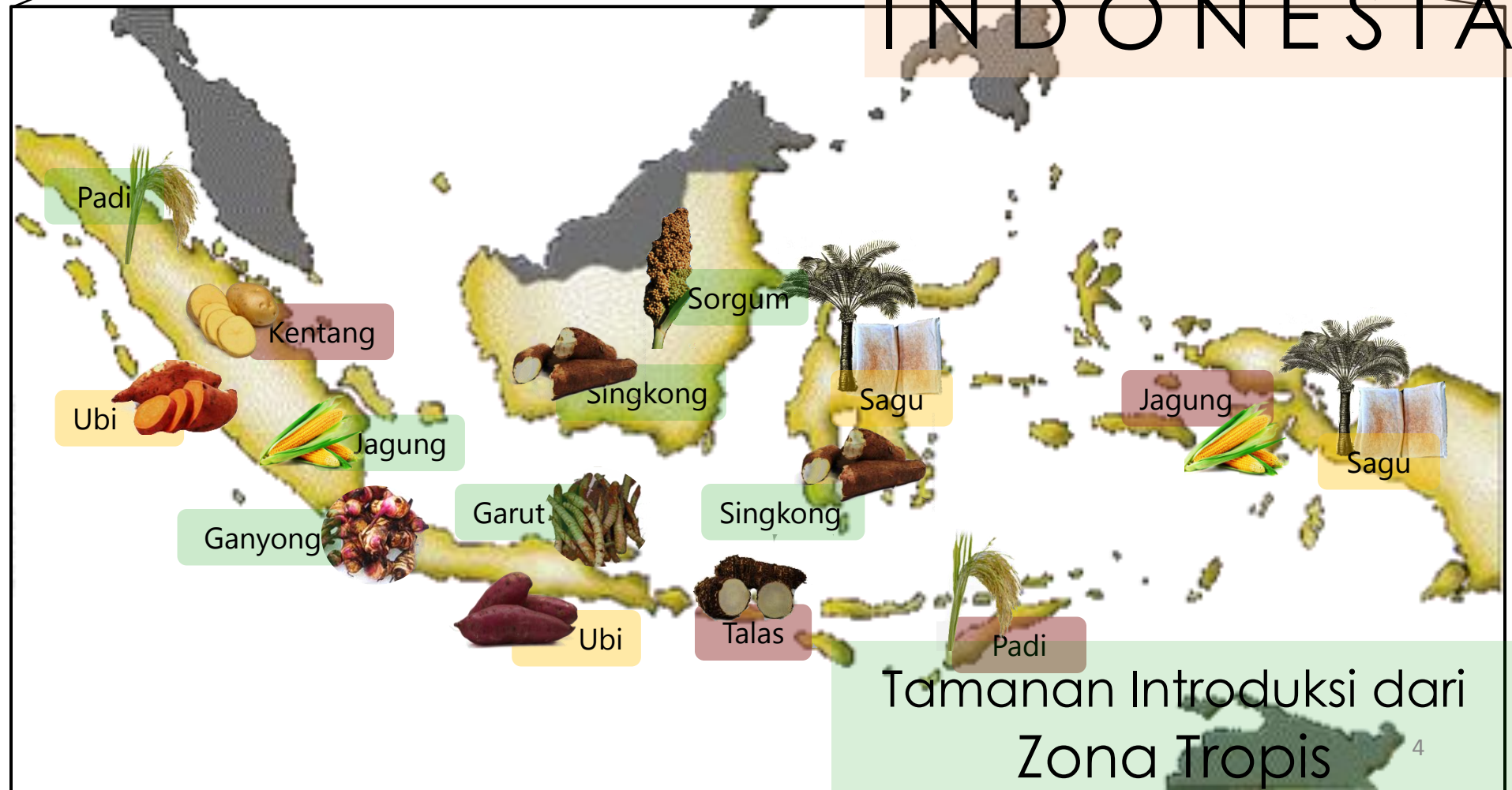


# Tanaman Asli

# INDONESIA

## Ragam Pangan

# INDONESIA



# Bioteknologi Tanaman Pangan

## TOP 10 GENETICALLY Modified Foods

*RawForBeauty.com*





**ORGANIC COMPOUNDS**

**Carbohydrates**

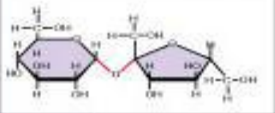
*include*

**Polysaccharides**



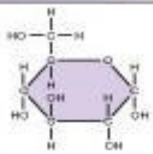
*contain*

**Disaccharides**



*composed of two*

**Monosaccharides**



**Lipids**

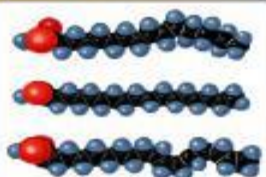
*include*

**Triglycerides**



*composed of*

**Fatty acids**



*and*

**Glycerol**



**Proteins**

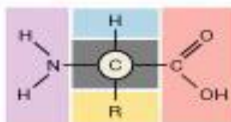
*composed of*

**Peptides**



*composed of*

**Amino acids**



**Nucleic Acids**

*include*

**RNA**

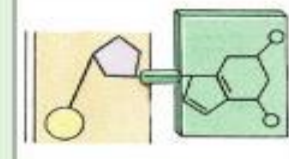


**DNA**



*composed of*

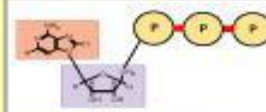
**Nucleotides**



**High-Energy Compounds**

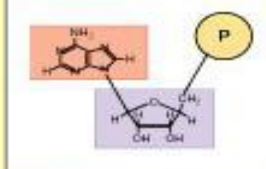
*include*

**ATP**



*composed of*

**Nucleotide**



*and*

**Phosphate groups**



# Bioteknologi Tanaman Pangan

- **Bioteknologi moderen pada tanaman Pangan** merupakan Penerapan prinsip bioteknologi berdasarkan pada manipulasi atau rekayasa genetika yang dilakukan dengan memodifikasi gen-gen spesifik dan memindahkannya pada organisme yang berbeda khusus pada tanaman

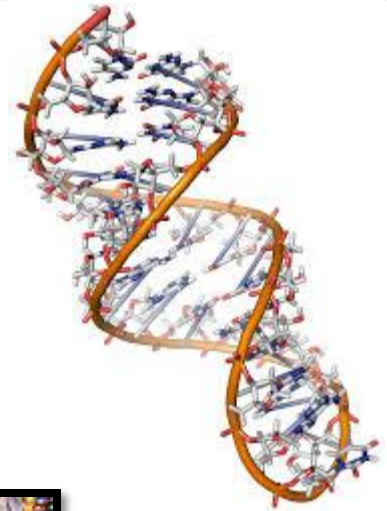


# Tujuan Bioteknologi Tanaman

- Peningkatan Kandungan Nutrisi
- Peningkatan Rasa dan kuantitas
- Ketahanan tanaman terhadap serangan hama, cekaman kekeringan, cekaman kadar garam yang tinggi
- Kandungan bahan berkhasiat obat: tomat dengan kandungan lycopene yang tinggi (antioksidan untuk mengurangi kanker), bawang dengan kandungan allicin untuk menurunkan kolesterol, padi dengan kandungan vitamin A dan besi untuk mengatasi anemia dan kebutaan
- Mengurangi alergen: polong-polongan dengan kandungan protein allergenik yang lebih rendah



# Aplikasi metode-metode mutakhir bioteknologi Modern(current methods of biotechnology)



# Metode Bioteknologi Pangan Modern

**1. Kultur jaringan** merupakan suatu metode untuk memperbanyak jaringan/sel yang berasal atau yang didapat dari jaringan orisinal tumbuhan atau hewan setelah terlebih dahulu mengalami pemisahan (disagregasi) secara mekanis, atau kimiawi (enzimatis) secara in vitro (dalam tabung kaca)



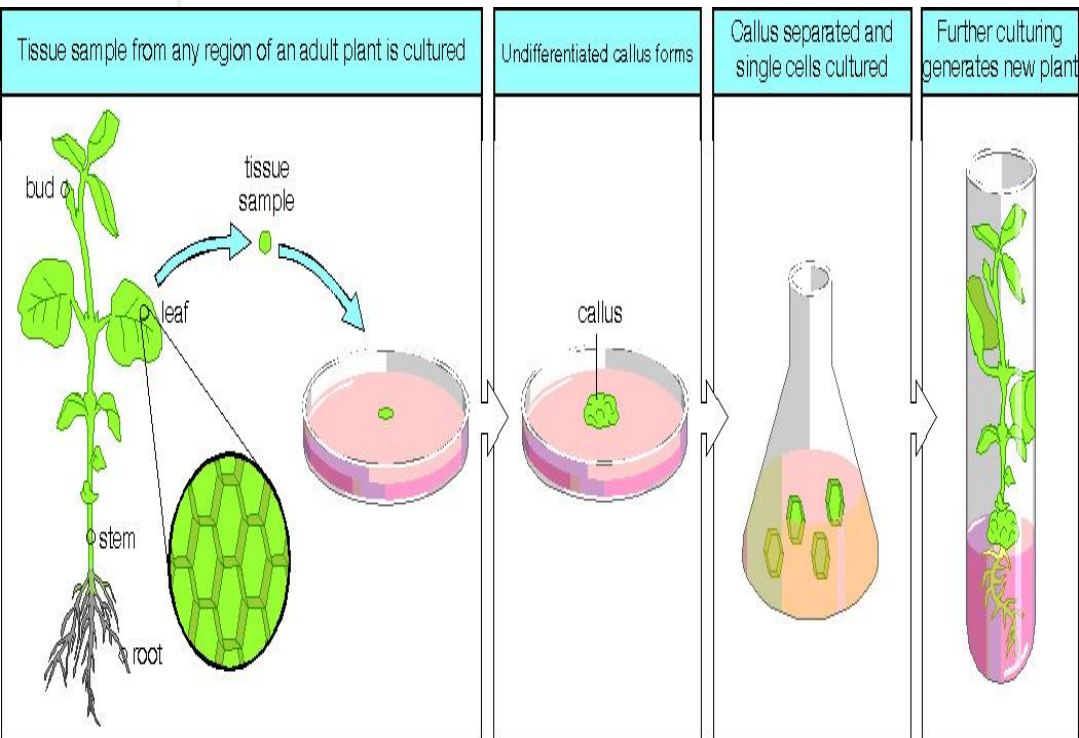
## Prinsip dasar Kultur Jaringan

1. Prinsip sterilitas yang meliputi peralatan dan medium harus aseptik dan steril
2. Prinsip ketersediaan nutrisi; medium harus menyediakan semua nutrisi yang diperlukan oleh sel tanaman dalam jumlah yang cukup dan seimbang.
3. Preservasi sel.





# Tahapan Kultur Jaringan



1. Preparasi medium kultur
2. Penanaman dalam kultur
3. Organogenesis
4. Amplifikasi anakan
5. Penanaman dalam tanah

# Preparasi Media Kultur Jaringan

- Medium kultur jaringan tanaman mengandung zat-zat anorganik yang terdiri dari unsur-unsur hara makro dan mikro, asam amino, gula-gula, vitamin dan hormon.

## Mikronutrien

$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	: 2230 mg
$\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	: 860 mg
$\text{HBO}_3$	: 620 mg
KI	: 83 mg
$\text{NaMO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	: 25 mg
$\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	: 2,5 mg
$\text{COCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	: 2,5 mg

## Vitamin

Glycine	100 mg
Nicotinic acid	25 mg
Pyridoxine-HCl	25 mg
Thiamin HCl	5 mg



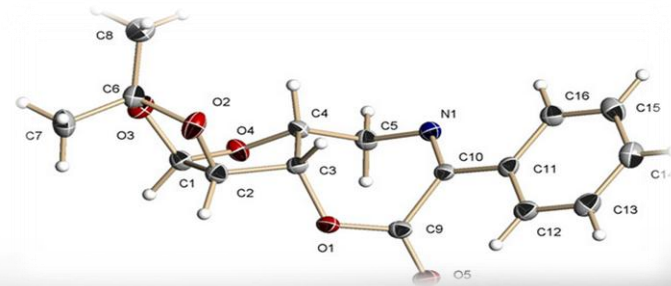
# Teknik Kultur Jaringan

- **Kultur sel embrional dan endosperm**

Benih terdiri dari embrio dan endosperm. Embrio dapat tumbuh dan berkembang antara lain karena adanya nutrisi yang disediakan oleh endosperm

- **Kultur Somatik Embriogenesis**

Metode kultur somatik embriogenesis bertujuan memperoleh tanaman secara vegetatif yang memiliki sifat sama dengan induknya





# Kultur Somatik Embriogenesis

## **1. Organ langsung ditanam (eksplan)**

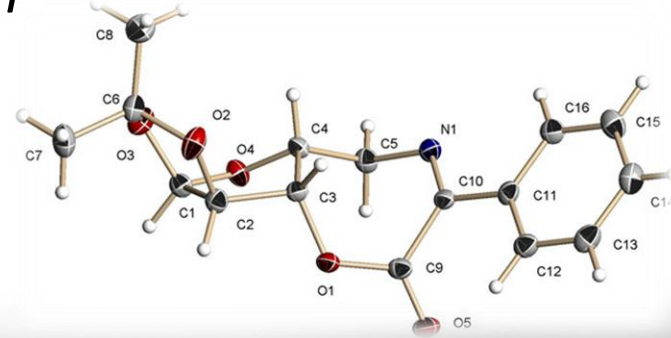
Eksplan (explant) adalah suatu bagian kecil dari tanaman (sel, jaringan, atau organ) yang digunakan untuk memulai suatu kultur.

## **2. Induksi kalus terlebih dahulu kemudian kalus ditanam.**

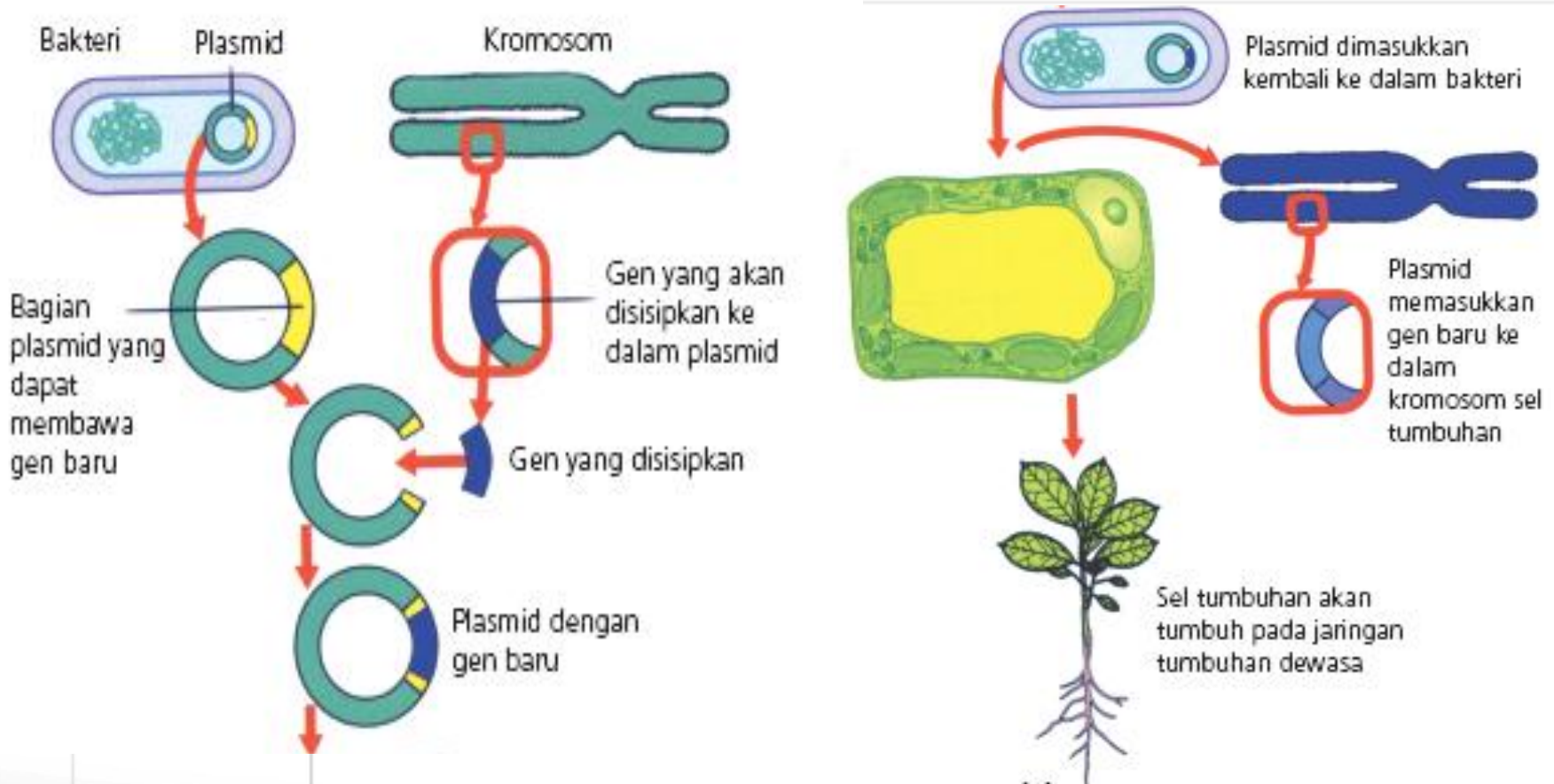
Eksplan ketika dihadapkan pada kondisi stress, yang akan mengubah pola metabolisme, sel akan memulai siklus sel baru, selanjutnya akan tumbuh dan berkembang di dalam kultur

## Metode Bioteknologi Modern pada tanaman pangan

2. **Teknologi DNA rekombinan** (recombinant DNA technology) adalah suatu metode untuk merekayasa genetik dengan cara menyisipkan (insert) gen yang dikehendaki ke dalam suatu organisme. Transgenik adalah suatu contoh produk untuk Rekayasa protein (*protein engineering*).



# Metode Bioteknologi Pangan Modern



Rekayasa genetik pada tanaman dengan menggunakan *Agrobacterium tumefaciens*.



# Metoda untuk transformasi DNA ke dalam sel tanaman

## **Biologi**

Agrobacterium

Bakteri lain

Virus

## **Fisik**

Particle bombardment

Electroforasi

Silicon carbide whiskers

Carbon nanofibers



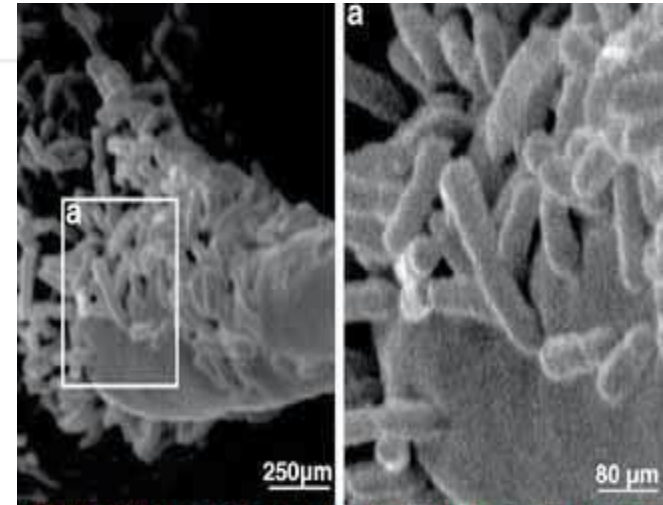
## Metoda introduksi DNA dengan *Agrobacterium tumefaciens*

### *Agrobacterium tumefaciens*:

- Bakteri gram negatif
- Secara alamiah memiliki kemampuan untuk melakukan transformasi genetik pada tanaman
- Memiliki plasmid Ti (tumor inducing plasmid)

### Tumor:

- transfer, integrasi dan ekspresi gen yang terdapat di T-DNA ke dalam genom sel tanaman
- T-DNA terletak di plasmid pTi

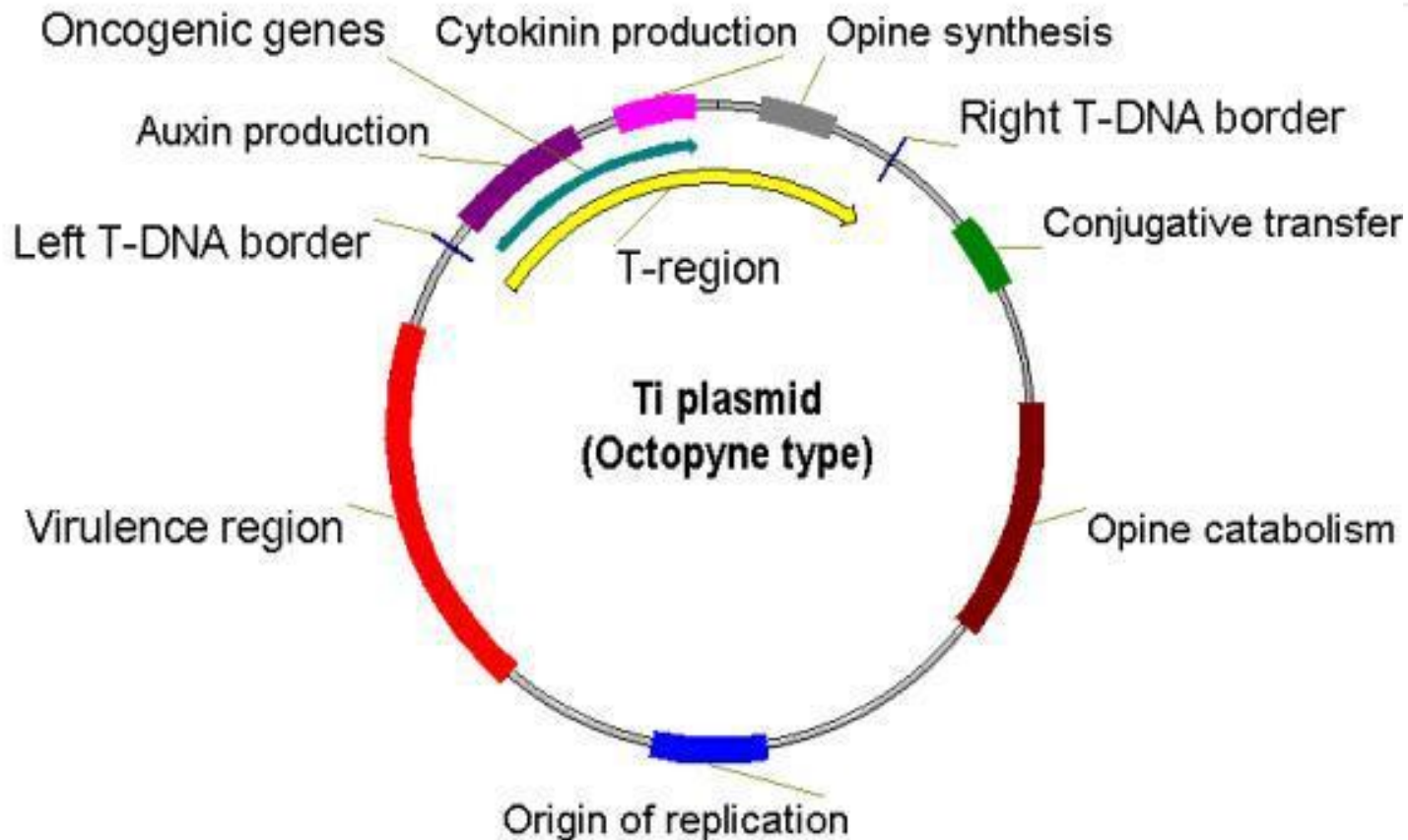


SEM of *A. tumefaciens* colonizing aspen roots



crown galls on stem of a tomato stem

## Peta Plamid Ti



## Kelemahan Plamid Ti

- Produksi phytohormon (auksin dan sitokinin) regenerasi sel tidak mengarah pada diferensiasi menjadi individu baru/ tanaman utuh
- Gen pengkode sintesis opine tidak berguna bagi tanaman transgenik dan mungkin justru akan menurunkan produktivitas tanaman
- Ukuran Plasmid tidak terlalu besar dalam menerima sisipan.
- Replikasi plasmid akan lebih mudah bila dilakukan dalam sel bakteri *E. coli* sehingga perlu ditambahkan ori dari *E. coli*

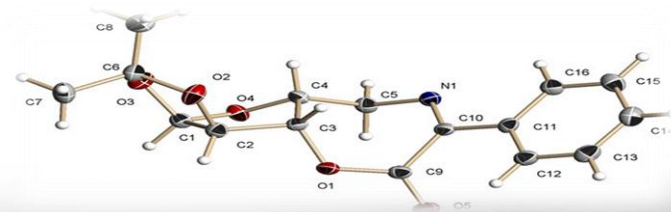


## Komponen umum pada Plamid Ti

- Gen penanda seleksi (selectable marker gene): gen-gen resistensi terhadap antibiotik (kanamycin, ampisilin, tetracyclin), gen gus, dll
- Titik awal Replikasi (origin of Replication)
- Sekuen 'right border' dari T-DNA: penting untuk integrasi T-DNA pada DNA sel tanaman
- *Multiple Cloning Site* (MCS) untuk memfasilitasi insersi DNA target pada T-DNA

# Teknik Transfer Gen Tanaman

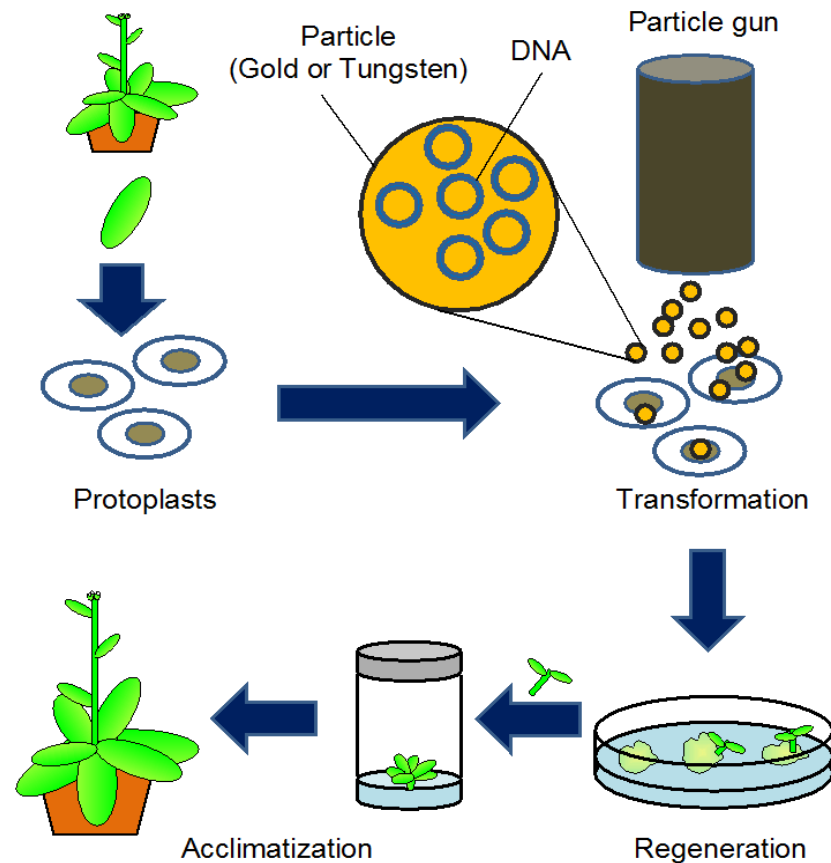
- Teknologi transfer gen dibedakan menjadi dua, yaitu langsung dan tidak langsung
- Contoh transfer gen secara langsung adalah penembakan eksplan gen dengan *gene gun* atau *divortex* dengan *silicon carbide* (karbid silikon) dan perlakuan pada protoplas tanaman dengan elektroporasi atau dengan *polyethylene glycol* (PEG).
- Sedangkan transfer gen secara tidak langsung adalah melalui vektor *Agrobacterium*.



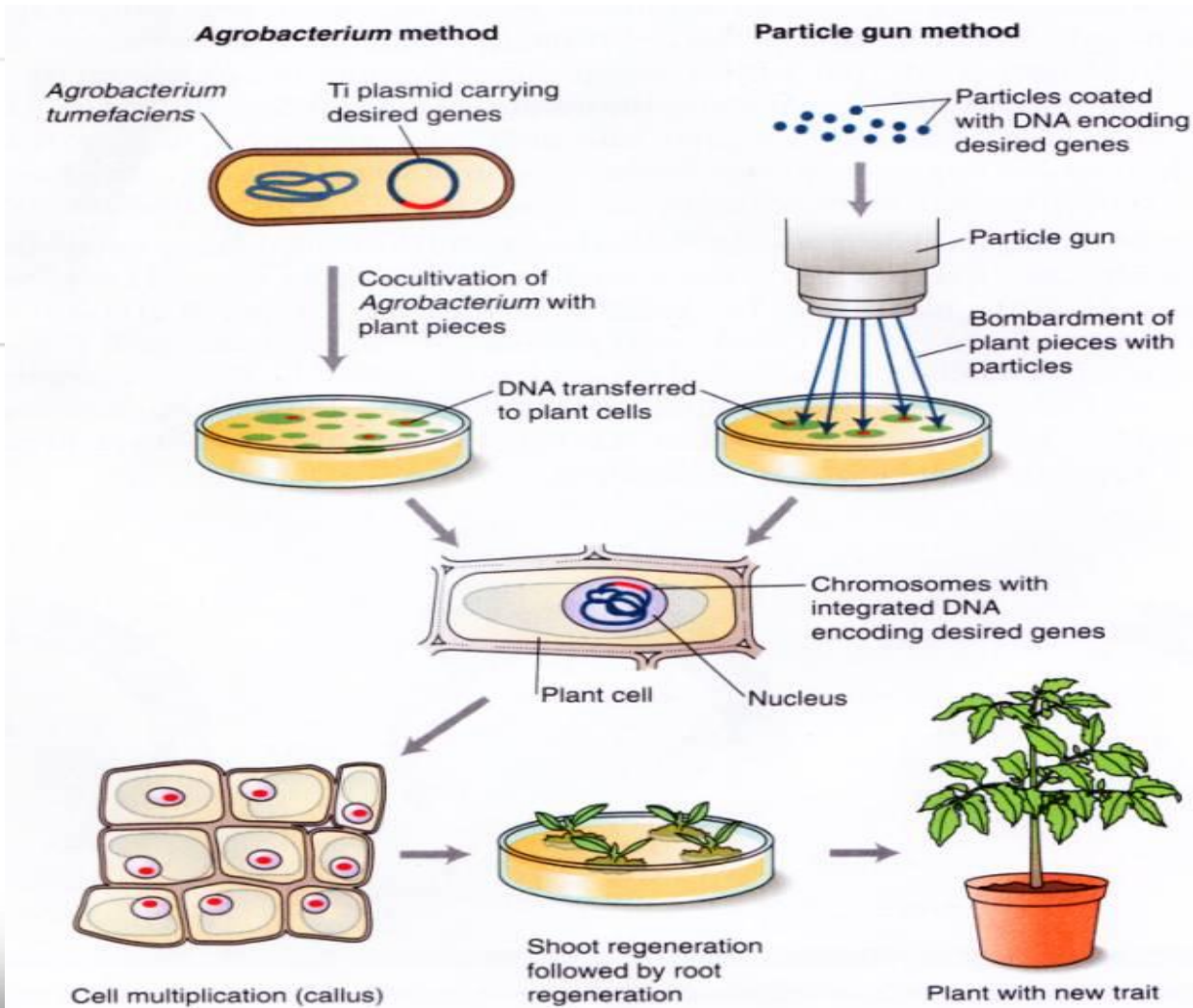
# Teknik Transfer Gen Tanaman

- **Penembakan partikel (*particle bombardment*)**

Teknik paling modern dalam transformasi tanaman adalah penggunaan metode penembakan partikel atau *gene gun*. Metode transfer gen ini dioperasikan secara fisik dengan menembakkan partikel *DNA-coated* langsung ke sel atau jaringan tanaman



# Teknik Transfer Gen Tanaman



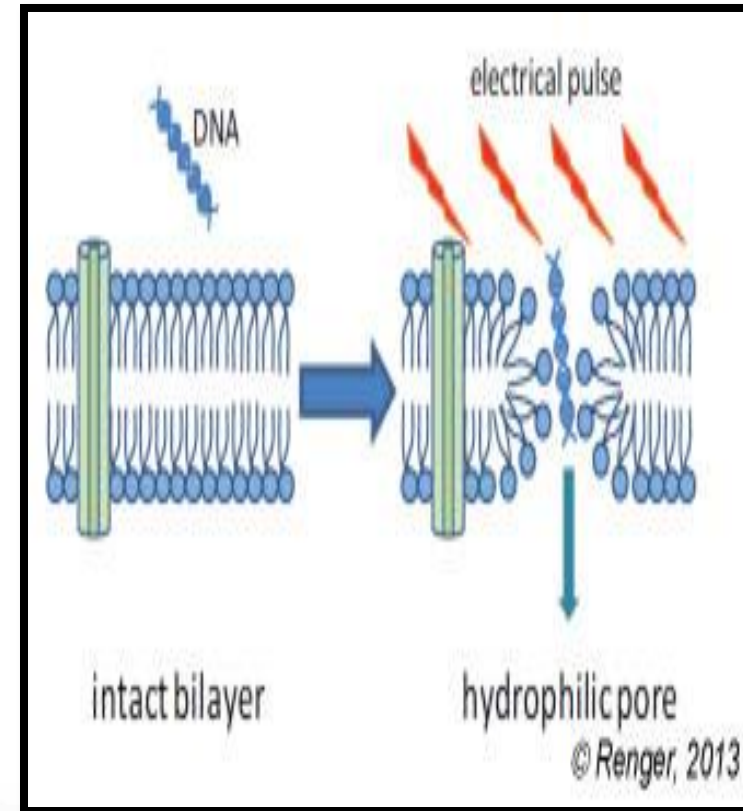


## 2. Teknik Transfer Karbid silikon

Metode transfer gen lain yang kurang umum digunakan dalam transformasi tanaman tetapi telah dilaporkan berhasil mentransformasi jagung dan *turfgraas* dengan penggunaan karbit silikon. Suspensi sel tanaman yang akan ditransformasi dicampur dengan serat karbid silikon dan DNA plasmid dari gen yang diinginkan dimasukkan ke dalam tabung *Eppendorf* kemudian dilakukan pencampuran dan pemutaran dengan *vortex*

### 3. Teknik Elektrofokasi

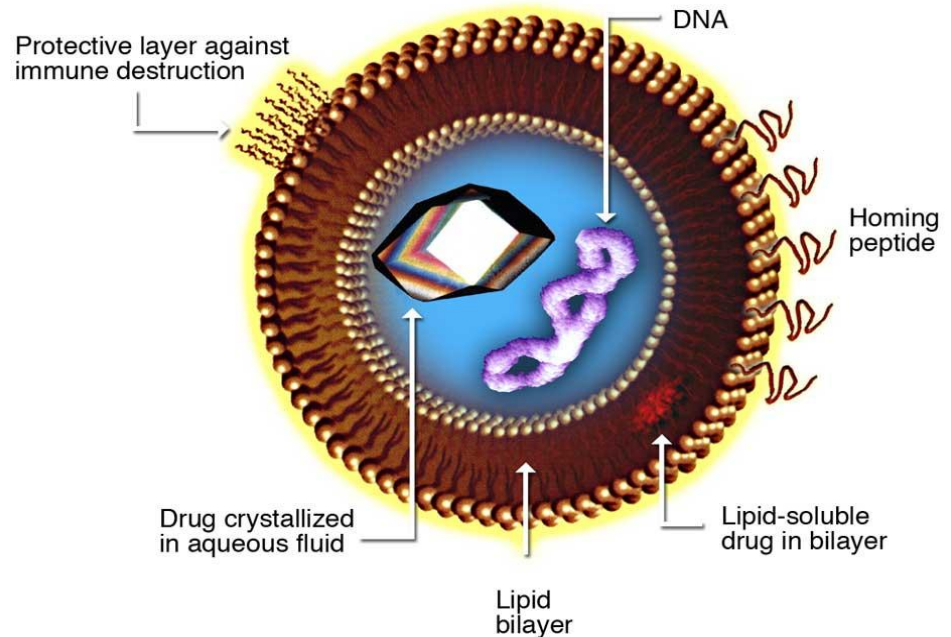
Metode transfer DNA yang umum digunakan pada tanaman monokotil adalah elektroporasi dari protoplas, perlakuan *poly-ethylene glycol (PEG)* pada protoplas dan kombinasi antara dua perlakuan tersebut elektroporasi dengan perlakuan listrik voltase tinggi menyebabkan permeabilitas tinggi untuk sementara pada membran sel dengan membentuk pori-pori sehingga DNA mudah penetrasi ke dalam protoplas



### 3. Liposome Transfer

**Liposome transfer:**  
gelembung (bubble) dari substansi lemak yang disebut liposome memungkinkan membawa gen melalui permukaan membran sel ke dalam sel inang dimana gen ini kemudian akan ditempatkan secara normal

#### Liposome for Drug Delivery



# Kemajuan dan penerapan bioteknologi tanaman pada tanaman pangan



## Padi Golden Rice

Padi merupakan tanaman pangan utama dunia. Dengan demikian prioritas utama untuk teknik biologi molekuler dan transgenik saat ini masih diutamakan pada padi. Selain karena merupakan tanaman pangan utama, padi memiliki genom dengan ukuran besar sehingga dapat digunakan sebagai tanaman model utama



# Kemajuan dan penerapan bioteknologi tanaman pada tanaman pangan

## *Bioteknologi Tanaman Kentang*

Tanaman pangan dunia yang tidak kalah penting adalah kentang. Seperti halnya padi, kentang juga menjadi komoditas utama yang menjadi obyek penerapan bioteknologi tanaman. Teknik bioteknologi saat ini telah banyak digunakan dalam produksi kentang. Baik dalam teknik penyediaan bibit, pemuliaan kentang, hingga rekayasa genetika untuk meningkatkan sifat-sifat unggul kentang. Dalam hal penyediaan bibit, saat ini teknik kultur jaringan telah banyak digunakan. Teknik kultur jaringan memungkinkan petani mendapatkan bibit dalam jumlah besar yang identik dengan induknya

## Tanaman yang telah ditransformasi secara genetik

Alfalfa	Carnation	Kiwi fruit	Papaya	Potato	Sunflower
Apple	Carrot	Lettuce	Pea	Red fescue	Sweet potato
<i>Arabidopsis</i>	Corn	Licorice	Peanut	Rice	Tall fescue
Asparagus	Cotton	Lily	Pear	Rye	Tobacco
Banana	Cranberry	Lotus	Pearl millet	Sorghum	Tomato
Barley	Cucumber	Norway spruce	Peony	Soybean	Wheat
Bean	Eggplant	Oat	Petunia	Strawberry	White spruce
Cabbage	Flax	Orchard grass	Plantain	Sugar beet	
Canola	Grape	Orchid	Poplar	Sugarcane	

## BIOTEKNOLOGI dalam MEMPERBAIKI PERTANIAN

PRODUK	KETERANGAN
Agricultural Products	
<i>Pseudomonas syringae</i> , ice-minus bacterium (Frostban®)	Bakteri yang mampu hidup pada keadaan beku, rekayasa gen ke tanaman sehingga tanaman tidak membeku pada musim dingin
<i>Pseudomonas fluorescens</i> ,	Memproduksi racun dari patogen serangga <i>Bacillus thuringensis</i> ; racun membunuh serangga pemakan akar
<i>Rhizobium meliloti</i>	Dapat meningkatkan fiksasi N
Round-up (glyphosphate) – resistant crops	Tanaman memiliki gen bakteri; memperbolehkan penggunaan herbisida pada rumput tanpa merusak tanaman utama
Bt kapas dan Bt jagung	Tanaman menghasilkan gen penghasil racun dari <i>B. thuringiensis</i> , racun
FlavrSavr®tomat dan wortel	Gen untuk menghilangkan degradasi pectin sehingga buah lebih lama segar

# Tanaman Bioteknologi : Luasan global pada tahun 2002

**Kedelai : 30,6 juta Ha (pertumbuhan 10%)**

**Jagung : 12,4 juta Ha (pertumbuhan 27%)**

**Kanola : 6,8 juta Ha (tidak berubah)**



## Arah Pengembangan yang Dituju

<b>Sifat</b>	<b>Jumlah Penguian 2002-03 (%)</b>
Tahan serangga	791 (31%)
Tahan herbisida	736 (29%)
Peningkatan kualitas	400 (16%)
Tahan penyakit	171 (7%)

2001-03 data; collated from: Information Systems for Biotechnology  
(<http://www.isb.vt.edu/>)

## Beberapa Sifat Lain yang Mulai Menarik

<b>Sifat</b>	<b>Jumlah Pengujian 2002-03 (%)</b>
Hasil tinggi	105 (4%)
Kandungan asam amino	94 (4%)
Kandungan gula	44 (2%)
Kandungan lemak	42 (2%)

2001-03 data; collated from: Information Systems for Biotechnology  
(<http://www.isb.vt.edu/>)

## Tanaman-tanaman pangan transgenik yang sudah dikembangkan

- Insect Resistance Plant (tanaman tahan hama) - *Bt toxin gene*
- Virus-Resistant Plants (tanaman tahan virus) - vaksinasi dengan viral coat protein gene - RNA antisense yang mengarah pada „gene silencing“
- Herbicide-Resistant Plants (tanaman tahan herbisida) - gen nitrilase
- *Stress and Senescence-Tolerant Plants* (tanaman toleran terhadap stress dan senesens (penuaan) - gen ACC deaminase
- Flower Pigmentation
- Plant as Bioreactors

## Kontroversi Bioteknologi Tanaman Pangan Modern

- Perubahan kualitas gizi makanan,
- Potensi toksisitas
- Kemungkinan resistensi antibiotik dari tanaman *GMO*,
- Potensi alergenitas dan carcinogenicity karena mengkonsumsi makanan *GMO*
- Pencemaran lingkungan,
- Tidak sengaja transfer gen pada tanaman liar,
- Adanya kemungkinan penciptaan racun dan virus baru
- Ancaman terhadap keragaman genetik tanaman,
- Kontroversi agama, budaya, dan etika
- Tidak ada Pelebelan produk transgenik





Terima  
kasih