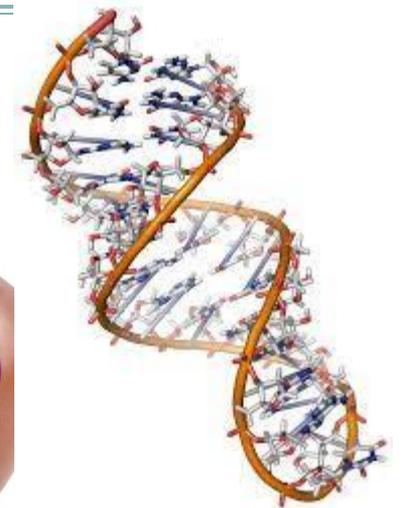




BIOTEKNOLOGI PERTANIAN



Dosen Pengampu:
Isrotun Ngesti Utami, M.Si



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

15 Years

17 Goals

169 Targets

1 NO POVERTY



2 ZERO HUNGER



3 GOOD HEALTH AND WELL-BEING



4 QUALITY EDUCATION



5 GENDER EQUALITY



6 CLEAN WATER AND SANITATION



7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY



8 DECENT WORK AND ECONOMIC GROWTH



9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE



10 REDUCED INEQUALITIES



11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES



12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION



13 CLIMATE ACTION



14 LIFE BELOW WATER



15 LIFE ON LAND



16 PEACE, JUSTICE AND STRONG INSTITUTIONS



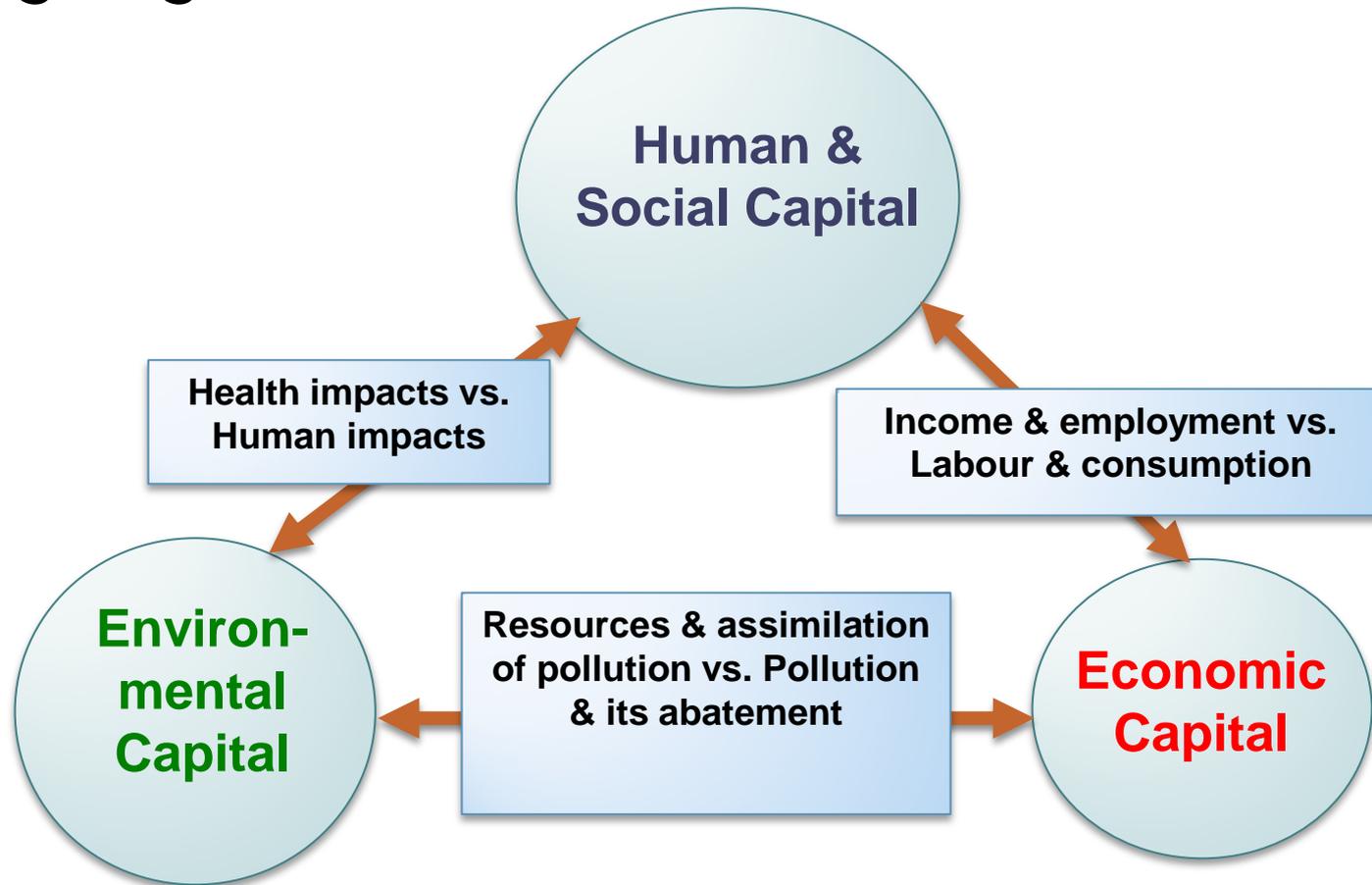
17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS



SDGs sangat relevan dengan pertanian...

- SDGs telah disepakati sejak tahun 2015 oleh 193 negara-negara anggota PBB termasuk Indonesia → menjadi pertimbangan penting dalam penentuan **arah pembangunan**
- Sebagian besar **sasaran SDGs**, misalnya: *no poverty, zero hunger, affordable & clean energy, decent work & economic growth*, dan *climate action* sangat **erat terkait** dengan sektor pertanian → pembangunan pertanian harus sekali-gus mampu mewujudkan sasaran2 tsb per tahun 2030

Tantangan terbesar: membuat pembangunan pertanian sbg alat mewujudkan keseimbangan antara manusia, ekonomi, dan lingkungan...



PEREKONOMIAN DAN PERTANIAN INDONESIA 2030



Why Indonesia

Indonesia Today...



...and Indonesia in 2030



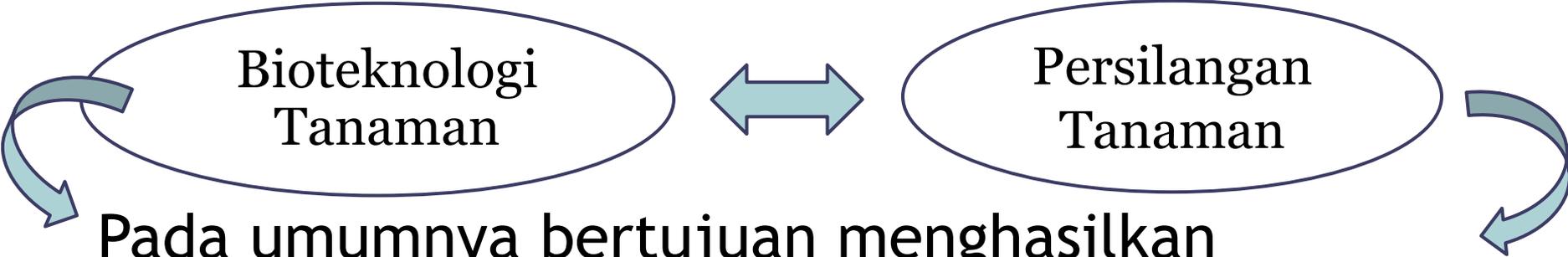
Hanya 29% yg ting-gal di pedesaan!

PEMBANGUNAN PERTANIAN KE ARAH 2030

- **Sistem Usaha Pertanian Ekologis Terpadu (SUPET)**
 - Bentuk dualistik sektor pertanian tidak sepenuhnya bisa dihapuskan, namun bisa diminimalkan
 - Rataan penguasaan lahan petani minimal 5 hektar
 - Usahatani terpadu: ladang pangan, jasa lingkungan, agrowisata
- **Sistem Pertanian Bioindustri Terpadu (SPBT)**
 - Mempererat keterkaitan *On Farm* dan Industri
 - Tanaman pangan, biofarmaka, komoditas industri, kebun energi, hutan tanaman
 - Fokus pada industri pengolahan ~ *innovation and technological base* untuk produk atau komoditas tsb

- **Sistem Rantai Pasok Pertanian Terpadu (SRPPT)**
 - Merealisasikan *multipliers* output, pendapatan, dan tenaga kerja
 - Bisnis logistik dan distribusi pendukung SUPET dan SPBT
 - Bisnis lainnya pendukung SUPET dan SPBT, termasuk jasa pembiayaan, jasa asuransi, jasa konsultasi, dll
- **Industri hilir pertanian**
 - Penerapan SUPET, SPBT, dan SRPPT harus fokus pada satu komoditas pertanian di setiap *well defined area*
 - Optimasi lokasi bahan baku dengan lokus industri hilir
 - Pendalaman industri hilir sebagai sumber pertumbuhan dan kesejahteraan yang *sustainable*

Tujuan Bioteknologi Tanaman



Bioteknologi
Tanaman

Persilangan
Tanaman

Pada umumnya bertujuan menghasilkan tanaman:

- Daya produksi tinggi
- Kualitas nutrisi tinggi
- Daya tahan yang tinggi terhadap penyakit dan cekaman lingkungan
- Kebutuhan yang rendah akan pupuk dan bahan kimia lain

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 pathogen 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

Teknologi Tanaman Transgenik

Sinonim transgenik:

- Genetically Modified Organism (GMO)
- Genetically Engineered Organism (GEO)

Teknologi tanaman transgenik berkembang krn :

1. Transfer genetik dapat dilakukan tidak terbatas hanya pada organisme- organisme dengan spesies atau genus yang sama, tetapi dapat dilakukan antar organisme dengan famili bahkan kingdom yang berbeda
2. Transfer gen lebih terarah, hanya gen target saja yang dimasukkan/ disisipkan pada genome tanaman terpilih. Pada persilangan tradisional, transfer gen melibatkan serangkaian gen baik gen target ataupun non target.
3. Produksi tanaman unggul lebih efisien dalam hal waktu dan tempat. Transgenik → singkat, lab dan lahan terbatas
Persilangan tradisional → lama, lahan luas

PRINSIP BIOTEKNOLOGI (REKAYASA GENETIKA) TANAMAN

Rekayasa genetika tanaman melibatkan serangkaian proses Teknologi DNA Rekombinan (TDR) sebagai berikut:

1. Isolasi dan pengklonan gen target
2. Modifikasi klon:
 - penambahan beberapa segmen DNA untuk inisiasi dan peningkatan ekspresi gen
 - Penambahan penanda seleksi (*selectable markers*)
3. Introduksi DNA rekombinan pada sel tanaman
4. Seleksi sel/jaringan transforman
5. Regenerasi sel/jaringan menjadi tanaman utuh (modifikasi teknologi kultur jaringan)

REKAYASA GENETIKA (DNA Rekombinan)

A decorative graphic consisting of several horizontal lines of varying lengths and colors (teal, light blue, white) extending from the right side of the slide.

Pendahuluan

- Rekayasa genetika adalah dasar dalam bioteknologi yang didalamnya meliputi: manipulasi gen, kloning gen, DNA rekombinan teknik modifikasi genetik dan genetika moderen.
- Rekayasa genetika dilakukan idintifikasi, replikasi, modifikasi, dan transfer materi genetik dari sel jaringan ataupun organ.
- Teknik paling besar untuk dilakukan rekayasa genetika adalah **DNA Rekombinan**

- Produk pangan
- Peternakan
- Pertanian
- Produk kesehatan
- Dengan membentuk organisme transgenik (GMO)

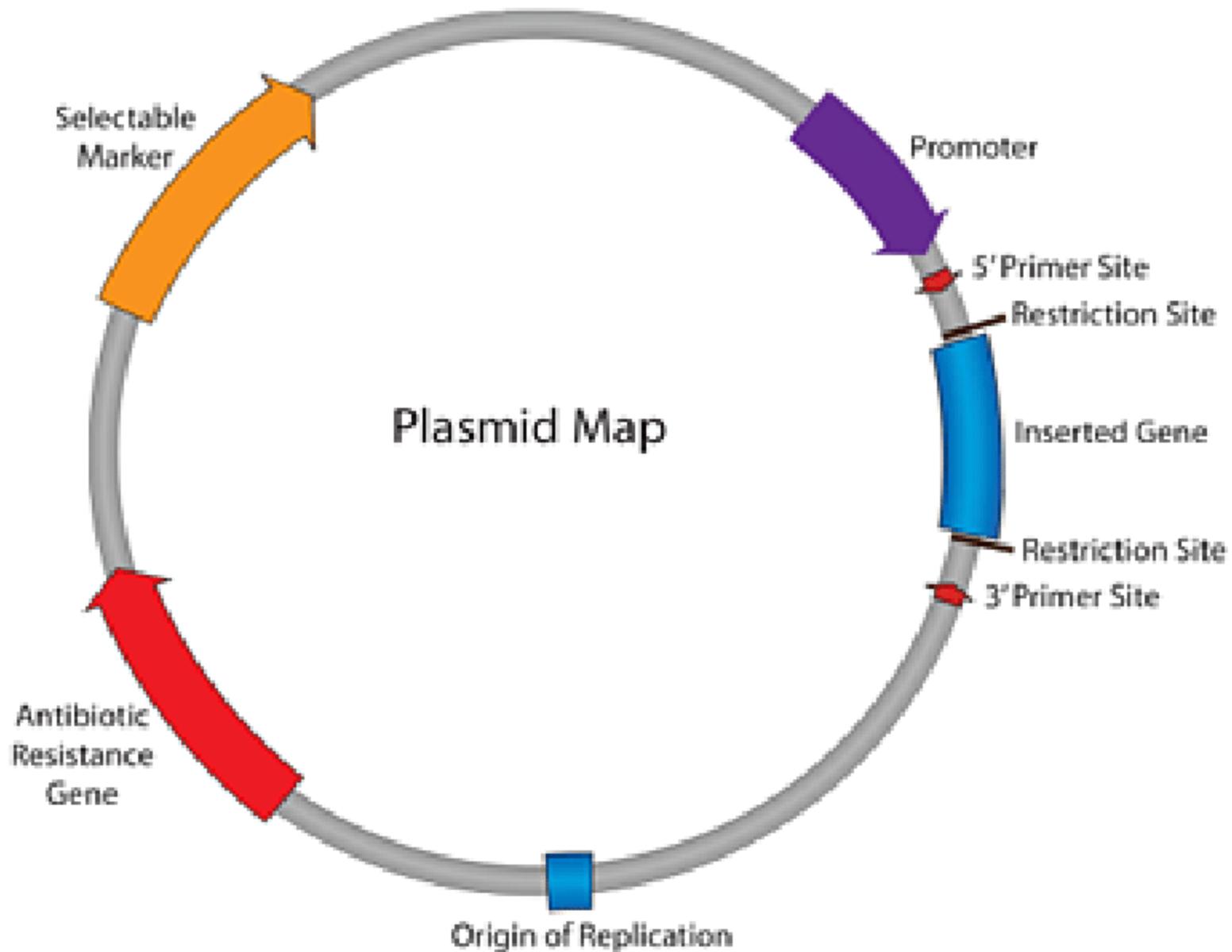
Komponen utama yg
diperlukan dalam proses
rekombinasi DNA

1. DNA Target

- Rekombinasi DNA melibatkan penggabungan dua DNA yg berbeda unuk menghasilkan DNA rekombinan
- Dua DNA ini yaitu : DNA target dan DNA vektor plasmid
- DNA Target adalah sumber dari DNA yg akan di klon

2. Vektor Plasmid

- Plasmid: materi genetik ekstra kromosomal yg dimiliki oleh bakteri
- DNA plasmid berbentuk sirkuler, kecil serta bervariasi.
- Fungsi plasmid: mengklon gen/ fragmen DNA dan memperbanyak gen (*copy gene*) yg disisipkan pada sel bakteri



- Origin of replication (ORI): titik pemulaan terjadinya replikasi
- Promoter: tempat pengikatan protein enzim yg menginisiasi terjadinya proses transkripsi
- Selectable marker: penanda suatu gen yg ditambahkan pada plasmid vektor
- Multiple cloning site (MCS): polylinker merupakan DNA pendek ada 20 restriction sites (sisi pemotongan)

3. Enzim Endonuklease Restriksi

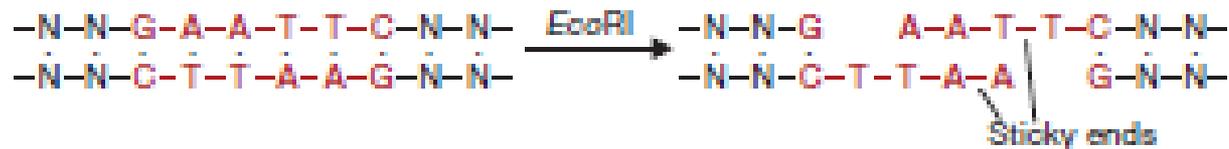
- Enzim pemotong yg dapat memotong untai ganda DNA
- Enzim ini dapat memotong ikatan fosfodiester antara basa-basa nitrogen
- Setiap enzim restriksi memiliki target sekuen yang khas
- Hasil restriksi bisa berupa ujung yang tumpul (blunt end) atau ujung menggantung (*sticky end*)
-

Blunt end dan sticky end

(a) Production of blunt ends



(b) Production of sticky ends



(c) The same sticky ends produced by different restriction endonucleases



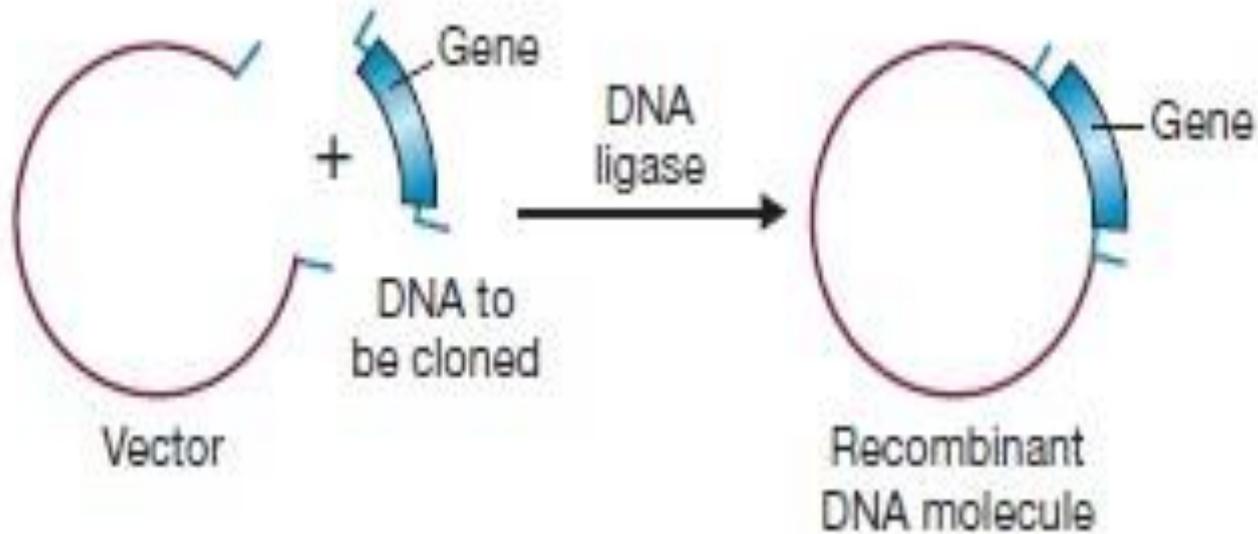
Jenis Enzim Endonuklease Restriksi

No.	Nama Enzim	Sekuen Pengenal	Mikroorganisme Asal
1.	<i>EcoRI</i>	G-AATTC	<i>Escherichia coli</i>
2.	<i>HindIII</i>	A-AGCTT	<i>Haemophilus influenzae</i>
3.	<i>HhaI</i>	GCG-C	<i>Haemophilus haemolyticus</i>
4.	<i>TaqI</i>	T-CGA	<i>Thermus aquaticus</i>
5.	<i>BsuRI</i>	GG-CC	<i>Bacillus subtilis</i>
6.	<i>BalI</i>	TGG-CCA	<i>Brevibacterium albidum</i>
7.	<i>NotI</i>	GC-GGCCGC	<i>Nocardia otidiscaviarum</i>
8.	<i>BamHI</i>	G-GATCC	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
9.	<i>SmaI</i>	CCC-GGG	<i>Serratia marcescens</i>

4. Enzim Ligase

- Enzim ini memiliki fungsi untuk menyambungkan kembali fragmen DNA yang telah terpotong oleh endonuklease restriksi.
- Sekuen DNA *insert* dan vektor yang akan digabungkan harus sesuai
- Enzim ligase akan membentuk ikatan fosfodiester antara satu basa nitrogen dengan basa nitrogen lain

Penggabungan DNA *insert* dengan vektor



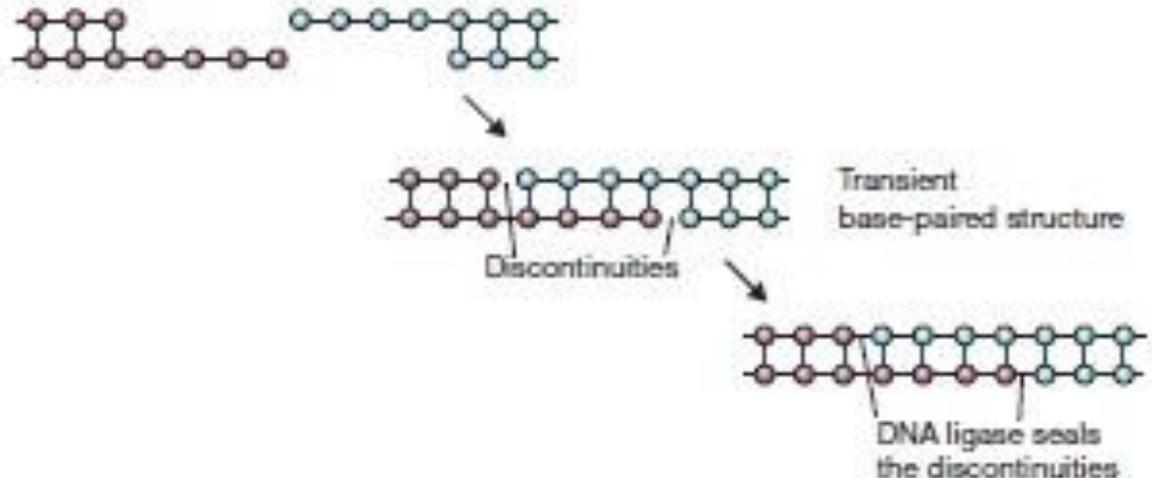
Penggabungan DNA *insert* dengan vektor

- Ligasi bisa dilakukan pada *blunt end* maupun
- *sticky end*

(a) Ligating blunt ends



(b) Ligating sticky ends



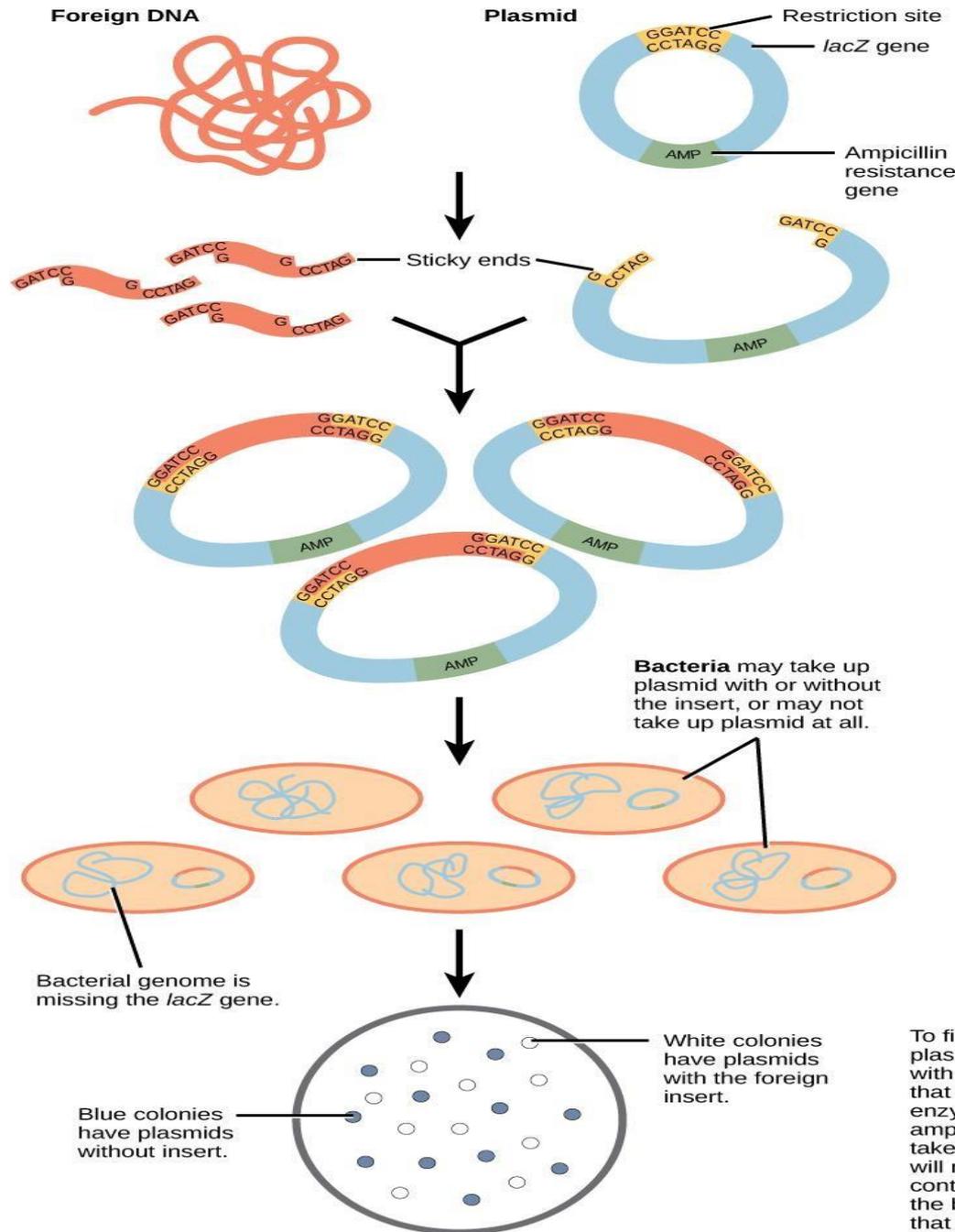
5. Sel Kompeten

- Sel yang memiliki kemampuan untuk menerima DNA asing dari luar sel melalui proses transformasi

Tahapan Rekombinasi DNA

- Pemotongan DNA target oleh enzim endonuklease restriksi
- Penyambungan potongan DNA target dan DNA plasmid dengan enzim ligase
- Transformasi DNA rekombinan (DNA target + DNA plasmid vektor) ke dalam sel kompeten (*E. coli*)
- Seleksi (*screening*) untuk mendapatkan klon DNA sesuai target

Molecular Cloning



Both foreign DNA and a plasmid are cut with the same restriction enzyme. The restriction site occurs only once in the plasmid in the middle of a gene for an enzyme (*lacZ*).

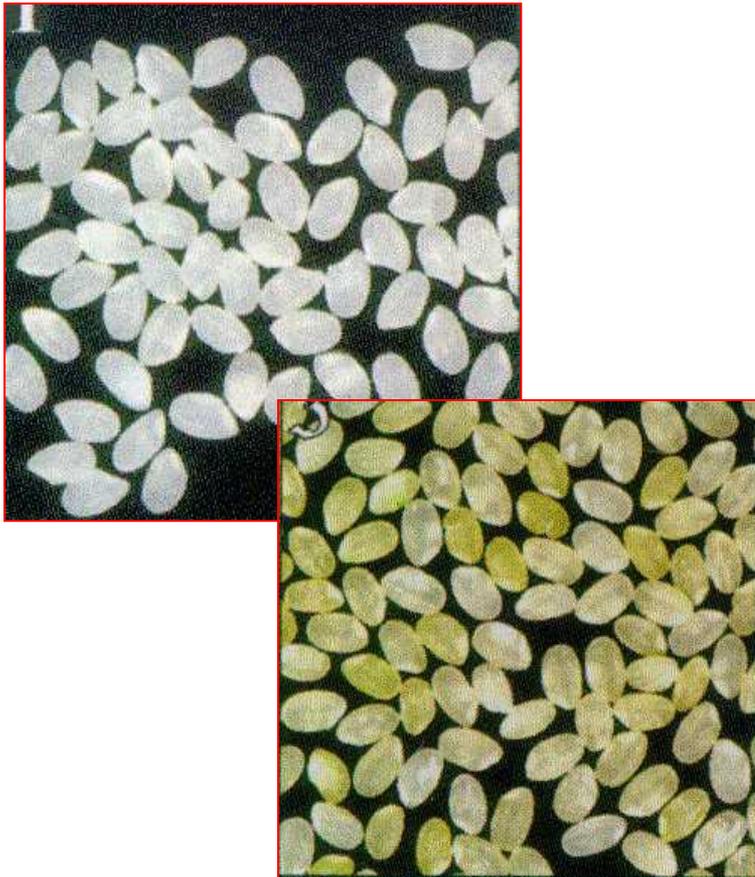
The restriction enzyme leaves complementary sticky ends on the foreign DNA fragment and the plasmid. This allows the foreign DNA to be inserted into the plasmid when the sticky ends anneal. Adding DNA ligase reattaches the DNA backbones. These are recombinant plasmids.

The plasmids are combined with a culture of living bacteria. Many of the bacteria do not take any plasmids into their cells, many take plasmids that do not have the foreign DNA in them, and a few take up the recombinant plasmid.

The bacteria that take up the recombinant plasmid cannot make the enzyme from the gene that the fragment was inserted into (*lacZ*). They also carry a gene for resistance to the antibiotic ampicillin, which was on the original plasmid.

To find the bacteria with the recombinant plasmid, the bacteria are grown on a plate with the antibiotic ampicillin and a substance that changes color when exposed to the enzyme produced by the *lacZ* gene. The ampicillin will kill any bacteria that did not take up a plasmid. The color of the substance will not change when the gene for *lacZ* contains the foreign DNA insert. These are the bacteria with the recombinant plasmid that we want to grow.

Generasi Organisme Transgenik di bidang Pertanian



- ***Golden Rice***
 - ✓ Kandungan vitamin A meningkat
 - ✓ Gen berasal dari bakteri
 - ✓ Kekurangan: produksi vitamin A kurang banyak

Generasi Organisme Transgenik di bidang Pertanian



- *Bunga matahari*
 - ✓ Tahan jamur putih
 - ✓ Gen ketahanan berasal dari gandum

Generasi Organisme Transgenik di bidang Pertanian



- *Rumput lapangan golf*
 - ✓ Tahan herbisida
 - ✓ Tumbuh lambat
 - mengurangi pemangkasan
 - mengurangi polusi

KULTUR JARINGAN





Pendahuluan



Perkembangan bioteknologi salah satunya adalah kultur jaringan, yang hingga sekarang berkembang begitu cepat dan signifikan. Apa dasar utama yang menjadikan kultur jaringan berkembang dengan cepat? Salah satunya adalah teknik pemakaian kultur jaringan yang dengan hanya menggunakan bagian sel tumbuhan, maka akan didapatkan tanaman yang sempurna yang dapat melakukan reproduksi. Jadi sebenarnya apa yang dimaksud dengan kultur jaringan?

Pengertian Kultur Jaringan



- Suatu teknik untuk menumbuhkan sel, jaringan ataupun irisan organ tanaman di laboratorium pada suatu media buatan yang mengandung nutrisi yang aseptik (steril) untuk menjadi tanaman secara utuh.
- Didasari oleh teori totipotensi sel (*cellular totipotency*).
- Bersifat identik dengan induknya.
- Jumlah tanaman baru yang dihasilkan tidak hanya satu, tapi bisa puluhan hingga ratusan (dari satu bahan tanam atau eksplan).



Pemanfaatan Teknik Kultur Jaringan

**Transformasi Genetik/
Rekayasa genetika**



**Memperbanyak GM
(Genetically Modified) Plants**



**Perbanyak tanaman hibrid
yang memiliki sifat-sifat**



**Memperbanyak tanaman yang
tidak memiliki biji**



**Mempermudah pengiriman
tanaman dalam container**



**Memperbanyak tanaman yg
bijinya sulit berkecambah**



**Menghasilkan tanaman
bebas virus dari kultur**



Fusi Protoplas



Embryo Rescue



**Menghasilkan tanaman
double haploid melalui kultur**



Laboratorium



Dapur

tempat pencucian alat-alat sebelum disterilisasi

Ruang Preparasi

tempat pembuatan media, diletakkan rak yg berisi zat kimia, timbangan, magnetic stirrer, kulkas dan meja

Ruang Tanam

harus dijaga sterilitasnya agar pekerjaan kultur dapat terhindar dari kontaminasi

Ruang Kultur (Inkubasi)

meletakkan dan menumbuhkan hasil kultur yang kita tanam

Peralatan Kultur Jaringan



Timbangan Digital

menimbang bahan/zat yang digunakan dalam kultur, misalnya zat pengatur tumbuh, bahan untuk media, gula, agar, dsb.



Magnetic Stirrer

untuk proses pembuatan media serta pembuatan larutan dari senyawa yang berbentuk padat.



Autoklaf

alat untuk sterilisasi dengan metode uap panas (steam heating).



Oven

sterilisasi alat-alat kecil dan glasswares dg metode dry heating



Meja Kerja (Enkas, Lemipar)

disebut juga meja tenom



Peralatan Kultur Jaringan

Rak Kultur

tempat untuk meletakkan eksplan setelah ditanam pada media steril dan menumbuhkannya hingga menjadi plantlet



Glassware dan peralatan kecil

semua peralatan kecil yang terbuat dari bahan gelas seperti gelas ukur, gelas dan labu Erlenmeyer, serta botol kultur



Media Kultur Jaringan

Pengertian Media Kultur

- adalah tempat bagi jaringan **tanaman** untuk tumbuh dan mengambil nutrisi yang mendukung kehidupan jaringan

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.



Ekspla

n

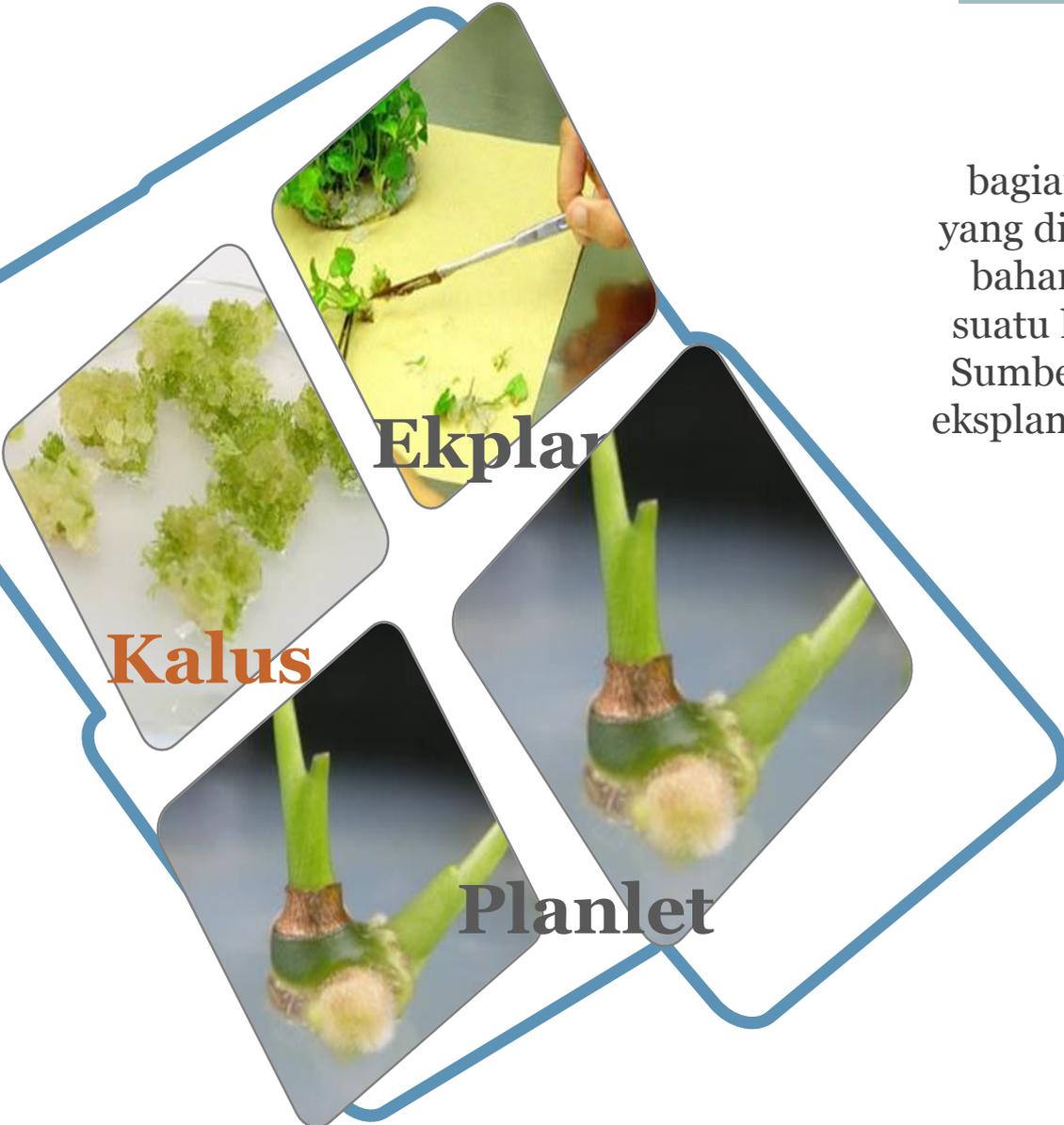
bagian dari tanaman yang digunakan sebagai bahan untuk inisiasi suatu kultur. Penentu: Sumber eksplan, Umur eksplan, Ukuran eksplan

Kalus

suatu kumpulan sel yang terjadi dari sel-sel jaringan awal yang membelah secara terus menerus

Planlet

Tanaman hasil kultur



Ekplan

Kalus

Planlet

Jenis Media Kultur

Garam-Garam Anorganik

Garam-garam mineral merupakan gabungan unsur-unsur esensial makro dan mikro. Konsentrasi optimum dari tiap-tiap komponen untuk mencapai kecepatan pertumbuhan yang maksimal untuk berbagai tanaman sangatlah bervariasi.

01

Unsur Makro

Merupakan unsur yang dibutuhkan dalam jumlah besar yang terdiri atas : C, H, O, N, S, P, K, Ca, dan Mg.

02

Unsur Mikro

Merupakan unsur yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit yang terdiri atas : Cl, B, Mo, Mn, Cu, Fe, Zn, Co

Jenis Media Kultur

Zat-Zat Organik

Zat-zat organik yang biasanya ditambahkan pada medium kultur jaringan adalah gula, myo-inosito, vitamin, asam-asam amino, dan zat pengatur tumbuh.

01

Gula

diberikan pada medium kultur jaringan berfungsi untuk sumber energy yang diperlukan untuk induksi dan pertumbuhan sel, kalus, tunas tanaman.

02

Myo-inositol

ditambahkan pada medium untuk membantu differensiasi dan pertumbuhan jaringan.

03

Vitamin

ditambahkan pada medium untuk mempercepat pertumbuhan dan differensiasi kalus, serta menurunkan stress

Jenis Media Kultur

Zat Pengatur

Merupakan komponen yang dibutuhkan untuk pembuatan media

Asam-Asam

Asam amino merupakan sumber N organik yang lebih cepat diambil daripada N anorganik didalam medium yang sama.



Tahapan Pekerjaan dalam Kultur Jaringan



Isolasi Bahan Tanam (Eksplan)



Sterilisasi Eksplan



Penanaman eksplan



Perbanyak (Proliferasi) Propagul



Pengakaran

Aklimatisasi dan Pemindahan Tanaman ke Lapang

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

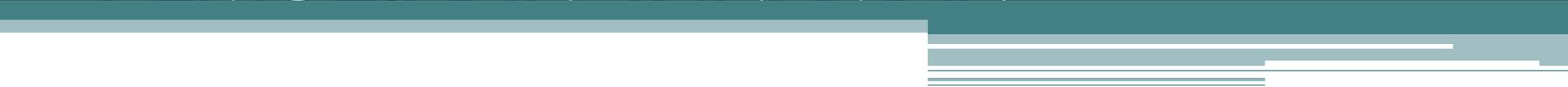
Kultur Somatik Embriogenesis

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

PEMULIAAN TANAMAN



Pendahuluan

- Pemuliaan tanaman adalah proses ilmiah dengan tujuan untuk menghasilkan varietas baru dengan karakteristik unggul melalui kombinasi sifat-sifat genetik



Konsep Dasar Pemuliaan Tanaman

- Keragaman Genetik : pemuliaan tanaman memanfaatkan keragaman genetik, keragaman ini melalui mutasi, rekombinasi genetik dan variasi alamiah
- Seleksi alam dan buatan: sudah berlangsung sejak lama, mengarah pada adaptasi lingkungan. Proses buatan adalah proses dengan diarahkan oleh manusia

Lanjutan....

- Persilangan : metode utama dalam pemuliaan tanaman, dimana individu yang memiliki sifat yang diinginkan dipilih dan dikawinkan.
- Seleksi Generasi berikutnya: setelah persilangan tanaman memiliki keturunan yang memiliki sifat-sifat yang diinginkan lebih lanjut dipilih untuk generasi berikutnya

Metode Pemuliaan tanaman

- Metode Konvensional
- Metode Moderen

Metode Konvensional

- Metode konvensional dengan hibridisasi tanaman dan peningkatan varietas melalui persilangan
- Hibridisasi: proses menggabungkan materi genetik dari dua individu tanaman yg berbeda untuk menghasilkan keturunan dengan kombinasi sifat-sifat yang diinginkan

Langah-langkah Hibridisasi

- Pemilihan induk
- Pembuahan silang (melibatkan transfer serbuk sari)
- Pemilihan keturunan

Teknik Pemuliaan Moderen

- Pemuliahan tanaman molekuler dan penggunaan marker molekuler
- Pemuliaan tanaman molekuler dengan menggunakan informasi genetik dan molekuler untuk mengidentifikasi, mengisolasi, dan manipulasi gen-gen
- Pemuliaan tanaman molekuler dengan marker genetik