

**MODUL**  
**REKAYASA PRODUK PERTANIAN**  
**(*ON FARM*)**

**DISUSUN OLEH**  
**LISA NAVITASARI**

**POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN MALANG**  
**BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SDM**  
**PERTANIAN**  
**KEMENTERIAN PERTANIAN**  
**2023**

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji dan syukur Syukur kami panjatkan kepada Tuhan YME, karena atas rahmat dan karunia-Nya kami dapat menyelesaikan penyusunan modul Mata kuliah Rekayasa Produk Pertanian.

Penyusunan modul rekayasa produk pertanian *untuk memenuhi mendukung pembelajaran bagi mahasiswa terkait dengan rekayasa produk pertanian*". Penulisan modul ini memiliki kendala namun kami mampu menyelesaikan modul ini dengan baik.

Penulisan modul ini dapat diselesaikan dengan baik berkat peran Semua pihak yang tergabung dalam tim teaching factory atas saran dan masukan yang diberikan. Kami menyampaikan banyak terimakasih yang tak terhingga atas saran dan masukan yang diberikan selama penyusunan Modul ini.

Demikian modul ini kami buat, segala bentuk perhatian, antisipasi, dan kerjasama dari semua pihak diucapkan banyak terimakasih.

*Malang, 28 Februari 2022*

Lisa Navitasari

NIP. 198411122009122002

## DAFTAR ISI

COVER .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
MODUL 1. BIOTEKNOLOGI DI BIDANG PERTANIAN .....	1
MODUL II. PERANAN MIKROBA FUNGSIONAL SEBAGAI PUPUK HAYATI DI BIDANG PERTANIAN.....	10
MODUL II. PERANAN MIKROBA FUNGSIONAL SEBAGAI PUPUK HAYATI DI BIDANG PERTANIAN.....	10
MODUL IV. MIKROBA SEBAGAI PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT .....	17
MODUL V. REKAYASA GENETIKA .....	23
MODUL VI. KULTUR JARINGAN .....	31

**POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN MALANG**

**MODUL I**

**BIOTEKNOLOGI DI BIDANG PERTANIAN**

**LEMBAR PESERTA**

1	Semester/Sks	7 (tujuh),1-2
2	Jenis Pendidikan	Program Reguler
3	Program Studi	Penyuluhan Pertanian
4	Judul Pokok Bahasan	Bioteknologi di bidang pertanian
5	Diskripsi Matakuliah	Mahasiswa dapat menjelaskan bioteknologi di bidang pertanian yang meliputi arti dan ruang lingkup bioteknologi pertanian
6	Sub Pokok Bahasan	Definisi, sejarah, dan ruang lingkup bioteknologi di bidang pertanian
7	Kompetensi Dasar	Mahasiswa dapat menjelaskan bioteknologi di bidang pertanian yang terdiri atas arti dan ruang lingkup bioteknologi pertanian
8	Indikator Hasil Belajar	Mahasiswa dapat menjelaskan bioteknologi di bidang pertanian yang terdiri atas arti dan ruang lingkup bioteknologi pertanian
9	Waktu Pembelajaran	(5x50 menit) Tatap Muka, (5x60 menit) tugas terstruktur, (5x60 menit) Tugas Mandiri = 5JP
10	Metode Pembelajaran	Ceramah, Tanya Jawab, Diskusi
11	Alat dan Bahan	LCD, Laptop, Kertas koran, Spidol, dan alat tulis

### LANGKAH KEGIATAN

No	Uraian Kegiatan	Waktu (Menit)
1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mahasiswa mendengarkan dosen mendengarkan materi yang disampaikan</li><li>• Mahasiswa mengajukan pertanyaan</li></ul>	50
2	Mahasiswa mendengarkan penjelasan dosen/asisten tentang materi praktek/diskusi	10
3	Mahasiswa membentuk kelompok sesuai dengan arahan dosen/asisten	10
4	Mahasiswa melakukan diskusi kelompok dan atau praktek sesuai dengan arahan dosen/asisten	30
5	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi kelompok <ul style="list-style-type: none"><li>• Setiap kelompok menyampaikan hasil diskusi</li><li>• Peserta kelompok saling mendiskusikan dengan tanya jawab</li><li>• Setiap kelompok menyimpulkan hasil diskusi</li></ul>	30 10 10
6	Mahasiswa mendengarkan penjelasan kesimpulan hasil diskusi	20

# MODUL I

## BIOTEKNOLOGI DALAM BIDANG PERTANIAN

### A. Pengertian

Bioteknologi berasal dari kata *Bios* yang artinya hidup. *Teuchos* yang artinya alat dan *Logos* yang artinya ilmu. Secara umum pengertian bioteknologi adalah penggunaan organisme atau sistem hidup untuk memecahkan suatu masalah atau untuk menghasilkan produk yang berguna. Atau dengan kata lain, bioteknologi adalah seperangkat teknik yang memanfaatkan organisme hidup atau bagian dari organisme hidup untuk menghasilkan atau memodifikasi produk, meningkatkan kemampuan tumbuhan dan hewan, mengembangkan mikroorganisme untuk penggunaan khusus yang berguna bagi kehidupan manusia. Bioteknologi memiliki arti penting untuk kehidupan manusia. Hal ini dapat dilihat dari sejarah perkembangan bioteknologi.

Bioteknologi dimulai pada tahun 1917 ketika Karl Ereky memperkenalkan istilah bioteknologi, yang terus berkembang sampai dengan tahun 2001. Adapun tahapan perkembangan bioteknologi sebagai berikut:

Tabel 1. Sejarah perkembangan bioteknologi

Tahun	Perkembangan /Penemuan
< 6000 SM	Ragi untuk pembuatan anggur
4500 SM	Ragi untuk mengembangkan roti
1670	Tembaga ditambang dengan mikroba di Spanyol
1680	Mikroba pertama kali dilihat oleh Leewenhoek
1876	Mikroba perusak fermentasi ditemukan Louis Pasteur
1897	Enzim diekstraksi dari ragi dapat membuat alkohol ditemukan Eduard Buchner
1910	Penemuan bakteri penghasil aseton, butanol dan gliserol
1943	Penisilin diproduksi dalam skala industri
1944	Avery, MacLeod, McCarty mendemonstrasikan bahwa DNA adalah bahan genetik

1953	Struktur rantai ganda DNA terungkap, penemuan bakteri antibiotik baru yaitu streptomisin dan sefalosporin
1955	Watson dan Crick menentukan struktur DNA
1960	Mikroba digunakan menambang uranium di Kanada
1961	Jurnal <i>Biotechnologi and Bioengineering</i> ditetapkan
1961-1966	Seluruh sendi genetik terungkap
1970	Enzim restriksi endonuklease pertama kali diisolasi
1972	Khorana dkk berhasil mensintesis secara kimiawi seluruh gen tRNA
1973	Ditemukan DNA rekombinan dan percobaan rekayasa genetik pertama berhasil, Hibridoma menghasilkan antibodi monoklonal
1980	Bahan mentah industri plastik dari mikroba, interferon untuk kanker
1982	Untuk pertama kalinya vaksin hewan hasil teknologi DNA rekombinan disetujui pemakaiannya di Eropa
1983	PlasmidTi hasil rekayasa genetika dipakai untuk transformasi tanaman
1988	Metode Polymerase Chain Reaction dipublikasikan
1990	Mikroba hasil rekayasa membantu mengekstrak logam, produksi hidrogen dari bakteri, antibodi monoklonal digunakan untuk menuntun obat anti kanker, membuat tanaman yang memupuk sendiri dan tanaman yang mampu menolak serangan hama sendiri lewat rekayasa genetik
1990	USA menyetujui percobaan terapi gen sel somatik pada manusia
1997	Kloning hewan (domba Dolly) dari sel dewasa (sel kambing)
2000	Pro dan kontra tanaman transgenik di Indonesia, kapas transgenik ditanam di Sulawesi Selatan
2001	Konstruksi monyet transgenik (ANDi) yang mengandung gen GFP dari sejenis ubur-ubur.

---

## **B. Ruang Lingkup Bioteknologi**

Bioteknologi memanfaatkan prinsip-prinsip ilmiah yang menggunakan makhluk hidup untuk menghasilkan produk dan jasa guna kepentingan manusia. Hal ini terkait dengan ilmu mikrobiologi, biokimia, genetika, teknik kimia, biologi sel, dan enzimologi. Adapun teknik-teknik dalam Bioteknologi meliputi fermentation, analisis genetika, seleksi dan pemuliaan, analisis DNA, kultur sel dan jaringan serta rekayasa genetika atau DNA rekombinan.

### **1. Fermentation**

Proses mengubah suatu senyawa tertentu seperti pati atau gula menjadi senyawa lain seperti etanol.

### **2. Analisis Genetik**

Proses mempelajari bagaimana sifat atau karakter suatu gen diwariskan dari generasi ke generasi dan bagaimana gen dan lingkungan berinteraksi untuk menghasilkan suatu sifat.

### **3. Seleksi dan Pemuliaan**

Proses manipulasi mikroba, tanaman atau hewan dan pemilihan individu atau populasi yang diinginkan sebagai stok genetik untuk perbaikan generasi baru.

### **4. Analisis DNA**

Suatu proses menganalisis DNA dengan teknik tertentu seperti PCR (*Polymerase Chain Reaction*), yang dapat membuat copy segmen DNA dan RFLP Mapping, yang dapat mendeteksi keberadaan suatu gen pada DNA.

### **5. Kultur Sel dan Jaringan**

Proses menumbuhkan tanaman atau jaringan hewan atau sel secara steril di dalam tabung reaksi atau tabung gelas lainnya.

### **6. Rekayasa genetika**

Proses transfer segmen DNA dari suatu organisme ke DNA organisme lain, dimana kedua organisme tersebut dapat tidak saling berkerabat satu sama lain.



Secara umum bioteknologi mencakup bioteknologi konvensional, bioteknologi pertanian dan bioteknologi modern. Bioteknologi konvensional, contohnya yaitu produksi tempe, kecap, keju dan mikroprotein. Sementara Bioteknologi modern, contohnya yaitu kultur jaringan dan rekayasa genetik. Adapun perbedaan bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Perbandingan Bioteknologi Konvensional dan Bioteknologi Modern

No	Bioteknologi Konvensional	Bioteknologi Modern
1	Memakai makhluk hidup secara langsung	Memakai makhluk hidup dan komponennya secara langsung
2	Tanpa didasari prinsip ilmiah	Menggunakan prinsip-prinsip ilmiah
3	Berdasarkan keterampilan yang diwariskan turun-temurun	Hasil pengkajian berbagai disiplin ilmu yang mendalam
4	Tidak diproduksi secara masal	Diproduksi secara masal

### C. Bioteknologi di bidang pertanian

Bioteknologi pertanian meliputi cara budidaya tanaman, pengendalian organisme pengganggu tanaman.

#### C.1. Budidaya Tanaman

Bioteknologi pertanian dalam kaitannya dengan budidaya tanaman adalah cara bercocok tanam secara hidroponik dan aeroponik.

##### 1. Hidroponik

Hidroponik terdiri atas kata *hydro* yang artinya air dan *ponos* yang artinya kerja. Secara umum Hidroponik merupakan metode bercocok tanam pada medium bukan tanah (medium air), dan menggunakan larutan hara dan media lain pembawa campuran hara yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman secara optimal. Metode air terdiri atas 3 metode yaitu kultur pasir, air dan pori (kerikil dan pecahan batu).

Bercocok tanam secara hidroponik ini memiliki beberapa keuntungan diantaranya:

- a. Tidak perlu pengolahan tanah
- b. Tidak perlu adanya rotasi tanaman
- c. Tanpa tanaman pengganggu
- d. Hasil seragam
- e. Hasil bisa dikontrol
- f. Tenaga kerja sedikit efisien
- g. Lebih mudah dalam pemeliharaan
- h. Lebih mudah mengganti tanaman baru
- i. Dapat menjadi tempat dan cara memperbaiki mutu tanaman

Hidroponik memiliki dua tipe utama yaitu kultur air (*true hydroponics*) dan kultur tanpa tanah (*Soiless culture*) atau kultur agregat menggunakan medium padat untuk tempat tumbuh tanaman. Kultur tanpa tanah ini terbagi menjadi 2 yaitu kultur pasir (*sand culture*) atau *vermiculite culture* dan kultur kerikil (*gravel culture*).

## 2. Aeroponik

Aeroponik adalah sistem pemberdayaan udara untuk pertumbuhan tanaman melalui sistem pengabutan dengan akar tanaman menggantung. Sistem ini dilaksanakan di *screenhouse*. Sistem aeroponik menghasilkan bibit yang lebih berkualitas, menghemat lahan

merupakan metode bercocok tanam dengan cara menyemburkan kabut air dan nutrisi hara hingga ke akar tanaman.

Budidaya secara hidroponik dan aeroponik ini memperhatikan aspek pemberian hara. Pemberian hara pada tanaman terdapat 3 sistem yaitu sistem hidroponik, sistem lapisan tipis larutan haradan sistem aeroponik. Adapun susunan hara dan air sebagai berikut:

Tabel 3. Larutan Hara

Unsur	Min (ppm)	Maks (ppm)	Optimum
N (Nitrogen)	90	200	140
P (fosfor)	30	90	60
K (Kalium)	200	400	300
Ca (kalsium)	120	240	150
Mg	40	60	50

(Magnesium)

Fe (Besi)	2	5	4
Mn (Mangan)	0.1	1	0.5
Cu (Tembaga)	0.01	0.1	0.05
B (Boron)	0.1	1	0.5
Zn (seng)	0.02	0.2	0.1
Mo	0.01	0.1	0.02

(Molibdenum)

---

### 3. Pengelolaan Organisme Pengganggu Tanaman (PHT)

Organisme pengganggu tanaman adalah setiap jasad hidup atau organisme yang mengganggu tanaman dengan jalan merusak baik secara morfologis maupun fisiologis sehingga mengakibatkan penurunan produksi baik kualitas maupun kuantitas dan menimbulkan kerugian secara ekonomi. Sementara menurut PPRI No. 6/1995 tentang Perlindungan Tanaman Pasal 1 ayat 2, Organisme pengganggu tumbuhan adalah semua organisme yang dapat merusak, mengganggu kehidupan, atau menyebabkan kematian tumbuhan dan pada tingkat populasi tertentu menyebabkan kerugian.

Organisme pengganggu tanaman terdiri dari (1) hama, yaitu binatang yang merusak tanaman sehingga mengakibatkan kerugian secara ekonomi, (2) Patogen, yaitu jasad renik (mikroorganisme) yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman, (3) gulma (tumbuhan pengganggu) yaitu tumbuhan yang tumbuhnya di suatu tempat yang tidak dikehendaki di antara tanaman budidaya karena mengakibatkan kompetisi dengan tanaman budidaya dalam mendapatkan hara, sinar matahari dan tempat tumbuh. Pengendalian atau pengelolaan organisme pengganggu tanaman (OPT) terkait dengan bioteknologi adalah dengan memanfaatkan mikroba yang bermanfaat dan berfungsi sebagai agen hayati, memanfaatkan teknik rekayasa genetika dan kultur jaringan untuk membuat tanaman tahan hama.

Agen hayati yang dimanfaatkan diantaranya adalah kelompok bakteri, jamur, serangga predator dan parasitoid. Kelompok bakteri yang telah banyak dimanfaatkan sebagai agen hayati diantaranya *Pseudomonas fluorescens*, *P.*

*flourescens* dapat mengendalikan penyakit layu *Fusarium oxysporum* pada gladiol dan layu bakteri *Ralstonia solanacearum* pada cabai dan tomat serta menekan penyakit akar bengkak pada caisin. Sementara kelompok jamur yang telah banyak dimanfaatkan sebagai agen hayati adalah *Trichoderma harzianum*, *T. Harzianum* mampu mengendalikan penyakit tanaman yang disebabkan oleh *Phytium* sp. yang mengakibatkan rebah kecambah. Sementara teknik kultur jaringan dan rekayasa genetika telah mampu menghasilkan Produk bioteknologi, antara lain (1) Jagung resisten hama serangga (2) Kapas resisten hama serangga, dan (3) Pepaya resisten virus.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Rindawana, E. Lestari, Baharuddin, B.A.Lologau, dan T. Kuswinanti. 2010. Keberadaan dan Efektifitas Bakteri Antagonis pada Rizosfer Kentang (*Solanum tuberosum* L) Sistem Seroponik terhadap *Ralstonia solanacearum* Smith secara *In Vitro*. *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan tahunan PBJ dan PFJ XX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Sulsel.
- Widayanti,H. dan Krishnayanti. 2003. Bioteknologi. Impresialisme Modal & Kejahatan Globalisasi INSIST Press. Yogyakarta.
- Sardjoko, 1991, Bioteknologi, Latar Belakang dan Beberapa Penerapannya. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

**POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN MALANG**  
**MODUL II DAN III**  
**PERANAN MIKROBA FUNGSIONAL SEBAGAI PUPUK HAYATI**  
**DI BIDANG PERTANIAN**

**LEMBAR PESERTA**

1	Semester/Sks	7 (tujuh),1-2
2	Jenis Pendidikan	Program Reguler
3	Program Studi	Penyuluhan Pertanian
4	Judul Pokok Bahasan	PGPR, mekanisme kerja PGPR
5	Diskripsi Matakuliah	Mahasiswa dapat menjelaskan peranan mikroba fungsional sebagai pupuk hayati di bidang pertanian
6	Sub Pokok Bahasan	PGPR, mekanisme kerja PGPR
7	Kompetensi Dasar	Mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan peranan mikroba fungsional sebagai pupuk hayati di bidang pertanian
8	Indikator Hasil Belajar	Mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan peranan mikroba fungsional sebagai pupuk hayati dibidang pertanian.
9	Waktu Pembelajaran	(5x50 menit) Tatap Muka, (5x60 menit tugas terstruktur, (5x60 menit) Tugas Mandiri = 5JP
10	Metode Pembelajaran	Ceramah, Tanya Jawab, Diskusi
11	Alat dan Bahan	LCD, Laptop, Kertas koran, Spidol, dan alat tulis

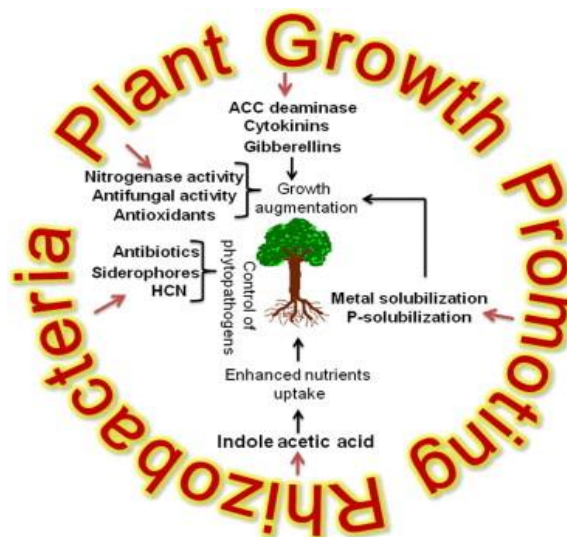
### LANGKAH KEGIATAN

No	Uraian Kegiatan	Waktu (Menit)
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mahasiswa mendengarkan dosen mendengarkan materi yang disampaikan</li> </ul>	30
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mahasiswa mengajukan pertanyaan</li> </ul>	20
2	Mahasiswa mendengarkan penjelasan dosen/asisten tentang materi praktek/diskusi	10
3	Mahasiswa membentuk kelompok sesuai dengan arahan dosen/asisten	10
4	Mahasiswa melakukan diskusi kelompok dan atau praktek sesuai dengan arahan dosen/asisten	30
5	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi kelompok	30
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setiap kelompok menyampaikan hasil diskusi</li> </ul>	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta kelompok saling mendiskusikan dengan tanya jawab</li> </ul>	10
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setiap kelompok menyimpulkan hasil diskusi</li> </ul>	20
	Mahasiswa mendengarkan penjelasan kesimpulan hasil diskusi	20

**MODUL II DAN III**  
**PERANAN MIKROBA FUNGSIONAL SEBAGAI PUPUK HAYATI**  
**DI BIDANG PERTANIAN**

**A. Pengertian dan ruang lingkup**

Peranan mikroba fungsional sebagai pupuk hayati di bidang pertanian meliputi kelompok bakteri dan jamur. Kelompok bakteri dan jamur yang berperan di bidang pertanian berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan. Bakteri pemacu pertumbuhan terkenal dengan sebutan *Plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR), sedangkan kelompok jamur terkenal dengan sebutan *plant growth promoting fungi*. PGPR atau PGPF memiliki peranan langsung dan tidak langsung. Pengaruh langsung yaitu kemampuan mikroba yang didasarkan atas kemampuannya menyediakan dan memfasilitasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah serta mensintesis dan mengubah konsentrasi fitohormon untuk memacu pertumbuhan. Pengaruh tidak langsung yaitu kemampuan mikroba yang didasarkan atas kemampuan menekan aktivitas patogen dengan menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit seperti antibiotik.



Gambar 1. Peranan *Plant growth promoting rhizobacteria*

PGPR/PGPF merupakan kelompok mikroba yang berada di sekitar (rizosfir) perakaran tanaman. Bakteri atau fungi tersebut hidup secara berkoloni menyelimuti akar. Hal ini dikarenakan di sekitar akar terdapat eksudat akar. Eksudat akar tersebut merupakan sumber makanan bagi bakteri atau fungi. Rhizosfer merupakan habitat yang kaya nutrisi dan tempat hidup berbagai bakteri dan jamur yang masing-masing dapat bersifat netral, menguntungkan atau merugikan bagi tanaman. Beberapa dari organisme ini dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan mekanisme yang berbeda, contohnya :

- *Pseudomonas fluorescent* dan *Trichoderma* merupakan mikroorganisme yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman dan melindungi tanaman dari infeksi patogen dengan mekanisme antagonis dan ketahanan terinduksi (ISR).
- Rizosfer akan dikolonisasi oleh PGPR (*plant growth promoting rhizobacteria*) dan PGPF (*plant growth promoting fungi*).

Banyaknya mikroba yang memacu pertumbuhan baik itu dari kelompok Bakteri dan Fungi di daerah mengakibatkan perlunya eksplorasi. Ekspolari ditujukan untuk tujuan perbanyakkan bakteri atau fungi yang selanjutnya dapat digunakan sebagai pupuk hayati, yaitu pupuk berbasis mikroba. Eksplorasi mikroba tersebut juga memerlukan pemahaman terkait dengan media tumbuh yang baik bagi bakteri dan fungi tersebut.

## **B. Media tumbuh**

Media tumbuh mikroba adalah media yang dibuat dengan komposisi tertentu untuk mendukung pertumbuhan mikroba. Secara umum media tumbuh untuk jamur adalah *Potatoes Dextrose Agar* (PDA), Bakteri adalah *Nutrient Agar*, sedangkan Khamir/kapang adalah *Yeast Potatoes Glucosse Agar*. Media tumbuh dibuat dengan komposisi tertentu, pH tertentu dan dalam kondisi aseptik. Hal ini ditujukan agar mikroba yang ditumbuhkan dapat tumbuh dengan maksimal. Adapun contoh pembuatan media PDA dan NA adalah sebagai berikut :

### **1. Pembuatan media *Potatoes Dextrose Agar* (PDA)**

Sebanyak 200 g kentang yang sudah dikupas dan dipotong kecil direbus dengan aquades 500 ml. Setelah masak, disaring dan dimasak kembali



sambil ditambahkan 20 g dekstrosa dan agar putih sebanyak 14 g lalu diaduk dan ditambahkan aquades hingga 1000 ml. Setelah bercampur secara sempurna dan masak, dituangkan ke dalam erlenmeyer (250 ml), lalu disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121<sup>0</sup>C dan tekanan 1 atm selama 20 menit.

## 2. Pembuatan Media *Nutriens Agar* (NA)

Sebanyak 3 g yeast extract, 5 g peptone, 5 g NaCl, dan 14 g agar putih dimasak dalam 1000 ml aquades hingga mendidih. Setelah bercampur secara sempurna dan masak, dituangkan ke dalam erlenmeyer (250 ml), lalu disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121<sup>0</sup>C dan tekanan 1 atm selama 20 menit.

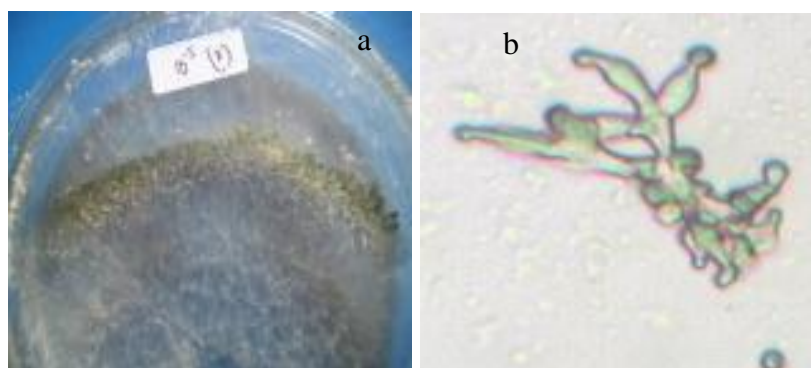
Media PDA merupakan media tumbuh bagi jamur antagonis, yaitu jamur yang memiliki fungsi sebagai agensia hayati. Contoh agensia hayati kelompok jamur adalah *Trichoderma* sp., *Trichoderma* sp. Salah satu contoh *Trichoderma* yang sudah dikenal sebagai agensia hayati adalah *Trichoderma harzianum*. *T. harzianum* memiliki keunggulan sebagai pengendali hayati (biokontrol) penyakit jamur patogen (fitopatogen) yang menyerang tanaman palawija, sayuran, buah-buahan, dan dapat digunakan pula sebagai bioprotektan bagi tanaman muda serta perkebunan. *Trichoderma harzianum* ternyata juga memberikan pengaruh positif pada pertumbuhan vegetatif dan perkembangan generatif tanaman serta hasil panen. Tanaman yang diberi biofungisida *Trichoderma harzianum* tumbuh cepat dengan performa tanaman yang subur, waktu pembungaan cepat dengan jumlah bunga banyak, dan jumlah polong yang juga lebih banyak dibandingkan dengan tanaman yang tidak diaplikasi biofungisida. *Trichoderma* sp. Umumnya terdapat di tanah, hal ini menunjukkan semakin tinggi populasi *Trichoderma* sp maka tanah mampu mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara maksimal. Selain *Trichoderma* juga terdapat kelompok jamur lain yang berperan dalam menghambat hama dan penyakit tanaman yaitu kelompok *Gliocladium*, *Metarhizium*, *Beauveria* dan *Verticillum*. Sementara kelompok bakteri antagonis, yaitu kelompok bakteri yang berfungsi dalam mengendalikan penyakit tanaman yaitu bakteri kelompok *Pseudomonas* dan *Bacillus*. Mikroba yang bermanfaat

baik kelompok jamur maupun bakteri mengakibatkan perlunya eksplorasi dalam rangka pengendalian hayati terhadap hama dan penyakit tanaman.

### C. Eksplorasi mikroba yang bermanfaat di bidang pertanian

Eksplorasi agensia hayati baik dari kelompok jamur maupun bakteri bisa dilakukan dengan mengambil sampel tanah. Namun dapat dilakukan dengan mengambil sampel pada serangga yang terinfeksi jamur *Metarhizium*, *Beauveria* dan *Verticillum*. Hal ini dikarenakan kelompok jamur tersebut umumnya bersifat sebagai bioinsektisida, yang menyerang hama/serangga. Eksplorasi agensia hayati dilakukan di dalam laboratorium secara aseptik, yang ditumbuhkan pada media khusus, yaitu untuk kelompok jamur ditumbuhkan pada media PDA, sementara bakteri ditumbuhkan pada media NA.

Cara ekplorasi agensia hayati dalam tanah adalah sebanyak 10 g tanah dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml yang berisi 90 ml larutan NaCl 0,85%. Erlenmeyer tersebut digojok selama 30 menit menggunakan *shaker*, didiamkan selama 10 menit dan dilanjutkan dengan pengenceran berseri hingga  $10^{-7}$ . Dari seri pengenceran tersebut, diambil 0,1 ml pada pengenceran seri  $10^{-4}$ – $10^{-7}$  untuk bakteri,  $10^{-2}$ – $10^{-5}$  untuk jamur, kemudian ditumbuhkan dalam cawan petri yang berisi medium NA untuk deteksi bakteri dan medium PDA dengan *Streptomisin* untuk deteksi jamur. Setiap pengenceran diulang dua kali (*duplo*). Medium diinkubasikan selama 3-4 hari untuk deteksi bakteri, dan inkubasi selama 5-7 hari untuk deteksi jamur. Selanjutnya, dilakukan identifikasi (Saraswati *et al.*, 2007; Kartika, 2012).



Gambar 2. *Trichoderma* sp. dalam medium PDA (a) dan mikroskopis *Trichoderma* sp. dengan perbesaran 40X (b)

## DAFTAR PUSTAKA

- Kartika, A. 2012. Teknik Eksplorasi dan Pengembangan Bakteri *Pseudomonas flourescens*. [http://www.laboratoriumphpbanyumas.com/isiwebsite/AGENSI A%20HAYATI/eksplorasi%20Pseudomonas%20flouresens.pdf](http://www.laboratoriumphpbanyumas.com/isiwebsite/AGENSI%20HAYATI/eksplorasi%20Pseudomonas%20flouresens.pdf). Diakses tgl 24 Juni 2012
- Navitasari, L. 2013. Aplikasi agensia hayati *Pseudomonas fluorescens* P60 terhadap mutu patologis, mutu fisiologis, dan pertumbuhan bibit padi IR 64. *TESIS*. Universitas Jendral Soedirman. Purwokerto.
- Saraswati, R., E. Husen, dan R.D.M. Simanungkalit. 2007. *Metode analisis biologi tanah*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. Hal. 5-55.
- Ankit Kumar, Anil Prakash and Johri BN. 2011. Bacillus as PGPR in Crop Ecosystem. In. *Bacteria in Agrobiolgy Crop Ecosystems*. Maheshwari DK (ed.). Springer. 434 p.
- Martínez-Viveros O, Jorquera MA, Crowley DE, Gajardo G and Mora ML. 2010. Mechanisms and practical considerations Involved in plant growth promotion by Rhizobacteria. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 10 (3): 293 – 319.
- Niranjan Raj S, Shetty HS and Reddy MS. 2005. Plant Growth-promoting Rhizobacteria: Potential Green Alternative for Plant Productivity. In. *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*. Siddiqui ZA (ed.). Springer, Dordrecht, The Netherlands. p 197-216.
- Prathap M and Ranjitha Kumari BD. 2015. A Critical Review on Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *J Plant Pathol Microb* 2015, 6:4.

**POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN MALANG**  
**MODUL IV**  
**MIKROBA SEBAGAI PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT**

**LEMBAR PESERTA**

1	Semester/Sks	7 (tujuh),1-2
2	Jenis Pendidikan	Program Reguler
3	Program Studi	Penyuluhan Pertanian
4	Judul Pokok Bahasan	Mikroba sebagai pengendalian hama dan penyakit
5	Diskripsi Matakuliah	Mikroba sebagai pengendali hama dan penyakit tanaman
6	Sub Pokok Bahasan	Dampak penggunaan pestisida, pengendalian biologis dengan memanfaatkan mikroba yang bermanfaat
7	Kompetensi Dasar	Mahasiswa dapat menjelaskan mekanisme serangan agensia hayati dengan benar, mengaplikasikan dan memperbanyak beberapa agensia hayati
8	Indikator Hasil Belajar	Mahasiswa dapat menjelaskan mekanisme serangan agensia hayati dengan benar, mengaplikasikan dan memperbanyak beberapa agensia hayati
9	Waktu Pembelajaran	(5x50 menit) Tatap Muka, (5x60 menit) tugas terstruktur, (5x60 menit) Tugas Mandiri = 5JP
10	Metode Pembelajaran	Ceramah, Tanya Jawab, Diskusi
11	Alat dan Bahan	LCD, Laptop, Kertas koran, Spidol, dan alat tulis

### LANGKAH KEGIATAN

No	Uraian Kegiatan	Waktu (Menit)
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mahasiswa mendengarkan dosen mendengarkan materi yang disampaikan</li> <li>• Mahasiswa mengajukan pertanyaan</li> </ul>	50
2	Mahasiswa mendengarkan penjelasan dosen/asisten tentang materi praktek/diskusi	10
3	Mahasiswa membentuk kelompok sesuai dengan arahan dosen/asisten	10
4	Mahasiswa melakukan diskusi kelompok dan atau praktek sesuai dengan arahan dosen/asisten	30
5	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi kelompok <ul style="list-style-type: none"> <li>• Setiap kelompok menyampaikan hasil diskusi</li> <li>• Peserta kelompok saling mendiskusikan dengan tanya jawab</li> <li>• Setiap kelompok menyimpulkan hasil diskusi</li> </ul>	30 10 10
6	Mahasiswa mendengarkan penjelasan kesimpulan hasil diskusi	20

## MODUL IV

### MIKROBA SEBAGAI PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN

Mikroba ada yang bersifat merugikan dan menguntungkan. Mikroba yang menguntungkan umumnya dari kelompok rizobakteri. Rizobakteri merupakan kelompok bakteri yang mengkolonisasi atau hidup di daerah perakaran atau sekitarnya. Rizobakteri umumnya memiliki kemampuan untuk mengendalikan patogen tanaman (Uzair *et al.*, 2008). Pada tanaman cabai agensia hayati dari kelompok *Bacillus* spp. Seperti *B. Megatarium*, *B. Substilis*, *B. Stearothermophilus*, dan *B. Brevis* dan agensia hayati dari kelompok *Pseudomonas* spp. Seperti *P. aeruginosa* dan *P. putida* dapat mengendalikan penyakit Phytophthora (Syamsudin, 2000), agens hayati *B. Polymixa* BG25, *P. fluorescens* PG01, mampu mengendalikan patogen *Colletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknosa (Sutariati 2006). Pada tanaman padi, *Pseudomonas fluorescens* Pfl mampu menginduksi ketahanan sistemik pada tanaman padi sehingga dapat mengendalikan Xoo (Vidhyasekaran *et al.* 2001).

Salah satu kemampuan agensia hayati dalam menghambat pertumbuhan patogen dikarenakan adanya kandungan siderofor. Siderofor merupakan senyawa organik yang mampu mengkelat unsur Fe (besi) yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan patogen. Berkurangnya ketersediaan Fe akibat pengkelatan oleh siderofor menghambat pertumbuhan patogen. salah satu agensia hayati yang memiliki siderofor adalah *Pseudomonas fluorescens* P60 (Soesanto *et al.*, 2011). Selain itu, *Pseudomonas* spp. juga menghasilkan senyawa 2.4 *diacetylphloroglucinol* yang bersifat antimikroba (Velusamy *et al.*, 2006; Jha *et al.*, 2009). Senyawa 2.4 *diacetylphloroglucinol* diketahui menghambat pertumbuhan *X. oryzae* dan mampu mengimbas ketahanan sistemik pada tanaman (Vidyasekaran *et al.*, 2001; Velusamy *et al.*, 2006).

Mekanisme pengendalian infeksi patogen pada tanaman oleh agensia hayati dapat terjadi secara langsung melalui induksi ketahanan sistemik tanaman. Selain itu, agensia hayati juga menghasilkan senyawa antibiotik yang berperan penting dalam menekan berbagai patogen, terutama patogen tanah. Senyawa

antibiotik yang dihasilkan oleh kelompok *Pseudomonas* spp. Antara lain ampicin, phezanin, pyrrolnitrin, butilbenzeb-sulphonamid, oomycin, A, phloroglucinol. Pyoluteorin, viscocinamid, butirolacton, tencin, dan troplon dan *Bacillus* spp. menghasilkan antibiotik bacitracin.



Gambar 3. *Pseudomonas fluorescens*

Agensia hayati dapat menstimulasi pertumbuhan tanaman. Kemampuan meningkatkan pertumbuhan tersebut dikarenakan agensia hayati dapat melarutkan fosfat yang tidak tersedia dalam tanah menjadi tersedia, menghasilkan hormon tumbuhan seperti asam indol asetat, dan memproduksi siderofor (Jha *et al.* 2009). Salah satu mikroba yang berperan sebagai agensia hayati dari kelompok bakteri adalah *Bacillus megatarium*, *B. Subtilis*, dan *Pseudomonas corrugata*. Bakteri-bakteri tersebut dapat meningkatkan penampilan tanaman padi karena memperbaiki penyerapan pupuk fosfat dan meningkatkan hasil gabah.

Agensia hayati selain dari kelompok bakteri juga terdapat dari kelompok jamur. Contohnya yaitu *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Metarhizium*, *Beauveria*, *Spicaria* dan *Verticillium*. Kelompok *Trichoderma* dan *Gliocladium* umumnya berperan sebagai Biofungisida. Sementara *Beauveria*, *Spicaria*, *Metarhizium* dan *Verticillium* berperan sebagai bioinsektisida. Penggunaan mikroba baik dari kelompok jamur maupun bakteri sebagai agensia hayati dalam mengendalikan Hama dan Penyakit tanaman dilatarbelakangi oleh penggunaan kerugian penggunaan pestisida kimia terhadap agroekosistem pertanian.

Kerusakan agroekosistem yang disebabkan oleh penggunaan pestisida kimia diantaranya yaitu terjadinya pencemaran lingkungan. Pencemaran ini meliputi pencemaran tanah dan air. Selain itu juga adanya residu dalam

makanan/produk pertanian. Syahbirin *et al.* (2001) melaporkan semua buah-buahan impor yang ada di Indonesia mengandung residu insektisida organofosfat dan fungisida. Namun kadar residu insektisida dan fungisida masih berada di bawah BMR (Batas maksimal residu) yang ditetapkan di Indonesia. Selain itu penggunaan pestisida juga dapat membunuh mikroba yang bermanfaat dalam tanah dan musuh alami hama seperti predator dan parasitoid, mengakibatkan ledakan hama, hama resisten, serta memiliki waktu paruh di dalam tanah. Contohnya adalah benomil yang memiliki waktu paruh dalam tanah selama 6 bulan (Syahbirin *et al.* 2001)

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bloemberg, G.V. and B.J.J. Lugtenberg. 2001. Molecular basis of plant growth promotion and biocontrol by rhizobacteria. *Current Opinion Plant Biology*. 4:343-350.
- Has, D and G. Defago. 2005. Biological control of Soil-borne pathogens by Fluorescent pseudomonads. *Nature Reviews Microbiology*. Hal. 1-13.
- Jha, B.K., M.G. Pragash, J. Cletus, G. Raman, and N. Sakthivel. 2009. Simultaneous phosphate solubilization potential and antifungal activity of new fluorescent pseudomonad strains, *Pseudomonas aeruginosa*, *P. plecoglossicida* and *P. moselii*. *World J. Microbiol Biotech.* 25:573-581.
- Navitasari, L. 2013. Aplikasi agensia hayati *Pseudomonas fluorescens* P60 terhadap mutu patologis, mutu fisiologis, dan pertumbuhan bibit padi IR 64. *TESIS*. Universitas Jendral Soedirman. Purwokerto.
- Sutariati G.A.K., Widodo, Sudarsono, dan S. Ilyas. 2006. Karakter Fisiologis dan Keefektifan Isolat Rizobakteri sebagai Agensias Antagonis *Colletotrichum capsici* dan Rizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman Cabai. *Jurnal Ilmiah Pertanian KULTURA*. 41:28-34.
- Syahbirin, G., H. Purnama, dan D. Prijono. 2001. Residu pestisida pada tiga jenis buah impor. *Buletin Kimia*. 1:113-118.
- Syamsuddin. 2010. Perlakuan benih cabai secara hayati untuk mengendalikan penyakit busuk Phytophthora dan meningkatkan mutu benih. *Disertasi*. IPB. Bogor. (tidak dipublikasikan).
- Thakuria, D., N.C. Talukdar, C. Goswami, S. Hazarika, R.C. Boro, M.R. Khan. 2004. Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soils of Assam. *Current Sci.* 86:978-985.
- Uzair, B., N. Ahmed, V.U. Ahmad, F.V. Mohammad, and D. Edwards. 2008. The isolation, purification and biological activity of a novel antibacterial compound produced by *Pseudomonas stutzeri*. *FEMS Microbiol. Lett.* 279:243-250.



- Velusamy, P., J.E. Immanuel, S.S. Gnanamanickam, and L.Thomashow. 2006. Biological control of bacterial blight by plant associated bacteria producing 2,4 diacetylphloroglucinol. *Canadian Journal Microbiology*. 52:56-65.
- Vidhyasekaran, R., N. Kamala, A. Ramanathan, K. Rajappan, V. Paranidharan, and R. Velazhahan. 2001. Induction of systemic resistance by *Pseudomonas fl uorescens* Pfl against *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* in rice leaves. *Phytoparasitica* 29:155-166.

**POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN MALANG**

**MODUL V**

**REKAYASA GENETIKA**

**LEMBAR PESERTA**

1	Semester/Sks	7 (tujuh),1-2
2	Jenis Pendidikan	Program Reguler
3	Program Studi	Penyuluhan Pertanian
4	Judul Pokok Bahasan	Rekayasa Genetika
5	Diskripsi Matakuliah	Mahasiswa dapat menjelaskan mengetahui dan memahami teknik rekayasa genetika
6	Sub Pokok Bahasan	Arti dan ruang lingkup, teknik rekayasa genetika, contoh tanaman rekayasa genetika
7	Kompetensi Dasar	Mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan dan memahami tentang rekayasa genetika
8	Indikator Hasil Belajar	Mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan dan memahami tentang rekayasa genetika
9	Waktu Pembelajaran	(5x50 menit) Tatap Muka, (5x60 menit) tugas terstruktur, (5x60 menit) Tugas Mandiri = 5JP
10	Metode Pembelajaran	Ceramah, Tanya Jawab, Diskusi
11	Alat dan Bahan	LCD, Laptop, Kertas koran, Spidol, dan alat tulis

### LANGKAH KEGIATAN

No	Uraian Kegiatan	Waktu (Menit)
1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mahasiswa mendengarkan dosen mendengarkan materi yang disampaikan</li><li>• Mahasiswa mengajukan pertanyaan</li></ul>	50
2	Mahasiswa mendengarkan penjelasan dosen/asisten tentang materi praktek/diskusi	10
3	Mahasiswa membentuk kelompok sesuai dengan arahan dosen/asisten	10
4	Mahasiswa melakukan diskusi kelompok dan atau praktek sesuai dengan arahan dosen/asisten	30
5	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi kelompok <ul style="list-style-type: none"><li>• Setiap kelompok menyampaikan hasil diskusi</li><li>• Peserta kelompok saling mendiskusikan dengan tanya jawab</li><li>• Setiap kelompok menyimpulkan hasil diskusi</li></ul>	30 10 10
6	Mahasiswa mendengarkan penjelasan kesimpulan hasil diskusi	20

## MODUL V

### REKAYASA GENETIKA

Rekayasa genetik adalah suatu proses mengubah susunan gen dengan tujuan mengubah sifat organisme sehingga memiliki kemampuan yang diinginkan. Rekayasa genetika memiliki teknik seperti Fusi genetik, fusi protoplasma, amplifikasi gen, teknologi rekombinasi gen dan pembuatan hibridoma.

1. Fusi genetik
2. Proses fusi genetik adalah suatu proses memungkinkannya terjadi pemindahan gen (transposisi) dari satu lokasi dalam kromosom ke lokasi lain.

Contoh :

Rekayasa bakteri *Pseudomonas syringae* yang menyebabkan tanaman tomat dan kentang tahan terhadap suhu beku di bawah -5oC.

4. Fusi Protoplasma
- Yaitu proses penyatuan dua protoplasma (penggabungan dua sel) dan diikuti penggabungan materi genetiknya. Penggabungan protoplasma dua jenis sel yang berbeda akan menghasilkan individu baru yang memiliki sifat gabungan kedua sel induk.

Contoh:

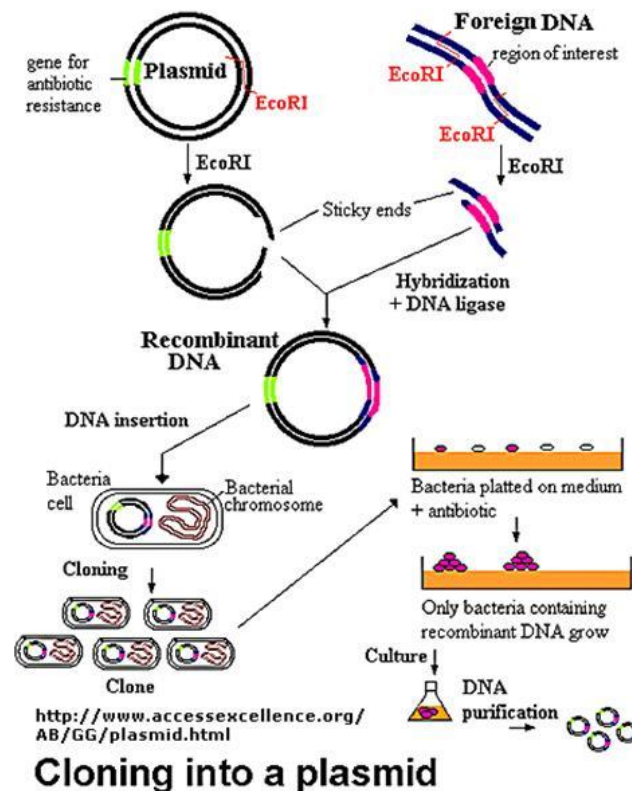
Fusi protoplasma pada bakteri *Nocardia lactamdurans* yang menghasilkan antibiotik *cephalomycin*.

5. Amplikasi gen
- Amplikasi gen yaitu proses dimana plasmid atau bakteriofag (virus penyerang bakteri) yang diinduksikan ke dalam sel dan kemudian berkembang dengan cepat. Amplikasi gen sering dilakukan pada sel-sel yang berfungsi untuk menghasilkan suatu senyawa seperti enzim, asam amino, vitamin, dan antibiotik.

## 6. Rekombinasi gen

Rekombinasi gen dilakukan dengan memotong DNA dan kemudian disambung dengan DNA baru yang membawa sifat unggul. Adapun tahapan dalam pembuatan DNA Rekombinan adalah:

- Pencarian DNA unggul
- Menyiapkan vektor (wahana/perantara), untuk memasukan DNA unggul ke dalam makhluk hidup yang akan diubah sifatnya. Vektor biasanya berupa virus atau plasmid dari bakteri. Plasmid adalah DNA yang bentuknya melingkar, terdapat di luar DNA inti bakteri. DNA plasmid ini mampu keluar masuk sel dan dapat bergabung dengan kromosom sel organisme lain.
- Memasukkan DNA rekombinan ke dalam sel.
- Kloning (Perbanyak) DNA rekombinan



Gambar 4. Proses rekombinan pada teknik rekayasa genetik

## 7. Hibridoma

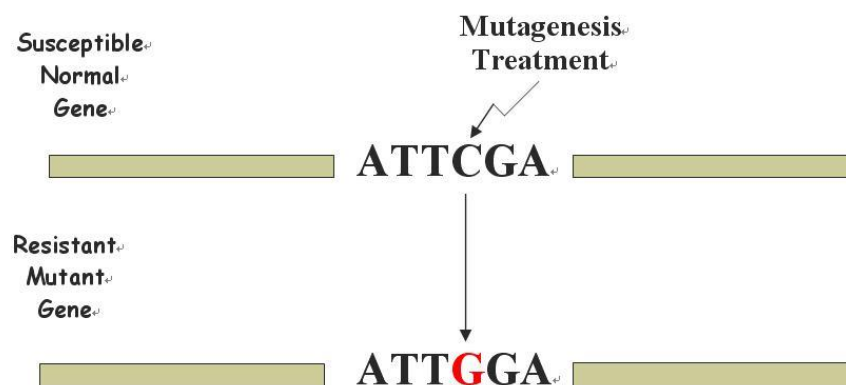
Hibridoma yaitu fusi sel pada organisme tingkat tinggi yang bertujuan untuk mendapatkan gabungan sifat kedua sel induk.

Contoh:

Fusi sel tomat dan kentang menghasilkan tanaman baru *Pomato* (Potato-Tomato) yang berbuah tomat dan berumbi kentang.

Secara umum prosedur rekayasa genetika meliputi isolasi gen, modifikasi gen sehingga fungsi biologisnya lebih baik, mentransfer gen tersebut ke organisme baru, dan membentuk produk organisme transgenik. Pembentukan organisme transgenik terdiri atas dua cara yaitu:

1. Proses introduksi gen
2. Proses ini meliputi beberapa langkah dasar yaitu (1) membentuk sekuen gen yang diinginkan yang ditandai dengan penanda yang spesifik, (2) mentransformasi sekuen gen yang sudah ditandai ke jaringan, (3) mengkultur jaringan yang sudah mengandung gen yang ditransformasikan, dan (4) uji coba kultur tersebut di lapangan.
3. Mutagenesis
4. Mutagenesis adalah proses memodifikasi gen pada organisme dengan mengganti sekuen basa nitrogen pada DNA yang ada untuk diganti dengan basa nitrogen lain sehingga terjadi perubahan sifat pada organisme tersebut,. Contoh, tanaman yang semula memiliki sifat tidak tahan hama menjadi tanaman tahan hama.

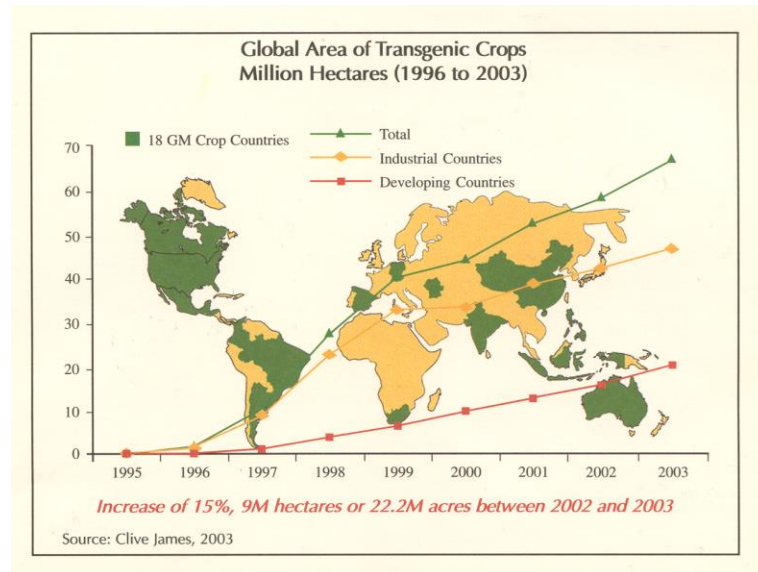


Gambar 5. Proses Mutagenesis dalam rekayasa genetik

Bioteknologi baik secara langsung maupun tidak langsung memiliki dampak di bidang pertanian. Dampak positif adanya bioteknologi di bidang pertanian diantaranya yaitu perbaikan kualitas tanaman, yaitu tanaman memiliki sifat-sifat unggul sesuai yang diinginkan. Contoh produk bioteknologi dalam bidang pertanian adalah tanaman transgenik. Tanaman transgenik ini merupakan tanaman hasil rekayasa genetika (*Genetically modified Organism /GMO*). Produk tanaman transgenik dilengkapi dengan sifat-sifat yang berkualitas seperti tahan terhadap herbisida, tahan terhadap hama dan penyakit yang disebabkan virus tertentu. Adapun contoh tanaman transgenik sebagai berikut:

1. Kedelai tahan herbisida
2. Jagung tahan herbisida dan penggerek batang
3. Kapas tahan ulat buah
4. Kentang tahan kumbang daun
5. Pepaya tahan virus
6. Tomat tahan penyimpanan
7. Kedelai dengan perbaikan mutu minyak
8. Kentang tahan virus
9. Pepaya mengandung gen *delay ripening*
10. Padi yang mengandung gen BT (*Baccillus thuringiensis*) yang menyebabkan padi tahan penggerek batang
11. *Golden rice* mengandung provitamin A

Tanaman transgenik terus berkembang dan meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini dapat dilihat dari jutaan hektar lahan yang ditanami tanaman transgenik (Gambar 6).



Gambar 6. Perkembangan tanaman transgenik di Dunia

Tanaman transgenik hasil rekayasa genetik selain mempunyai keunggulan sesuai dengan sifat yang diinginkan. Namun memiliki beberapa resiko, diantaranya:

1. Kemungkinan berdampak pada keanekaragaman hayati
2. Kemungkinan timbulnya biotipe serangga atau ras patogen baru
3. Kemungkinan berdampak pada hewan atau organisme bukan sasaran
4. Kemungkinan berdampak pada manusia
5. Kemungkinan menimbulkan keracunan, alergi, dan menyebabkan bakteri dalam tubuh manusia tahan antibiotik
6. Kemungkinan adanya perbedaan nutrisi

Kemungkinan resiko yang disebabkan hasil tanaman rekayasa genetika, menyebabkan perlunya peraturan keamanan hayati dan keamanan pangan, diantaranya:

1. Amerika Serikat, keamanan pangan ditangan EPA (Environmental Protection Agency) dan APHIS (*Animal Plant Health Inspection Service*). Sementara keamanan hayati ditangani oleh FDA (*Food and Drug Administration*).
2. Australia, keamanan hayati dan pangan ditangani oleh GMAC (*Genetic manipulation Advisory Committe*)



3. Malaysia, keamanan hayati dan pangan ditangani oleh GMAC (*Genetic Manipulation Advisory Committe*)
4. Indonesia, keamanan hayati dan pangan diputuskan oleh Keputusan 4 menteri (Pertanian, Kehutanan dan Perkebunan, Kesehatan, dan menteri Negara Pangan dan Hortikultura tentang keamanan hayati dan pangan)

### DAFTAR PUSTAKA

- Bahagiawati, B., & Hadiarto, T. 2020. Perkembangan pemanfaatan, regulasi, dan metode deteksi produk rekayasa genetika pertanian di indonesia/Development of utilization, regulation, and detection methods of agricultural genetically modified products in Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 39(1), 61-71.
- Herman, M. 2008. Tanaman produk rekayasa genetik dan kebijakan pengembangannya..
- Herman, M. 2010. Aplikasi teknik rekayasa genetik dalam perbaikan sumber daya genetik tanaman untuk ketahanan cekaman biotik.
- Muladno. 2002. *Teknologi Rekayasa Genetika*. Edt Rachmat Pambudy. Kerjasama Pustaka Wirausaha Mada dan USESE Foundation, Bogor.
- Regulasi, D. M. D. 2020. Produk Rekayasa Genetika Pertanian Di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian Vol*, 39(1), 61-71.
- Swastika, D. K., & Hardinsyah, H. (2016). Kebijakan Produksi dan Peredaran Produk Pertanian Hasil Rekayasa Genetika (PRG) di Indonesia
- Watson J. D., Gilman M., Witkowski J. & Zoller M. 1992. Recombinan DNA. 2nd ed. Scientific American Books W. H. Freeman and Company, New York.

..

**POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN**

**MODUL VI**

**KULTUR JARINGAN**

**LEMBAR PESERTA**

1	Semester/Sks	7 (tujuh),1-2
2	Jenis Pendidikan	Program Reguler
3	Program Studi	Penyuluhan Pertanian
4	Judul Pokok Bahasan	Kultur Jaringan
5	Diskripsi Matakuliah	Mahasiswa dapat menjelaskan teknik kultur jaringan tanaman
6	Sub Pokok Bahasan	Pengertian, manfaat, prosedur kultur jaringan, dan hormon pertumbuhan
7	Kompetensi Dasar	Mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan teknik kultur jaringan tanaman
8	Indikator Hasil Belajar	Mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan teknik kultur jaringan tanaman
9	Waktu Pembelajaran	(5x50 menit) Tatap Muka, (5x60 menit) tugas terstruktur, (5x60 menit) Tugas Mandiri = 5JP
10	Metode Pembelajaran	Ceramah, Tanya Jawab, Diskusi
11	Alat dan Bahan	LCD, Laptop, Kertas koran, Spidol, dan alat tulis

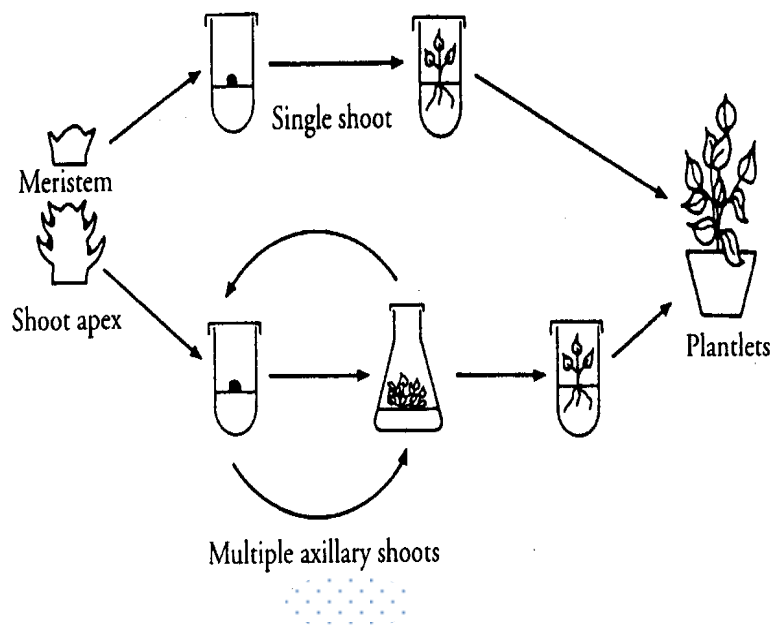
### LANGKAH KEGIATAN

No	Uraian Kegiatan	Waktu (Menit)
1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mahasiswa mendengarkan dosen mendengarkan materi yang disampaikan</li><li>• Mahasiswa mengajukan pertanyaan</li></ul>	50
2	Mahasiswa mendengarkan penjelasan dosen/asisten tentang materi praktek/diskusi	10
3	Mahasiswa membentuk kelompok sesuai dengan arahan dosen/asisten	10
4	Mahasiswa melakukan diskusi kelompok dan atau praktek sesuai dengan arahan dosen/asisten	30
5	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi kelompok <ul style="list-style-type: none"><li>• Setiap kelompok menyampaikan hasil diskusi</li><li>• Peserta kelompok saling mendiskusikan dengan tanya jawab</li><li>• Setiap kelompok menyimpulkan hasil diskusi</li></ul>	30 10 10
6	Mahasiswa mendengarkan penjelasan kesimpulan hasil diskusi	20

## MODUL VI

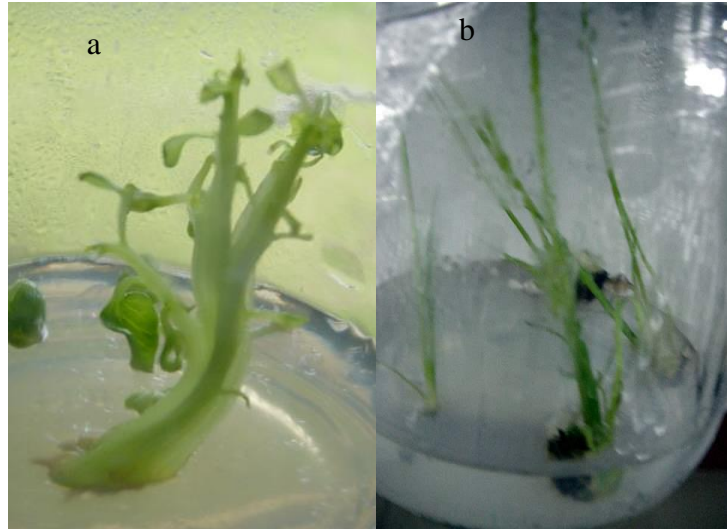
### KULTUR JARINGAN

Kultur jaringan adalah teknik untuk memperoleh bibit tanaman dengan cara menumbuhkan sebagian atau bagian tertentu dari suatu tanaman dalam media khusus dengan kondisi aseptik. Kultur jaringan dilandasi oleh teori **totipotensi**, yaitu setiap sel tumbuhan memiliki kemampuan untuk tumbuh menjadi individu bila ditempatkan pada lingkungan yang sesuai.



Gambar 7. Teknik kultur jaringan

Karakteristik kultur jaringan adalah terjadi dalam skala kecil, semua mikroorganisme dan hama di buang, kondisi lingkungan tumbuh seperti faktor fisik, nutrisi, dan hormon di optimalkan, mengubah pola perkembangan tanaman yang normal, dan memungkinkan untuk memanipulasi pertumbuhan eksplan (sel tumbuhan). Adapun faktor fisik yang mempengaruhi pertumbuhan yaitu cahaya lampu, suhu, pH, konsentrasi O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>, sedangkan faktor nutrisi meliputi air, hara mikro dan makro, serta gula. Sementara substansi organik meliputi hormon dan vitamin.



Gambar 8. Plantlet pepaya mengandung gen *delay ripening* (a) dan plantlet padi yang mengandung gen Bt (b)

Kultur jaringan terdiri atas beberapa tipe yaitu:

1. Kultur bagian tanaman
2. Kultur embrio

Kultur embrio yaitu mengkulturkan embrio suatu tanaman tertentu. Hal ini ditujukan untuk memperpendek siklus benih dan mengatasi ketidakmampuan embrio benih untuk tumbuh.

3. Kultur organ contohnya kultur meristem dan kultur anther.

Kultur meristem umumnya ditujukan untuk mengeliminasi patogen, memperbanyak tanaman dalam jumlah banyak, koleksi plasma nutfah, dan kryopreservasi. Sementara kultur anther ditujukan untuk memproduksi homozigot, dan merangsang adanya mutasi.

4. Kultur kalus

Kultur kalus ditujukan untuk memperbanyak tanaman, membuat variasi genetik, mengeliminasi patogen, sebagai sumber protoplas dan untuk memproduksi metabolit sekunder

5. Kultur sel tunggal.
6. Kultur protoplas contohnya *somatic hybridisation*.

Secara umum tujuan dari kultur jaringan meliputi (1) perbanyak gen superior/unggul, (2) memproduksi produk tanaman, (3) manipulasi gen tanaman, (4) konservasi/perlindungan gen, seperti tanaman obat langka seperti purwoceng (*Pimpinella pruatjan*), dan (5) memperbaiki tanaman.

Hasil yang unggul dalam kultur jaringan dipengaruhi oleh pengatur pertumbuhan, yaitu hormon pertumbuhan. Adapun hormon pertumbuhan yang mempengaruhi kultur diantaranya:

1. Auksin

Auksin berfungsi dalam pembelahan sel, pembentukan kalus, pertumbuhan dan pemanjangan sel, pembentukan akar adventif dan menghambat pembentukan tunas aksilar. Contoh auksin alami yaitu IAA, sedangkan auksin sintetik adalah IBA, NAA.

2. Sitokinin

Sitokinin memiliki peran dalam memacu pembentukan tunas aksilar dan tunas adventif, memacu pembelahan sel. Contoh sitokinin alami adalah ZIP, Zeatin, sedangkan sitokinin sintetik adalah BAP, Kinetin.

3. Giberelin (GA)

Giberelin memiliki peran perkembangan benih, memacu pemanjangan ruas, memacu pembentukan embrio dari kalus.

4. Etilen

Etilen diproduksi sebagai respon terhadap kondisi kelebihan air. Etilen menyebabkan vitrifikasi (tanaman terlihat transparan).

5. *Abscisic acid* (ABA)

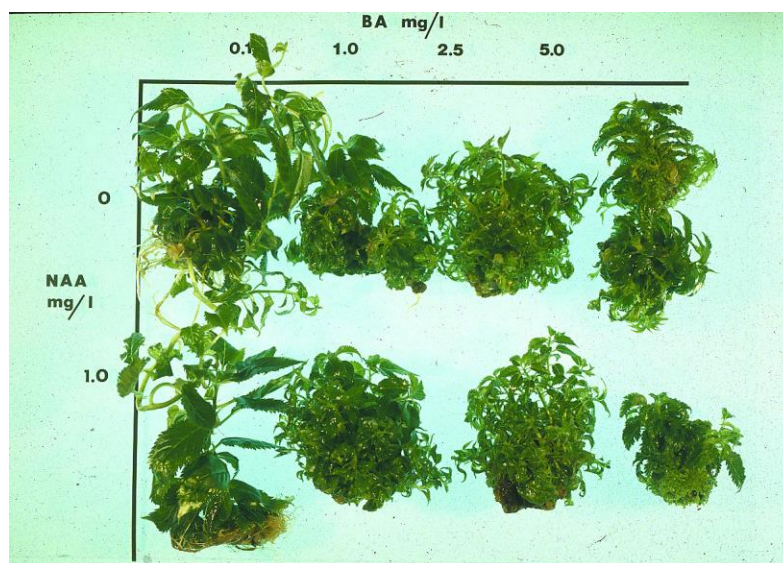
ABA merupakan zat penghambat tumbuh sehingga jarang digunakan dalam kultur jaringan. Aplikasi khusus untuk memacu pembentukan embrio dari kalus.

Selain Zat Pengatur tumbuh di atas, dalam kultur jaringan juga terdapat senyawa lain yang ditambahkan diantaranya (1) adenin, untuk merangsang pertumbuhan tunas, (2) Karbon aktif, berperan dalam induksi akar. Kultur jaringan, selain dipengaruhi oleh ZPT juga sangat dipengaruhi oleh media kultur.

Media kultur meliputi komposisi media dan komposisi zat pengatur tumbuh. Zat pengatur tumbuh atau hormon pertumbuhan yang seimbang sangat diperlukan untuk hasil kultur yang bagus. Hal ini dikarenakan jika komposisi auksin lebih tinggi dibandingkan sitokinin, maka pembentukan akar lebih dominan. Namun jika auksin rendah dan sitokinin tinggi maka pembentukan tunas aksilar lebih dominan. Selain perbandingan keseimbangan hormon yang digunakan, nutrisi hara juga perlu diperhatikan. Adapun komposisi hara pada medium kultur jaringan adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Rata-rata Essential Minerals pada tanaman

Macro-elements	Mmol.g
Nitrogen (N)	1000
Kalium (K)	250
Kalsium (Ca)	125
Fosfor (P)	60
Magnesium (Mg)	80
Sulfur (S)	30
Micro-Elements	
Besi (Fe)	2
Mangan (Mn)	1
Zink (Zn)	0.3
Boron (B)	2
Tembaga (Cu)	0.1
Molybdenum	0.001



Gambar 9. Perbandingan auksin (NAA) dan sitokinin (BA)

Keberhasilan kultur jaringan selain dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh atau hormon pertumbuhan, juga dipengaruhi oleh genotip tanaman. Genotip tanaman menunjukkan respon eksplan, yang respon tanaman tergantung dari spesies, varietas, atau tanaman asal eksplan tersebut. Pengaruh genotip berhubungan erat dengan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan eksplan seperti kebutuhan nutrisi, zat pengatur tumbuh, dan lingkungan kultur

Kultur jaringan mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan perbanyakan tanaman dari benih, antara lain :

1. Tanaman yang dihasilkan mempunyai keseragaman genetik yang lebih tinggi bila dibandingkan tanaman yang berasal dari benih
2. Mempunyai sifat yang sama dengan induknya
3. Mempunyai kecepatan multiplikasi yang tinggi
4. Tidak terlalu membutuhkan tempat yang luas
5. Pada beberapa jenis tanaman tertentu, tanaman yang dihasilkan dari kultur jaringan mempunyai kelebihan tahan terhadap penyakit, kesehatan dan mutu bibit lebih terjamin
6. Kecepatan pertumbuhan bibit lebih cepat dibandingkan perbanyakan konvensional
7. Pengadaan bibit tidak tergantung musim
8. Biaya pengangkutan bibit relatif lebih murah dan mudah

Langkah-langkah perbanyakan bibit secara kultur jaringan melalui beberapa tahapan, yaitu :

1. Pemilihan dan penyiapan tanaman induk sumber eksplan.  
Tanaman yang akan dilakukan kultur jaringan harus jelas jenis, spesies, varietas. Sehat dan bebas dari hama dan penyakit tanaman
2. Inisiasi kultur  
Inisiasi adalah pengambilan eksplan dari bagian tanaman yang akan dikulturkan. Bagian tanaman yang sering digunakan adalah tunas.
3. Multiplikasi atau perbanyakan propagul  
Multiplikasi adalah kegiatan memperbanyak calon tanaman dengan menanam eksplan pada media. Pada tahapan ini, eksplan yang sudah



diinisiasi akan menggandakan propagul atau bagian tanaman yang diperbanyak seperti tunas atau embrio.

4. Pemanjangan tunas, induksi, dan perkembangan akar

Pengakaran adalah fase dimana eksplan akan menunjukkan adanya pertumbuhan akar yang menandai bahwa proses kultur jaringan yang dilakukan berjalan dengan baik. Tahapan ini bertujuan untuk membentuk akar dan pucuk tanaman yang kuat untuk dapat bertahan hidup sampai dipindahkan ke lingkungan. Tunas-tunas yang dihasilkan pada tahap multiplikasi dipindahkan ke media lain untuk pemanjangan tunas.

5. Aklimatisasi

Tahapan ini merupakan tahap kritis dalam perbanyak kultur jaringan untuk produksi massal.

Aklimatisasi adalah proses pengkondisian planlet atau tunas mikro di lingkungan baru yang aseptik di luar botol, dengan media tanah, atau pakis sehingga planlet dapat bertahan dan terus menjadi bibit yang siap ditanam di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 1982. *Dasar-dasar Pengetahuan tentang Zat Pengatur Tumbuh*. Angkasa. Bandung.
- Fatimah, N. 2013. Teknologi kultur jaringan “Perbanyak tanaman selain benih”. BBBP2PT. Surabaya.
- George, E.F. and. P. Sherington. 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture*. Exegenic Pub. Ltd. England
- Gunawan, L.W. 1988. Teknik Kultur Jaringan, Lab. Kultur Jaringan, PAU Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Direktorat Pendidikan Tinggi. 252 hal.
- Santoso, B.B. 2011. Zat pengatur tumbuh dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. UNRAM.