

Mata Kuliah

BIOTEKNOLOGI HUTAN

Dosen Pengampu:

Dr. Hanna Artuti dan Dr. Rosa Suryantini

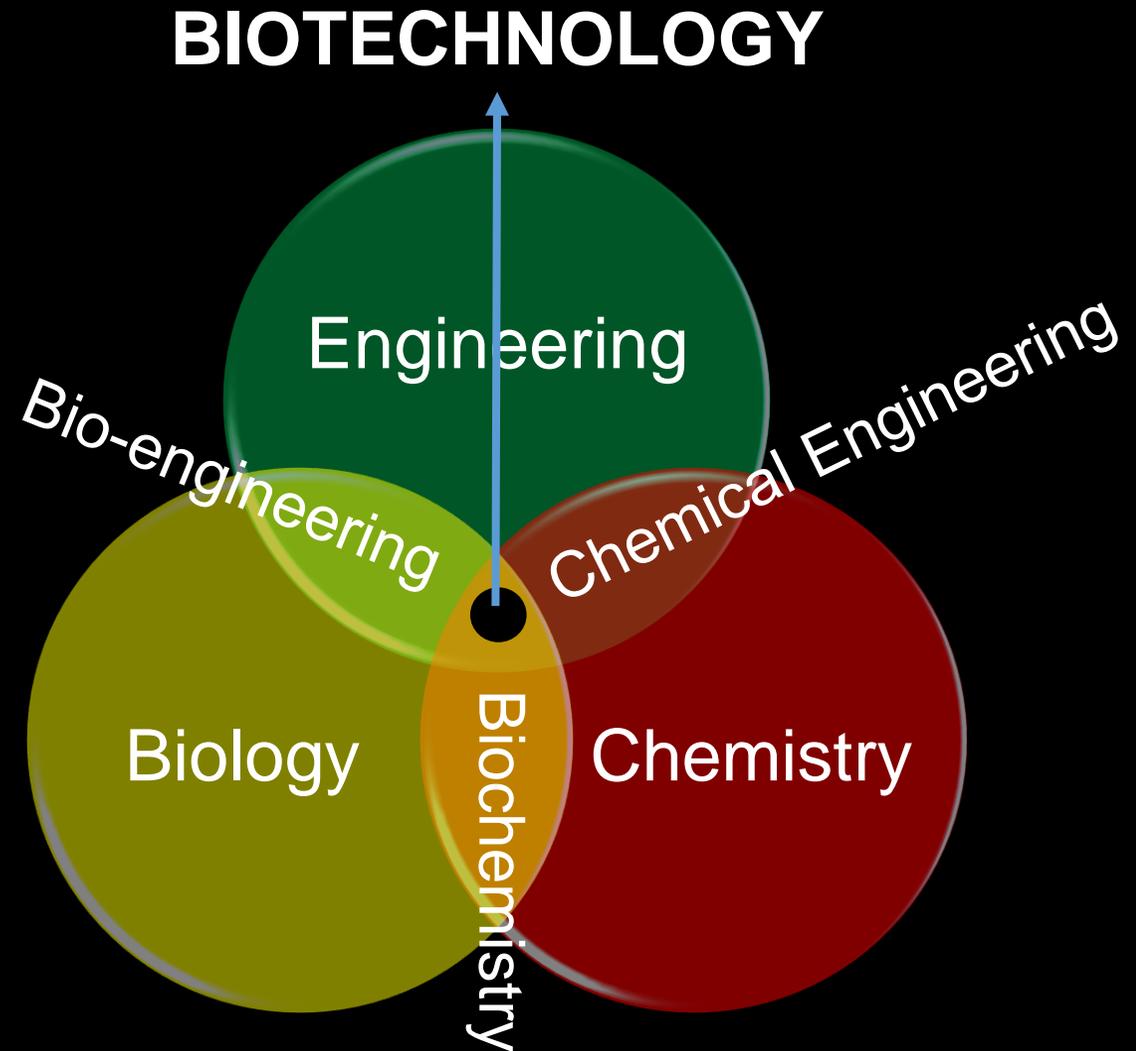
| Minggu ke- | Materi Pokok Bahasan |
|-------------------|---|
| 1 | Pendahuluan |
| 2 | Pengantar Bioteknologi: <ul style="list-style-type: none">• Pengertian & perkembangan bioteknologi,• Ruang lingkup bioteknologi hutan Peran Mikrob dalam Bioteknologi Hutan Peran Kultur Jaringan dalam Bioteknologi Hutan |
| 3-5 | Fungi Mikoriza <ul style="list-style-type: none">• Pengertian dan Manfaat Mikoriza• Klasifikasi Mikoriza dan Ciri-cirinya• Fungi Mikoriza Arbuskula• Fungi Ektomikoriza |
| 6-7 | Trichoderma sebagai Pupuk Biologis Fungi Dekomposer dan Pengurai fosfat |

| Minggu ke- | Materi Pokok Bahasan |
|------------|--|
| 8 | UJIAN TENGAH SEMESTER |
| 9 | Fungi Pembentuk Gubal Gaharu |
| 10-12 | Bioteknologi Bakteri pada Kehutanan <ul style="list-style-type: none"> • Pengenalan bakteri dan aplikasinya utk bidang kehutanan • Bioteknologi bakteri penambat nitrogen dr udara • Bioteknologi bakteri pelarut fosfat |
| 13-15 | Bioteknologi Pembiakan Tanaman Hutan secara Vegetatif <ul style="list-style-type: none"> • Teknik Kultur Jaringan • Teknik Setek Pucuk |
| 16 | UJIAN AKHIR SEMESTER |

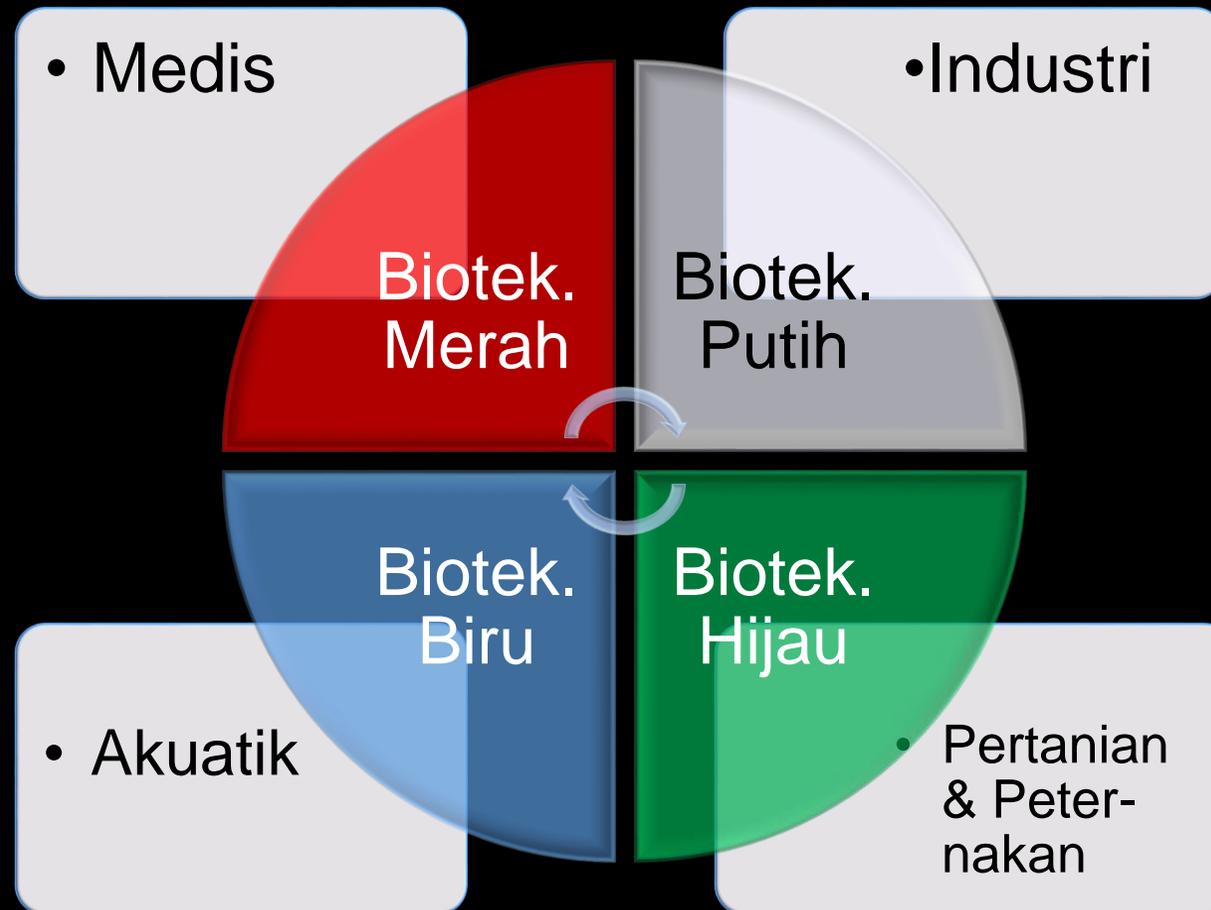
Pendahuluan

Pengertian Bioteknologi:

- Penggabungan ilmu biokimia, mikrobiologi dan rekayasa terpadu dalam rangka meningkatkan aplikasi teknologi dari mikroorganisme, kultur jaringan sel-sel dan bagian-bagiannya.



Cabang Ilmu Bioteknologi



Contoh Penerapan Bioteknologi

Bioteknologi merah (*red biotechnology*)

- Adalah cabang ilmu bioteknologi yang mempelajari aplikasi bioteknologi di bidang medis. Cakupannya meliputi seluruh spektrum pengobatan manusia, mulai dari tahap preventif, diagnosis, dan pengobatan.
- Contoh penerapannya adalah pemanfaatan organisme untuk menghasilkan obat dan vaksin, penggunaan sel induk untuk pengobatan regeneratif, serta terapi gen untuk mengobati penyakit genetik dengan cara menyisipkan atau menggantikan gen abnormal dengan gen yang normal.

Contoh Penerapan Bioteknologi

Bioteknologi putih/abu-abu (*white/grey biotechnology*)

- Bioteknologi yang diaplikasikan dalam industri seperti pengembangan dan produksi senyawa baru serta pembuatan sumber energi terbarukan.
- Contoh penerapan:
 - ✓ Memanipulasi bakteri dan khamir/ragi, enzim-enzim dan organisme-organisme yang lebih baik untuk memudahkan proses produksi dan pengolahan limbah industri.
 - ✓ Pelindian (*bleaching*) minyak dan mineral dari tanah untuk meningkatkan efisiensi pertambangan.
 - ✓ Pembuatan bir, tapai dengan khamir.
 - ✓ Pembuatan tempe dengan jamur.

Contoh Penerapan Bioteknologi

Bioteknologi hijau (*green biotechnology*)

- Bioteknologi di bidang pertanian dan peternakan.
- Contoh penerapan:
 - ✓ Di bidang pertanian, bioteknologi telah berperan dalam menghasilkan tanaman tahan hama, bahan pangan dengan kandungan gizi lebih tinggi dan tanaman yang menghasilkan obat atau senyawa yang bermanfaat.
 - ✓ Di bidang peternakan, binatang-binatang telah digunakan sebagai "bioreaktor" untuk menghasilkan produk penting contohnya kambing, sapi, domba, dan ayam telah digunakan sebagai penghasil antibodi-protein protektif yang membantu sel tubuh mengenali dan melawan senyawa asing (antigen).

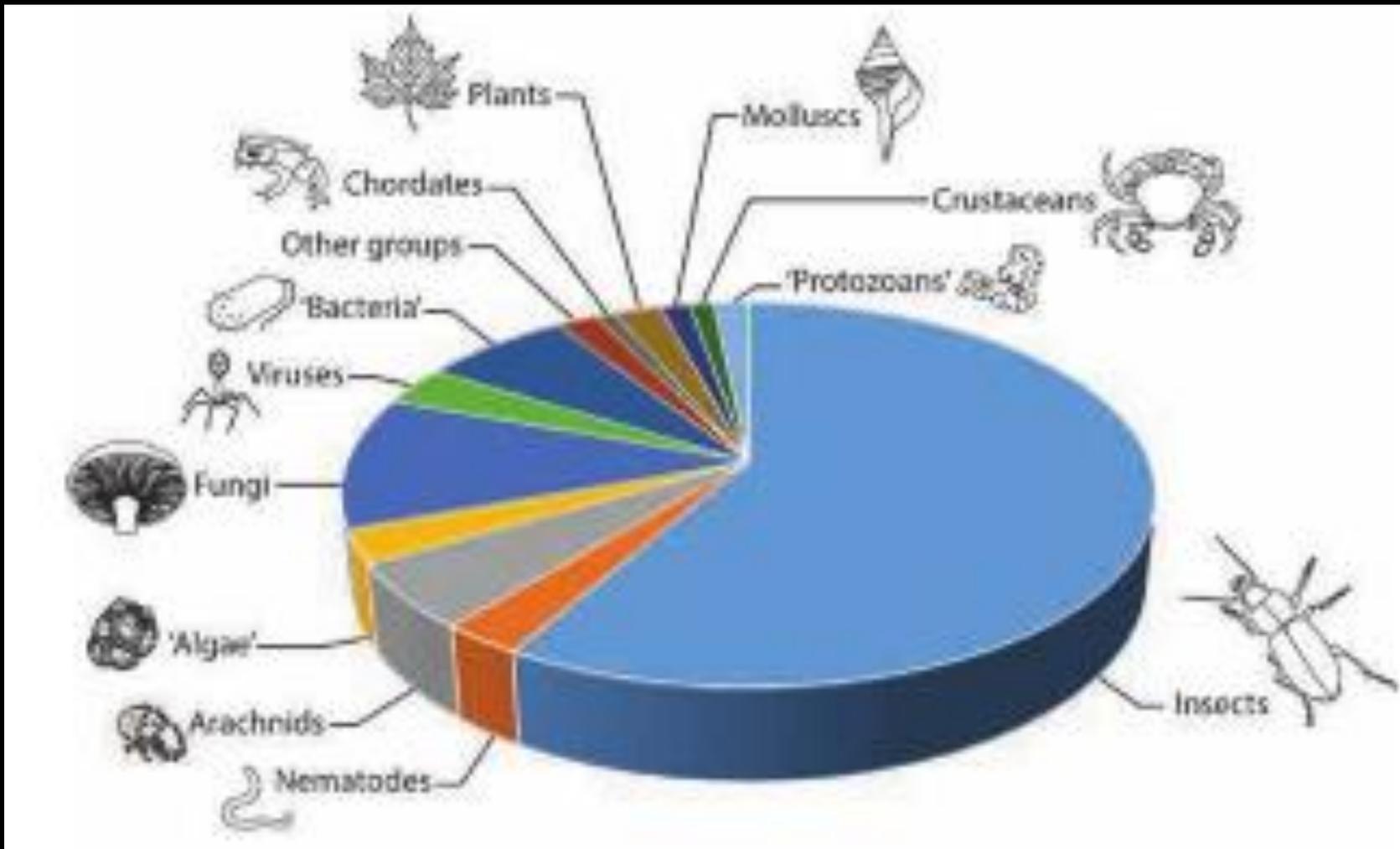
Contoh Penerapan Bioteknologi

Bioteknologi biru (*blue biotechnology*)

- Bioteknologi akuatik yg mengendalikan proses yang terjadi di lingkungan perairan .
- Contoh penerapan:
 - ✓ Akuakultura menumbuhkan ikan bersirip atau kerang-kerangan dalam kondisi terkontrol sebagai sumber makanan, (diperkirakan 30% ikan yang dikonsumsi di seluruh dunia dihasilkan oleh akuakultura).
 - ✓ Rekayasa genetika untuk menghasilkan tiram tahan penyakit dan vaksin untuk melawan virus yang menyerang salmon dan ikan lainnya.
 - ✓ Salmon transgenik yang memiliki hormon pertumbuhan secara berlebihan sehingga menghasilkan tingkat pertumbuhan sangat tinggi dalam waktu yang singkat.

Perkembangan Bioteknologi

- Hutan tropis Indonesia mempunyai potensi yang luar biasa sebagai *bioresources* untuk pengembangan produk bioprospek berbasis mikrob.
- Mikrob hutan yang didominasi oleh fungi, bakteri, dan khamir (*yeast*) hidup berlimpah di semua jejaring makanan di ekosistem hutan tropis.
- Selama ini para peneliti memahami bahwa mikrob hutan dan komunitas mikrob pada abad ke-19 dan ke-20 mengalami adaptasi di berbagai metode dan aspek riset, awalnya mempelajari mikrob patogenik dan mikrob tanah.
- Melalui penerapan teknik biakan murni, uji mikroskopis, kimia dan biokimia memungkinkan peneliti untuk mengklasifikasikan dan menghitung berbagai populasi (bakteri, fungi, ragi, protozoa, dan virus) dan proses biologis yang terjadi.



Kelompok mikroba hutan seperti fungi, bakteri, virus merupakan komponen *biodiversity* yang memberikan kontribusi penting dalam ekosistem hutan tropis. Sumber: Puris dan Hector (2000)

Potensi mikrob hutan

- Potensi mikrob hutan untuk memperbaiki dan meningkatkan fungsi ekosistem hutan tropis serta memanfaatkannya untuk kesejahteraan masyarakat yang ramah lingkungan.
- Kajian teknik mikrobiologi hutan sebagai dasar IPTEK untuk menghasilkan sistem pemanfaatan hutan yang lestari, yang dapat mendukung kebutuhan manusia secara langsung, dan mengurangi dampak lingkungan berupa kerusakan hutan.
- Peruntukan dan manfaat mikrob hutan ke depan diarahkan untuk membantu proses restorasi hutan tropis, meremediasi, memulihkan dan merekonstruksi kembali fungsi-fungsi hutan, menyediakan alternatif energi, menyediakan obat-obatan untuk kesehatan manusia, dan alternatif jenis-jenis pangan dari hutan.

Potensi mikrob hutan

- Memanfaatkan mikrob hutan yang spesifik dan telah diseleksi sebagai bioprospek unggulan dapat dilakukan dengan sangat efektif, efisien, fleksibel, menjadi katalisator yang produktif dan memiliki potensi sebagai proses dasar dari sektor ekonomi yang dinamis.
- Peningkatan *benefit* secara maksimal dari industri berbasis mikrob sangat terbuka luas, membuktikan disiplin ilmu mikrobiologi hutan memiliki kontribusi dalam membangun bio-ekonomi.

Ruang Lingkup Bioteknologi Hutan

Bioteknologi Fungi

- Fungi simbiotik: mikoriza
- Fungi non simbiotik: fungi endofit, fungi pelarut fosfat dan dekomposer

Bioteknologi Bakteri

- Bakteri pelarut fosfat
- Bakteri penambat nitrogen
- Bakteri sebagai *effective microorganism*

Kultur Jaringan

- Untuk plasma nutfah
- Untuk metabolit sekunder
- Untuk cekaman abiotik (kekeringan, logam berat)

**Aplikasi di
bidang
Kehutanan
dan
Lingkungan**

Peran Mikrob dalam Bioteknologi Hutan

1. Restorasi hutan tropis

Bioprospek mikrob dalam merestorasi hutan tropis lebih membahas ke arah topik khusus, misal: bagaimana kelompok fungi ektomikoriza berperan membantu kegiatan regenerasi pohon pada kelompok keluarga dipterokarpa.

Peran Mikrob dalam Bioteknologi Hutan

2. Reklamasi lahan terdegradasi (pasca tambang)

- Kekuatan mikrob mutualisme akan membantu proses pemulihan pada lahan-lahan terdegradasi terutama lahan pasca tambang, dan telah banyak diaplikasi di hutan beriklim sedang seperti di Amerika, Eropa, dan Australia.
- Kondisi lahan ekstrim tanpa lapisan subur (*overburden*), tidak memungkinkan vegetasi dapat tumbuh di areal tersebut. Introduksi fungi mikoriza menjadi pilihan utama dalam mensukseskan dan meningkatkan daya hidup (*survival rate*) tanaman pada areal pasca tambang.

Peran Mikrob dalam Bioteknologi Hutan

3. Dekomposisi limbah organik

- Mikrob hutan sangat bertanggung jawab dalam proses penguraian limbah berupa serasah, kayu dan biomassa lainnya di dalam hutan, menjadikan bahan yang berguna dalam siklus rantai makanan.
- Fungsi alami dan pemanfaatan mikrob hutan lainnya sangat beragam dan terus akan meningkat seiring dengan perkembangan IPTEK yang terus berubah sesuai kebutuhan manusia.

Peran Mikrob dalam Bioteknologi Hutan

4. Bio-induksi pohon penghasil gaharu

- Potensi fungi endofitik pada pohon penghasil gaharu mempunyai kemampuan membentuk gaharu secara biologis (Turjaman et al., 2016).
- Fungi endofitik yang turut membentuk gaharu secara alami, hidup secara alami pada bagian pohon dari keluarga Thymelaeaceae, terutama dari genera *Aquilaria* dan *Gyrinops*.
- Inokulasi buatan menggunakan fungi endofitik merupakan katalisasi proses pembentukan gaharu secara alami dengan cara membuat banyak pelukaan dan memasukkan inokulan pembentuk gaharu.

Peran Mikrob dalam Bioteknologi Hutan

5. Membantu pertumbuhan tanaman hutan

- Potensi fungi endofitik pada akar tanaman hutan juga menjadi riset yang menarik karena fungi ini mempunyai manfaat yang baik bagi pertumbuhan tanaman hutan. Fungi endofitik ini masuk kategori fungi yang hidup bebas di sekitar di rhizosfer (*free-living fungi*).
- Fungi endofit mempunyai peranan dalam rantai makanan di ekosistem hutan tropis karena keberadaannya dapat menentukan adanya keharmonisan pada sistem perakaran tanaman termasuk kemampuan pertumbuhan pohon di hutan, resistensi terhadap hama dan penyakit, serta toleransi terhadap cekaman lingkungan.

Peran Mikrob dalam Bioteknologi Hutan

6. Bioremediasi lahan tercemar

- Mikrob hutan tropis juga berpotensi berperan dalam kegiatan bioremediasi. Pemanfaatan mikrob lokal dapat dilakukan untuk memperbaiki kondisi lahan yang tercemar akibat aktivitas pertambangan.
- Hammer (1993) mengartikan bioremediasi merupakan aktivitas pemanfaatan mikrob hutan yang efektif dalam rangka mengurai pencemar lingkungan diubah bentuk menjadi pencemar yang kurang berbahaya atau tidak berbahaya.

Peran Mikrob dalam Bioteknologi Hutan

6. Bioremediasi lahan tercemar (*lanjutan*)

- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 128 tahun 2003, bioremediasi sebagai proses pengolahan limbah minyak bumi yang sudah lama atau tumpahan/ceceraan minyak pada lahan terkontaminasi dengan memanfaatkan mikrob, tumbuhan atau organisme lain untuk mengurangi konsentrasi atau menghilangkan daya racun bahan pencemar.

Peran Kultur Jaringan dalam Bioteknologi Hutan

1. Untuk kloning yaitu menghasilkan bibit baru dalam jumlah yang besar dan dalam waktu yang singkat, sehingga dapat digunakan sebagai pengganti metoda klasik (okulasi, cangkok, stek batang, dll). Keterbatasan metode klasik adalah hanya akan mendapatkan bibit dalam jumlah terbatas dan waktu yang dibutuhkan lebih lama.
2. Untuk mendapatkan tanaman yang bebas patogen atau virus.
3. Sarana untuk [konservasi tanaman](#) yang sudah punah.
4. Untuk *in vitro storage*, yaitu penyimpanan tanaman yang sudah punah baik biji maupun bagian dari tanaman lain dengan cara Cryopreservation.

Peran Kultur Jaringan dalam Bioteknologi Hutan

5. Untuk produksi [metabolit sekunder](#).
6. Untuk mendapatkan tanaman yang tahan terhadap [cekaman lingkungan](#) (logam berat, garam, kekeringan, herbisida, dll).
7. Untuk penelitian fisiologi tanaman.
8. Sebagai salah satu sarana untuk Bioteknologi tanaman Modern atau manipulasi genetik.
9. Untuk mendapatkan tanaman yang secara genetik bersifat homogen.

Peran Kultur Jaringan dalam Bioteknologi Hutan



Kultur jaringan untuk plasma nutfah

- Konservasi *in vitro* (kultur suatu sel, jaringan, atau bagian organ tertentu di dalam tabung di laboratorium) menawarkan alternatif penyimpanan plasma nutfah tumbuhan yang memiliki biji rekalsitran (tidak dapat disimpan) atau berkembang biak secara vegetatif, serta menyediakan bahan tanaman steril untuk pertukaran plasma nutfah dan untuk propagasi tanaman secara massal.
- Konservasi *in vitro* terdiri dari dua metode yaitu penyimpanan jangka menengah dengan pertumbuhan lambat (lingkungan dan media tumbuh minimal) dan penyimpanan jangka panjang dengan cryopreservation (dalam tabung dengan suhu minus 196 °C).

Peran Kultur Jaringan dalam Bioteknologi Hutan

Kultur jaringan untuk plasma nutfah (lanjutan)

- Kondisi lingkungan diminimalkan dengan menurunkan suhu, untuk tumbuhan tropis pada 15-20°C, dan menurunkan intensitas cahaya. Media tumbuh minimal diperoleh dengan menurunkan kandungan sumber karbohidrat dan hara mineral menjadi $\frac{1}{2}$ atau $\frac{1}{4}$ dosis.
- Konservasi *in vitro* mensyaratkan bahwa bahan plasma nutfah yang disimpan harus tetap hidup dan tumbuh kembali secara normal saat dikultur pada media yang optimal. Selain itu, tidak boleh ada perubahan genetik yang terjadi pada plasma nutfah tumbuhan setelah penyimpanan.



Peran Kultur Jaringan dalam Bioteknologi Hutan

Kultur jaringan untuk metabolit sekunder

- Produksi metabolit sekunder pada tanaman biasanya menghasilkan kadar yang rendah. Metode bioteknologi telah terbukti dapat meningkatkan produksi beberapa metabolit sekunder pada tanaman.
- Perolehan metabolit sekunder dapat ditingkatkan dengan teknik kultur jaringan.



Peran Kultur Jaringan dalam Bioteknologi Hutan

Kultur jaringan untuk cekaman kekeringan & logam berat

- Kultur jaringan digunakan untuk seleksi tanaman (pemuliaan tanaman) yang tahan terhadap cekaman kekeringan.
- Cekaman kekeringan *in vitro* diciptakan dengan menambahkan PEG (*polyethylene glycol*) pada media MS0 (media Murashige & Skoog tanpa ZPT) dapat digunakan untuk mempelajari respon fisiologis tanaman uji seperti panjang akar, panjang batang, dan interaksi biokimia dalam tanaman uji tersebut.

Peran Kultur Jaringan dalam Bioteknologi Hutan

Kultur jaringan untuk cekaman kekeringan & logam berat

- Kultur tunas *Scoparia dulcis*, *Lindernia anagalis* dan *Lindernia ciliata* mampu menyerap logam berat Cr.
- Kultur jaringan digunakan untuk seleksi tanaman yang tahan terhadap cekaman logam berat.

TERIMA KASIH