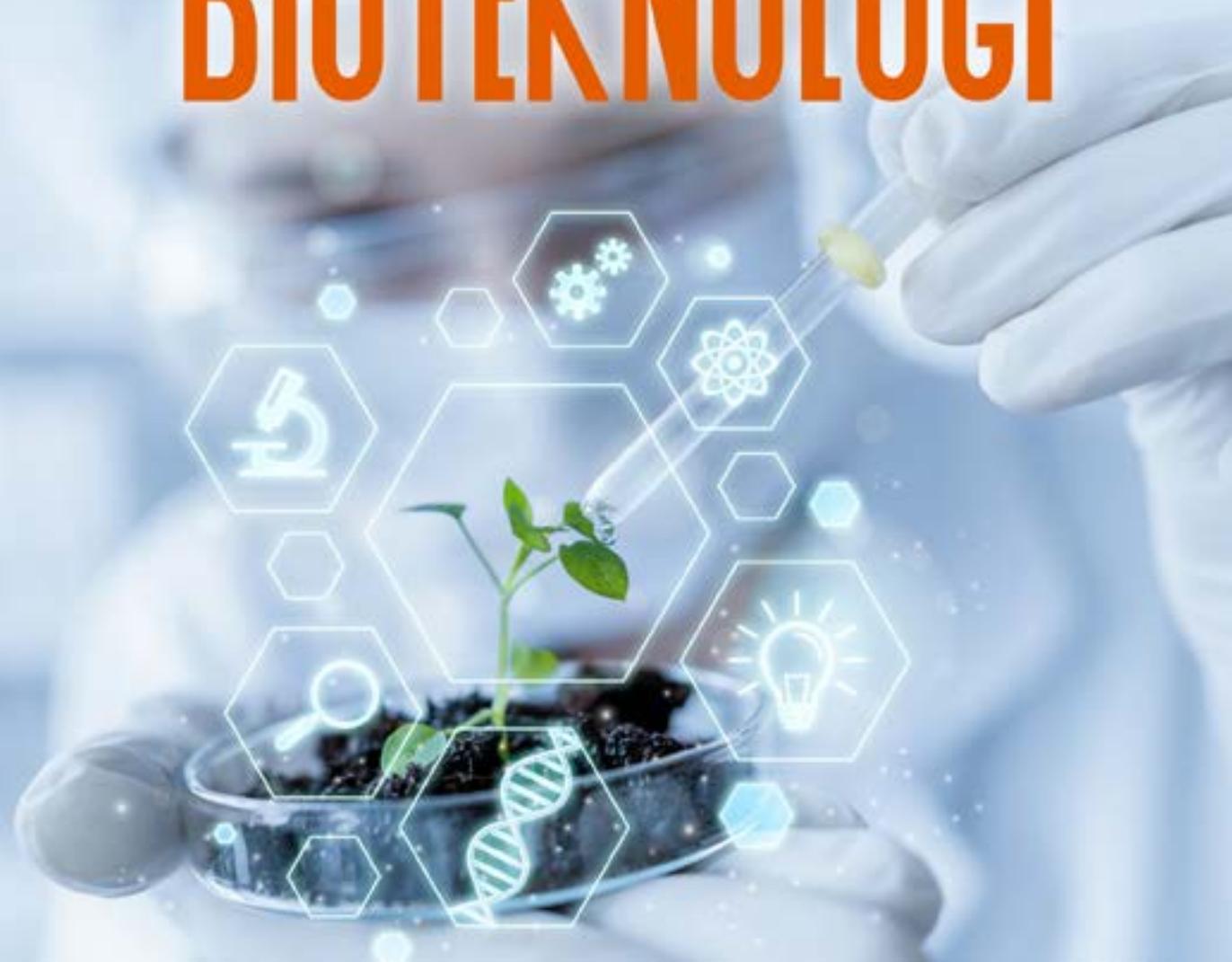




Jabal Rahmat Ashar, A. Farhanah, Bagus Dwi Hari,  
Irene Mariane, Kaiser Akhmad Khan, Sumiyati Tuhuteru,  
Sepling Paling, Inem Ode, Fitrahtunnisa,  
Pratiwi Hamzah, Bintang Faisal Akbar

# PENGANTAR BIOTEKNOLOGI



# PENGANTAR BIOTEKNOLOGI

**Jabal Rahmat Ashar, A. Farhanah, Bagus Dwi Hari,  
Irene Mariane, Kaisar Akhmad Khan, Sumiyati Tuhuteru,  
Sepling Paling, Inem Ode, Fitrahtunnisa,  
Pratiwi Hamzah, Bintang Faisal Akbar**

***Editor:***

Siti Tsaniyatul Miratis Sulthoniyah, S.Pi.Gr., MP.  
Laury Marcia Ch. Huwae, S.Si., M.Si.



Haura Utama

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, Sang Pemilik dan Sumber Ilmu Pengetahuan yang melimpahkan nikmat dan rahmatNya yang tak terhingga sehingga buku dengan judul PENGANTAR BIOTEKNOLOGI TANAMAN bisa terselesaikan. Penulis dapat menyelesaikan karya sederhana ini sebagai bukti nyata turut berkontribusi dalam pengembangan bioteknologi di tengah pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di zaman ini.

Penulis berupaya menyuguhkan sebagian besar isi tulisan dalam buku ini dapat tersusun sistematis dan logis, dengan demikian diharapkan dapat dengan mudah dipahami oleh para pembaca. Sebagaimana tujuan awal buku ini disusun sebagai *share* pengetahuan dan pengalaman dalam penelitian bioteknologi tanaman. Penulis juga menyadari bahwa membutuhkan waktu yang cukup panjang sehingga buku ini dapat terselesaikan, namun semuanya itu semata-mata hanyalah untuk menghasilkan sebuah karya yang baik dan berkualitas.

Akhirnya dengan segala kesederhanaan, bahkan kekurangan dari isi buku ini, penulis berharap mendapat tanggapan yang hangat dari para pembaca. Setiap orang yang membaca dapat memperoleh informasi, berkesan dan mendapatkan manfaat yang positif. Buku ini telah menjadi bagian dari upaya pengembangan kapasitas diri dan keilmuan penulis, sambil terus belajar agar bioteknologi akan semakin *familiar* dengan setiap orang yang membutuhkan informasi tentang bioteknologi tanaman.

Semoga karya ini bermanfaat. Amin.

**Penulis**

### **Pengantar Bioteknologi**

karya Jabal Rahmat Ashar, A. Farhanah, Bagus Dwi Hari, dkk,  
diterbitkan pertama kali oleh Penerbit Haura Utama, 2024

18.2 x 25.7 cm, viii + 207 hlm

Hak cipta dilindungi undang-undang  
Dilarang mereproduksi atau memperbanyak seluruh  
maupun sebagian dari buku ini dalam bentuk dan  
cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit

Editor: Siti Tsaniyatul Miratis Sulthoniyah, S.Pi.Gr., MP.  
Laury Marcia Ch. Huwae, S.Si., M.Si.

Penata isi: Zulfa  
Perancang sampul: Nita



### **CV. Haura Utama**

Anggota IKAPI Nomor 375/JBA/2020  
Nagrak, Benteng, Warudoyong, Sukabumi  
+62877-8193-0045 haurautama@gmail.com

Cetakan I, Januari 2024

ISBN: 978-623-492-782-5

 penerbithaura.com

## PENGANTAR BIOTEKNOLOGI TANAMAN

Bioteknologi tanaman merupakan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam mengubah atau memanipulasi tumbuhan. Tujuannya meningkatkan hasil dan memecahkan masalah dari tumbuhan (tanaman).

Secara umum buku ini membahas beberapa aspek penting mengenai pengantar bioteknologi tumbuhan; Struktur DNA dan Teknologi DNA Rekombinan; Pemanfaatan bioteknologi dalam perlindungan tanaman dan peningkatan kesuburan lahan; Bioteknologi mikroba dan kultur jaringan; aplikasi bioteknologi dan keberlanjutan bioteknologi tanaman di masa akan datang. Semua topik ini merupakan review literatur dan hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis.

Besar harapan kami agar dengan terselesaikannya buku ini dapat menjadi referensi yang menambah deretan buku tentang bioteknologi. Secara umum buku ini dapat menjadi rujukan bagi praktisi, mahasiswa dan siapapun yang membutuhkan informasi bioteknologi tanaman.

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>BIOTEKNOLOGI TANAMAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>1. BIOTEKNOLOGI PERTANIAN PENGERTIAN, PENERAPAN, DAN MANFAATNYA</b> .....	<b>1</b>
1.1    Pengertian Bioteknologi Pertanian .....	1
1.2    Perkembangan Bioteknologi Pertanian Di Indonesia .....	3
1.3    Penerapan Sistem Bioteknologi Pertanian .....	4
1.4    Manfaat Dan Kegunaan Bioteknologi Tanaman.....	10
1.5    Studi Kasus (Tanaman Hasil Bioteknologi Tanaman) .....	12
<b>2. STRUKTUR DNA DALAM BIDANG BIOTEKNOLOGI PERTANIAN</b> .....	<b>22</b>
2.1    Struktur DNA ( <i>Deoxyribonucleic Acid</i> ) .....	22
2.2    Replikasi DNA .....	24
2.3    Transkripsi dan Translasi .....	26
2.4    Gen dan Genom .....	29
2.5    Rekayasa Genetika Tanaman .....	33
2.6    Transformasi Genetik pada Tanaman .....	34
2.7    Transfer Gen melalui <i>Agrobacterium tumefaciens</i> .....	36
2.8    Transfer Gen Tanaman Pisang melalui <i>Agrobacterium tumefaciens</i> .....	38
2.9    Transfer Gen Tanaman Padi melalui <i>Agrobacterium Tumefaciens</i> .....	39

<b>3. TEKNOLOGI DNA REKOMBINAN .....</b>	<b>42</b>
3.1 Pendahuluan .....	42
3.2 Sejarah .....	43
3.3 Teknik yang Digunakan dalam Rekayasa Genetika.....	43
3.4 Aplikasi .....	52
3.5. Masalah Etik, Hukum dan Sosial DNA Teknologi Rekombinan dan Rekayasa Genetik.....	61
<b>4. GEN DAN GENOM.....</b>	<b>68</b>
4.1 Pengantar .....	68
4.2 Gen, Genom dan Kode Genetik.....	68
4.3 Genom Tumbuhan dan Variasi Genetik .....	71
<b>5. EKSPRESI GEN .....</b>	<b>74</b>
5.1 Pengantar .....	74
5.2 Ekspresi Gen.....	75
5.3 Regulasi Gen .....	81
<b>6. PEMANFAATAN BIOTEKNOLOGI JAMUR DALAM PERLINDUNGAN TANAMAN.....</b>	<b>85</b>
6.1. Pengantar .....	85
6.2. Konsep Bioteknologi .....	88
6.3. Mengenal Jamur.....	89
6.4. Jenis Jamur.....	93
6.5. Cara Perbanyakkan Jamur Agensia Hayati .....	93
6.6 Jamur Pada Tanaman dan Mekanisme Penyerangan Jamur terhadap OPT .....	97
6.7. Pengendalian Jamur secara Teknik Modern.....	102
6.8. Perkembangan dan Tantangan Pemanfaatan Jamur sebagai Agen Hayati .....	103
6.9. Penutup.....	106

<b>7. BAKTERI BAGI KESUBURAN TANAH .....</b>	<b>108</b>
7.1. Pengantar .....	108
7.2. Ruang Lingkup Kesuburan Tanah.....	109
7.3. Unsur Hara Makro Dalam Tanah .....	112
7.4 Bakteri Pengfiksasi Nitrogen (N <sub>2</sub> ) .....	115
7.5. Bakteri Pelarut Fosfat (P).....	119
7.6. Bakteri Pelarut Kalium .....	124
7.7. Penutup.....	125
<b>8 BIOTEKNOLOGI MIKROBA .....</b>	<b>127</b>
8.1 Pengantar .....	127
8.2 Metabolit Sekunder Mikroba dan Aktivitas Biologinya .....	129
8.3. Isolasi dan Seleksi Mikroorganisme dengan Potensi Bioteknologi.....	132
8.4 Bioteknologi Mikroba Era Modern: Peluang dan Prospek Masa Depan .....	137
8.5. Penutup.....	141
<b>9. BIOTEKNOLOGI KULTUR JARINGAN.....</b>	<b>142</b>
9.1. Pengertian Kultur Jaringan .....	142
9.2. Prinsip Dasar Kultur Sel, Jaringan, dan Organ .....	143
9.3. Media dan Zat pengatur tumbuh.....	144
9.4. Tahapan Kultur Jaringan.....	146
9.5. Manfaat Kultur Jaringan.....	151
<b>10. KEBERLANJUTAN BIOTEKNOLOGI PERTANIAN DI MASA MENDATANG .....</b>	<b>155</b>
10.1. Aplikasi Bioteknologi Pertanian.....	156
10.2. Teknik Mutakhir di Bidang Bioteknologi Pertanian .....	160
10.3. Kekurangan Bioteknologi Pertanian.....	166
10.4. Pertimbangan Penting dalam keberlanjutan Bioteknologi Pertanian .....	168

DAFTAR PUSTAKA .....	170
BIODATA PENULIS .....	196

# 1. BIOTEKNOLOGI PERTANIAN PENGERTIAN, PENERAPAN, DAN MANFAATNYA



**Gambar 1.1** Bioteknologi Pertanian  
Sumber: [bing.com/bioteknologitanaman](http://bing.com/bioteknologitanaman)

## 1.1 Pengertian Bioteknologi Pertanian

Bioteknologi pertanian adalah penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam mengubah atau memanipulasi organisme hidup, seperti tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme, untuk tujuan meningkatkan hasil pertanian dan memecahkan masalah dalam sektor pertanian. Bioteknologi pertanian juga mencakup penggunaan teknik *in vitro* dalam budidaya tanaman dan pemuliaan hewan. Penerapan bioteknologi pertanian telah memberikan dampak positif yang signifikan bagi industri pertanian di Indonesia (Dwi *et al.*, 2012). Dalam menghadapi beberapa tantangan, seperti peningkatan populasi, perubahan iklim, dan kebutuhan akan kedelai dan jagung

## 2. STRUKTUR DNA DALAM BIDANG BIOTEKNOLOGI PERTANIAN



**Gambar 2.1.** Struktur DNA Tanaman  
Sumber: <https://www.bing.com/DNA>

### 2.1 Struktur DNA (*Deoxyribonucleic Acid*)

Struktur DNA tanaman adalah kumpulan material genetik yang unik pada setiap jenis tumbuhan. DNA (*asam deoksiribonukleat*) adalah molekul besar yang membawa informasi genetik untuk mengatur pertumbuhan, fungsi, dan reproduksi organisme. Pada tanaman, struktur DNA memiliki peran sentral dalam pertumbuhan dan perkembangan serta dalam mempengaruhi respons terhadap lingkungan. Struktur DNA adalah rangkaian panjang yang terdiri dari empat nukleotida dasar: adenin (A), timin (T), guanin (G), dan sitosin (C). Gen adalah bagian dari DNA yang mengodekan instruksi untuk sintesis protein, molekul yang bertanggung jawab atas berbagai fungsi dalam organisme (Aziz *et al.*, 2014). Kombinasi urutan nukleotida

dalam DNA menentukan urutan asam amino dalam molekul protein, dan oleh karena itu, mempengaruhi sifat dan karakteristik tumbuhan.

Pada tanaman, struktur DNA yang paling signifikan terdapat dalam kromosom, yaitu struktur berbentuk benang panjang yang membawa sejumlah besar gen. Kromosom terdiri dari dua filamen DNA berpilin yang dikenal sebagai heliks ganda. DNA pada kromosom teratur menjadi unit kecil yang disebut gen, dan ada ribuan hingga jutaan gen dalam setiap kromosom tanaman. Struktur DNA tanaman juga melibatkan kromatin, materi dasar kromosom yang terdiri dari DNA, protein histon, dan protein non-histon. Kromatin membantu membentuk kromosom dengan mengemas DNA dalam bentuk yang lebih padat dan teratur. Proses pengemasan DNA ini sangat penting dalam menjaga integritas struktur DNA dan memastikan replikasi yang tepat saat sel tanaman membelah. Selain itu, struktur DNA tanaman memiliki bagian yang disebut "telomer". Telomer adalah urutan nukleotida yang terletak di ujung molekul DNA linier (Manurung *et al.*, 2018). Telomer memiliki peran penting dalam memastikan stabilitas kromosom dan perlindungan terhadap kerusakan genetik atau penyingkiran material genetik yang penting. Tanpa telomer yang memadai, DNA dapat mengalami degradasi dan kerusakan yang dapat menyebabkan berbagai kondisi patologis pada tanaman.

Penelitian selanjutnya tentang struktur DNA tanaman telah membuka jalan bagi pengembangan teknik rekayasa genetika dan pemuliaan tanaman. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang struktur dan fungsi DNA, para ilmuwan dapat memanipulasi genetika tanaman untuk meningkatkan sifat-sifat yang diinginkan, seperti resistensi terhadap hama dan penyakit, adaptasi terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem, dan kualitas hasil panen. Dalam kesimpulan, struktur DNA tanaman adalah dasar bagi pertumbuhan, perkembangan, dan adaptasi tanaman terhadap lingkungan.

### 3.

## TEKNOLOGI DNA REKOMBINAN

### 3.1 Pendahuluan

Teknologi DNA rekombinan memainkan peran penting dalam meningkatkan kondisi kesehatan dengan mengembangkan vaksin dan obat-obatan baru. Diagnostik baru, perangkat pemantauan, dan pendekatan terapeutik dikembangkan juga untuk meningkatkan strategi pengobatan. Manipulasi gen dalam proses produksi insulin sintesis manusia dan eritropoietin adalah salah satu kegunaan rekayasa genetik yang paling menonjol untuk meningkatkan kesehatan serta dapat menghasilkan produk baru jenis tikus mutan. Selain itu, strategi rekayasa genetika juga telah digunakan untuk mengatasi masalah lingkungan seperti mengubah limbah menjadi biofuel dan bioetanol, pembersihan tumpahan minyak, karbon, dan limbah beracun lainnya, serta mendeteksi arsenik dan kontaminan lainnya dalam air minum. Mikroba dimodifikasi dengan rekayasa genetika juga dapat digunakan untuk biomining dan bioremediasi. Teknologi DNA rekombinan berkontribusi pada kemajuan ilmu biologi dan memberikan kontribusi perkembangan yang signifikan. Melalui modifikasi bakteri, hewan, dan tanaman untuk menghasilkan senyawa penting secara medis, dalam jumlah besar komoditas terapeutik dengan dampak cepat dalam genetika medis dan biomedis telah diciptakan.

Obat-obatan bioteknologi sebagian besar merupakan rekombinan alam, yang sangat penting dalam memerangi penyakit mematikan. Sebagai hasil dari teknologi DNA rekombinan, produk farmasi merubah kehidupan manusia sedemikian rupa. Pada tahun 1997, *Food and Drug Administration* (FDA) atau Badan Pengawas Obat dan Makanan Amerika Serikat menyetujui penggunaan lebih banyak

obat rekombinan dibandingkan beberapa tahun sebelumnya, termasuk untuk anemia, AIDS, kanker (Kaposi sarkoma, leukemia, kanker kolorektal, ginjal, dan ovarium), dan kelainan keturunan (fibrosis kistik, hiperkolesterolemia familial, penyakit Gaucher, hemofilia A, penyakit imunodefisiensi, dan sindrom Turner).

### 3.2 Sejarah

Sejumlah perkembangan penting telah menjadi stimulus dalam manipulasi gen menjadi kenyataan. Perkembangan teknologi DNA rekombinan sangat bergantung pada pengetahuan dan keahlian yang dimiliki oleh ahli genetika mikroba. Sejak dibentuknya disiplin ilmu genetika mikroba pada pertengahan tahun 1940-an, kemajuan besar telah dicapai pada bidang ilmu genetika mikroba dalam memahami mekanisme transfer gen antar bakteri, dan pengetahuan dasar untuk perkembangan selanjutnya. Penemuan struktur DNA oleh James Watson dan Francis Crick pada tahun 1953 menjadi stimulus untuk pengembangan genetika pada tingkat molekuler. Pada tahun 1970, peralatan dasar yang dibutuhkan untuk konstruksi DNA rekombinan, seperti DNA enzim ligase dan restriksi, telah tersedia. Molekul DNA rekombinan pertama dihasilkan di Universitas Stanford pada tahun 1972. Pada tahun 1973 Herbert Boyer dan Stanley Cohen menciptakan organisme transgenik pertama dengan memasukkan gen yang resistan terhadap antibiotik ke dalam plasmid bakteri *Escherichia coli*.

### 3.3 Teknik yang Digunakan dalam Rekayasa Genetika

Dua komponen penting dalam rekayasa genetika adalah: 1) kemampuan memotong, memodifikasi, dan menggabungkan molekul DNA in vitro, dan 2) sistem inang atau vektor yang memungkinkan terjadinya molekul DNA rekombinan disebarkan.

## 4. GEN DAN GENOM

### 4.1 Pengantar

Gen dan genom merupakan fondasi dasar dalam semua pemahaman dan pengembangan bioteknologi tumbuhan. Dalam sub-bab ini, akan mendalami dunia genetika dan genomika tumbuhan untuk memahami bagaimana gen dan struktur genom memiliki peran utama dalam evolusi, pewarisan sifat, dan perbaikan tanaman.

Gen, sebagai suatu unit dasar informasi genetik, akan menjadi titik awal pembahasan. Sub-bab ini akan menjelaskan definisi gen, bagaimana gen diatur dalam genom, dan komponen penting yang ada dalam struktur gen. Selain itu sub-bab ini akan membahas mengenai genome tumbuhan dan bagaimana variasi

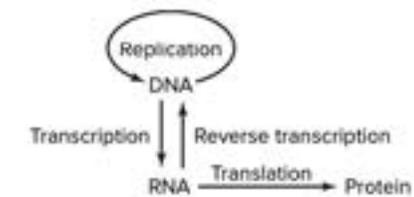
Selanjutnya sub-bab ini akan menjelaskan perangkat genetika yang lebih besar, yaitu genom. Genom adalah keseluruhan informasi genetik yang ada dalam suatu organisme. Dalam hal ini kasusnya adalah tumbuhan. Pada pembahasan ini, akan dibahas aspek-aspek genomik seperti ukuran genom, struktur genom, kompleksitas genom, serta genomik fungsional yaitu bagaimana genome digunakan untuk memahami peran gen dalam tumbuhan.

Melalui pembahasan mendalam tentang gen dan genom, diharapkan pembaca dapat memahami dan meresapi kompleksitas genetika yang ada serta potensinya dalam mengatasi tantangan pertanian dan lingkungan.

### 4.2 Gen, Genom dan Kode Genetik

Gen dapat didefinisikan sebagai “unit dasar yang terdiri atas segmen DNA dalam suatu lokus yang membawa serta mengendalikan

sifat-sifat hereditas organisme dan memiliki kemampuan untuk mengalami mutasi dan pindah silang”. Gen tersusun atas DNA yang terpintal oleh protein histon dan tersusun dalam satu deret beraturan yang tersimpan didalam lokus. Definisi tersebut menjelaskan bahwa secara struktur Gen tersusun atas ikatan nukleotida disebut sebagai DNA. Gen berfungsi dengan mengkodekan informasi genetik yang diperlukan untuk membuat protein tertentu. Proses ini melibatkan dua tahap utama: transkripsi dan translasi. Pada tahap transkripsi, informasi dari gen ditranskripsikan menjadi molekul RNA yang disebut mRNA. Setelah itu, mRNA ini akan ditranslate menjadi protein melalui tahap translasi. Hubungan ini dapat dilihat pada gambar di bawah.



**Gambar 4.1.** Dogma Biologi Molekuler (Mason *et al.*, 2020)

Sebuah set gen yang lengkap pada suatu inti sel dikenal sebagai genom. Genom mencakup seluruh materi genetik dalam suatu organisme, termasuk semua gen dan materi genetik non-kodon. Genom memberikan pandangan menyeluruh tentang organisasi genetik suatu entitas biologis. Genome memiliki beberapa jenis dan perannya masing-masing sebagai contoh genom inti, genom mitokondria, dan genom kloroplas memiliki peran dan karakteristik yang berbeda. Genom inti umumnya menyandikan instruksi utama untuk fungsi sel, sementara genom mitokondria dan kloroplas terlibat dalam metabolisme energi.

Urutan nukleotida dalam DNA sangat penting karena menentukan informasi genetik yang dihasilkan. Gen adalah segmen-segmen khusus pada molekul DNA yang mengandung instruksi

## 5. EKSPRESI GEN

### 5.1 Pengantar

Gen mempunyai peran penting dalam pertumbuhan dan perkembangan setiap organisme mahluk hidup. Proses ekspresi gen merupakan sebuah kunci utama dalam aktivitas biologi sel-sel mahluk hidup yang bekerja dengan mensintesis molekul-molekul berupa protein yang akan mendefinisikan keragaman fenotip sebuah organisme. Tahapan utama dari proses ekspresi gen melibatkan transkripsi DNA menjadi RNA, yang kemudian akan diterjemahkan kode-kode genetiknya menjadi asam amino yang ketika bergabung menjadi sebuah rantai polipeptida. Hal ini bukan merupakan reaksi kimia yang sederhana, namun sangat kompleks yang melibatkan berbagai senyawa, enzim dan proses yang teratur serta terkoordinasi secara sempurna agar tidak terjadi sebuah kesalahan yang akan berakibat fatal bagi organisme tersebut.

Regulasi atau pengaturan ekspresi gen akan mengatur bagaimana gen-gen pada DNA makhluk hidup akan diekspresikan pada tingkat transkripsi maupun translasi. Hal ini dilakukan dengan mekanisme interaksi yang kompleks antara DNA dengan enzim-enzim yang terlibat. Proses ini memungkinkan perbedaan jenis protein yang dihasilkan pada tiap sel tergantung jenis dan fungsi dari masing-masing sel itu sendiri.

Pemahaman yang mendasar terkait ekspresi gen menjadi kunci yang penting dalam pengembangan bioteknologi tanaman. Pada bab ini, akan dijelaskan lebih mendalam mengenai kompleksitas tahapan-tahapan dalam ekspresi gen, mekanisme regulasi pada tahap

transkripsi hingga translasi, serta faktor-faktor apa saja yang berkaitan dengan proses tersebut.

### 5.2 Ekspresi Gen

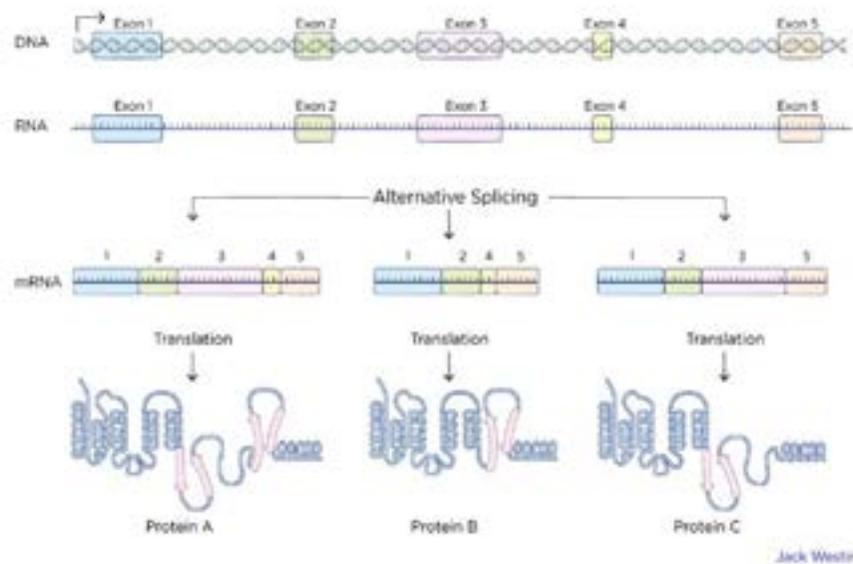
#### 5.2.1. Pengertian Ekspresi Gen

Ekspresi gen adalah sebuah proses fundamental yang terjadi pada semua sel makhluk hidup. Ekspresi gen merupakan suatu rangkaian proses pengolahan informasi yang terkandung dalam suatu gen yang digunakan untuk mensintesis produk-produk yang bervariasi sesuai dengan gen yang digunakan. Produk yang dihasilkan dari proses ekspresi gen dapat dalam bentuk *non-coding* RNA (ncRNA) atau protein. Sintesis protein melibatkan proses saling berkesinambungan yang terdiri dari transkripsi, ekspor RNA ke sitoplasma, translasi, translokasi dan pengangkutan protein ke luar sel menuju sel target. (Volgin, 2014). Informasi genetik pada gen jika diekspresikan akan mempengaruhi sifat-sifat yang dapat diamati pada suatu organisme (fenotipe). Oleh karena itu fenotipe suatu organisme ditentukan oleh faktor genetiknya, selain juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

#### 5.2.2. Transkripsi

Proses ekspresi gen diawali dengan tahap transkripsi. Transkripsi adalah proses pembentukan RNA menggunakan DNA sebagai cetakan/templatnya. Terdapat tiga perbedaan utama pada komposisi kimia antara RNA dan DNA; (1) Pada RNA gula-nya dalam bentuk ribosa, bukan deoxyribosa seperti pada DNA. (2) Pada RNA, basa thymine digantikan oleh basa uracil namun tetap sama-sama berpasangan dengan adenine. (3) Selain pada beberapa jenis virus, RNA berbentuk untaian tunggal, tidak seperti DNA yang berbentuk untaian ganda. Perubahan dari deoksiribosa ke ribosa memengaruhi

mempengaruhi stabilitas RNA. RNA yang memiliki poly-A akan lebih stabil dan lebih lama untuk didegradasi begitupun sebaliknya. Ketika semakin stabil mRNA maka semakin banyak translasi akan terjadi pada mRNA tersebut dan sebaliknya. mRNA tanpa penambahan poly *A-tail* biasanya menghasilkan protein yang jumlahnya tidak terlalu banyak atau jika jumlahnya terlalu banyak maka mRNA tersebut harus segera didegradasi. Selain itu akan terjadi proses splicing, yaitu pemotongan bagian intron atau bagian gen yang tidak mengkodekan protein yang dilakukan oleh enzim spliceosome. Namun ternyata tidak hanya intron saja yang dapat dipotong, namun bagian ekson juga dapat dipotong. Pemotongan intron dan ekson yang berbeda pada sel yang berbeda juga akan mengekspresikan asam amino yang berbeda-beda pula, proses ini disebut *alternative splicing*. (Petrillio, Herz, Barta, Kalyna, & Kornblihtt, 2015)



Gambar 7. Proses alternatif splicing. Pemotongan intron dan ekson yang berbeda akan menghasilkan jenis protein yang berbeda pula (Lu, et al., 2021)

## 6. PEMANFAATAN BIOTEKNOLOGI JAMUR DALAM PERLINDUNGAN TANAMAN

### 6.1. Pengantar

Tiga sumber revolusi industri terdiri atas, yang pertama adalah kereta api dan batu bara; yang kedua adalah senyawa kimia dan minyak; dan yang terakhir adalah elektronik dan bioteknologi. Saat ini, revolusi industri bioteknologi sangat menarik bagi peneliti dan pihak industri, karena banyak penemuan terkait kehidupan yang dimulai dari tingkat molekul, sel, dan genetik. Bioteknologi sekarang diketahui dapat menyelesaikan berbagai masalah biologi yang pada masa lalu belum ada solusinya. Berangkat dari gagasan bahwa bioteknologi adalah metode baru untuk mengubah bahan mentah menjadi produk bermanfaat, bioteknologi juga merupakan kombinasi ilmu biokimia dengan biologi, dan juga proses rekayasa akan memperoleh macam penemuan atau bentuk penyempurnaan dalam memecahkan masalah di bidang lingkungan, kesehatan, dan pertanian (Aminullah, 1985).

Saat ini, istilah "bioteknologi" digunakan dalam proses pengendalian hayati yang mengacu pada prinsip gabungan antara biologi, biokimia, dan rekayasa dengan menggunakan organisme hidup untuk membuat barang atau jasa baru yang bermanfaat bagi kehidupan. Bioteknologi dapat mencakup sel, jaringan, organel, atau molekul genetik seperti DNA, RNA, protein, atau enzim. Bioteknologi juga digunakan untuk pengendalian hayati, seperti genetika, mikrobiologi, pertanian ilmu pangan, biologi molekuler, komputer, dan sebagainya (Putri & Utami, 2020).

Proses pengendalian hayati artinya bagaimana menata kehidupan populasi organisme dengan mengandalkan keberadaan musuh alami sehingga jumlah organisme lebih rendah dari rata-rata

## 7.

### BAKTERI BAGI KESUBURAN TANAH

#### 7.1. Pengantar

Bakteri merupakan salah satu mikroorganisme yang paling dominan menempati ruang di dalam tanah dan berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah. Mikroorganisme yang kemudian disebut sebagai mikroba menjadi salah satu faktor penting dalam bidang pertanian. Pertanian masa kini kian mengembangkan bioteknologi penggunaan mikroba dalam meningkatkan kesuburan tanah khususnya bagi lahan yang mengalami kerusakan atau disebut tanah tidak sehat.

Tanah yang subur berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Menurut Winarso dalam bukunya “Kesuburan Tanah: Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah” bahwa jenis-jenis mikroba yang dapat berpengaruh terhadap kesehatan tanah dan pertumbuhan tanaman antara lain: mikroba yang dapat melarutkan fosfat, mikroba yang dapat bersimbiosis dengan Azolla, mikroba yang mengikat N<sub>2</sub> dari udara, mikoriza, dan mikroba selulolitik (Winarso, 2005).

Pada bagian ini, akan disajikan beberapa jenis bakteri yang berperan aktif dalam hal: mineralisasi, biodegradasi, bioremediasi, dekomposisi, fiksasi nitrogen, dan pelarutan fosfat. Begitu pentingnya peran mikroba dalam tanah sehingga faktor keberadaan dan keberagaman mikroba dalam tanah merupakan sebuah kewajiban bagi petani dalam mengolah lahan pertanian mereka. Tanah yang subur menjadi indikasi bahwa tanah tersebut sehat sehingga berdampak besar pada pertumbuhan dan hasil panen tanaman.

#### 7.2. Ruang Lingkup Kesuburan Tanah

Kesuburan tanah menjadi faktor utama dalam meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Tanah yang subur adalah tanah yang memenuhi semua unsur yang dibutuhkan oleh tanaman. Unsur-unsur yang berperan dalam meningkatkan produktivitas tanah adalah unsur makro, unsur sekunder, dan unsur mikro (Winarso, 2005).

Unsur hara makro adalah unsur hara yang diambil dari dalam tanah yang paling banyak dibutuhkan oleh tumbuhan seperti N, P, dan K. Unsur hara sekunder terdiri dari Ca, Mg, dan S merupakan unsur hara yang diambil dari tanah dalam jumlah sedang (cukup) untuk kebutuhan tumbuhan. Unsur hara mikro berupa Fe, Cu, Mn, Zn, B, Mo, dan Cl merupakan unsur hara yang diambil oleh tumbuhan dari tanah dalam jumlah yang sedikit (Landon, 1984).

Jika unsur-unsur tersebut terpenuhi di dalam tanah, maka tumbuhan akan terjamin pertumbuhan dan produksinya. Untuk itu, sebagai seorang petani atau pembudidaya segala jenis tumbuhan sekiranya perlu meningkatkan kesuburan tanah yang diolahnya dengan memperhatikan keterlibatan faktor mikroorganisme dan makroorganisme dalam memenuhi unsur-unsur hara dalam tanah.

##### 7.2.1. Pengertian Tanah

Tanah secara umum dapat dijelaskan sebagai bentuk media padat tempat tumbuhnya tanaman. Dalam bidang pertanian, tanah diartikan sebagai bentuk pelapukan batuan, mineral, dan berbagai bahan organik yang berada di area tersebut. Tanah berfungsi sebagai media pertumbuhan tanaman dan sebagai lingkungan yang membantu kehidupan makhluk hidup lainnya seperti manusia dan hewan (Winarso, 2005). Selain tanah, interaksi antara air dan udara

dibutuhkan oleh tanaman untuk melakukan berbagai proses fisiologisnya.

Untuk itu, sebagai seorang pembudidaya hendaknya menjadikan berbagai bakteri tersebut dalam mengelola lahan demi peningkatan kesuburan dan kualitas tanah yang berdampak terhadap produktivitas tanah. Tanah yang sehat akan menghasilkan tanaman yang sehat. Tanaman yang sehat memberikan manfaat yang baik terhadap kesehatan manusia dan hewan yang menjadikan tanaman sebagai sumber makanannya. Tanah yang produktif berdampak positif terhadap produktivitas tanaman yang dibudidayakan sehingga berdampak terhadap peningkatan perekonomian masyarakat.

## 8.

### BIOTEKNOLOGI MIKROBA

#### 8.1 Pengantar

Mikroba atau mikroorganisme adalah organisme yang berukuran kecil yang hanya dapat dilihat dengan bantuan mikroskop. Mikroba dapat ditemukan sehari-hari di tempat seperti tanah, air, makanan, dan usus hewan, serta tempat-tempat lainnya yang lebih ekstrim seperti batu, gletser, sumber air panas, dan laut dalam. Keberadaan mikroba di berbagai tempat karena mereka memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan lingkungan baru dan berkembang biak dalam jumlah besar dalam waktu yang terbatas. Berbagai macam karakteristik biokimia dan metabolik yang dikembangkan melalui variasi genetik dan seleksi alam pada populasi mikroba tercermin dalam beragamnya lingkungan mikroba.

Bioteknologi mikroba merupakan penerapan prinsip dan teknik bioteknologi untuk mempelajari dan memanfaatkan mikroorganisme dan produknya. Hal ini melibatkan penggunaan bakteri, jamur, dan mikroorganisme lainnya untuk melakukan hal-hal yang bermanfaat bagi kesehatan manusia, industri, dan lingkungan. Contoh penerapan bioteknologi mikroba mencakup penggunaan bakteri untuk memproduksi antibiotik dan obat-obatan lainnya, penggunaan ragi untuk memproduksi makanan dan minuman, dan penggunaan jamur untuk menguraikan bahan organik di tempat pembuangan sampah. Bioteknologi mikroba juga melibatkan penggunaan organisme hasil rekayasa genetika (GMO) untuk tugas tertentu, seperti pengembangan tanaman yang lebih tahan terhadap hama atau yang dapat tumbuh di lingkungan yang ekstrim.

Selama ribuan tahun, mikroorganisme telah digunakan untuk memasok produk seperti roti, bir, dan anggur. Fase kedua dari

## 9.

# BIOTEKNOLOGI KULTUR JARINGAN

### 9.1. Pengertian Kultur Jaringan

Kultur jaringan adalah teknik yang digunakan untuk mempertahankan atau menumbuhkan sel, jaringan, atau organ tanaman pada media buatan, kondisi aseptik, dan di bawah lingkungan yang terkendali. Serangkaian teknik ini muncul sebagai pendekatan eksperimental untuk menunjukkan teori sel yang menyatakan bahwa semua organisme hidup terdiri dari sel yang merupakan unit dasar struktur dan reproduksi, dan juga konsep totipotensi, yang didefinisikan sebagai potensi genetik sel untuk menghasilkan sebuah organisme multiseluler yang utuh (Haberlandt G, 1902). Berbagai upaya dilakukan oleh beberapa peneliti untuk mengetahui kondisi awal yang dibutuhkan untuk mencapai pertumbuhan organ (White PR, 1934) atau jaringan (White PR, 1939a) dalam nutrisi buatan pada media kultur (White PR (1939b)). Larutan nutrisi baik tunggal ataupun diperkaya dengan ekstrak alami digunakan sebagai media biakan awal. Namun, penemuan hormon pengatur pertumbuhan tanaman adalah penentu keberhasilan dalam pembentukan kultur jaringan tanaman secara *in vitro* (Thimann and Schneider, 1939; Miller CO, 1955).

Meskipun istilah "kultur jaringan" yang digunakan, namun sebenarnya yang dikulturkan bukan hanya jaringan tetapi juga bagian lain dari tanaman, sehingga istilah "kultur *in-vitro*" lebih umum digunakan. "In-vitro" berasal dari bahasa Latin "vitrous," yang berarti "gelas bening" atau "kaca transparan," mengacu pada kultur yang dilakukan dalam botol-botol kultur transparan.

Teknik kultur *in-vitro* merupakan dasar untuk melakukan perbanyakan mikro, yang dikenal sebagai "mikropropagasi" atau "in-

*vitro* propagation." Mikropropagasi merupakan perbanyakan vegetatif yang modern, menghasilkan anakan yang identik dengan tanaman induknya, yang disebut "plantlet." Plantlet ini juga disebut somaklon karena berasal dari perbanyakan vegetatif (klon) sel-sel somatik yang memiliki sifat-sifat genetik yang identik dengan induknya.

### 9.2. Prinsip Dasar Kultur Sel, Jaringan, dan Organ

Dalam teknik kultur jaringan harus memperhatikan prinsip-prinsip dasar sebagai berikut: (1) pilih eksplan yang sesuai dari tanaman yang sehat dan kuat, (2) menghilangkan mikroba kontaminan dari permukaan eksplan, (3) menanam eksplan dalam media kultur yang memadai, dan (4) menyediakan kondisi lingkungan yang terkontrol. Pada kasus regenerasi tanaman *in vitro*, tanaman mengalami proses adaptasi (aklimatisasi) di rumah kaca sebelum dipindahkan ke kondisi *ex vitro*.

Tergantung pada bagian tanaman yang dibudidayakan, kita bisa merujuknya sebagai kultur sel (sel gametik, suspensi sel, dan kultur protoplas), kultur jaringan (kalus dan jaringan yang berbeda), dan kultur organ (organ apa pun seperti embrio zigotik, akar, pucuk, dan kepala sari, antara lain). Setiap jenis kultur digunakan untuk aplikasi dasar dan bioteknologi yang berbeda.

Perkembangan dalam budidaya kultur jaringan, seperti mikropropagasi menjadi cara komersial yang meluas saat ini. Kultur jaringan tumbuhan bukan hanya alat yang sangat efektif untuk reproduksi aseksual pada spesies yang biasanya berkembang secara aseksual, tetapi juga bermanfaat untuk mengatasi kendala perkecambahan biji pada berbagai spesies tumbuhan. Sebagai contoh, spesies dengan biji recalcitrant cenderung memiliki viabilitas biji yang rendah, sehingga reproduksi aseksual menjadi pilihan yang lebih baik.

positif dalam pemahaman terhadap proses perkembangan kompleks, seperti organogenesis in vitro, embriogenesis, atau dediferensiasi, dan perubahan genetik yang diinduksi selama kondisi in vitro (Neelakandan AK, Wang K, 2012; Wickramasuriya AM, Dunwell JM, 2015; Imin N et al., 2005). Selain itu, metabolomic dapat sangat berguna untuk menyelidiki metabolisme sekunder tidak hanya selama proses morfogenetik tetapi terutama dalam kultur sel, jaringan, dan organ tanaman yang menghasilkan metabolit sekunder yang bermanfaat dalam industri dan farmasi (Turi CE et al., 2014; Vasilev N et al., 2016).

#### 9.5.5. Pelestarian dan Konservasi Plasma Nutfah Tanaman

Plasma nutfah tanaman adalah sumber daya genetik yang dikumpulkan dan dilestarikan untuk program pemuliaan dan perbaikan tanaman, Plasma nutfah merupakan sumberdaya variabilitas genetik yang benar-benar terpelihara sebagai sumber bagi pemulia tanaman untuk memperoleh karakteristik yang diinginkan untuk meningkatkan hasil panen. Kultur jaringan tanaman merupakan salah satu alternatif yang sangat tepat untuk tujuan konservasi plasma nutfah tanaman yang diperbanyak secara vegetatif karena ribuan plantlet dapat dilestarikan di dalam ruang kecil dalam kondisi terkendali dengan pertumbuhan minimum atau bahkan dapat sepenuhnya menghentikan pertumbuhannya (kriopreservasi).

## 10.

### KEBERLANJUTAN BIOTEKNOLOGI PERTANIAN DI MASA MENDATANG

Bioteknologi pertanian terutama bioteknologi modern, mencakup penggunaan teknologi genetika dan teknik rekayasa genetika dalam konteks pertanian. Tujuan utama dikembangkannya bioteknologi dalam bidang pertanian yaitu untuk meningkatkan hasil, ketahanan tanaman, efisiensi produksi dan perbaikan tanaman. Beberapa lingkup bioteknologi pertanian sudah dibahas dalam bab-bab sebelumnya, seperti pemanfaatan jamur, bakteri maupun mikroba lainnya, serta kultur jaringan, dan lain-lain. Pemanfaatannya secara khusus meliputi pengembangan tanaman toleran stress, resistensi terhadap hama dan penyakit, pengembangan biopestisida, biofertilizer, biofortifikasi melalui rekayasa genetika hingga bioenergi.

Tanaman yang telah mengalami perubahan gen melalui teknik rekayasa genetika disebut dengan tanaman transgenik. "Transgenik" merujuk pada tanaman yang telah dimodifikasi dengan menambahkan gen dari organisme lain, baik itu dari spesies yang sama atau berbeda. Proses ini melibatkan transfer gen spesifik ke genom tanaman untuk menciptakan sifat atau karakteristik yang diinginkan. Sebagai contoh, tanaman transgenik dapat memiliki gen yang memberikan ketahanan terhadap hama atau sifat tahan terhadap herbisida tertentu (Yuwono, 2017).

Semua tanaman transgenik adalah *Genetically Modified Organism* (selanjutnya disingkat GMO). Tetapi tidak setiap tanaman GMO adalah tanaman transgenik. GMO lebih bersifat umum dan dapat mencakup semua organisme yang mengalami modifikasi genetik tidak hanya tanaman. Selain itu, tidak semua tanaman GMO diubah dengan

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N. S., Doni, F., Mispan, M. S., Saiman, M. Z., Yusuf, Y. M., Oke, M. A., & Suhaimi, N. S. M. (2021). Harnessing Trichoderma In Agriculture For Productivity And Sustainability. *Agronomy*, 11(12), 2559
- Adams, P. B. 1990. The Potential Of Mycoparasites For Biological Control Of Plant: Diseases. *Annun.Rev.Phytopathol*, 28:59-72
- Adesemoye, A., Torbert, H., Kloepper, J.W., 2009. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Allow Reduced Application Rates Of Chemical Fertilizers. *Microb. Ecol.* 58, 921–929.
- Ali Raza, Javaria Tabassum, Ali Zeeshan Fakhar, Rahat Sharif, Hua Chen, Chong Zhang, Luo Ju, Vasileios Fotopoulos, Kadambot H. M. Siddique, Rakesh K. Singh, Weijian Zhuang & Rajeev K. Varshney (2023) Smart Reprograming of Plants Against Salinity Stress Using Modern Biotechnological Tools, *Critical Reviews In Biotechnology*, 43:7, 1035-1062, DOI: 10.1080/07388551.2022.2093695
- Ameriana, M. 2008. Farmer's Behavior In Using Chemical Pesticide On Vegetable. *J. Hort.*, 18(1): 95–106
- Amilia, E., Joy, B., Dan Sunardi, S. 2016. Residu Pestisida Pada Tanaman Hortikultura (Studi Kasus Di Desa Cihanjuang Rahayu Kecamatan Parongpong Kabupaten Bandung Barat). *Agrikultura*, 27(1): 23–29, 2016, Doi: 10.24198/Agrikultura.V27i1.8473.
- Aminullah E., 1985. Perkembangan Penerapan Bioteknologi Dan Rekayasa Genetik Dalam Kesehatan. *Cermin Dunia Kedokteran* No. 38: 52-55
- Anbazhagan, M., Balachandran, B. & Arumugam, K. (2014). *In Vitro Propagation Of Musa Sp. (Banana)*. *International Journal Of Current Microbiology And Applied Sciences* 3(7): 399–404.
- Ardiyanti, A. Uji Efektivitas Jamur B. Bassiana Terhadap Jangkrik (*Orthoptera gryllidae*). Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Arlianti, T., S. F. Syahid, N. N. Kristina, & O. Rostiana. (2013). Pengaruh Auksin IAA, IBA, Dan NAA terhadap Induksi Perakaran Tanaman Stevia (*Stevia rebaudiana*) Secara In Vitro. *Bul. Littro*, Volume 24, No 2.
- Asmono, S. L., Sari, V. K., & Wardana, R. (2018). Respons Pertumbuhan Tunas Mikro Stevia (*Stevia Rebaudiana* Bertoni) Secara In Vitro Pada Beberapa Jenis Sitokinin Dan Konsentrasi Air Kelapa. *Agrin*, 21(2).
- Asril, Muhammad, Widya Lestari, Basuki, Muh Fahyu Sanjaya, Refa Firgianto, Baso Manguntungi, Sri Sudewi, Monnica Kharisma Swandi, Maria Paulina, Wiwin Rewini. 2023. Mikroorganisme Pelarut Fosfat Pada Pertanian Berkelanjutan. Yayasan Kita Menulis: Medan
- Astuti, Y.W., Widodo, L.U., Budisantosa, I., 2013. Pengaruh Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Penambat Nitrogen terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat Pada Tanah Masam. *Menucript Univ. Jenderal Soedirman Purwok.*
- Aziz, M. M., Ratnasari, E., Rahayu, Y., S. 2014. Induksi Kalus Umbi Iles-Iles (*Amorphophallus Muelleri*) Dengan Kombinasi Konsentrasi 2,4-D Dan BAP Secara In Vitro. *Lenterabio*. 3(2): 109-114.
- Azizah, K. A., Didik Pudji, R., Bambang, Sugiharto. 2017. Peningkatan Efisiensi Regenerasi Melalui Optimasi Media Induksi Kalus Dengan 2,4- *Dicholorophenoxyacetic Acid* Pada Padi Indica (*Oryza Sativa* L. Var. Ciherang). *Jurnal Ilmu Dasar*. 18 (2): 91 – 98.

Badan Pusat Statistik. 2021. Statistik Hortikultura 2020. Badan Pus. Stat. 23–26.

Baker, K. F Dan R. J. Cook. 1974. Biological Control Of Microbial Plant Pathogen. San Fransisco: Freeman WH.

Baron, N. C., & Rigobelo, E. C. 2022. Endophytic Fungi: A Tool For Plant Growth Promotion And Sustainable Agriculture. *Mycology*. 13: 39–55. DOI:10.1080/21501203.2021.1945699

Baron, N. C., Rigobelo, E. C., And Zied, D. C. 2019. Filamentous Fungi In Biological Control: Current Status And Future Perspectives. *Chil. J. Agric. Res.*, 79(2): 307– 315. Doi: 10.4067/S0718-58392019000200307.

Batrisyia, B Dan Imam Haryanto. 2023. Analisis Regulasi Pada Tanaman Transgenik Dalam Perlindungan Varietas Tanaman Bagi Pemulia Tanaman. *Jurnal USM Law Review* Vol 6 No 3.

Bearth, A., Kaptan, G. & Kessler, S.H. Genome-Edited Versus Genetically-Modified Tomatoes: An Experiment On People's Perceptions And Acceptance Of Food Biotechnology In The UK And Switzerland. *Agric Hum Values* 39, 1117–1131 (2022). <https://doi.org/10.1007/S10460-022-10311-8>

Berdy, J., 2015. Microorganisms Producing Antibiotics. Caister Academic Press. Norfolk. Pp 49–64

Berg P, Baltimore D, Brenner S. 1975. Summary Statement Of The Asilomar Conference On Recombinant DNA Molecules. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*; 72:1981-84.

Blake, T., Blake, V. C., & Campbell, J. (2010). Plant Genomics. In W. H. Verheye, *Soils, Plant Growth and Crop Production*. Eolss Publications.

Brader, G., Compant, S., Mitter, B., Trognitz, F., Sessitsch, A., 2014. Metabolic Potential Of Endophytic Bacteria. *Curr. Opin. Biotechnol.* 27, 30–37

Budi, I. S. Mariana & Rachmadi. 2015. Exploration Of Tidal Swamp Rice Endophytic Fungi From South Kalimantan And Biological Control Of Rhizoctonia Solani. In Program And Abstract The 1st International Conference Of Crop Security, Brawijaya University, Malang.

Budi, S. (2020). Uji Komposisi Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Pertumbuhan Eksplan Pisang 'Barangan' (*Musa Paradisiaca* L.) Pada Media MS Secara In Vitro. *Best Journal*. 3(1): 101–111. DOI: <https://doi.org/10.30743/Best.V3i1.2475>.

Campbell, N. A. 2008. Biologi Jilid 2 Edisi 8. Jakarta: Erlangga

Cohen S. 1975. The Manipulation Of Genes. *Scientific American*; 233:25-33.

Copping, L.G. And Menn, J.J. (2000) Biopesticides: A Review Of Their Action, Applications And Efficacy. *Pest Management Science*, 56, 651-676. [http://dx.doi.org/10.1002/1526-4998\(200008\)56:8<651::AID-PS201>3.0.CO;2-U](http://dx.doi.org/10.1002/1526-4998(200008)56:8<651::AID-PS201>3.0.CO;2-U)

Daniel, J.J., Zobot, G.L., Tres, M.V., Harakava, R., Kuhn, R.C., Mazutti, M.A., 2018. *Fusarium fujikuroi*: A Novel Source Of Metabolites With Herbicidal Activity. *Biocatal Agric Biotechnol*. 14:314–320.

Demain, A.L., 2000. Microbial Biotechnology. *Trends In Biotechnology*. 8 (1): 26-31.

Deo, B., Keshari, B., & Pradhan, B. (2019). *In Vitro Propagation Of Popular Banana Cultivar (Musa Spp. Cv. Patakpura)*. *Bangladesh Journal Of Agricultural Research*, 44(4): 641–648. DOI: <https://doi.org/10.3329/Bjar.V44i4.45699>.

Dewi, N. 2018. Perbanyak Jamur *Trichoderma* sp. Pada Beberapa Media. Program Studi Biologi. Universitas PGRI Palembang.

Dikayani, Anas, A. Nuraeni, & W.A Qosim. (2017). *Response Of Shoot And Root In Vitro Cultures Of Banana Plant (Musa acuminata L.) Cv Barangan To Salinity Stresses*. *Asian J. Agric. Res.*, 11: 103-107.

Direktorat Jenderal Hortikultura. (2019). *Rencana Strategis Direktorat Jenderal Hortikultura Tahun 2020–2024*. Jakarta: Kementerian Pertanian.

Doni, F., Suhaimi, N. S. M., Mispan, M. S., Fathurrahman, F., Marzuki, B. M., Kusmoro, J., & Uphoff, N. (2022). Microbial Contributions For Rice Production: From Conventional Crop Management To The Use Of 'Omics' Technologies. *International Journal Of Molecular Sciences*, 23(2), 737.

Dwi, Niluh, Made., Waeniati., Muslimin., I Nengah, Suwatika. 2012. Pengaruh Penambahan Air Kelapa Dan Berbagai konsentrasi Hormone 2,4-D Pada Medium MS Dalam Menginduksi Kalus Tanaman Anggur Hijau (*Vitis vinifera* L.) *Jurnal Natural Science*. 1 (1): 53 – 62.

Elena, G., Köhl, J. 2020. Screening Strategies For Selection Of New Microbial Antagonists Of Plant Pathogens. Springer International Publishing. Pp. 165–181

Elfina, Y., Mardinus, T. Habazar Dan A. Bachtiar. 2016. Studi Kemampuan Isolatisolat Jamur *Trichoderma* Spp. Yang Beredar Di Sumatera Barat Untuk Pengendalian Jamur Patogen *Sclerotium Rolfsii* Pada Bibit Cabai. Dalam Purwantara, A. *Et al.*. (Penyunting), Prosiding Kongres Nasional XVI Dan Seminar Ilmiah PFI, Di Bogor. 167 - 173.

Erawati, D. N., Wardati, I., Humaida, S., & Fisdiana, U. (2020). *Micropropagation Of Vanilla (Vanilla Planifolia Andrews) With*

*Modification Of Cytokinins*. *IOP Conference Series: Earth And Environmental Science*, 411(1), 12009.

Erawati, Yeni., Raharjo., Utiya, Azizah. 2020. Pengembangan Media Ensiklopedia Bentuk Dan Fungsi Tumbuhan Melatihkan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Bidang Pendidikan Dasar*. 4 (2): 195 – 205.

FAO. (2017). *The Future Of Food And Agriculture-Trends And Challenges*. Rome.

Fauzan, Y. S. A., Sandra, E., Mulyono, D. (2015). *Elongation Study On In Vitro Agarwood (Aquilaria Beccariana Van Tiegh)*. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, 2(2), 65-72.

Ferreira, C.M.H., Vilas-Boas, Â., Sousa, C.A., Soares, H.M., Soares, E.V., 2019. Comparison Of Five Bacterial Strains Producing Siderophores With Ability To Chelate Iron Under Alkaline Conditions. *AMB Express*. 9:78.

Finkel, O.M., Castrillo, G., Herrera Paredes, S., Salas González, I., & Dangl, J.L. (2017). Understanding And Exploiting Plant Beneficial Microbes. *Plant Biology*, 38, 155-163.

Fitriani, Y., Wijana, G., & Darmawati, I. A. P. (2019). Teknik Sterilisasi Dan Efektivitas 2,4-D Terhadap Pembentukan Kalus Eksplan Daun Nilam (*Pogostemon Cablin* Benth) In Vitro. *Jurnal Agriculture Science Biotechnology*. 8(1): 41–52.

Fleury, D., Baumann, U., & Langridge, P. (2012). Plant Genome Sequencing: Models For Developing Synteny Maps And Association Mapping. *Plant Biotechnology And Agriculture*, 83-97.

Fouillaud, M., Dufossé, L., 2022. Microbial Secondary Metabolism And Biotechnology. *Microorganisms*. 10 : 123.

Frank, A. B., & Trappe, J. M. 2005. On The Nutritional Dependence Of Certain Trees On Root Symbiosis With Belowground Fungi (An

- English Translation Of A.B. Frank's Classic Paper Of 1885. *Mycorrhiza* 15: 267–275.
- Garitty, G.M., Bell, J.A., Lilburn, T.G., 2004. *Bergey's Manual Of Systematic Bacteriology, Second Edition*. Springer, New York.
- Han Li-Na, Wang Si-Jia, Chen Hui, Ren Ying, Xie Xian-An, Wang Xing-Yang, Hu Wen-Tao, Tang Ming. 2022. Arbuscular Mycorrhiza Mitigates Zinc Stress On *Eucalyptus Grandis* Through Regulating Metal Tolerance Protein Gene Expression And Ionome Uptake. *Frontiers In Plant Science*, Vol : 13. DOI=10.3389/Fpls.2022.1022696
- Handayanto, E., Muddarisna, N., Fiqri, A., 2017. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Universitas Brawijaya Press, Malang.
- Hardjowigeno, S., 1987. *Ilmu Tanah*. Kademika Pressindo, Jakarta.
- He, Li, Yanna Huang, And Xueming Tang. 2022. Rnai-Based Pest Control: Production, Application And The Fate Of Dsrna. *Front Bioeng Biotechnol.* 2022; 10: 1080576. Doi: 10.3389/Fbioe.2022.1080576.
- Heller K J. 2006. *Genetically Engineered Food-Methods And Detection*. Second Edition, Updated And Enlarged Edition, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co Kga
- Hendriyani, E., Warseno, T., Undaharta, N.I. 2020. Pengaruh Jenis Eksplan Dan Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Terhadap Induksi Kalus *Begonia bimaensis* Undaharta & Ardaka Secara In Vitro. *Jurnal Buletin Kebun Raya*. 23(1): 82–90.
- Herman, M., Pranowo, D., 2013. Pengaruh Mikroba Pelarut Fosfat Terhadap Pertumbuhan Dan Serapan Hara Benih Kakao. *Bul. RISTRI* 4, 129–138.
- Hernández, D.R., Sánchez, G.G., Porta, C.J., Tepole, F.S., Cortez, C.H., García, E.T., Camarillo, G.C., 2022. *Fundamentals And Concepts On Screening Of Microorganisms For Biotechnological Applications*. Mini Review. *Current Microbiology*. 79:373
- Hilda, R., Fraga, R., 1999. Phosphate Solubilizing Bacteria And Their Role In Plant Growth Promotion. Department Of Microbiology, Cuban Research Institute On Sugarcane By-Product (ICIDCA), Havana, Cuba.
- Hussain, Fida., Syed Z. Shah, Habib Ahmad, Samar A. Abubshait, Haya A. Abubshait, A. Laref, A. Manikandan, Heri S. Kusuma, Munawar Iqbal. 2021. Microalgae An Ecofriendly And Sustainable Wastewater Treatment Option: Biomass Application In Biofuel And Bio-Fertilizer Production. A Review, *Renewable And Sustainable Energy Reviews*. Volume 137, 2021, 110603, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110603>.
- Ibeagha-Awemu EM, Kgwatalala P, Ibeagha AE. 2008. A Critical Analysis Of Disease-Associated DNA Polymorphisms In The Genes Of Cattle, Goat, Sheep, And Pig. *Mammalian Genome*; 19:226–245.
- Imron, M., Suryanti, & Sulandri, S. 2015. Peranan Jamur Mikorizaarbuskular terhadap Perkembangan Penyakit Daun Keriting Kuning Cabai. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 19(2): 94-98.
- Iris, L., Antonio, M., Antonia, B.M, Antonio, S., 2020. Isolation, Selection, And Identification Techniques For Non-Saccharomyces Yeasts Of Oenological Interest. *Biotechnological Progress And Beverage Consumption*. Cambridge: Academic Press. Pp. 467–508
- Istvan, E. S. 2002. Structural Mechanism For Statin Inhibition Of 3-Hydroxy-3-Methylglutaryl Coenzyme A Reductase. *American Heart Journal*, 144(6): S27-S32.

Jeyarajan, R. & Nakkeeran, S. 2016. Eksploitasi Mikroorganisme Dan Jamur Sebagai Agen Biokontrol Untuk Pengendalian Penyakit Tanaman Dan Potensi Biokontrol Dan Pemanfaatannya Dalam Pertanian Berkelanjutan. USA, Penerbit Kluwer Academic/Plenum. Hlm 95–116.

Kamatham, Shilpa, Sandhya Munagapati, Kota Neela Manikanta, Rohith Vulchi, Kiranmai Chadipiralla, Sri Hari Indla And Uday Sankar Allam. 2021. Recent Advances In Engineering Crop Plants For Resistance To Insect Pests. *Egypt J Biol Pest Control* (2021) 31:120. <https://doi.org/10.1186/S41938-021-00465-8>

Kandou. 2018. Isolasi Dan Identifikasi Jamur Endofit Pada Tumbuhan Paku *Asplenium Nidus*. *Jurnal Mipa Unsrat*.

Karnilawati, S., Syakur, 2013. Fosfat Tersedia, Serapannya Serta Petumbuhan Jagung (*Zea Mays* L.) Akibat Amelioran Dan Mikoriza Pada Andisol. *Manaj. Sumberd. Lahan 2*, 231–239.

Ketut. 2017. Mikroba Potensial Dalam Pengendalian Biologi Patogen Tanaman. *Pelawa Sari. Jurnal Mipa Unsrat*.

Kouhen, Muhammad, Pedro García-Caparrós, Richard M. Twyman, Chedly Abdelly, Henda Mahmoudi, Stefan Schillberg & Ahmed Debez (2023) Improving Environmental Stress Resilience In Crops By Genome Editing: Insights From Extremophile Plants, *Critical Reviews In Biotechnology*, 43:4, 559-574, DOI: 10.1080/07388551.2022.2042481

Kulkarni S, Goswami A. 2019. Effect Of Excess Fertilizers And Nutrients: A Review On Impact On Plants And Human Population. *SSRN Electron. J.* 2094–2099. DOI: 10.2139/Ssrn.3358171.

Kusuma, R.M. 2015. Potensi Jamur *B. Bassiana* (Bals.) Vuill. (Hypocreales: Cordycipitaceae) Sebagai Jamur Endofit Dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Pada Tanaman Kedelai

(*Glycine Max* (L.) Merrill). Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang

Landon, J.R., 1984. *Booker Tropical Soil Manual. A Handbook For Soil Survey An Agricultural Land Evaluation In The Tropics And Subtropics*. Longman Inc., New York.

Lee, H.S., G. Yi, K.M. Kim. 2015. Stability Of PAC (Psy-2A-Crti) Gene And Agronomic Traits In The F2: 3 Of IR36/PAC Transgenic Plants. *J. Integr. Agric.* 14:1163-1170. DOI:10.1016/S2095-3119(14)60865-0

Leger, R. J. S., & Wang, C. 2010. Genetic Engineering Of Fungal Biocontrol Agents To Achieve Greater Efficacy Against Insect Pests. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 85(4): 901–907.

Lestari, 2014. Potensi Cendawan Endofit Nonpatogen Asal Akar Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.) sebagai Biofungisida Patogen *Fusarium oxysporum*. *Jurnal Agriplus*, 24 (02): 177-183.

Liferdi, L., 2010. Efek Pemberian Fosfat Terhadap Pertumbuhan Dan Status Hara Pada Bibit Manggis. *Hort* 20, 18–26.

Low, L.; Yang, S.; Kok, D.A.; Ong-Abdullah, J.; Tan, N.; Lai, K. Transgenic Plants: Gene Constructs, Vector And Transformation Method. In *New Visions In Plant Science*; Intechopen: London, UK, 2018; Pp. 41–61.

Lugtenberg, B., 2015. Life Of Microbes In The Rhizosphere. In: Lugtenberg, B. (Ed.), *Principles Of Plant-Microbe Interactions*. Springer International Publishing Switzerland, Heidelberg, Pp. 7–15

Lyubenova, Aneta, Mila Rusanova, Milena Nikolova & Slavtcho B. Slavov. 2023. Plant Extracts And *Trichoderma* Spp: Possibilities For Implementation In Agriculture As Biopesticides, *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 37:1, 159-166, DOI: 10.1080/13102818.2023.2166869

Madigan, M.T., Martinko, J.M., Parker, J., 2005. Brock Biology Of Microorganism (11th Edition). Prentice Hall Pearson Education Inc., New Jersey.

Manurung, B. H., Revandy, I. D Dan Eva, S. B. 2018. Kombinasi 2,4 D Dan BAP Untuk Induksi Kalus Embriogenik Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine Max* (L.) Merrill) Pada Kondisi Hipoksia Secara In Vitro. *Jurnal Agro Teknologi*. 6(1): 86-92.

Marks, R. A., Hotaling, S., Frandsen, P. B., & Vanburen, R. (2021). Representation And Participation Across 20 Years Of Plant Genome Sequencing. *Nature Plants*, 1571-1578.

Martini, Dwi., Diman, Ade, Mulada., Dewi, Sartika. 2020. Bioteknologi Tradisional Dan Sumber Daya Genetika Indonesia: Kasus Pemanfaatan Oleh Industry Farmasi. *Jurnal Kompilasi Hukum*. 5 (1): 130-153.

Mason, K.A., Losos, J.B. And Duncan, T. (2020) 'Genetic And Molecular Biology', In *Biology*. 12th Edn. New York, NY: Mcgraw-Hill Education.

Mchughen A, Smyth S. 2008. US Regulatory System For Genetically Modified [Genetically Modified Organism (GMO), Rdna Or Transgenic] Crop Cultivars. *Plant Biotechnology Journal*; 6:2-12.

Meena, R.S., Kumar, S., Datta, R., Lal, R., Vijayakumar, V., Brtnicky, M., & Pathan, S.I. (2020). Impact Of Agrochemicals On Soil Microbiota And Management: A Review. *Land*, 9 (2), 34.

Moghannem, S.A., Farag, M., Shehab, A.M., Azab, M.S., 2018. Exopolysaccharide Production From *Bacillus Velezensis* KY471306 Using Statistical Experimental Design. *Braz J Microbiol*. 49:452-462.

Mosttafiz, S.B., Rahman, M., 2012. Biotechnology: Role Of Microbes In Sustainable Agriculture And Environmental Health. *The Internet Journal Of Microbiology*. Volume 10: 1

Mtibaà, R., Hernández, D.R., Pozo, C., Nasri, M., Mechichi, T., González, J., Aranda, E., 2018. Degradation Of Bisphenol A And Acute Toxicity Reduction By Diferent Thermo-Tolerant Ascomycete Strains Isolated From Arid Soils. *Ecotox Environ Safe*. 156:87-96.

Mukti, B.H., 2009. Produktivitas Kedelai Pada Tanah Masam Diperkaya Gambut, Pupuk N, dan *Bradyrhizobium japonicum*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Munekata, P.E., Pateiro, M., Zhang, W., Domínguez, R., Xing, L., Fierro, E.M., Lorenzo, J.M., 2020. Autochthonous Probiotics In Meat Products: Selection, Identification, And Their Use As Starter Culture. *Microorganisms*. 8:1833.

Murad, A.M., R.A. Laumann, T.A. Lima, R.B.C. Sarmento, E.F. Noronha, T.L. Rocha, M.C. Valadares-Inglis & O.L. Franco. 2006. Screening Of Entomopathogenic Metarhizium Anisopliae Isolates And Proteomic Analysis Of Secretion Synthesized In Response To Cowpea Weevil (*Callosobruchus maculatus*) Exoskeleton, P. 365-370. Comparative Biochemistry And Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, Vol. 142, Issues 3-4, March-April 2006.

Mutmainnah, L., Anas, I., Nugroho, B., Basuki, 2023. Studi Karakteristik Bakteri Pelarut Kalium (BPK) Pada Lahan Tebu (*Saccharum Officinarum* Linn). *AGRITROP J. Imu-Ilmu Pertan*. 21, 1-11.

Ngadin, L. C. N. A., Azhari, M., And Zahari, N. A. 2015. Potential Of Trichoderma Spp. As Biological Control Agents Against Bakanae Pathogen (*Fusarium fujikuroi*) In Rice. *Asian J. Plant Pathol.*, 9(2): 46-58, Doi: 10.3923/Ajppaj.2015.46.58.

Nicholl DST. 2008. An Introduction To Genetic Engineering. Cambridge University Press.

Novriani, 2010. Alternatif Pengelolaan Unsur Hara P (Fosfat) Pada Budidaya Jagung. *Agronomis* 2, 42–49.

Nurhayati. (2011). Penggunaan Jamur Dan Bakteri Dalam Pengendalian Penyakit Tanaman Secara Hayati Yang Ramah Lingkungan. In (Ed.). *Prosiding Semirata Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat* (Pp. 316- 321). Sumatera Selatan, Indonesia

Nurmawati, Ama, Dan Farha Ashliyah Annur Rufaida. 2023. Pengaruh Rekayasa Genetika Pada Organtumbuhan Produk Pangan. *Journal Of Technology, Education And Social Humanities (Ijotes) Bengkulu*. Volume 1, Nomor 2.

Oka, I. N. 2005. *Pengendalian Hama Terpadu Dan Implementasinya Di Indonesia*. Yogyakarta: UGM Press, 2005

Ortiz, A., Sansinenea, E. Recent Advancements For Microorganisms And Their Natural Compounds Useful In Agriculture. *Appl Microbiol Biotechnol* 105, 891–897 (2021). <https://doi.org/10.1007/S00253-020-11030-Y>

Parmar, P., Sindhu, S.S., 2013. Potassium Solubilization By Rhizosphere Bacteria: Influence Of Nutritional And Environmental Conditions. *J Microbiol Res* 3, 25–31.

Peterson, G. D., Cumming, G. S., & Carpenter, S. R. 2003. Scenario Planning: A Tool For Conservation In An Uncertain World. *Scenarios As Tools For Conservation, Conservation Biology*, 17(2): 358–366.

Pham, J.V., Yilma, M.A., Feliz, A., Majid, M.T., Maffetone, N., Walker, J.R., Kim, E., Cho, H.J., Reynolds, J.M., Song, M.C., Park, S.R., Yoon, Y.J., 2019. A Review Of The Microbial Production Of Bioactive Natural Products And Biologics. *Front. Microbiol.* 10:1404

Phartiban, P. 2018. Genetic Improvement Of Fungal Pathogens. *Adv. Plants Agric. Res.* 8(1): 3-8 Doi: 10.15406/Apar.2018.08.00283.

Pragoyo. 2016. *Berita Biologi Ilmu-Ilmu Hayati*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

Prasad, B. K., Singh G., & Sharma, A. K. 2022. Bio-Management Of Diseases And Insect Pests In Vegetable Crops. *Pharma Innov.* 11: 153–155

Pratama, D., Anas, I., Suwarno, 2016. Ability Of Potassium-Solubilising Microbes To Solubilize Feldspar And Their Effects On Sorghum Growth. *Malays. J. Soil Sci.* 20, 163–175.

Prayudyaningsih, R., Nursyamsi, Sari, R., 2015. Mikroorganisme Tanah Bermanfaat Pada Rhizosfer Tanaman Umbi Di Bawah Tegakan Hutan Rakyat Sulawesi Selatan. *Sem Nas Masy Biodiv Indon* 1, 954–959.

Purba, T., Ningsih, H., Purwaningsih, Junaedi, A.S., Gunawan, B., Junairiah, Firgiyanto, R., Arsi, 2021. Tanah Dan Nutrisi Tanaman. Yayasan Kita Menulis.

Purwantisari, S. & Hastuti, R.B. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora* Infestans Penyebab Penyakit Busuk Daun Dan Umbi Tanaman Kentang Dengan Menggunakan *Trichoderma* Spp. *Isolat Lokal. BIOMA.* 11(1): 24–32.

Putri, A. Y., & Utami, U. 2020. Studi Bioteknologi Pengendalian Hayati Dengan Berbagai Jamur. *Prosiding Seminar Nasional, Sains Dan Teknologi Terapan.* 3(1): 543-551.

Putrika, A. (2023). Jenis-jenis Tumbuhan Yang Berpotensi Sebagai Sumber Bahan Bakar Alternatif Masa Depan. *Biologi Terapan Untuk Masa Depan Dan Kemajuan Bangsa, Yayasan Pustaka Obor Indonesia, Jakarta.* 237.

Rahman, R., Anshar, M., Baharudin, 2015. Aplikasi Bakteri Pelarut Fosfat, Bakteri Penambat Nitrogen, Dan Mikoriza Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). *Agrotekbis* 3, 316–328.

Ranjan, A.; Ichihashi, Y.; Sinha, N.R. The Tomato Genome: Implications For Plant Breeding, Genomics And Evolution. *Genome Biol.* 2012, 13, 167.

Ratdiana, 2007. Kajian Pemanfaatan Air Kelapa Dan Limbah Cair Peternakan Sebagai Media Alternatif Perbanyakan *Pseudomonas Fluorescens* Serta Uji Potensi Antagonisnya Terhadap *Ralstonia Rolfsii*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Ratnawati, R. (2019). *In Vitro Propagation Of Vanilla (Vanilla Planifolia Andr.) On Different Concentration Of Cytokinins. Agroplantae: Jurnal Ilmiah Terapan Budidaya Dan Pengelolaan Tanaman Pertanian Dan Perkebunan*, 8(1), 14-17.

Reale, A., Zotta, T., Ianniello, R.G., Mamone, G., Di Renzo, T., 2020. Selection Criteria Of Lactic Acid Bacteria To Be Used As Starter For Sweet And Salty Leavened Baked Products. *LWT.* 133:110092.

Ruiz, B., Chávez, A., Forero, A., García-Huante, Y., Romero, A., Sánchez, M., 2010. Production Of Microbial Secondary Metabolites: Regulation By The Carbon Source. *Crit. Rev. Microbiol.* 36, 146–167.

Sabarwal A, Kumar K, Singh RP. 2018. Hazardous Effects Of Chemical Pesticides On Human Health–Cancer And Other Associated Disorders. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 63:103–114. DOI: 10.1016/J.Etap.2018.08.018.

Salem, R., Soliman, M., Fergala, A., Audette, G.F., El Dyasti, A., 2021. Screening For Methane Utilizing Mixed Communities With

High Polyhydroxybutyrate (PHB) Production Capacity Using Different Design Approaches. *Polymers.* 13:1579

Salisbury, F.B., Ross, C.W., 1995. Fisiologi Tumbuhan. ITB, Bandung.

Sani, M. N. H., Hasan, M., Uddain, J., & Subramaniam, S. (2020). Impact Of Application Of Trichoderma And Biochar On Growth, Productivity And Nutritional Quality Of Tomato Under Reduced NPK Fertilization. *Annals Of Agricultural Sciences*, 65(1), 107-115.

Santoso, I. 2007. Biologi Pelajaran Untuk SMA/MA Kelas X. Bekasi: Interplus.

Sapalina Fadilla, Eko Noviandi, Dan Fandi Hidayat. 2022. Bakteri Penambat Nitrogen Sebagai Agen Biofertilizer. *Warta PPKS*, 2022, 27(1): 41-50

Sari, Indah Puspita. 2023. Potensi Bakteri Pelarut Silika Dalam Meningkatkan Toleransi Cekaman Kekeringan Pada Tanaman Jagung. Institut Pertanian Bogor [Tesis]. Bogor

Savci S. 2012. An Agricultural Pollutant: Chemical Fertilizer. *Int. J. Environ. Sci. Dev.* 3, 73–80. DOI: 10.7763/Ijesd.2012.V3.191.

Schaad, N.W., 2001. Initial Identification Of Common Genera, In: Schaad, N.W., J. B. Jones, And W. Chun (Eds), *Laboratory Guide For Identification Of Plant Pathogenic Bacteria*, 3rd Edition. APS Press, St. Paul, Minnesota.

Schuster A, Schmoll M. (2010). Biology And Biotechnology Of Trichoderma. *Applied Microbiology And Biotechnology*, 87(3): 787-799.

Setiawati, T.C., Mihardja, P.A., 2008. Identifikasi Dan Kuantifikasi Metabolit Bakteri Pelarut Fosfat Dan Pengaruhnya Terhadap Aktivitas Rhizoctonia Solani Pada Tanaman Kedelai. *Tanah Trop* 13, 233–240.

Shaoshuai Liu, Maelle Jaouannet, D'Maris Amick Dempsey, Jafargholi Imani, Christine Coustau, Karl-Heinz Kogel. 2020. RNA-Based Technologies For Insect Control In Plant Production, *Biotechnology Advances*, Volume 39, 2020, 107463, <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2019.107463>.

Shokryazdan, P., Faseleh., Jahromi, M., Liang, J.B., Ho, Y., 2017. Probiotics: From Isolation To Application. *J Am Coll Nutr.* 36:666–676.

Singer M, Söll D. 1973. Letter: Guidelines For DNA Hybrid Molecules. *Science*; 181:1114.

Singh, B.G., 2009. Exploring Microbial Diversity For Biotechnology: The Way Forward. *Trends In Biotechnology*. Vol.28 No.3 : 111-116

Singh, B.P., Rateb, M.E., Rodriguez-Couto, S., Polizeli, M., Liw, J., 2019. Microbial Secondary Metabolites: Recent Developments And Technological Challenges. *Front. Microbiol.* 10:914.

Singh, J.S., 2018. Crop Residues Management In Agro-Environmental Sustainability. *Clim. Chang.* 4 (16), 653–660

Soesanto, L. 2014. Metabolit Sekunder Agensia Pengendali Hayati: Terobosan Baru Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Perkebunan. Terobosan Baru Atasi Pengganggu Tanaman. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Organisme Pengganggu Tanaman Ramah Lingkungan. Jurusan HPT, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

Srilestari R, Dan E.R Sasmita. (2015). Perbanyak Pisang Raja Bulu Secara In Vitro Dengan Menggunakan Pupuk Daun. *Agrivet.* (2015) 19: 1-16

Subandi, 2013. Peran Dan Pengelolaan Hara Kalium Untuk Produksi Pangan Di Indonesia. *Pengemb. Inov. Pertan.* 6, 1–10.

Sukmadewi, D.K.T., Anas, I., Widyastuti, R., Citraresmini, A., 2019. Peningkatan Kemampuan Mikroba Pelarut Fosfat Dan Kalium Melalui Teknik Mutasi Iradiasi Gamma. *J. Ilm. Apl. Isot. Dan Radiasi* 15, 67–75.

Sukmadewi, D.K.T., Singapurwa, N.M.A.S., Candra, I.P., 2022. Isolasi Dan Uji Kemampuan Bakteri Pelarut Kalium Dari Tanah Sawah Dengan Sistem Irigasi Subak. *J. Agung Trop.* 10, 413–419. <http://dx.doi.org/10.23960/jat.v10i3.5450>

Sulichantini, E. D. (2016). Pengaruh Konsentrasi Zat Penagtur Tumbuh Terhadap Regenerasi Bawang Putih (*Allium sativum* L.) Secara Kultur Jaringan. *Jurnal Agrifor*: 15(1),29-36.

Sun, J., Cao, C., Feng, M., Xu, X., Zhou, G., 2019. Technological And Safety Characterization Of Coagulase-Negative Staphylococci With High Protease Activity Isolated From Traditional Chinese Fermented Sausages. *LWT.* 114:108371.

Susilowati, A. Dan S. Listyawati. (2001). Keanekaragaman Jenis Mikroorganisme Sumber Kontaminasi Kultur In Vitro Di Sub-Lab. Biologi Laboratorium MIPA Pusat UNS. *Jurnal Biodiversitas*, 2(1), Januari 2001, 110-114.

Sutanto, R., 2002. Penerapan Pertanian Organik. Kanisius, Yogyakarta.

Taqdir, I., 2008. Kombinasi Antara Pupuk Hayati Dan Sumber Nutrisi Dalam Memacu Serapan. Penebar Swadaya, Jakarta.

Tentorku., 2015. Cara Reproduksi Fungi (Jamur). [Internet] <https://www.tentorku.com/cara-reproduksi-fungi-jamur/>. (Diakses Pada Tanggal 3 Desember 2023).

Tuhuteru, S., Rumbiak, R. E. Y., & Inrianti. 2023. Mikoriza: Solusi Budidaya Cabai Rawit Di Lahan Kering. Penerbit CV. Eureka Media Aksara, Pp. 1-73. Purbalingga.

Tulak, A., Inrianti, Nurdin, Muh., Maulidiyah, 2021. Agribisnis Cabai Rawit "Usahatani Cabai Rawit Organik Pada Dataran Tinggi Pegunungan Tengah Papua Jayawijaya." Qiara Media, Pasuruan.

Ulfayani, M. 2020. Diktat MIKROBIOLOGI. Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara [Http://Repository.Uinsu.Ac.Id/8575/1/Diktat .Pdf](http://Repository.Uinsu.Ac.Id/8575/1/Diktat.Pdf)

Um M., Zakaria, Galadima, I. B., And Gambo, F. M. 2018. A Review On The Use Of Entomopathogenic Fungi In The Management Of Insect Pests Of Field Crops. *J. Entomol. Zool. Stud.* 6(1): 27–32.

Untung, K. 1996. Pengendalian Hayati Dalam Kerangka Konversi Keanekaragaman Hayati. Makalah Seminar Nasional Pengendalian Hayati. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 25 November 1996. 13 P.

Utami, U., Nisa, C., Putri, A. Y., And Rahmawati, E. 2019. The Potency Of Secondary Metabolites Endophytic Fungi *Trichoderma* Sp As Biocontrol Of *Colletotrichum* Sp And *Fusarium Oxysporum* Causing Disease In Chili. *AIP Conf. Proc.*, 2120. Doi: 10.1063/1.5115758.

Van Acker, R., Rahman, M., & Cici, S. 2017. Pros And Cons Of GMO Crop Farming. Oxford Research Encyclopedia Of Environmental Science. Retrieved From <https://Oxfordre.Com/Environmentalscience/View/10.1093/Acrefore/9780199389414.001.0001/Acrefore-9780199389414-E-217>.

Van Loon, L. C. 2000. Systemic Induced Resistance Dalam Susarenko, A., Fraser, R.S.S., Van Loon, L. C. Editor. Mechanisms Of Resistance To Plant Diseases. Netherland:Kluwr Academic Publisher. 521-574

Voidarou, C., Alexopoulos, A., Tsinas, A., Rozos, G., Tzora, A., Skoufos, I., Varzakas, T., Bezirtzoglou, E., 2020. Effectiveness Of

Bacteriocin-Producing Lactic Acid Bacteria And Bifidobacterium Isolated From Honeycombs Against Spoilage Microorganisms And Pathogens Isolated From Fruits And Vegetables. *Appl Sci.* 10:7309.

Waluyo, L., 2013. Mikrobiologi Lingkungan. UMM Press, Malang.

Weaver, R. F. (2012). *Molecular Biologist Fifth Edition*. New York: McGraw-Hill.

Webster J & Weber RWS. 2007. Introductory To Fungi. Third Edition. Cambridge University Press. Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, São Paulo. 841p.

Wibisono, Bayu V., Mai Abdul Imam Buqorid., Agus Dyansahd., Hartatiks., & Ubaidillahm. (2022). Morphological And Molecular Characterization Of Introduced Golden Rice F8 Lines To Blast And Bacterial Leaf Blight Diseases. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal Of Agronomy)*, 50(3), 242-248. <https://doi.org/10.24831/jai.v50i3.41305>

Widawati, S., Suliasih, 2006. Augmentasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) Potensial Sebagai Pemacu Pertumbuhan Cysin (*Brasica caventis* Oed.) Di Tanah Marginal. *Biodiversitas* 7, 10–14.

Widyanti, A.S., Susila, A.D., 2015. Rekomendasi Pemupukan Kalium Pada Budidaya Cabai Merah Besar (*Capscicum annum* L.) Di Inceptisol Dramaga. *Hort Indones.* 6, 65–74.

Williams JL. 2005. The Use Of Marker-Assisted Selection In Animal Breeding And Biotechnology. *Scientific And Technical Review Of The Office International Des Epizooties*; 24:379-391.

Winarso, S., 2005. Kesuburan Tanah "Dasar Kesehatan Dan Kualitas Tanah", Pertama. Ed. Gava Media, Yogyakarta.

Yani, S. 2020. Mikologi, Cetakan Ke-1. PT. Freeline Cipta Granesia, Sumatera Barat, Pp. 1-126.

- Yani, S., Opik, T., & Yuni, K. 2020. Mikologi. Freeline Cipta Granesia
- Yonindi, Naomi Berthi., Retno Apriasti, Netty Ermawati, Bambang Sugiharto. 2022. Stabilitas Genetik Klon Tanaman Tebu Transgenik Berbasis Rnai Dan Ketahanannya Terhadap Infeksi SCMV. *Agriprima Journal Of Applied Agricultural Sciences*. Vol. 6, No. 1, Hal. 35 -44 DOI: 10.25047/Agriprima.V6i1.452
- Yuliani, T. S., Triwidodo, H., Dan Panjaitan, N. 2011. Perilaku Penggunaan Pestisida: Studi Kasus Pengendalian Hama Pemukiman Di Permukiman Perkotaan DKI Jakarta. *Forum Pascasarj.*, 34: 195–212.
- Yuwono Prianto And Swara Yudhasasmita. 2017. "Tanaman Genetically Modified Organism (GMO) Dan Perspektif hukumnya Di Indonesia," *Al-Kauniah: Jurnal Biologi* 10, No. 2 (2017): 133–42, <https://doi.org/10.15408/Kauniah.V10i2.5264>
- Zepeda-Giraud, L.F., Olicón-Hernández, D.R., Pardo, J.P., Villanueva, M.G.A., Guerra-Sánchez, G., 2020. Biological Control Of *Thielaviopsis Paradoxa* And *Colletotrichum Gloeosporioides* By The Extracellular Enzymes Of *Wickerhamomyces Anomalus*. *Agriculture*. 10:325.
- Zhong, Z., Liu, G., Tang, Z. Efficient Plant Genome Engineering Using A Probiotic Sourced CRISPR-Cas9 System. *Nat Commun* 14, 6102 (2023). <https://doi.org/10.1038/S41467-023-41802-9>
- Zhu, H., Zhang, H., Xu, Y., Laššáková, S., Korabečná, M., Neuzil, P., 2020. PCR Past, Present And Future. *Biotechniques* 69:317–325
- Zikankuba VL, Mwanyika G, Ntwenya JE, James A. 2019. Pesticide Regulations And Their Malpractice Implications On Food And Environment Safety. *Cogent Food Agric*. 5. DOI: 10.1080/23311932.2019.1601544.
- Clyde, D. (2020). From a distance-gene regulation in plants. *Nat Rev Genet*, 68-69.
- Kohler, A., & Hurt, E. (2007). Exporting RNA from the nucleus to the cytoplasm. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 761-773.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., Stahl, D. A., & Clark, D. P. (2012). *Brock Biology of Microorganisms*. San Fransisco: Pearson Education Inc.
- Petrillio, E., Herz, M. A., Barta, A., Kalyna, M., & Kornblihtt, A. (2015). Let there be light: Regulation of gene expression in plants. *RNA biology*, 1215-1220.
- Volgin, D. V. (2014). Gene Expression : Analysis and Quantitation. In A. S. Verma, & A. Sigh, *Animal Biotechnology Models in Discovery and Translation*. Philadelphia: Elsevier.
- Weaver, R. F. (2012). *Molecular Biologt Fifth Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Abbas, H. F. (2016). *In Simplified Manner Microbial Genetics*. Deutschland: Scholar's Press.
- Cornell, B. (2016). *Gene Expression*. Retrieved from BioNinja: <https://ib.bioninja.com.au/higher-level/topic-7-nucleic-acids/72-transcription-and-gene/gene-expression.html>
- Lu, Q., Chen, Z., Ji, D., Mao, Y., Jiang, Q., Yang, Z., & Looor, J. J. (2021). Progress on the Regulation of Ruminant Milk Fat by Noncoding RNAs and ceRNAs. *Frontiers in Genetics*, 1-14.
- Yesudhas, D., Batool, M., Anwar, M., Panneerselvam, S., & Choi, S. (2017). Proteins Recognizing DNA: Structural Uniqueness and Versatility of DNA-Binding Domains in Stem Cell Transcription Factors. *Genes*.
- Haberlandt G (1902) Kulturversuche mit isolierten pflanzenzellen. *Sber Akad Wiss Wein* 111:69–92

White PR (1934) Potentially unlimited growth of excised tomato root tips in a liquid medium. *Plant Physiol* 9:585–600. <https://doi.org/10.1104/pp.9.3.585>

White PR (1939) Controlled differentiation in a plant tissue culture. *Bull Torrey Bot Club* 66:507–513

White PR (1939) Potentially unlimited growth of excised plant callus in an artificial nutrient. *Am J Bot* 26:59–64.

Thimann KV, Schneider CL (1939) The relative activities of different auxins. *Am J Bot* 26:328–333.

Miller CO, Skoog F, Von Saltza MH et al (1955) Kinetin, a cell division factor from deoxyribonucleic acid. *J Am Chem Soc* 77:1392. <https://doi.org/10.1021/ja01610a105>

Larkin PJ, Scowcroft WR (1981) Somaclonal variation -a novel source of variability from cell cultures for plant improvement. *Theor Appl Genet* 60:197–214. <https://doi.org/10.1007/BF02342540>

Lotfi M, Alan AR, Henning MJ et al (2003) Production of haploid and doubled haploid plants of melon (*Cucumis melo* L.) for use in breeding for multiple virus resistance. *Plant Cell Rep* 21:1121–1128. <https://doi.org/10.1007/s00299-003-0636-3>

Germanà MA (2011) Anther culture for haploid and doubled haploid production. *Plant Cell Tissue Org* 104:283–300. <https://doi.org/10.1007/s11240-010-9852-z>

Gatehouse JA (2008) Biotechnological prospects for engineering insect-resistant plants. *Plant Physiol* 146:881–887. <https://doi.org/10.1104/pp.107.111096>

Green JM, Owen MDK (2011) Herbicideresistant crops: utilities and limitations for herbicide-resistant weed management. *J Agric Food Chem* 59:5819–5829. <https://doi.org/10.1021/jf101286h>

Zhang HX, Blumwald E (2001) Transgenic salt-tolerant tomato plants accumulate salt in foliage but not in fruit. *Nat Biotechnol* 19:765. <https://doi.org/10.1038/90824>

Hu H, Dai M, Yao J et al (2006) Overexpressing a NAM, ATAF, and CUC (NAC) transcription factor enhances drought resistance and salt tolerance in rice. *Proc Natl Acad Sci U S A* 103:12987–12992. <https://doi.org/10.1073/pnas.0604882103>

Rivero RM, Kojima M, Gepstein A et al (2007) Delayed leaf senescence induces extreme drought tolerance in a flowering plant. *Proc Natl Acad Sci U S A* 104:19631–19636. <https://doi.org/10.1073/pnas.0709453104>

Todaka D, Shinozaki K, Yamaguchi-Shinozaki K (2015) Recent advances in the dissection of drought-stress regulatory networks and strategies for development of drought-tolerant transgenic rice plants. *Front Plant Sci* 6:84. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00084>

Sanghera GS, Wani SH, Hussain W et al (2011) Engineering cold stress tolerance in crop plants. *Curr Genomics* 12:30–43. <https://doi.org/10.2174/138920211794520178>

Cardi T, Neal Stewart C (2016) Progress of targeted genome modification approaches in higher plants. *Plant Cell Rep* 35:1401–1416. <https://doi.org/10.1007/s00299-016-1975-1>

Subburaj S, Tu L, Jin YT et al (2016) Targeted genome editing, an alternative tool for trait improvement in horticultural crops. *Hortic Environ Biotechnol* 57:531–543. <https://doi.org/10.1007/s13580-016-0281-8>

Kanchiswamy CN (2016) DNA-free genome editing methods for targeted crop improvement. *Plant Cell Rep* 35:1469–1474. <https://doi.org/10.1007/s00299-016-1982-2>

Li M, Li X, Zhou Z et al (2016) Reassessment of the four yield-related genes *Gn1a*, *DEP1*, *GS3*, and *IPA1* in rice using a CRISPR/Cas9 system. *Front Plant Sci* 7:377. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00377>

Neelakandan AK, Wang K (2012) Recent progress in the understanding of tissue culture-induced genome level changes in plants and potential applications. *Plant Cell Rep* 31:597–620. <https://doi.org/10.1007/s00299-011-1202-z>

Wickramasuriya AM, Dunwell JM (2015) Global scale transcriptome analysis of *Arabidopsis* embryogenesis in vitro. *BMC Genomics* 16:301. <https://doi.org/10.1186/s12864-015-1504-6>

Imin N, Nizamidin M, Daniher D et al (2005) Proteomic analysis of somatic embryogenesis in *Medicago truncatula*. Explant cultures grown under 6-benzylaminopurine and 1-naphthaleneacetic acid treatments. *Plant Physiol* 137:1250–1260. <https://doi.org/10.1104/pp.104.055277>

Turi CE, Axwik KE, Murch SJ (2014) In vitro conservation, phytochemistry, and medicinal activity of *Artemisia tridentata* Nutt.: metabolomics as a hypothesis-generating tool for plant tissue culture. *Plant Growth Regul* 74:239–250. <https://doi.org/10.1007/s10725-014-9915-y>

Vasilev N, Boccard J, Lang G et al (2016) Structured plant metabolomics for the simultaneous exploration of multiple factors. *Sci Rep* 6:37390. <https://doi.org/10.1038/srep37390>

Srivastava V, Underwood JL, Zhao S (2017) Dual-targeting by CRISPR/Cas9 for precise excision of transgenes from rice genome. *Plant Cell Tissue Org* 129:153–160. <https://doi.org/10.1007/s11240-016-1166-3>

Wang Y, Cheng X, Shan Q et al (2014) Simultaneous editing of three homoeoalleles in hexaploid bread wheat confers heritable

resistance to powdery mildew. *Nat Biotechnol* 32:947–951. <https://doi.org/10.1038/nbt.2969>

Feng C, Yuan J, Wang R et al (2016) Efficient targeted genome modification in maize using CRISPR/Cas9 system. *J Genet Genomics* 43:37–43. <https://doi.org/10.1016/j.jgg.2015.10.002>

Soyk S, Muller NA, Park SJ et al (2017) Variation in the flowering gene *SELF PRUNING 5G* promotes day-neutrality and early yield in tomato. *Nat Genet* 49:162–168. <https://doi.org/10.1038/ng.3733>

Wang S, Zhang S, Wang W et al (2015) Efficient targeted mutagenesis in potato by the CRISPR/Cas9 system. *Plant Cell Rep* 34:1473–1476. <https://doi.org/10.1007/s00299-015-1816-7>

Bidwell, R.G.S. 1979. *Plant Physiology*. MacMillan Publishing Co., New York

Salisbury, F., B. and Ross, C.W. 1992. *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Company, California.

## BIODATA PENULIS



**Jabal Rahmat Ashar SP., M.Si** lahir di Waepejje 9 Juni 1992. Memulai Pendidikan formal di Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan. Menyelesaikan Pendidikan S1 di Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar tahun 2014 kemudian melanjutkan pendidikan Magister S2 di Institut Pertanian Bogor (IPB University) dengan konsentrasi ilmu Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, selesai tahun 2017. Sejak tahun 2023, penulis kemudian melanjutkan Pendidikan di tingkat Doktor (S3) pada Jurusan Ilmu Pertanian, Universitas Hasanuddin Makassar. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen tetap di Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Muslim Indonesia (UMI) Makassar. Selama menjadi dosen, telah banyak penelitian dan pengabdian yang dihasilkan dan di *publish* di beberapa jurnal nasional maupun internasional bereputasi karena ini merupakan bagian dari tridharma perguruan tinggi yang harus dipenuhi. Selain tugas pokok sebagai dosen, Pimpinan Universitas juga memberikan tugas tambahan sebagai *person in charge* (PIC) pertukaran mahasiswa *inbound* dan *outbound* Universitas Muslim Indonesia sejak tahun 2022.



**A. Farhanah, S.P., M.Si** lahir di Kota Makassar pada tanggal 29 Oktober 1992. Ia Lulus Jenjang S1 pada tahun 2016 hingga mendapat gelar Sarjana Pertanian di Universitas Hasanuddin dan S2 pada tahun 2017 di Institut Pertanian Bogor. Sejak 2019 hingga saat ini ia tercatat sebagai dosen tetap untuk mata kuliah Pemuliaan Tanaman di Politeknik Pembangunan Pertanian (Polbangtan) Gowa. Selain mengajar ia aktif dalam kegiatan tridharma lainnya, diantaranya ialah penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Saat ini ia pun diamanahi sebagai Sekertaris Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat di Polbangtan Gowa. Beberapa penelitian yang berhasil didanai oleh Kementerian Pertanian RI hingga sekarang berjudul : Identifikasi Mikroba Pada Blotong, Pengaruhnyaterhadap Kualitas Tanah Alfisol dan Produksi Tanaman Jagung (2019), Optimalisasi Pemenuhan Nutrisi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Cabai (*Capsicum annum* L.) Varietas Ayesha IPB (2021), Pemanfaatan Pupuk Kasgot dan Air Cucian Ikan Bandeng dalam Meningkatkan Produktivitas Microgreens Pakcoy untuk Pertanian Perkotaan (2022), dan Peningkatan Produksi Tanaman Selada pada Sistem Vertikultur dengan Pengaplikasian POC Jakaba (2023). Adapun karya buku yang telah ditulisnya pada tahun 2022 adalah Polbangtan Membangun Negeri: Candradimuka Pendidikan Vokasi Pertanian.



**Bagus Dwi Hari Setyono, S.Pi., M.P.** lahir di Kota Mataram pada tanggal 3 Agustus 1984. Program Sarjana dan Magister diselesaikan di Universitas Brawijaya, Malang pada tahun 2006 dan 2008. Sejak tahun 2009 menjadi dosen Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram. Saat ini ia tercatat sebagai dosen tetap untuk mata kuliah Teknologi Budidaya Perairan Tawar, Teknologi Budidaya Perairan Payau, Teknologi Budidaya Ikan Hias, Manajemen Agribisnis Perikanan, dan Kewirausahaan. Selain mengajar ia aktif dalam kegiatan tridarma lainnya diantaranya ialah penelitian dan pengabdian. Saat ini ia diamanahi sebagai ketua Program Studi D3 Budidaya Perikanan Program Vokasi Universitas Mataram (PDD) di Kabupaten Lombok Utara.



**Dr. Irene Mariane, SH.CN.MH.** lahir di Sorong, Papua Barat, pada tanggal 8 Maret 1971. Menempuh pendidikan S1 di FH Usakti, tamat tahun 1994, Pendidikan Notariat FH UI, tamat tahun 1998, Pendidikan Magister Ilmu Hukum FH Universitas Tarumanegara, tamat tahun 2002, dan tamat dari Pendidikan Doktor Ilmu Hukum FH Usakti tahun 2013. Bekerja sebagai Dosen Tetap di Program Studi Sarjana (S1) sejak tahun 1995 dan Dosen Tetap di Program Studi Magister Ilmu Hukum Fakultas Hukum Universitas Trisakti, mulai tahun 2021 sampai dengan sekarang. Mata kuliah yang diampu antara lain: Pengantar Ilmu Hukum, Filsafat Hukum, Sejarah, Hukum Agraria, Hukum Lingkungan, Hukum Kehutanan, dan Metode Penelitian dan Penulisan Karya Ilmu Hukum. Beberapa

artikel dan buku yang telah dihasilkan, yaitu: Hukum Perbankan di Indonesia, Penerbit: Pilar Utama Mandiri (2012); Eksistensi Masyarakat Hukum Adat Dan Haknya Atas Sumber Daya Hutan, Penerbit Universitas Trisakti (2012); Kearifan Lokal Pengelolaan Hutan Adat, Penerbit PT. Rajagrafindo Persada (2014); *Indigenous Peoples Rights In Forest Management*, Penerbit: LAP Lambert Academic Publishing, Saarbrucken, Germany (2015); *Illegal Fishing In The Maritime Boundaries of Indonesia*, Penerbit Jurnal of Advanced Reseach in Dynamical and Control System (2019); dan *Illegal Fishing* di Kawasan Perbatasan Laut Teritorial Indonesia, Penerbit: Jurnal Supremasi Hukum Universitas Islam Syekh Yusuf (2020).



**Kaisar Akhmad Khan** lahir di DKI Jakarta tanggal 25 September 2002. Saat ini berstatus sebagai mahasiswa aktif Jurusan Biologi Universitas Negeri Semarang. Saat ini sedang mendalami dan berfokus pada bidang Biologi Molekuler dan Zoologi. Menjabat sebagai wakil ketua departemen Research and Development dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi (2023).



**Sumiyati Tuhuteru, S.P., M.Sc.** adalah Dosen tetap pada Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Petra Baliem Wamena sejak 2017-sekarang dan telah berpangkat Lektor-300 dan juga menjabat sebagai Ketua Program Studi Agroteknologi, STIPER Petra Baliem Wamena.

Penulis aktif melakukan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat serta mempublikasi artikel ilmiah baik di Jurnal

internasional maupun di jurnal Nasional terakreditasi. Terkait publikasi yang dihasilkan dapat langsung mengunjungi profil penulis di

laman:

<https://scholar.google.co.id/citations?user=rETbT9wAAAAJ&hl=id>.

Beberapa penelitian ia peroleh dari hibah Ristekdikti dalam skema PKPT (Sejak tahun 2018-2021), dengan mitra penelitian yang terdiri atas: Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto dengan judul penelitian “Kajian Ekoagrofisiologi Padi Gogo pada Tiga Ketinggian di Kabupaten Jayawijaya Papua”. Selanjutnya dengan mitra, Universitas Halu Oleo Kendari, dengan judul “Kajian Fundamental Agrofisiologi Lima Varietas Bawang Merah (*Allium cepa* L. *Aggregatum*) pada Pertanian Lahan Kering Wamena dengan Pemberian Pupuk Organik Cair”. Kemudian dengan mitra Universitas Muslim Indonesia, dengan judul penelitian “Studi Potensi Pengolahan Limbah Biji Buah Merah (*Pandanus conoideus*. L) secara Pirolisis untuk Produksi Asap Cair Sebagai Biopestisida pada Tanaman Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L.)”.

Ia juga berhasil memperoleh hibah penelitian pada skema PDP dengan judul: “Perbandingan Uji Efektivitas Beberapa Mikroorganisme Lokal (MoL) Terhadap Produktivitas Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. var. *saccharata*)”. Selain penelitian, ia juga memperoleh hibah

pengabdian dari Ristekdikti di tahun 2021 yang berjudul: “Pengembangan Teknologi Sumber Irigasi Pertanian Melalui Pembuatan Sumur Renteng di Kota Wamena” yang saat ini juga merupakan kegiatan pengabdian yang ditugaskan Kembali sebagai bentuk diseminasi teknologi dalam kegiatan yang dilaksanakan Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) yakni Kolaborasi Sosial Membangun Bangsa (KOSABANGSA) dalam fase *Pilot Project* dengan mitra pendamping Universitas Tanjungpura Pontianak dengan judul kegiatan “Akselerasi Daya Saing Petani Kampung Husoak, Distrik Hubikiak untuk Ketahanan Pangan Melalui Diseminasi Teknologi Sumber Irigasi Sumur Renteng”, dan kini ditahun 2023 ini penulis kembali meraih hibah penelitian dengan skema Penelitian Fundamental Reguler dengan Judul penelitian: “Kajian Morfologi dan Produksi Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Terhadap Pemberian Mikoriza dan Bahan Amelioran Organik pada Lahan Kering”.

Penulis pun pernah mendampingi kegiatan kemahasiswaan yang didanai oleh Ditjen Belmawa dalam kegiatan Program Holistik Pembinaan dan Pemberdayaan Desa (PHP2D) tahun 2021 dengan judul “Pemberdayaan Masyarakat Desa dalam Upaya Pengembangan Desa Agrowisata Sebagai Wujud Pelestarian Alam di Kampung Air Garam Distrik Asotipo Kabupaten Jayawijaya”. Beberapa kali ia juga terlibat sebagai narasumber di beberapa kegiatan perguruan tinggi yang ada di Wamena. Ia juga pernah mendapat penghargaan dari Institut Teknologi Kesehatan Avicenna Kendari untuk kegiatan Diseminasi Penelitian Kerjasama antar Perguruan Tinggi. Selain itu, ia juga memiliki beberapa capaian Hak Cipta yang telah diperoleh yang terdiri atas: Model Sistem Inovasi Pemupukan Tanaman Bawang Merah di Wamena Berbasis Pupuk Organik Cair, Inovasi Spesifik Lokasi untuk Padi Gogo dalam Mendukung Pengembangan Pertanian di Kabupaten Jayawijaya, dan Pengembangan Sistem Pertanian

Organik Berkelanjutan dan Terintegrasi dalam Mendukung Kedaulatan Pangan local. Adapun jenis buku yang telah diterbitkan adalah:

1. Buku Ajar Nutrisi dan Peran Mikroorganisme Lokal Bagi Tanaman
2. Buku Ajar Mikroorganisme Lokal (MoL)
3. Air dan Teknologi Irigasi Sumur Renteng Bagi Tanaman
4. Mikroorganisme Lokal (MOL) Solusi Pertanian Organik Di Wamena
5. Pestisida Nabati Asap Cair Limbah Biji Buah Merah Papua
6. Media Tanam Arang Limbah Biji Buah Merah Papua
7. Pengembangan Desa Agrowisata Kampung Heberima
8. Nutrisi dan Pemanfaatan Limbah Ampas Kopi dalam Budidaya Stek "Bunga Plastik"
9. Book Chapter: Dasar Agronomi
10. Book Referensi: Fitopatologi: Menuju Pertanian Berkelanjutan
11. Buku Referensi: Ilmu Pertanian
12. Buku Referensi: Pengantar Kultur Jaringan
13. Buku Ajar: Mikoriza: Solusi Budidaya Cabai Rawit di Lahan Kering



*Sepling Paling*, lahir di Sengkang, Kabupaten Wajo Sulawesi Selatan. Pendidikan formal dimulai dari tingkat Sekolah Dasar, Sekolah Menengah, dan Perguruan Tinggi. Sekolah Menengah Umum diselesaikan di tanah kelahiran yaitu di Sengkang. Pada tahun 2007 penulis berhasil menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) Biologi di Universitas PGRI Adi Buana Surabaya. Tahun 2010 penulis menyelesaikan program pascasarjana S2 Teknologi Pembelajaran di Perguruan Tinggi yang sama. Pada tahun 2016, kembali penulis menyelesaikan pendidikan Strata 2 (S2) Biologi konsentrasi Mikrobiologi di Universitas Airlangga Surabaya. Saat ini, penulis mengajar di Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD) di STKIP Kristen Wamena, salah satu Perguruan Tinggi Swasta yang berada di Wilayah LLDIKTI XIV Papua dan Papua Barat. Penulis pernah mengajar di beberapa sekolah yang ada di Surabaya dan Bali. Selain itu, pernah mengajar di STIPER Petra Baliem Wamena pada program studi Agroteknologi. Untuk saat ini, penulis ikut berkecimpung dalam Asosiasi Dosen Tingkat Perguruan Tinggi Swasta Indonesia (Adpertisi) sebagai anggota aktif. Penulis aktif dalam melakukan pendampingan Baca, Tulis, dan Hitung pada masyarakat Papua Pegunungan, serta aktif memberikan berbagai seminar-seminar terkait "Pentingnya Pendidikan Bagi Anak" di beberapa wilayah di Provinsi Papua Pegunungan.



**Inem Ode**, lahir di Tulehu/Maluku Tengah pada tanggal 12 Agustus. Gelar Magister Perikanan diperoleh pada tahun 2009 di Universitas Brawijaya Malang. Gelar Doktoral pada program studi Ilmu Akuakultur, di Institut Pertanian Bogor pada tahun 2023. Penulis saat ini tercatat sebagai dosen dpk LLDIKTI wilayah XII pada program studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Darussalam Ambon. Selain mengajar penulis aktif dalam

kegiatan tridarma lainnya yakni penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Beberapa penelitian kolaborasi dengan lembaga di dalam negeri sejak tahun 2014, dan dengan Lembaga luar negeri sejak tahun 2018-sekarang. Beberapa penelitian juga berhasil didanai Ristekdikti sejak 2014.



**Fitrahtunnisa, S.Pd., M.Si** lahir di Kota Bima pada tanggal 13 November 1981. Ia Lulus pada tahun 2006 hingga mendapat gelar Magister of Sains di Universitas Udayana. Saat ini ia tercatat sebagai Peneliti pada Pusat Riset Hortikultura dan Perkebunan, Badan Riset dan Inovasi Nasional. Selain meneliti ia juga aktif dalam kegiatan eksplorasi dan konservasi Sumberdaya Genetik Tanaman local. Hasil dari kegiatan tersebut telah

tertuang dalam puluhan Sertifikat Tanda Daftar varietas tanaman local dari 10 Kabupaten/Kota di NTB, serta publikasi dalam Karya Ilmiah Nasional dan Internasional. Saat ini ia juga diamanahi sebagai Reviewer pada Jurnal Agrotek Universitas Muhammadiyah Mataram.

Beberapa penelitian yang berhasil didanai oleh Kementerian Pertanian dari tahun 2017 hingga tahun 2020 yang berjudul:

1. “*Pengelolaan Sumber Daya Genetik (SDG) Tanaman di NTB*” sejak tahun 2017 – 2020.
2. “*Percepatan Pendaftaran Varietas Lokal NTB*” sejak tahun 2017 – 2020.
3. “*Produksi Benih Sumber Padi*” tahun 2020

Adapun publikasi yang telah diterbitkan yaitu:

Journal of Indonesian Medicinal Plant, berjudul: *In-Vitro Germination and Micropropagation of Alfalfa (Medicago sativa) as Chlorophyll Sources* (Tahun 2014).

International Research Journal of Biological Sciences, berjudul: *Antioxidant properties of sorghum ratoon (Sorghum Bicolor) of local Bima Indonesia* (Tahun 2021).

Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan, berjudul: *Penularan Penyakit Layu bakteri dan Hasil Kacang Tanah Lokal dengan Penambahan Dosis Bertingkat Pupuk K* (Tahun 2021)

Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian, berjudul: *Respon Pertumbuhan Tiga Varietas Pisang Lokal Terhadap ZPT Benzil Adenin (BA) Secara InVitro* (Tahun 2021).

IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, berjudul: *Rice as one of antioxidant source for farming family in COVID-19 pandemic: a case study from West Nusa Tenggara Indonesia* (Tahun 2022).

IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, berjudul: *Morphological characteristics and resistance to the pest of local corn variety of “Jago Leke” genetic resources in West Nusa Tenggara* (Tahun 2021).

IOP Conference Series, berjudul: *Performance and utilization of local sorghum (Sorghum bicolor L.) in West Nusa Tenggara* (Tahun 2020).

IOP Conference Series, berjudul: *The utilization of local chili variety of Saha Isu as toiletries in West Nusa Tenggara* (Tahun 2020).

Proceeding International Symposium on Medicinal Plant and Traditional Medicine, berjudul: Fungicidal Activity of Betel Leaf (*Piper betle* L.) Extract from Different Areas in West Nusa Tenggara against *Fusarium oxysporum* f.sp *vanillae* (Tahun 2014).

Buku dengan Penerbit IAARD Press, berjudul: Management of Local Rice Resources Assigned Their DOI's Originating from West Nusa Tenggara (Tahun 2020).

Buku dengan Penerbit: Agro Indo Mandiri, Berjudul: Potensi Sumberdaya Genetik Kacang Komak Lokal Pulau Lombok sebagai Bahan Pangan Potensial di Nusa Tenggara Barat (Tahun 2020).

Buku dengan Penerbit IAARD Press, berjudul: Buku Sumber Daya Genetik Tanaman Lokal di Nusa Tenggara Barat (Tahun 2014).



**Pratiwi Hamzah, S.Si, M.Biotech.** Lahir di Ujung Pandang pada 30 Desember 1992 dari pasangan Hasmawati dan Hamzah, serta memiliki adik bernama Mutiara Hamzah. Penulis menikah dengan Aswar Rustam dan dikaruniai dua orang anak bernama Muhammad Dihyah Ashshiddiq dan Ummu Nafiah Syahidah. Dosen PNS di Politeknik Pembangunan Pertanian Gowa ini pernah menempuh pendidikan

di SD Inpres 6 Bontoa Maros, SMPN 2 Maros, SMA 1 Maros, Institut Pertanian Bogor (S1, Biokimia, Angkatan 2010) serta Universitas Gadjah Mada (S2, Bioteknologi, Angkatan 2015 dan lulus tahun 2018). Selain aktif menjalankan tri dharma perguruan tinggi di Politeknik Pembangunan Pertanian Gowa, saat ini Penulis diamanahi menjadi editor di Jurnal Agrisistem Seri Sosek dan Penyuluhan, serta anggota Unit Penjaminan Mutu. Buku yang pernah ditulis berjudul "Jamur

pada Padi : Aspek Morfologi dan Molekuler"; "Pengantar Kultur Jaringan Tanaman"; dan "Pengantar Pemuliaan Tanaman".

Penulis dapat dihubungi melalui email [Pratiwi.hamzah.92@gmail.com](mailto:Pratiwi.hamzah.92@gmail.com).



**Bintang Faisal Akbar** lahir di Kota Ponorogo tanggal 21 Oktober 2002. Saat ini masih menjadi mahasiswa aktif Jurusan Biologi Universitas Negeri Semarang. Ia tertarik pada biologi bidang Botani. Saat ini sedang menjadi Asisten Laboratorium mata kuliah Taksonomi Tumbuhan. Selain itu sedang aktif berkegiatan dalam organisasi *Green Community* sebagai Manager divisi *Wetland and Forest Conservation* (WFC). Saat ini sedang mengerjakan penelitian berjudul "Analisis Kecepatan Pertumbuhan Pohon Potensial untuk Restorasi Lahan Kritis Gunung Ungaran" yang didanai oleh LPPM UNNES.

# PENGANTAR BIOTEKNOLOGI

Bioteknologi tanaman merupakan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam mengubah atau memanipulasi tumbuhan. Tujuannya meningkatkan hasil dan memecahkan masalah dari tumbuhan (tanaman).

Secara umum buku ini membahas beberapa aspek penting mengenai pengantar bioteknologi tumbuhan; Struktur DNA dan Teknologi DNA Rekombinan; Pemanfaatan bioteknologi dalam perlindungan tanaman dan peningkatan kesuburan lahan; Bioteknologi mikroba dan kultur jaringan; aplikasi bioteknologi dan keberlanjutan bioteknologi tanaman di masa akan datang. Semua topik ini merupakan review literatur dan hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis.

Besar harapan kami agar dengan terselesaikannya buku ini dapat menjadi referensi yang menambah deretan buku tentang bioteknologi. Secara umum buku ini dapat menjadi rujukan bagi praktisi, mahasiswa dan siapapun yang membutuhkan informasi bioteknologi tanaman.



Penerbit Haura Utama

• Anggota IKAPI (Asosiasi Penerbit)  
• Instagram: @haurautama  
• Website: penerbithaura.com  
• Email: haurautama@gmail.com

ISBN 978-623-492-782-5



9 786234 927825