

BIOTEKNOLOGI PERTANIAN

Triwibowo Yuwono

GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN: SEJARAH SINGKAT DAN PENGERTIAN DASAR	1
A. Definisi	1
B. Sejarah Singkat Perkembangan Bioteknologi	5
C. Ilmu dan Teknologi Pendukung Bioteknologi Modern	8
D. Cakupan Bioteknologi Modern	10
E. Kelebihan dan Kekurangan Bioteknologi Kon- vensional dan Modern	13
BAB II STRUKTUR DAN KOMPONEN SEL	18
A. Doktrin Sel	18
B. Penggolongan Jasad Selular	20
C. Sel Jasad Prokaryot	21
D. Sel Jasad Eukaryot	23
E. Virus	26
F. Komponen Sel	27
G. Protein	28
H. Biokatalis	32
BAB III STRUKTUR DAN ORGANISASI BAHAN GENE- TIK	35
A. DNA Sebagai Bahan Genetik	35
B. Asam Nukleat	38

C. Ukuran Molekul DNA pada Beberapa Jasad Hidup	45
D. Kandungan DNA dan Kapasitas Genetik	46
E. Struktur RNA	47
F. Organisasi Bahan Genetik	48
G. Organisasi Genom pada Prokaryot	50
H. Pengemasan DNA pada Sel Prokaryot	51
I. Organisasi Gen dalam Genom Prokaryot	52
J. Organisasi Genom pada Eukaryot	53
K. Pengemasan DNA pada Sel Eukaryot	54
L. Organisasi Gen dalam Genom Eukaryot	58
M. Organisasi Genom Virus	61
BAB IV PERUBAHAN GENETIK PADA JASAD HIDUP ..	65
A. Mutasi	66
B. Mutasi Spontan	68
C. Reversi (Mutasi Balik)	71
D. Mutasi karena Diinduksi (Mutagenesis)	73
1. Induksi Mutasi dengan Analog Basa Nukleotida	73
2. Induksi Mutasi dengan Mutagen Kimia	74
3. Mutagenesis dengan Mutagen Fisik	76
4. Mutagenesis Secara Terarah (<i>Site-directed</i> <i>Mutagenesis</i>)	76
E. Rekombinasi	77
1. Rekombinasi Homolog	78
2. Rekombinasi Khusus (<i>Site-specific Recombi-</i> <i>nation</i>)	79
F. Transposisi	79
1. Sekuen dan Elemen Penyisip	81
2. Bakteriofag Mu	83
3. Transposon dalam Jasad Eukaryot	83
4. Mekanisme Transposisi	84
BAB V REPLIKASI DNA DAN EKSPRESI GENETIK	87
A. Replikasi DNA	87
1. Model Replikasi DNA	88
2. Mekanisme Dasar Replikasi DNA	90

3. Komponen-komponen Penting dalam Replikasi	91
4. Mekanisme Sintesis DNA	92
B. Ekspresi Genetik	96
1. Transkripsi	97
2. Mekanisme Dasar Sintesis RNA	99
3. Organisasi Gen pada Prokaryot	101
4. Organisasi Gen pada Eukaryot	103
5. Translasi	104
BAB VI BIOTEKNOLOGI MIKROBIA	110
A. Prinsip Dasar Kultivasi Mikrobial	111
1. Kultur Batch	113
2. Kultur Kontinyu	115
B. Kultur Padat dan Semi-Padat	117
C. Pemanfaatan Mikrobial dalam Industri Bioteknologi	117
1. Penggunaan Mikrobial Sebagai Agensia Produksi	118
2. Penggunaan Mikrobial Sebagai Produk Akhir ...	122
D. Peningkatan Kemampuan Fisiologis Mikrobial	125
1. Mutagenesis dengan Mutagen Kimia	126
2. Mutagenesis dengan Mutagen Fisik	129
3. Mutagenesis Secara Terarah (<i>Site-directed Mutagenesis</i>)	129
BAB VII BIOTEKNOLOGI PUPUK HAYATI	133
A. Penambatan Nitrogen oleh Mikrobial	134
1. Mikrobial Penambat Nitrogen Secara Non-Simbiotik	135
2. Penambatan Nitrogen Secara Non-Simbiotik ...	137
3. Mikrobial Penambat Nitrogen Secara Simbiotik	138
B. Pembentukan Simbiosis antara <i>Rhizobium</i> – Legume	141
C. Mekanisme Penambatan Nitrogen di dalam Bintil Akar	143
D. Sianobakteri yang Membentuk Asosiasi Simbiotik	145

E. Mikrobia Pelarut Fosfat	145
F. Teknik Dasar Pembuatan Pupuk Hayati	148
G. Produksi Inokulan <i>Rhizobium</i>	149
H. Teknik Kultivasi dan Perbanyakan <i>Rhizobium/</i> <i>Bradyrhizobium</i>	150
I. Produksi Inokulan <i>Azotobacter</i>	153
J. Produksi Inokulan <i>Azospirillum</i>	154
K. Penggunaan Sianobakteri (<i>Blue-Green Algae</i>) Sebagai Pupuk Hayati	157
L. Penggunaan <i>Azolla</i> Sebagai Pupuk Hayati	158
M. Penggunaan Fungi Vesikular-Arbuskular Mikoriza (VAM) Sebagai Pupuk Hayati	159
BAB VIII TEKNIK KULTUR <i>IN-VITRO</i> TANAMAN	163
A. Teknik Dasar Kultur <i>In-Vitro</i> Tanaman	164
B. Pemilihan dan Penyiapan Eksplan	165
C. Medium yang Digunakan	166
D. Tempat Kultivasi	167
E. Kultur Kalus	169
F. Kultur Sel	169
G. Kultur Protoplas	171
H. Teknik Regenerasi <i>In-Vitro</i>	172
I. Induksi Kalus, Kultur Kalus dan Regenerasi Organ dan Embrio	174
J. Induksi Pembentukan Organ (Organogenesis) pada Kultur <i>In-Vitro</i>	176
K. Induksi Pembentukan Embrio (Embriogenesis) pada Kultur <i>In-Vitro</i>	177
L. Aklimatisasi dan Pemindahan Tanaman Hasil Kultur <i>In-Vitro</i> ke Tanah	178
M. Kultur Meristem untuk Menghasilkan Tanaman Bebas Virus	179
N. Kultur Anther dan Pollen untuk Menghasilkan Tanaman Haploid	182
O. Variasi Somaklonal	184

P. Beberapa Aplikasi Teknik Kultur <i>In-Vitro</i> Tanaman	185
Q. Teknik <i>Embryo Rescue</i>	185
BAB IX TEKNOLOGI DNA REKOMBINAN	187
A. Isolasi DNA	190
B. Isolasi mRNA dan Pembuatan cDNA	192
C. Pembuatan Gen Sintetik	194
D. Amplifikasi DNA dengan Teknik PCR	194
E. Pemotongan DNA dengan Enzim Endonuklease Restriksi	198
F. Teknik Penyambungan DNA (Ligasi DNA)	201
G. DNA Vektor	203
1. Vektor DNA Plasmid	208
2. Vektor DNABakteriofag	211
3. Vektor DNA Hibrid	212
H. Transformasi Sel Inang	213
I. Sel Inang <i>Escherichia coli</i>	214
J. Proses Transformasi Sel Inang	216
1. Penggunaan <i>Agrobacterium tumefaciens</i> untuk transformasi sel tumbuhan	217
2. Pemandahan DNA secara langsung ke sel tanaman dengan <i>Biolistic Gun Bombardment</i> ...	218
3. Transformasi dengan induksi kimiawi	219
4. Fusi protoplas	219
5. Mikroinjeksi	220
K. Analisis DNA Rekombinan	220
1. Analisis Restriksi DNA	221
2. Hibridisasi dengan Pelacak DNA (<i>DNA Probe</i>)	221
3. Analisis Ekspresi Gen Asing	222
4. Amplifikasi DNA dengan Teknik PCR	223
5. Penentuan Urutan Nukleotida (<i>DNA Sequencing</i>)	224
L. Karakterisasi Fungsional Gen yang Diklon	224

BAB X	REKAYASA GENETIK PADA TANAMAN TINGKAT TINGGI	226
	A. Seleksi Galur Murni	226
	B. Hibridisasi	227
	C. Mutasi	227
	D. Poliploidi	227
	E. Vektor Kloning pada Tanaman	231
	1. Vektor Plasmid Ti	231
	2. Vektor Biner	233
	F. Penanda Genetik yang Digunakan dalam Transformasi Sel Tanaman	234
	G. Penanda Selektif	235
	1. Penanda selektif yang dapat divisualisasi	235
	a. Penanda histologis	235
	b. Penanda morfologis	236
	c. Penanda pigmentasi	236
	2. Penanda yang menyebabkan kematian atau viabilitas pada kondisi selektif	236
	a. Penanda resistensi terhadap antibiotik atau herbisida	236
	b. Penanda auksotrofik	237
	H. Penanda Analitik	238
	1. Uji Enzimatik	238
	2. Uji Aktivitas Protein pada Gel	239
	3. Uji Imunokimia	239
	I. Teknik Transfer Gen Asing ke dalam Tanaman	241
	J. Transformasi Protoplas dengan Plasmid Rekombinan	242
	K. Transformasi Sel atau Jaringan Tanaman yang Utuh	245
	1. Transformasi Tanaman dengan Perantara Bakteri <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	245
	2. Transfer Gen ke dalam Tanaman dengan Teknik Biolistik	248
	3. Metode Mikroinjeksi dan Makroinjeksi	

Jaringan Tanaman	249
L. Aplikasi Rekayasa Genetik pada Tanaman	251
Tanaman Transgenik dengan Peningkatan Sifat Fisiologis	251
BAB XI BIOTEKNOLOGI PERLINDUNGAN TANAMAN ..	256
A. Penggunaan Mikrobial Sebagai Pestisida	257
1. Insektisida Bakteri	258
a. Insektisida Bakteri Patotipe A	261
b. Insektisida Bakteri Patotipe B	261
c. Insektisida Bakteri Patotipe C	262
2. Insektisida Viral	262
3. Insektisida Jamur (Fungi)	264
4. Nematoda Sebagai Insektisida	265
B. Pengembangan Tanaman Transgenik Resisten Hama	266
C. Peningkatan Resistensi terhadap Hama dengan Pendekatan Lain	268
D. Pengendalian Patogen Tumbuhan Secara Biologis	270
E. Aplikasi Rekayasa Genetik untuk Pengendalian Biologis	273
1. Penanganan Bakteri Pembentuk Kristal Es	273
2. Tanaman Transgenik Toleran terhadap Herbisida	274
3. Tanaman Transgenik yang Resisten terhadap Patogen	276
4. Tanaman Transgenik Resisten terhadap Virus	277
DAFTAR PUSTAKA	278