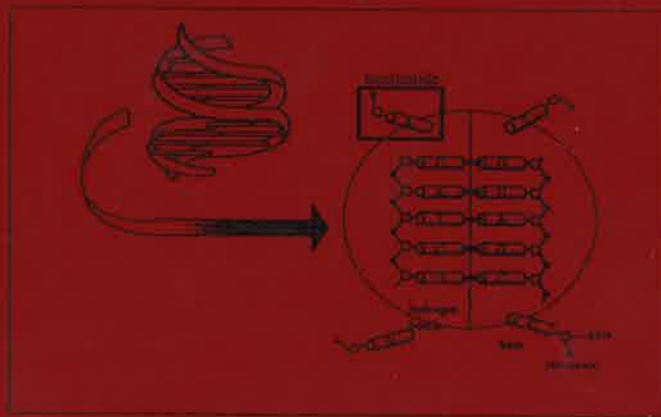
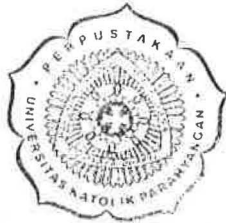


BIOTEKNOLOGI MODERN PRODUK PANGAN DAN KIMIA

Oleh :
Prof. Dr. Ign. Suharto, Ir. APU

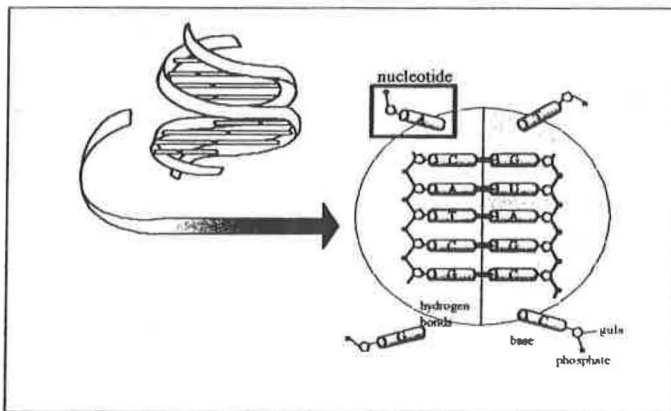


**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
Jl. Ciumbuleuit 94-96, BANDUNG 40141
Telp/Fax : 022-2032700
2001**



BIOTEKNOLOGI MODERN PRODUK PANGAN DAN KIMIA

Oleh :
Prof. Dr. Ign. Suharto. Ir. APU



660.6

SUH

b

143705/R/ISB/FTI

15.1.2019

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
JL. Ciumbuleuit 94-96, BANDUNG 40141
Telp/Fax : 022-2032700

2001

Klass 660.6 SUH b
Induk..... 143705 Tgl 15.1.2019
diah/Beli.....
ri LPPM

BIOTEKNOLOGI MODERN PRODUK PANGAN DAN KIMIA



Oleh : **Prof. Dr. Ign. Suharto, Ir. APU**

Hak Cipta © 2001 pada penulis

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
dalam bentuk apapun, tanpa izin tertulis dari penulis.

Edisi Pertama,

Cetakan pertama, 2001

Penerbit :

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan (Unpar)
Jl. Ciumbuleuit 94
Bandung 40141

ISBN : 979-95534-5-8

KATA PENGANTAR

Buku ini mencoba ingin menjelaskan bioteknologi modern untuk produk pangan, kimia, obat-obatan dan lingkungan kepada para pembaca. Seperti diketahui produk yang berasal dari bioteknologi tradisional sama dengan produk dari bioteknologi modern dan yang berbeda adalah penggunaan inokulum yang berasal dari rekayasa genetika. Produk pangan seperti kedelai dan jagung sudah dikembangkan dan dimanfaatkan dengan pendekatan Genetically Modified Organisms (GMO) demikian pula tanaman kapas transgenik yang menggunakan *Bacillus thuringiensis*, yang mengandung racun bagi hama penggerek buah kapas di tujuh kabupaten di Sulawesi Selatan. Oleh sebab itulah, penulis ingin sekali memberi sumbangan pemikiran menuju bioteknologi modern untuk produk pangan dan kimia yang secara teknis mungkin dilaksanakan, secara ekonomis layak, secara sosial memang diperlukan oleh masyarakat dan secara ekologis sehat. Mudah-mudahan buku ini berguna bagi para pembaca untuk meningkatkan perkembangan bioteknologi modern.

Bandung, Maret 2001
Penulis

Prof. Dr. Ign. Suharto, Ir. APU.



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
BAB I MENUJU BIOTEKNOLOGI MODERN	1
Perkembangan Bioteknologi Modern.....	1
Antibodi Monoklonal.....	4
Reaksi Proses Fermentasi.....	10
Soal-soal.....	13
Daftar Pustaka	14
BAB II BIOTEKNOLOGI MODERN DI INDONESIA	15
Pengantar.....	15
Produk Bioteknologi.....	16
Penemuan DNA.....	17
Pemeliharaan Kesehatan Manusia.....	18
Kesehatan ternak.....	19
Kimia Pertanian.....	20
Enzim.....	20
Kurang kalori Protein.....	20
Soal-soal.....	23
Daftar Pustaka	24
BAB III PRODUK METABOLIT SEKUNDER	25
Pengantar	25
Produk metabolit Sekunder Mikrobial Untuk Obat-obatan.....	30
Soal-soal.....	34
Daftar Pustaka.....	36

BAB IV	BIOTEKNOLOGI MODERN DALAM PRODUK PANGAN DAN KIMIA.....	37
	Pengantar	37
	Eukaryotik Mikroskopik.....	40
	Kondisi Lingkungan Mikroba.....	43
	Bioteknologi dalam Industri pangan.....	44
	Struktur 21 Asam Amino Dengan Basis Struktur.....	47
	Karbohidrat	49
	Aldosa	51
	Ketosa	52
	Lipid, Lemak, dan Steroid.....	53
	Metoda Prosesing	56
	Modifikasi Mikroba	59
	Fermentasi	61
	Produk Bahan baku Kimia Industri	63
	Bahan Anti Metabolit	65
	Bahan Kimia yang Didegradasi oleh Mikroba... ..	68
	Mikroba Penghasil produk Kimia.....	69
	Glossary	70
	Soal-soal	72
	Daftar Pustaka	73
 BAB V	 REKAYASA GENETIKA	 75
	Dasar-dasar Rekayasa genetika	75
	Penggunaan Rekayasa Genetika	81
	Probe DNA	82
	Fermentasi Peptida Oleh Rekombinasi Mikroorganisme.....	88
	Pengaruh Faktor-faktor Rekayasa Genetika.....	90
	Soal-soal	94
	Daftar Pustaka.....	96

BAB VI	POLYMERASE CHAIN REACTION (PCR)	97
	Pengantar	97
	Alat PCR	101
	Soal-soal	105
	Daftar Pustaka	106
BAB VII	KINETIKA FERMENTASI	107
	Sistem Pertumbuhan Mikroba	107
	Kinetika Fermentasi Rekombinan Sel.....	114
	Contoh Soal	115
	Soal-soal	116
	Daftar Pustaka	118

BAB I**MENUJU BIOTEKNOLOGI MODERN****PERKEMBANGAN BIOTEKNOLOGI MODERN**

Revolusi penerapan biologi ternyata mampu memberikan produk dan prosesing pangan, pakan, bahan baku kimia industri, lingkungan dan produk obat-obatan. Bioteknologi modern merupakan “ *Renewable Frontier dan a new biological frontier and biotechnology*” dan “ *Frontier area of science*” [Bachtiar Rifai, 1986 ; Koshland,D.E., 1986] Penerapan teknologi asam deoksiribo nukleat (*Deoxyribo Nucleic Acid*) rekombinan (DNA) dan teknologi hibridoma sudah memberikan bukti terhadap produk kesehatan manusia dan ternak. DNA adalah makromolekul yang mampu menyimpan informasi hereditas sel dan sistem kode kimiawi sebagai dasar gen [Abelson, P.H, 1983; Atkinson, 1983 ; Atlas, 1996]. Molekul DNA terdiri atas sub unit nukleotida seperti urutan huruf alphabet atau genetic alphabet. Masing-masing deoksiribo nukleotida terdiri atas dasar asam nukleat, gula deoksiribosa, dan phosphat. Penggunaan informasi hereditas sel melibatkan sintesis molekul DNA baru yang mempunyai urutan nukleotida yang sama dengan induknya. Dengan dasar asam nukleat adenine dan nukleotidanya maka terbentuklah adenylate. Produk-produk rekayasa genetika adalah produk kesehatan manusia dan hewan misalnya ;

- produk hormon insulin untuk penangkal penyakit gula,
- hormon pertumbuhan manusia,
- hormon pertumbuhan ikan tuna dari 70 kg per ekor ikan tuna menjadi 700 kg per ekor ikan tuna,

- hormon pertumbuhan ternak sapi untuk meningkatkan produksi susu sapi dan daging sapi
- tissue-type plasminogen activator untuk penangkal penggumpalan darah,
- hormon pertumbuhan bovine dan porcine,
- vaksin untuk penyakit kuku dan mulut ternak sapi,
- bovine Leukocyte interferon
- vaksin untuk menangkal penyakit virus hepatitis B, virus influenza, dan virus rabies
- produksi ethanol dari bahan baku biomassa untuk bioenergi
- produksi biogas
- biji uranium diekstraksi dengan enzim dari mikroba
- hibridoma yang menghasilkan antibodi monoklonal
- interferon hewan untuk menangkal penyakit ternak
- zat warna makanan dari hasil fermentasi
- zat warna dari algae

Perkembangan bioteknologi modern sungguh memberikan kehidupan lebih baik bagi umat manusia di dunia. Rekayasa protein untuk menghasilkan biokatalisator unggul sudah dilakukan [Abelson, P.H., 1982 ; Shuler, M.L., 1992]. Biokatalisator ini mampu meningkatkan produk-produk fermentasi lebih besar dan singkat waktu fermentasinya. Perkembangan jaringan kultur sel tanaman pangan dengan teknologi rekombinan DNA sungguh merupakan perbaikan produksi tanaman pangan. Perkembangan industri fermentasi dengan menggunakan perbaikan mikroba sudah dilakukan pada produksi antibiotika, dan peningkatan produksi asam-asam amino dan juga produksi oksikimia skala niaga.

TEKNOLOGI DNA REKOMBINAN

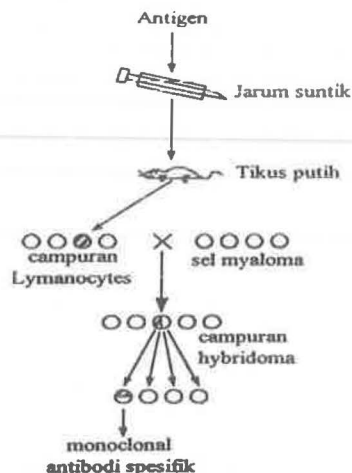
Upaya memisahkan lempengan genetik dari DNA dan kemudian mengkombinasikan serta menyambung kembali mampu mengubah instruksi yang menguasai sel hidup. Sambung-menyambung gen dalam biologi terapan secara teoritis mudah, namun prakteknya

sangat sulit dan kompleks. Gen adalah kepingan tipis DNA dan pesannya dikode oleh struktur molekul DNA. Tujuan utama teknologi DNA rekombinan adalah memasukkan gen asing ke dalam organism dalam kondisi lingkungan tertentu untuk mensintesis jenis produk yang diinginkan. Gen dibuat dari DNA dan DNA mempunyai instruksi untuk membuat protein melalui mRNA dan asam-asam amino. Molekul DNA mempunyai bentuk heliks ganda yaitu dua rantai nukleotida mengelilingi satu sama lain dalam suatu heliks. Rekayasa genetika meliputi gen baru, menyisipkan gen kedalam mikroba, dan memerintahkan mikroba untuk membuat produk baru. Masalah rekayasa genetika atau genetic engineering merupakan masalah yang sangat sulit dan kompleks. Mikroba yang sering digunakan adalah mutant *E. coli* yang tidak mampu mensintesis asam amino esensial tryptophan. Adanya plasmid yang berisi gen memungkinkan disintesis asam amino esensial tryptophan. Plasmid adalah sebuah lingkaran kecil DNA bakteri. Gen asing dimasukkan kedalam plasmid yang dekat dengan gen tryptophan. Molekul rekombinan disuntikkan kedalam bakteri *E. coli* untuk membuat protein skala niaga. Mekanisme *E. coli* memungkinkan penggandaan plasmid dalam *E. coli* menjadi beberapa puluh kali misal 20 sampai 40 kali dalam masing-masing sel bakteri. Jumlah berjuta-juta sel dari satu sel induk disebut kloning. Bakteri *Escherichia coli* menghasilkan endotoxin, oleh sebab itu dicari jenis mikroba lain yaitu khamir (yeast) jenis *Saccharomyces cerevisiae* yang mempunyai plasmid dan dapat tumbuh pada densitas tinggi, stabil terhadap mutasi, tanpa menghasilkan toxin dan mengeluarkan protein. Khamir (yeast) *Saccharomyces cerevisiae* termasuk eukarotik dan mampu mensintesis glycoprotein. Pemanfaatan *Saccharomyces cerevisiae* untuk teknologi DNA rekombinan memberikan harapan baru menuju bioteknologi modern demi kesejahteraan umat manusia. Molekul rekombinan ditransformasikan kedalam bakteri *E. coli* untuk memperbanyak diri sehingga menghasilkan molekul yang mirip. Bioteknologi modern adalah mengkaji dan menerapkan sel

hidup untuk manfaat spesifik yang dapat dikendalikan dan dipantau.

ANTIBODI MONOKLONAL

Mikroba jenis bakteri, fungi, dan parasit serta virus digunakan untuk memproduksi antibodi. Antibodi monoklonal digunakan untuk diagnosis penyakit seperti penyakit kanker, mendeteksi virus, bakteri dan infeksi lainnya dan meningkatkan daya tahan tubuh manusia. Hewan dapat diserang oleh virus, bakteri, jamur dan bahan beracun dan berbahaya (B-3) sehingga hewan tersebut dalam keadaan bahaya. Oleh sebab itulah perlu dicari senjata sistem imunitas dari golongan protein sebagai penangkal atau antibodi. Molekul antibodi disusun oleh urutan asam-asam amino dan gabungan asam-asam amino ini disintesis menjadi protein. Antibodi monklonal mampu menyerang dan mematikan sel-sel kanker dan mampu membedakan mana sel kanker misal sel kanker payudara, sel kanker paru-paru, dan sel kanker perut dan mana mana sel normal.



Gambar I-1 : Teknik pembuatan antibodi monoklonal [Sumber : Scragg, 1988]

Antibodi monoklonal digunakan pula untuk :

- Diagnosis penyakit kanker payu dara, sel kanker paru-paru, dan sel kanker perut.
- Biosensor untuk melacak penyakit dan menetapkan variabel-variabel kimia dalam fermentasi seperti nilai pH, kadar oksigen terlarut, konsentrasi sel mikroba.
- Pemurnian protein
- Obat-obatan

Peranan rekayasa genetika yang mampu mentransfer gen dari satu mikroba ke mikroba lain sekaligus mampu memotong kendala yang tak mungkin dilakukan oleh rekayasa genetika konvensional. Biosensor sangat diperlukan dalam rekayasa genetika. Oleh sebab itulah peranan ilmu teknik elektro, teknik fisika mutlak diperlukan. Peranan enzim restriksi untuk memotong infeksi plasmid dan DNA. Peranan bakteri, fungi, dan algae pada rekayasa genetika tidak diragukan lagi. Sekali lagi plasmid dipotong atau digunting oleh enzim restriksi, sehingga memungkinkan disuntikkan kepingan DNA lain dan di resirkulasi berisi gen resistan terhadap antibiotika. Pada sel kanker diperoleh informasi bahwa sel kanker lebih antigenik dibandingkan dengan sel normal, sehingga antibodi mencari lokasi sel kanker. Antibodi digunakan sebagai kendaraan untuk membawa toksin kimia ke sel kanker.

REKAYASA PROTEIN

Rekayasa protein digunakan untuk menciptakan enzim mutu unggul yang mampu digunakan sebagai biokatalis untuk ;

- produksi bahan baku kimia industri
- produksi enzim skala niaga untuk memproduksi bahan baku kimia industri

DAFTAR PUSTAKA

Botstein, D. dan D. Shortle, (1985), **Strategies and Applications of In Vitro Mutagenes**, Science 229, 1193-1201.

Imanaka, T. dan S. Aiba., (1981), **A Perspective on the Application of Genetic Engineering Stability of Recombinant Plasmid**, Ann. N.Y. Acad. Sci. 369. pp 1-14.

James, J.W., (1992), **Bioprocess Technology : Modelling and Transport Phenomena**, Butterworth – Heinemann Ltd, London.

Lee, J.M. **Biochemical Engineering**, Prentice Hall International Series, Englewood, New Jersey, USA.

Shuler, M.L. dan Kargi, F., (1992), **Bioprocessing Engineering**, Prentice Hall International Series, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

RIWAYAT HIDUP



Photo

Prof. Dr. Ign. Suharto, Ir. APU., lahir di Yogyakarta tanggal 28 Februari 1937 dan tiga tahun tidak mengikuti sekolah rakyat karena perang Jepang-Belanda dan Indonesia-Belanda pada tahun 1944, 1948 dan 1949. Lulus sebagai insinyur Teknik Kimia dari Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, pada tanggal 28 Mei 1965.

Melanjutkan studi pasca sarjana dalam bidang Teknik Kimia di TH Delft, Belanda, dari 1967 sampai 1968, dan dalam bidang Teknologi Pangan di University of New South Wales, Australia, pada tahun 1974. Tanggal 28 November 1986 memperoleh gelar Doktor Ilmu Teknik dari Universitas Gadjah Mada. Menjadi visiting Professor di Research Institute for Food Science di Universitas Kyoto, Jepang, tahun 1991. Mengikuti program visiting professor di San Fransisco, Amerika Serikat atas sponsor Asia Foundation pada tahun 1994 memperoleh jabatan akademik Guru Besar Madya (*Teaching Professor*) dan tahun 1996 menjadi Guru Besar Penuh bidang Teknik Kimia di Universitas Katolik Parahyangan Bandung. Sejak tahun 1986 diangkat Ahli Peneliti Utama (APU-*Research Professor*) LIPI dengan pangkat pembina utama golongan IV/E sampai 2001. Adapun pengalaman kerjanya ialah mantan Direktur Lembaga Kimia Nasional – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia dua periode (1976-1986) dan ditugaskan sebagai project leader dan ketua delegasi Indonesia untuk ASEAN-Australia Economic Cooperation sebanyak 47 kali (1976-1990). Tahun 1988-1992 menjabat Wakil Ketua Asosiasi Perguruan Tinggi Katolik (APTİK) dan tahun 1988-1992 menjadi Vice President of Federation Institute of Food Science and Technology in the ASEAN Countries. Karya ilmiah telah diterbitkan adalah 45 buah makalah dalam bahasa Inggris disajikan di tingkat internasional dan keynote address pada UNESCO International

Conference on Engineering Education di Monash University, Australia tahun 1998 dan 60 buah makalah disajikan di tingkat nasional, serta 5 buah buku dalam bidang teknologi pangan, bioteknologi dan teknik kimia serta manajemen teknologi limbah industri dan 1 buku dalam bahasa Inggris. Pada bulan Oktober 2000, diangkat menjadi Steering Committee pada the third International Soybean Processing & Utilization di Tsukuba-Jepang dan peserta workshop pada Asian Productivity Organization di Jepang. Penghargaan bintang jasa diterima dari Presiden Republik Indonesia adalah : Bintang Jasa Nararya tanggal 5 Agustus 1982, Bintang Jasa Pratama tanggal 17 Juli 1990, dan dua kali Bintang Jasa Satya Lencana Karya Tingkat I 25 tahun tanggal 7 Agustus 1995 dan 30 tahun pada 1 Juli 1996. Disamping itu, juga memperoleh Bintang Jasa Centini dari Menteri Negara Urusan Pangan (17 Juli 1997) dan Penghargaan dari Menteri Negara Lingkungan Hidup (11 Maret 1983). Dekan Fakultas Teknologi Industri UNPAR sejak tahun 1993 sampai 2001 dan menjadi dosen pembimbing program pasca sarjana S2 dan S3 di Universitas Padjajaran Bandung.

Bioteknologi Anugerah atau Ancaman ?

Kurang Kalori-Protein (KKP) melanda di negara berkembang termasuk Indonesia sehingga banyak penyakit disebabkan kurang-kalori protein sebaliknya dinegara maju seperti Amerika Serikat "Kelebihan-Kalori Protein (KKP)" banyak penyakit karena kelebihan makanan seperti penyakit kegemukan, penyakit diabetes melitus. Dari uraian tersebut maka orang yang tidak pernah menderita kelaparan tidak menyadari dan mengerti mengapa para pakar mencari dan mengeksplorasi penerapan ilmu dasar dan bioteknologi modern untuk meningkatkan efisiensi dan produksi pangan, proses pangan, pengawetan pangan, dan produk kimia. Sadar atau tidak sadar bahwa jumlah penduduk Indonesia tahun 2001 ini kurang lebih sudah 210 juta orang dan jumlah penduduk dunia 6 milyar orang, padahal luas lahan konstan, sehingga pendekatan bioteknologi modern merupakan anugerah dari Tuhan untuk memenuhi kecukupan kalori-protein bagi bangsa Indonesia baik saat ini maupun masa depan. Dewasa ini pemanfaatan teknologi untuk mengolah sumber daya alam (*natural resources*) masih menggunakan sumber daya alam yang tak terbaharui (*non renewable resources*) seperti penggunaan energi fosil untuk traktor, proses pangan dan kimia, pupuk kimia seperti urea dan ammonium sulfat dan pestisida. Oleh karena itu, penggunaan energi fosil untuk produksi pangan dan proses pangan serta kimia dengan kondisi lingkungan rusak harus dikurangi atau mencari bioteknologi modern yang memenuhi kriteria; bioteknologi modern yang secara ekonomi mampu memasok produk jangka pendek dan panjang, secara teknis mungkin dilaksanakan di Indonesia, secara sosial diinginkan oleh bangsa Indonesia, secara ekologis sehat tidak merusak lingkungan.

ISBN : 979-95534-5-8

Bioteknologi Anugerah atau Ancaman ?

Kurang Kalori-Protein (KKP) melanda di negara berkembang termasuk Indonesia sehingga banyak penyakit disebabkan kurang-kalori protein sebaliknya di negara maju seperti Amerika Serikat "Kelebihan-Kalori Protein (KKP)" banyak penyakit karena kelebihan makanan seperti penyakit kegemukan, penyakit diabetes mellitus. Dari uraian tersebut maka orang yang tidak pernah menderita kelaparan tidak menyadari dan mengerti mengapa para pakar mencari dan mengeksplorasi penerapan ilmu dasar dan bioteknologi modern untuk meningkatkan efisiensi dan produksi pangan, proses pangan, pengawetan pangan, dan produk kimia. Sadar atau tidak sadar bahwa jumlah penduduk Indonesia tahun 2001 ini kurang lebih sudah 210 juta orang dan jumlah penduduk dunia 5 milyar orang, padahal luas lahan konstan, sehingga pendekatan bioteknologi modern merupakan anugerah dari Tuhan untuk memenuhi kecukupan kalori-protein bagi bangsa Indonesia baik saat ini maupun masa depan. Dewasa ini pemanfaatan teknologi untuk mengolah sumber daya alam (*natural resources*) masih menggunakan sumber daya alam yang tak terbaharui (*non renewable resources*) seperti penggunaan energi fosil untuk traktor, proses pangan dan kimia, pupuk kimia seperti urea dan ammonium sulfat dan pestisida. Oleh karena itu, penggunaan energi fosil untuk produksi pangan dan proses pangan serta kimia dengan kondisi lingkungan rusak harus dikurangi atau mencari bioteknologi modern yang memenuhi kriteria, bioteknologi modern yang secara ekonomi mampu memasok produk jangka pendek dan panjang, secara teknis mungkin dilaksanakan di Indonesia, secara sosial diingini oleh bangsa Indonesia, secara ekologis sehat tidak merusak lingkungan.

ISBN : 979-95534-5-8

PERPUSTAKAAN UNPAR



000000143705