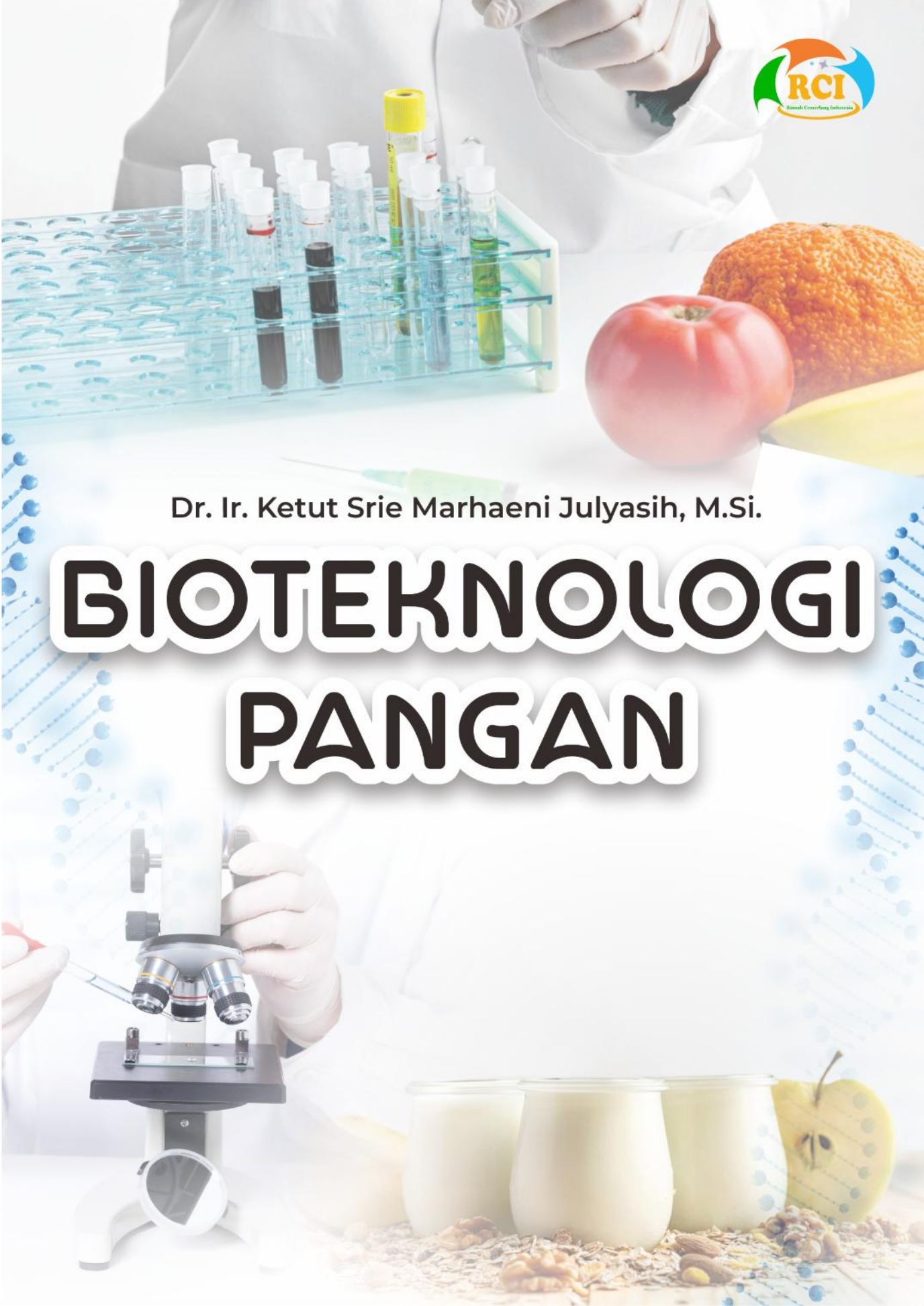


Dr. Ir. Ketut Srie Marhaeni Julyasih, M.Si.

BIOTEKNOLOGI PANGAN



BIOTEKNOLOGI PANGAN

Dr. Ir. Ketut Srie Mahaeni Julyasih, M.Si.



BIOTEKNOLOGI PANGAN

Penulis:

Dr. Ir. Ketut Srie Mahaeni Julyasih, M.Si.

Editor:

Erik Santoso

Layouter :

Tim Kreatif PRCI

Cover:

Rusli

Cetakan Pertama : Maret 2024

Hak Cipta 2024, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT

Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151
Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website : www.rcipress.rcipublisher.org

E-mail : rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2024 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
All Right Reserved

- Cet. I – : Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2024
; 14,8 x 21 cm
ISBN : -

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang
Hak Cipta Pasal 72

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Pasal 72

Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling sedikit 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

KATA PENGANTAR

Rasa syukur yang teramat dalam dan tiada kata lain yang patut kami ucapkan selain mengucap rasa syukur. Karena berkat rahmat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa, buku yang berjudul “Bioteknologi Pangan” telah selesai di susun dan berhasil diterbitkan, semoga buku ini dapat memberikan sumbangsih keilmuan dan penambah wawasan bagi siapa saja yang memiliki minat terhadap pembahasan tentang Bioteknologi Pangan.

Akan tetapi pada akhirnya kami mengakui bahwa tulisan ini terdapat beberapa kekurangan dan jauh dari kata sempurna, sebagaimana pepatah menyebutkan “tiada gading yang tidak retak” dan sejatinya kesempurnaan hanyalah milik tuhan semata. Maka dari itu, kami dengan senang hati secara terbuka untuk menerima berbagai kritik dan saran dari para pembaca sekalian, hal tersebut tentu sangat diperlukan sebagai bagian dari upaya kami untuk terus melakukan perbaikan dan penyempurnaan karya selanjutnya di masa yang akan datang.

Terakhir, ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah mendukung dan turut andil dalam seluruh rangkaian proses penyusunan dan penerbitan buku ini, sehingga buku ini bisa hadir di hadapan sidang pembaca. Semoga buku ini bermanfaat bagi semua pihak dan dapat memberikan kontribusi bagi pembangunan ilmu pengetahuan di Indonesia

April 2024, Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	I
DAFTAR ISI	II
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Pengertian Bioteknologi	1
B. Sejarah Bioteknologi	2
C. Rangkuman	3
D. Daftar Pustaka	4
BAB II BIOTEKNOLOGI PANGAN KONVENSIONAL	5
A. Pengertian Bioteknologi Konvensional	5
B. Pemanfaatan Bioteknologi Konvensional	7
C. Produk Bioteknologi Konvensional	9
D. Rangkuman	18
E. Daftar Pustaka	18
BAB III BIOTEKNOLOGI PANGAN MODERN	20
A. Pengertian Bioteknologi Pangan Modern	20
B. Peran Bioteknologi Modern dalam Bidang Pangan	21
C. Peran Bioteknologi Modern dalam Bidang Peternakan	23
D. Peran Bioteknologi dalam Bidang Perikanan	25
E. Produk Bioteknologi Pangan Modern	25
F. Rangkuman	28
G. Daftar Pustaka	29
BAB IV BIOTEKNOLOGI TANAMAN PANGAN	30
A. Pengertian Tanaman Pangan	30
B. Bioteknologi Tanaman Pangan	30
C. Teknologi Pada Tanaman Pangan	36
D. Produk Tanaman Pangan Hasil Bioteknologi	40
E. Rangkuman	43
F. Daftar Pustaka	44
BAB V BIOTEKNOLOGI PADA HEWAN PANGAN	45
A. Bioteknologi Pada Hewan Pangan	45

B.	Metode Pada Bioteknologi Hewan Pangan	45
C.	Aplikasi Bioteknologi Hewan Pangan Pada Berbagai	50
D.	Produk Bioteknologi Hewan Pangan	55
E.	Rangkuman	60
F.	Daftar Pustaka	60
BAB VI PERAN MIKROBA DALAM BIOTEKNOLOGI PANGAN		62
A.	Mikroba yang Bermanfaat dalam Bioteknologi Pangan	62
B.	Peran Mikroba dalam Bioteknologi Pangan	66
C.	Rangkuman	70
D.	Daftar Pustaka	71
BAB VII PERAN ENZIM DALAM BIOTEKNOLOGI PANGAN		72
A.	Enzim	72
B.	Bioteknologi Enzim Dalam Bidang Pangan	75
C.	Peran Enzim dalam Bidang Pangan	78
D.	Contoh Bioteknologi Enzim dalam Bidang Pangan	80
E.	Rangkuman	81
F.	Daftar Pustaka	82
BAB VIII BIOTEKNOLOGI FERMENTASI DALAM BIDANG PANGAN		84
A.	Proses Fermentasi dalam Bidang Pangan	84
B.	Produk Pangan Hasil Fermentasi	87
C.	Manfaat Fermentasi dalam Bidang Pangan	90
D.	Rangkuman	94
E.	Daftar Pustaka	94

BAB I

PENDAHULUAN

A. Pengertian Bioteknologi

Bioteknologi telah mengalami perkembangan sangat pesat dalam kurun waktu 20 tahun terakhir ini. Di beberapa negara maju, bioteknologi mendapatkan perhatian serius dan dikembangkan secara intensif dengan harapan dapat memberi solusi untuk mengatasi berbagai permasalahan yang dihadapi manusia pada saat ini maupun yang akan datang yang menyangkut; kebutuhan pangan, obat-obatan, penelitian, yang pada gilirannya semuanya bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan hidup umat manusia. Istilah bioteknologi untuk pertama kalinya dikemukakan oleh Karl Ereky, seorang insinyur Hongaria pada tahun 1917 untuk mendeskripsikan produksi babi dalam skala besar dengan menggunakan bit gula sebagai sumber pakannya. Beragam batasan dan pengertian dikemukakan oleh berbagai lembaga untuk menjelaskan tentang Bioteknologi. Beberapa diantaranya akan diulas singkat sebagai berikut:

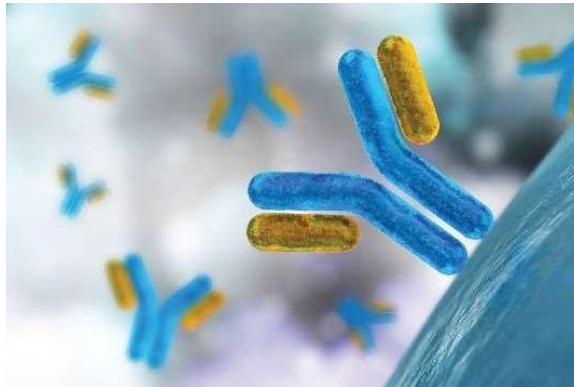
1. Menurut Bull et al. (1982), bioteknologi merupakan penerapan asas-asas sains (ilmu pengetahuan alam) dan rekayasa (teknologi) untuk pengolahan suatu bahan dengan melibatkan aktivitas jasad hidup untuk menghasilkan barang dan/atau jasa.
2. Bioteknologi merupakan penerapan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan dan kerekayasaan untuk penanganan dan pengolahan bahan dengan bantuan agen biologis untuk menghasilkan bahan dan jasa.
3. Bioteknologi adalah teknik pendayagunaan organisme hidup atau bagian organisme untuk membuat atau memodifikasi suatu produk dan meningkatkan/memperbaiki sifat tanaman atau hewan atau mengembangkan mikroorganisme untuk penggunaan khusus.
4. Bioteknologi berasal dari dua kata, yaitu 'bio' yang berarti makhluk hidup dan 'teknologi' yang berarti cara untuk memproduksi barang atau jasa. Dari paduan dua kata tersebut European Federation of Biotechnology mendefinisikan bioteknologi sebagai perpaduan dari ilmu pengetahuan alam dan ilmu rekayasa yang bertujuan meningkatkan aplikasi organisme hidup, sel, bagian dari organisme hidup, dan/atau analog molekuler untuk menghasilkan produk dan jasa.
5. Atau secara tegas dinyatakan, Bioteknologi merupakan penggunaan terpadu biokimia, mikrobiologi, dan ilmu-ilmu keteknikan dengan bantuan mikroba, bagian-bagian mikroba atau sel dan jaringan organisme yang lebih tinggi dalam penerapannya secara teknologis dan industri

Berdasarkan terminologinya, maka bioteknologi dapat diartikan sebagai berikut:

1. “Bio” memiliki pengertian agen hayati (living things) yang meliputi; organisme (bakteri, jamur (ragi), kapang), jaringan/sel (kultur sel tumbuhan atau hewan), dan/atau komponen sub-selulernya (enzim).
2. “Tekno” memiliki pengertian teknik atau rekayasa (engineering) yaitu segala sesuatu yang berkaitan dengan rancang-bangun, misalnya untuk rancang bangun suatu bioreaktor. Cakupan teknik disini sangat luas antara lain; teknik industri dan kimia

B. Sejarah Bioteknologi

Bioteknologi secara sederhana sudah dikenal oleh manusia sejak ribuan tahun yang lalu. Sebagai contoh, dalam bidang teknologi pangan adalah pembuatan bir, roti, maupun keju yang sudah dikenal sejak abad ke-19. pemuliaan tanaman untuk menghasilkan varietas-varietas baru di bidang pertanian, serta pemuliaan dan reproduksi hewan. Di bidang medis, penerapan bioteknologi di masa lalu dibuktikan antara lain dengan penemuan vaksin, antibiotik, dan insulin walaupun masih dalam jumlah yang terbatas akibat proses fermentasi yang tidak sempurna. Perubahan signifikan terjadi setelah penemuan bioreaktor oleh Louis Pasteur. Dengan alat ini, produksi antibiotik maupun vaksin dapat dilakukan secara massal.



Antibodi Monoklonal, sumber: <https://www.siloamhospitals.com/informasi-siloam/artikel/antibodi-monoklonal>



Sejarah Bioteknologi, sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Bioteknologi>

Prospek ke depan, terdapat indikasi bahwa perkembangan penerapan bioteknologi dalam segala bidang kehidupan akan semakin meningkat dengan didukung oleh penemuan-penemuan baru dan penerapan metode-metode baru. Kemajuan yang sangat menggembirakan dalam bioteknologi adalah penerapan rekayasa genetika dengan menyisipkan gen-gen tertentu yang dikehendaki kedalam sel yang telah dikultur dengan tujuan untuk memproduksi insulin dan/atau beberapa hormon pertumbuhan dalam skala besar. Demikian pula penggunaan antibodi monoklonal sangat meluas baik untuk penelitian maupun uji klinis termasuk diagnosis dan bahkan upaya mencapai target spesifik untuk pengobatan

C. Rangkuman

Bioteknologi mendapatkan perhatian serius dan dikembangkan secara intensif dengan harapan dapat memberi solusi untuk mengatasi berbagai permasalahan yang dihadapi manusia pada saat ini maupun yang akan datang yang menyangkut; kebutuhan pangan, obat-obatan, penelitian, yang pada gilirannya semuanya bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan hidup umat manusia. Bidang teknologi pangan adalah pembuatan bir, roti, maupun keju yang sudah dikenal sejak abad ke-19. Pemuliaan tanaman untuk menghasilkan varietas-varietas baru di bidang pertanian, serta pemuliaan dan reproduksi hewan. Di bidang medis, penerapan bioteknologi di masa lalu dibuktikan antara lain dengan penemuan vaksin, antibiotik, dan insulin walaupun masih dalam jumlah yang terbatas akibat proses fermentasi yang tidak sempurna. Dalam perkembangannya, bioteknologi telah mencapai tingkat rekayasa yang lebih terarah, sehingga hasilnya dapat dikendalikan

D. Daftar Pustaka

- Adrianto, H., Ulinniam, Wahyuning, E. 2021. Bioteknologi. Bandung : Widina Bhakti Persada Bandung
- Bimo, H. 2020. Aplikasi Fementasi dan Ilmu Biokimia di Bidang Teknologi Pangan, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
- E, Sa Amp, Gumbira and Id. 2012. Kajian Pengembangan Bioteknologi Melalui Pendekatan Industri, Pangan Dan Lingkungan - Repository. *Unikom.ac.id*.
- Pengembangan. 2019. *Menyikapi Perkembangan Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan*. [online] Pertanian.go.id.
- Pramashinta, A., Riska, L., Hadiyanto. 2014. Bioteknologi Pangan: Sejarah, Manfaat dan Potensi Risiko, Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan, Vol. 3, No. 1
- Raharo, T. 2013. Bioteknologi Tanaman Dalam Perspektif Pertanian Tanaman Pangan Dan Hortikultura. Ambon : CV Anugrah Sejati Ambon
- Seprianto. 2017. Bioteknologi Pangan, Universitas Esa Unggul
- Wasilah, U., Rohimah, S., Suudi, M. 2019. Perkembangan Bioteknologi di Indonesia, Journal of Science and Technology, Vol. 12, No. 1

BAB II

BIOTEKNOLOGI PANGAN KONVENSIONAL

A. Pengertian Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi ternyata telah dikenal sejak dulu oleh masyarakat dengan mengolah makanan melalui proses fermentasi dengan tujuan memperpanjang masa simpan makanan tersebut. Bioteknologi adalah suatu cabang ilmu yang mempelajari cara memanfaatkan organisme hidup dalam melakukan proses produksi untuk menghasilkan barang maupun jasa yang bermanfaat bagi manusia. Jenis bioteknologi ada dua berdasarkan proses dan alatnya yaitu bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern yang hingga saat ini dikenal.

Bioteknologi adalah cabang ilmu yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup (bakteri, fungi, virus, dan lain-lain) maupun produk dari makhluk hidup (enzim, alkohol) dalam proses produksi untuk menghasilkan barang dan jasa. Dewasa ini, perkembangan bioteknologi tidak hanya didasari pada biologi semata, tetapi juga pada ilmu-ilmu terapan dan murni lain, seperti biokimia, komputer, biologi molekuler, mikrobiologi, genetika, kimia, matematika, dan lain sebagainya. Dengan kata lain, bioteknologi adalah ilmu terapan yang menggabungkan berbagai cabang ilmu dalam proses produksi barang dan jasa.



Bioteknologi konvensional, sumber: <https://majalah.stfi.ac.id/bioteknologi-dalam-hidup-kita/>

Bioteknologi secara sederhana sudah dikenal oleh manusia sejak ribuan tahun yang lalu. Sebagai contoh, di bidang teknologi pangan adalah pembuatan bir, roti, maupun keju yang sudah dikenal sejak abad ke-19, pemuliaan tanaman untuk menghasilkan varietas-varietas baru di bidang pertanian, serta pemuliaan dan reproduksi hewan. Di bidang medis, penerapan bioteknologi pada masa lalu dibuktikan antara lain dengan penemuan vaksin, antibiotik, dan insulin walaupun masih dalam jumlah yang terbatas akibat proses fermentasi yang tidak sempurna. Perubahan signifikan terjadi setelah penemuan bioreaktor oleh Louis Pasteur.

Dengan alat ini, produksi antibiotik maupun vaksin dapat dilakukan secara massal.

Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang memanfaatkan organisme secara langsung untuk menghasilkan produk barang dan jasa yang bermanfaat bagi manusia melalui proses fermentasi. Bioteknologi konvensional juga merupakan bioteknologi yang dalam pelaksanaannya memanfaatkan organisme atau mikroba untuk menghasilkan suatu produk seperti senyawa kimia atau produk lainnya dengan memanfaatkan aktivitas-aktivitas mikroba dan belum menggunakan enzim. Pengembangan bioteknologi konvensional lebih banyak dalam menghasilkan produk makanan memanfaatkan jasa mikroorganisme dalam pengolahannya.

Peranan mikroorganisme dalam pengolahan makanan ini adalah mengubah bahan makanan menjadi bentuk lain, sehingga nilai gizinya lebih tinggi, zat gizi lebih mudah diserap dan dimanfaatkan, serta mempunyai cita rasa yang lebih menarik. Bioteknologi konvensional dilakukan tanpa dilandasi prinsip-prinsip ilmiah dan padadasarnya dilakukan hanya didasarkan atas pengalaman yang turun temurun. Kemudian secara umumnya belum dapat diproduksi secara masal, sebab produknya hanya digunakan untuk pemenuhan kebutuhan rumah tangga. Di aspek pemanfaatan mikroorganisme secara langsung. Produk masih bercampur dengan makhluk hidup yang digunakan, dan Umumnya dimanfaatkan untuk kebutuhan pangan; serta teknik berupa fermentasi bahan makanan oleh mikroorganisme.

Proses bioteknologi konvensional yang didukung oleh mikroorganisme contohnya adalah fermentasi. Selama fermentasi, glukosa yang terkandung dalam makanan dipecah oleh mikroba. Proses fermentasi dapat menghasilkan karbon dioksida, etanol, dan energi. Penerapan bioteknologi pada waktu itu bertujuan menghasilkan produk melalui peran mikroorganisme secara alami tanpa rekayasa genetika.

Tetapi hal tersebut tidak benar, karena tampaknya bioteknologi konvensional tidak menggunakan rekayasa genetika sama sekali. Beberapa contoh bioteknologi konvensional yang dikembangkan oleh nenek moyang manusia di zaman kuno masih digunakan oleh masyarakat kita. Contoh aplikasi ini umumnya dibagi menjadi tiga jenis, yaitu aplikasi mereka di sektor pengolahan susu, makanan dan non-makanan. Perkembangan bioteknologi konvensional tidak hanya terjadi dalam teknologi pangan, misalnya dalam produksi minuman beralkohol (bir, anggur) dan makanan (roti, keju).

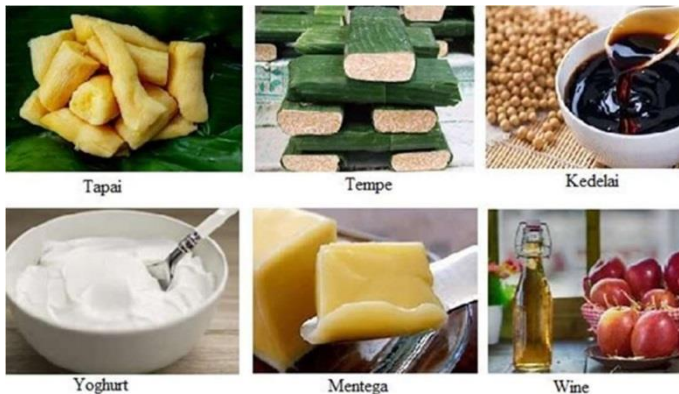
Bioteknologi konvensional biasanya dilakukan secara sederhana dan diproduksi tidak jumlah yang besar. Dalam bidang pangan, fermentasi merupakan kegiatan mikrobial pada bahan pangan sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki. Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk

respirasi anaerobik, akan tetapi, terdapat definisi yang lebih jelas yang mendefinisikan fermentasi sebagai respirasi dalam lingkungan anaerobik dengan tanpa akseptor elektron eksternal. Seiring dengan perkembangan teknologi, definisi fermentasi meluas menjadi semua proses yang melibatkan mikroorganisme untuk menghasilkan suatu produk yang merupakan metabolit primer atau sekunder dalam suatu lingkungan yang dikendalikan.

B. Pemanfaatan Bioteknologi Konvensional

1. Bidang Pangan

Dalam bidang makanan proses yang dibantu mikroorganisme, misalnya dengan fermentasi, hasilnya antara lain: yoghurt, keju, tempe, roti, kecap, cuka, dan sebagainya.



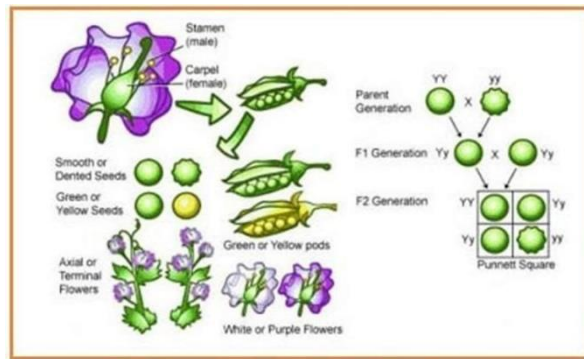
**Produk pangan konvensional, sumber: [https://klinik-
ipa.blogspot.com/2021/01/bab-8-bioteknologi.html](https://klinik-ipa.blogspot.com/2021/01/bab-8-bioteknologi.html)**

2. Bidang Pertanian

Di bidang pertanian, bioteknologi memberi andil dalam usaha pemenuhan kebutuhan makanan. Bioteknologi konvensional dalam bidang pertanian diantaranya adalah:

3. Pembastaran

Pembastaran atau persilangan merupakan perkawinan antara dua individu tanaman yang berbeda varietas, tetapi masih dalam satu spesies. Pembastaran merupakan cara yang sederhana, murah, dan paling mudah untuk menghasilkan tanaman pangan varietas unggul. Contoh, padi varietas X yang memiliki produksi gabah tinggi dan tidak cepat rebah dikawinkan dengan padi varietas Y yang memiliki sifat tahan hama dan umur panen pendek. Dari perkawinan ini, dapat dihasilkan padi varietas baru yang memiliki sifat perpaduan dari keduanya, yaitu produksi gabah tinggi, tahan hama, tidak cepat rebah, dan umur panen pendek.



Pembastaran atau persilangan, sumber: <http://inti-sari-biologi.blogspot.com/2012/12/mutasi-hereditas.html>

4. Bidang industry

Penerapan bioteknologi konvensional di bidang industri di antaranya adalah teknik bioremediasi, yaitu suatu proses pengelolaan limbah yang mengandung zat-zat yang berbahaya (logam berat) menjadi limbah yang kurang berbahaya. Bioremediasi ini juga melibatkan mikroba tertentu, diantaranya *Xanthomonas campestris* dan *Pseudomonas foetida*. Caranya dengan melepaskan langsung bakteri tersebut ke limbah pabrik yang tercemar.



Bioteknologi pangan di bidang industry roti, sumber:

<https://industri.kontan.co.id/news/produsen-roti-pertahankan-harga-jual>

5. Bidang pengobatan

Beberapa contoh bioteknologi tradisional di bidang pengobatan, misalnya antibiotik penisilin yang digunakan untuk pengobatan, diisolasi dari bakteri dan jamur, dan vaksin yang merupakan mikroorganisme yang toksinnya telah dimatikan bermanfaat untuk meningkatkan imunitas.



Pembuatan antibiotic, sumber:

<https://mediaindonesia.com/megapolitan/306237/dki-jakarta-terima-1500reagenpcr-dari-bnpb>

6. Bidang peternakan

Bioteknologi tradisional di bidang peternakan, misalnya pada domba ankon yang merupakan domba berkaki pendek dan bengkok, sebagai hasil mutasi alami dan sapi Jersey yang diseleksi oleh manusia agar menghasilkan susu dengan kandungan krim lebih banyak.

C. Produk Bioteknologi Konvensional

Produk bioteknologi konvensional sudah sejak dulu ada dengan menggunakan bahan- bahan yang masih sederhana dan mudah. Produk pangan fermentasi dihasilkan dengan melibatkan aktivitas mikroba dalam produksinya. Selama fermentasi terjadi aktivitas pemecahan komponen pangan karena aktivitas enzimatik mikroba terutama enzim amilase, protease dan lipase yang menghidrolisis polisakarida, protein dan lemak menjadi komponen- komponen sederhana seperti asam, alkohol, karbon dioksida, peptida, asam amino, asam lemak dan komponen-komponen lainnya. Asam, alkohol dan karbon dioksida berperan penting dalam menekan pertumbuhan mikroba pembusuk dan patogen. Secara bersama-sama, komponen- komponen tersebut juga menyebabkan modifikasi tekstur, aroma dan rasa sehingga dihasilkan karakteristik produk yang unik dan berbeda dengan produk asalnya. Berikut merupakan contoh produk pangan bioteknologi konvensional:

1. Oncom

Oncom merupakan salah satu produk fermentasi makanan khas Jawa Barat yang menggunakan substrat bungkil kacang tanah atau ampas tahu yang di inokulasi dengan spora kapang oncom merah. Bahan dasar oncom adalah ampas tahu, yaitu ampas kedelai yang difermentasi dengan jamur *Neurospora sithopila*. Selain digunakan sebagai bahan makanan, jamur *Neurospora sithopila* dapat menghasilkan zat warna merah atau orange. Oncom yang beredar di masyarakat ada dua jenis yaitu oncom merah dan oncom hitam. Oncom merah pada umumnya

dibuat dari bungkil tahu yang berasal dari kedelai yang telah diambil proteinnya dalam pembuatan tahu yang didegradasi oleh kapang *Neurospora sitophila*. Sedangkan oncom hitam merupakan oncom yang berbahan baku dari kacang tanah yang didegradasi oleh *Rhizopus oligosporus*. Warna merah atau hitam pada oncom ditentukan oleh warna pigmen yang dihasilkan oleh kapang yang digunakan dalam proses fermentasi. Kapang oncom mengeluarkan enzim amilase, lipase dan protease yang aktif selama proses fermentasi dan memegang peranan penting dalam penguraian pati menjadi gula, penguraian bahan-bahan dinding sel kacang, penguraian lemak, serta pembentukan sedikit alkohol dan berbagai ester yang memunculkan aroma sedap dan harum. Protein juga terdegradasi namun tidak penuh dan berakibat meningkatnya daya cerna.



Olahan oncom, sumber: <https://www.merdeka.com/trending/5-resep-olahan-oncom-sajian-lezat-menggugah-selera- kln.html>

2. Tape

Tape mempunyai rasa yang spesifik yaitu manis, alkoholis dan kadang-kadang asam, hal ini karena terjadi perubahan pada bahan dasar menjadi tape. Di dalam ragi ditemukan bermacam-macam karang, khamir dan bakteri yang masing-masing mempunyai aktivitas sendiri dan tidak saling mengganggu. Kegiatan mikroba tersebut merupakan suatu urutan yang saling menguntungkan. Kapang mempunyai aktivitas mencegah pati menjadi gula, dan gula tersebut diubah menjadi alkohol oleh khamir. Selain itu juga terbentuk ester dan bermacam-macam asam organik sehingga terbentuk aroma yang khas. Dalam proses fermentasi, pati akan berubah menjadi gula oleh kapang jenis *Chlamydomucor* dan oleh *Saccharomyces cereviceae* gula diubah menjadi alkohol. Molekul-molekul pati yang ada dalam bahan dipecah oleh kelompok kapang yang menghasilkan enzim amilolitik menjadi dekstrin dan gula-gula sederhana seperti disakarida dan proses sakarifikasi atau hidrolisis enzimatis. Kemudian khamir akan mengubah sebagian gula sederhana tersebut menjadi alkohol. Inilah yang menyebabkan aroma alkoholis pada tape.



Fermentasi tape, sumber: <https://helo sehat.com/nutrisi/fakta-gizi/manfaat-tape-singkong>

3. Kecap

Kecap merupakan salah satu makanan hasil fermentasi yang berasal dari negeri Cina dan sudah lama dikenal di Indonesia sebagai bahan penyedap makanan dalam berbagai masakan. Pembuatan kecap secara fermentasi pada dasarnya merupakan pemecahan protein, lemak dan karbohidrat menjadi fraksi-fraksi yang lebih sederhana yang menentukan citarasa, aroma dan komposisi kimia kecap. Proses fermentasi kecap terdiri dari 2 tahap, yaitu fermentasi padat (fermentasi koji/tempe) dan fermentasi cair (fermentasi moromi). Kapang yang digunakan dalam fermentasi padat, adalah *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp.. Fermentasi padat memerlukan waktu selama 3-5 hari. Hasil fermentasi padat disebut koji jika menggunakan *Aspergillus* sp., tetapi disebut tempe jika menggunakan *Rhizopus* sp. Selanjutnya, koji dikeringkan, kemudian direndam dalam air garam 20-30%. Proses perendaman koji dalam air garam disebut fermentasi moromi. Mikroba yang berperan dalam fermentasi moromi, adalah mikroba tahan garam seperti *Hansenula* sp., *Zygosaccharomyces* sp., dan *Lactobacillus* sp. Proses fermentasi pada kecap terjadi melalui 2 tahap yaitu melalui fermentasi dengan menggunakan jamur koji yang biasa disebut fermentasi padat yang berlangsung selama 2 -3 hari dimana mikroba utama yang berperan dalam fermentasi koji yaitu *Aspergillus oryzae* atau *Aspergillus soyae* dengan menghasilkan enzim amilolitik, lipase serta selulase yang merupakan enzim yang dapat membentuk citarasa dan aroma. Pada proses perendaman garam ini dilakukan secara aerob. Sehingga mikroba yang paling berperan adalah *Saccharomyces rouxii* yang dapat mengubah glukosa menjadi gliserol. Proses ini berperan menjadi komponen penting dalam membentuk citarasa pada kecap.



Fermentasi kedelai menjadi kecap, sumber:

<https://bobo.grid.id/read/081897034/>

4. Wine

Wine adalah minuman beralkohol yang dibuat dari sari buah anggur (must). Wine dibuat melalui fermentasi gula yang ada di dalam buah anggur. Fermentasi wine adalah proses dimana juice anggur bersama-sama dengan bahan yang lain yang diubah secara reaksi biokimia oleh khamir dan menghasilkan wine. Bahan untuk proses fermentasi adalah gula ditambah khamir yang akan menghasilkan alkohol dan CO₂. CO₂ akan dilepaskan dari campuran wine menuju udara dan alkohol akan tetap tinggal di fermentor. Jika semua gula buah sudah diubah menjadi alkohol atau alkohol telah mencapai sekitar 15% biasanya fermentasi telah selesai atau dihentikan. Selama fermentasi sering ditambahkan nitrogen dan mikro nutrisi guna mencegah produksi gas H₂S.



Fermentasi wine, sumber: <https://mpotimes.id/merek-wine-produksi-bali-memiliki-rasa-mendunia>

Jika gas ini muncul akan menyebabkan bau yang tidak enak. Mikroorganisme yang sering digunakan untuk fermentasi alkohol adalah khamir karena khamir (yeast) mempunyai selektivitas tinggi dan mudah penanganannya dibandingkan dengan jenis bakteri. Salah satu spesies ragi yang dikenal mempunyai daya konversi gula menjadi etanol yang sangat tinggi ialah *Saccharomyces cerevisiae*, khamir (yeast) ini dapat menghasilkan enzim hidrolase dan enzim invertase. Enzim hidrolase ialah dimana *Saccharomyces cerevisiae* berfungsi sebagai pemecah sukrosa (disakarida) menjadi glukosa (monosakarida)

dan enzim invertase dimana *Saccharomyces cerevisiae* yang selanjutnya berfungsi mengubah glukosa menjadi etanol.

5. Tauco

Tauco merupakan salah satu produk fermentasi tradisional Indonesia yang berbentuk pasta (semi padat), mempunyai warna bermacam-macam dari kuning keputihan sampai coklat kehitaman serta aroma dan rasa yang spesifik. Pembuatan tauco pada prinsipnya adalah sama dengan pembuatan kecap yaitu melalui proses fermentasi oleh kapang dan fermentasi oleh bakteri dan ragi tauco dalam larutan garam. Kedele untuk membuat tauco harus dibuang dahulu kulitnya. Tingginya kandungan protein yang terdapat dalam tauco disebabkan oleh kapang *R. Oligosporus* yang menghasilkan enzim-enzim protease dalam jumlah yang banyak. Kapang tauco, *R. oligosporus*, memproduksi enzim lipase yang aktif selama proses fermentasi. Dalam larutan garam, hasil penguraian enzim lipase digunakan kembali oleh kapang tauco sebagai sumber energi dan selanjutnya kapang tersebut tidak aktif atau mati. Enzim lipase ini memegang peranan penting dalam menguraikan lemak yang terdapat pada substrat menjadi gliserol dan asam lemak bebas, sehingga enzim ini berperan besar pada kandungan lemak dalam tauco.



Fermentasi tauco, sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Tauco>

6. Keju

Keju adalah sejenis makanan yang diolah dengan cara fermentasi yang berasal dari susu. Keju adalah produk pangan olahan yang dibuat dari dadih susu. Dadih berasal dari penggumpalan bagian kasein dari susu dan susu skim. Penggumpalan ini terjadi dengan adanya enzim atau dengan peningkatan keasaman susu. Mikroorganisme yang paling banyak digunakan dalam starter, khususnya starter keju adalah kelompok bakteri asam laktat (BAL) yang menghasilkan asam, terutama asam laktat dengan memfermentasikan laktosa. Asam laktat merupakan hasil dari metabolisme glukosa yang digunakan selama pertumbuhan sel dengan jumlah semakin meningkat seiring bertambahnya waktu. Meningkatnya produksi asam laktat tersebut ditandai dengan menurunnya pH atau meningkatnya asam akibat timbulnya ion H^+ yang terjadi karena

dekomposisi laktosa yang menghasilkan asam-asam yang mudah menguap dan pecahnya phospat organik yang terdapat di dalam kasein, sehingga menghasilkan asam. Asam laktat yang terbentuk berdampak pada koagulasi kasein pembentuk dadih. Sub misel kasein yang terdiri dari kalsium dan fosfat, ketika terbentuk asam laktat, kalsium dan fosfat akan berikatan dengan laktat membentuk kalsium laktat dan fosfat laktat, sehingga gumpalan-gumpalan kasein akan berdiri sendiri yang nantinya akan membentuk curd.



Fermentasi susu menjadi keju, sumber: <https://endeus.tv/artikel/ternyata-begini-cara-memilih-keju-yang-baik>

7. Yoghurt

Yoghurt merupakan produk hasil fermentasi susu. Starter atau bibit yang digunakan adalah bakteri asam laktat *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dengan perbandingan yang sama. Karena digunakan bakteri laktat yang mampu memproduksi asam laktat, maka produk yang terbentuk berupa susu yang menggumpal dengan rasa asam dengan mempunyai cita-rasa yang khas. *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* adalah jenis bakteri proteolitik dan homofermentatif. *Lactobacillus bulgaricus* dapat memfermentasi laktosa, fruktosa dan glukosa dalam susu untuk menghasilkan asam laktat.

Begitu pula dengan *Streptococcus thermophilus*, mampu memfermentasi laktosa, glukosa, fruktosa, dan sukrosa yang ada di dalam susu untuk menghasilkan asam laktat. Pembuatannya dibantu oleh dua bakteri yaitu *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Dua bakteri ini saling berinteraksi dalam fermentasi yogurt. Kedua bakteri tersebut dapat tumbuh bersama-sama secara simbiosis dan akan menghasilkan asam lebih banyak dari pada digunakan hanya salah satu saja. Kombinasi kultur starter *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* digunakan karena kedua bakteri tersebut dapat saling mendukung pertumbuhan. *Lactobacillus bulgaricus* membantu memperpanjang fase logaritmik *Streptococcus thermophilus* dengan cara membebaskan peptida-peptida dari kasein susu yang merupakan perangsang untuk pertumbuhan *Streptococcus thermophilus*. Pemecahan laktosa menjadi asam laktat dan asam format yang dihasilkan oleh *Streptococcus thermophilus*

menurunkan pH dan membuat suasana menjadi asam sehingga *Lactobacillus bulgaricus* dapat tumbuh dengan baik. Dalam proses fermentasi berlangsung, bakteri starter akan merombak laktosa dalam bahan baku susu menjadi glukosa dan galaktosa oleh enzim laktase, dan kemudian membentuk asam laktat. Hal ini menyebabkan pH susu akan turun dan mengubah rasa susu menjadi asam yang khas. Suasana asam ini dapat menggumpalkan protein sehingga viskositas pada yogurt akan meningkat atau menghasilkan penampakan yogurt yang kental hingga padat. Bakteri starter dapat menghasilkan enzim protease, yang pada gilirannya menyebabkan protein menjadi terhidrolisis menjadi komponen protein yang paling sederhana yaitu peptida-peptida dan asam amino yang merupakan protein terlarut.



Yogurt, sumber:

<https://www.kompas.com/sains/read/2021/06/10/173200523/5-manfaat-yogurt->

8. Nata de coco

Istilah “nata” berasal dari bahasa Spanyol yang artinya terapung. Ini sesuai dengan sifatnya yaitu sejak diamati dari proses awal terbentuknya nata merupakan satu lapisan tipis yang terapung pada permukaan yang semakin lama akan semakin tebal. Pada proses pembuatan nata de coco, sumber karbon berasal dari air kelapa ditambah dengan gula pasir untuk meningkatkan konsentrasi sumber karbonnya. Selain sebagai sumber karbon, air kelapa juga menyuplai unsur kelumit yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum*. Sedangkan sebagai sumber nitrogen biasanya berasal dari urea atau ammonium sulfat. Selulosa yang dihasilkan selama fermentasi adalah jenis polisakaridamikrobal yang tersusun dari serat-serat selulosa yang dihasilkan oleh *Acetobacte xylinum* dan saling terikat oleh mikrofibril. Selama proses fermentasi, bakteri *Acetobacter xylinum* akan menghasilkan karbondioksida sebagai hasil metabolisme. Karbondioksida tersebut akan menempel pada serat-serat polisakarida ekstraseluler atau nata sehingga menyebabkan nata dapat terapung.



Nata de coco, sumber: <https://www.klikdokter.com/info-sehat/read/3635575/nata-de-coco-mengandung-plastik-hoaks-atau-fakta>

9. Cuka

Bahan dasar pada proses pembuatan cuka adalah etanol yang dihasilkan oleh fermentasi anaerob oleh ragi. Oleh bakteri asam asetat, seperti *Acetobacter* dan *Gluconobacter*, etanol akan dioksidasi menjadi asam asetat. Etanol itu sendiri dapat berasal dari bir, anggur, atau sari buah apel. Cuka bersifat sangat asam sehingga sebelum digunakan harus diencerkan dulu dengan air.



Fermentasi cuka, sumber: <https://lifestyle.bisnis.com/read/20210201/106/>

10. Roti

Pembuatan roti juga memanfaatkan peristiwa fermentasi yang dibantu oleh yeast atau khamir. Yeast merupakan sejenis jamur yang ditambah pada adonan tepung dan akan menimbulkan proses fermentasi. Proses ini akan menghasilkan gas karbondioksida dan alkohol. Gas karbondioksida berperan dalam mengembangkan roti, sedangkan alkohol akan berkontribusi dalam menghasilkan aroma dan memberi rasa pada roti. Adonan akan tampak lebih

mengembang dan membesar pada saat adonan dimasukkan ke oven, karena gas akan mengembang pada suhu tinggi.



Fermentasi roti, sumber: <https://www.orami.co.id/magazine/cara-membuat-roti-tawar/>

Berikut merupakan beberapa contoh produk yang hasil bioteknologi konvensional

No.	BAHAN PANGAN	MIKROORGANISME	PRODUK
1.	Susu	<i>Lactobacillus sp</i> <i>Streptococcus sp</i> <i>Penicillium sp</i>	Yogurt Mentega Keju
2.	Kedelai	<i>Rhizopus sp</i> <i>Aspergillus sp</i>	Tempe Kecap
3.	Kacang Tanah	<i>Neurospora</i>	Oncom
4.	Beras	<i>Saccharomyces sp</i> , <i>Endomycopsis sp</i>	Tape ketan
5.	Singkong	<i>Saccharomyces sp</i> , <i>Endomycopsis sp</i>	Tape singkong
6.	Kelapa	<i>Acetobacter</i>	<i>Nata de coco</i>
7.	Tepung gandum	<i>Saccharomyces</i>	Roti
8.	Kubis	<i>Enterobacter sp.</i>	Asinan
9.	Padi – padian	<i>Saccharomyces sp</i>	Minuman beralkohol

D. Rangkuman

Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang memanfaatkan organisme secara langsung untuk menghasilkan produk barang dan jasa yang bermanfaat bagi manusia melalui proses fermentasi. Proses bioteknologi konvensional yang didukung oleh mikroorganisme contohnya adalah fermentasi. Contoh aplikasi yang umum digunakan dibagi menjadi tiga jenis, yaitu aplikasi mereka di sektor pengolahan susu, makanan dan non- makanan. Perkembangan bioteknologi konvensional tidak hanya terjadi dalam teknologi pangan, misalnya dalam produksi minuman beralkohol (bir, anggur) dan makanan (roti, keju). Pada bidang pertanian contoh bioteknologi konvensional adalah kultur jaringan, pembastaran, dan hidroponik. Produk bioteknologi konvensional sudah sejak dulu ada dengan menggunakan bahan- bahan yang masih sederhana dan mudah. Contoh dari produk bioteknologi konvensional adalah tempe, oncom, tape, kecap, wine, tauco, keju, yoghurt, nata de coco, cuka, roti, dan sebagainya

E. Daftar Pustaka

- Adnan, A., Kurnia, N. 2019. Pemanfaatan pembuatan kefir sebagai alternatif praktikum dalam pembelajaran bioteknologi konvensional di Kabupaten Enrekang.
- Darmayani, S., Hidana, R., Sa'diyah, A., Isrianto, P. L., Hidayati, H., Jumiarni, D., Gultom, V. D. N. 2021. Bioteknologi Teori dan Aplikasi. *Hospitality*, 11(2), 1299-1304.
- Jannah, S. W. 2022. POTENSI KACANG HIJAU MENJADI BAHAN BAKU DALAM PEMBUATAN TEMPE SEBAGAI SUMBER BELAJAR PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL. *Jurnal Ilmiah*
- Rezaldi, F., Hidayanto, F., Setyaji, D. Y., Fathurrohman, M. F., Kusumiyati, K. 2022. Bioteknologi kombucha bunga telang (*Clitoria Ternatea* L) sebagai antibakteri *Streptococcus Mutan* dan *klebsiella pneumoniae* berdasarkan konsentrasi gula yang berbeda beda. *Jurnal Farmagazine*, 9(2), 21-27.
- Safitri, R. A., Ikhsan, M., Putri, I. V. T., Ahda, Y., Fevria, R. 2021. Conventional Biotechnology Application in Making Soybean Tempeh Aplikasi Bioteknologi Konvensional dalam Pembuatan Tempe Kacang Kedelai. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 1, No. 2, pp. 1189-1198).
- Suknia, S. L., & Rahmani, T. P. D. 2020. Proses pembuatan tempe home industry berbahan dasar kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) dan kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) di Candiwesi, Salatiga. *Southeast Asian Journal of Islamic Education*, 3(1), 59-76.

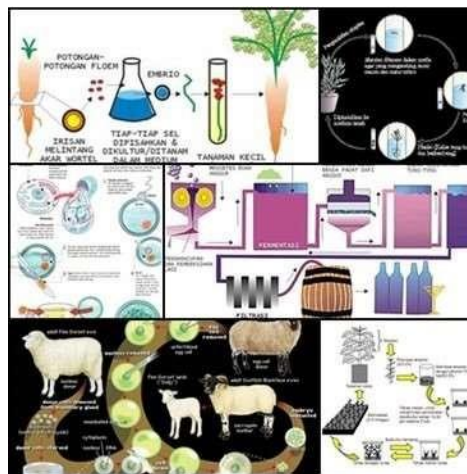
Waskita, K. N., Nurmaulawati, R., & Rezaldi, F. 2023. Efek Penambahan Substrat Madu Hutan Baduy Pada Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Dalam Menurunkan Kolesterol Ayam Broiler (*Gallus galus*) Sebagai Inovasi Produk Bioteknologi Konvensional Terkini. *Jurnal Ilmiah Kedokteran dan Kesehatan*, 2(1), 112-120.

BAB III

BIOTEKNOLOGI PANGAN MODERN

A. Pengertian Bioteknologi Pangan Modern

Bioteknologi pangan dapat diartikan sebagai aplikasi tehnik biologis untuk hasil tanaman pangan, hewan, dan mikroorganisme dengan tujuan meningkatkan sifat, kualitas, keamanan, dan kemudahan dalam pemrosesan produksi makanan. Seiring dengan perkembangan zaman bioteknologi pangan selain menggunakan secara langsung suatu mikroorganisme untuk menghasilkan suatu produk pangan namun dikembangkan juga produk pangan yang dihasilkan dengan menggunakan inokulum yang berasal dari rekayasa genetik.



Bioteknologi Pangan Modern, sumber:

<https://datakata.wordpress.com/2014/10/14/>

Bioteknologi modern adalah teknik untuk memanipulasi materi genetik dan fusi sel di luar batas normal. Pada bioteknologi modern sudah menggunakan alat-alat yang canggih dan juga disertai dengan rekayasa genetik. Pendapat lain mengatakan bioteknologi modern adalah teknik yang melibatkan rekayasa genetik sehingga menghasilkan DNA rekombinan dan organisme transgenik yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk yang diinginkan.

Bioteknologi pangan modern dapat diartikan sebagai teknik yang berperan sebagai salah satu cara untuk memproduksi suatu bahan pangan dalam jumlah besar, dan usaha untuk memperbaiki nilai gizinya menggunakan rekayasa genetik. Ciri-ciri dari bioteknologi pangan modern adalah sebagai berikut :

1. Dilakukan dengan menggunakan prinsip-prinsip ilmiah
2. Dilakukan tidak hanya turun temurun, melainkan berdasarkan pengkajian yang mendalam. Umumnya dapat diproduksi secara masal,

misalnya produk pabrik bir, roti, dan kecap.

3. Melibatkan rekayasa fermentasi serta pengetahuan biokimia dan biomolekuler
4. Umumnya untuk kebutuhan industri
5. Melibatkan berbagai macam teknik dari berbagai disiplin ilmu

Teknik yang digunakan dalam bioteknologi pangan modern, dapat dilakukan dengan model sebagai berikut:

1. Rekayasa genetik adalah suatu teknik mengubah susunan DNA makhluk hidup dengan cara memasukkan gen asing ke suatu organisme agar organisme tersebut memiliki kemampuan khusus yang tidak dimiliki sebelumnya.
2. Hibridoma atau fusi sel adalah teknik menggabungkan sel somatik/tubuh dengan sel kanker sehingga dihasilkan satu sel hibridoma.

B. Peran Bioteknologi Modern dalam Bidang Pangan

1. Peran bioteknologi dalam perbaikan genetika benih/bibit

Rekayasa genetika dipilih apabila sumber gen tidak dijumpai pada koleksi plasma nutfah tanaman tertentu, namun sumber tersebut tersedia pada spesies tanaman lain atau bahkan pada organisme yang berbeda, misalnya terdapat pada mikroba (bakteri, virus, fungi, dsb), serangga atau hewan lain. Tanaman transgenik menawarkan keuntungan sebagai berikut: (1) meningkatkan produktivitas tanaman dan berkontribusi terhadap keamanan pangan, pakan dan serat, (2) mengkonservasi biodiversitas melalui penggunaan tanaman transgenik sebagai land saving technology, (3) mengefisienkan input dan lingkungan menjadi lebih berkelanjutan, (4) meningkatkan kestabilan produksi tanaman, dan (5) menguntungkan secara ekonomis dan sosial, sehingga dapat mengurangi tingkat kemiskinan.



Bioteknologi Modern dalam Memperbaiki Bibit, sumber:

<https://www.agroindustri.id/2020/11/peran-bioteknologi-dalam-pembangunan.html>

Dengan keuntungan seperti di atas, perbaikan tanaman melalui teknik transformasi masih akan tetap dilakukan pada periode lima tahun mendatang, tentunya dengan mempertimbangkan faktor risiko keamanan hayati dan pangan. Demikian juga isu-isu yang menyebabkan pelepasan tanaman transgenik selalu mendapatkan penolakan dari Lembaga lembaga non pemerintah (LSM/NGO), seperti misalnya kekhawatiran dalam penggunaan marka seleksi antibiotik, harus dipertimbangkan ketika membuat konstruksi gennya. Perakitan tanaman transgenik pada lima tahun mendatang akan diarahkan pada ketahanan tanaman terhadap serangga hama (penggerek batang, penggerek polong/buah) dan virus (tungro, PSTV), bakteri *Pseudomonas*, cendawan *Phytophthora*, serta terhadap peningkatan kualitas hasil (biji dan kandungan minyak) atau potensi lain (amilosa rendah, vaksin) jika untuk ketahanan terhadap nematoda. Saat ini Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan sedang melakukan koordinasi penelitian gen penciri yang dapat mendeteksi gen yang resisten terhadap infeksi *Fasciola gigantica* dan cacing *Haemonchus contortus* pada domba ekor tipis. Juga diteliti keterikatan antar ayam lokal di Indonesia dan didapat bahwa ayam lokal Cianjur berbeda dengan ayam dari daerah lainnya. Hasil kerjasama antara Balitnak dengan CSIRO Brisbane menunjukkan adanya keterkaitan antara gen prolifik domba Jawa dengan gen prolifik domba Boorola Merino. Kemampuan untuk menghasilkan tanaman haploid dan haploid ganda spontan merupakan aset yang sangat penting dalam studi mengenai genetika dan pemuliaan tanaman. Kultur ant era merupakan teknik in-vitro yang paling sering digunakan, namun pada beberapa spesies juga digunakan kultur mikrosportal polen atau kultur ovul/ovari yang belum dibuahi

Teknik kultur jaringan juga dimanfaatkan untuk perbaikan tanaman, misalnya melalui seleksi in-vitro dan fusi protoplas. Seleksi in-vitro yang menghasilkan variasi somaklonal telah digunakan untuk merakit padi atau kedelai tahan kekeringan, tahan aluminium dan pH rendah, sedangkan fusi protoplas telah digunakan untuk meningkatkan kandungan minyak atsiri nilam dan ketahanan terung terhadap layu bakteri. Untuk meningkatkan keragaman genetik pada tanaman antara lain dapat dilakukan melalui seleksi in-vitro dan fusi protoplas. Seleksi in-vitro merupakan salah satu metode kultur jaringan yang dapat menghasilkan perubahan genetik ke arah yang diinginkan dengan cara menginduksi terjadinya mutan-mutan yang mempunyai ketahanan terhadap cekaman biotik maupun abiotik.

2. Manfaat bioteknologi modern dalam pertanian

Bioteknologi dalam pertanian dalam perkembangannya benar-benar bisa dimanfaatkan secara optimal untuk meningkatkan produksi panen. Berikut ini adalah beberapa keuntungan memakai bioteknologi dalam pertanian:

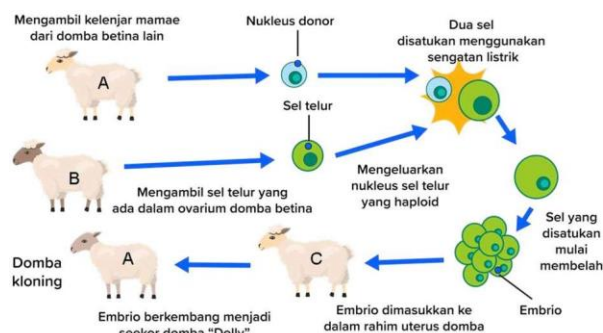
- Meningkatkan hasil panen kedelai dan jagung antara 30% hingga 50% dengan rekayasa genetika pada tanaman.
 - Menciptakan jenis tanaman pertanian yang tahan terhadap serangan hama seperti serangga.
 - Bisa menciptakan jenis tanaman baru dengan rekayasa genetik sesuai dengan kriteria sifat-sifat yang diinginkan. Misalnya saja, tomat menjadi tidak cepat busuk sehingga selama proses penyaluran ke pasar dan tangan konsumen, tomat tidak repot dalam penyimpanannya.
3. Cara kerja bioteknologi modern dalam bidang pertanian

Berdasarkan eksperimen dan uji coba selama bertahun-tahun. Kalangan peneliti dalam bidang pertanian telah berhasil menciptakan tanaman baru dengan rekayasa genetik yang bersifat unggul. Rekayasa genetik dibuat dengan cara memasukkan jenis bakteri tertentu seperti *Bacillus thuringiensis* di dalam sel jaringan tumbuhan jagung. Efeknya, jagung menjadi lebih tahan terhadap ulat. Bakteri yang dimasukkan dalam jagung ini akan membentuk suatu pertahanan sel yang berupa racun untuk membunuh serangga atau ulat tanaman. Alhasil, dengan kemampuan melindungi diri pada tumbuhan jagung ini diharapkan para petani tidak lagi membutuhkan pestisida yang kerap menjadi pemicu utama polusi udara dan pencemaran lingkungan.

C. Peran Bioteknologi Modern dalam Bidang Peternakan

1. Transplantasi Nukleus (Kloning)

Teknologi ini lebih dikenal dengan teknologi kloning yaitu teknologi yang digunakan untuk menghasilkan individu duplikasi (mirip dengan induknya). Teknologi kloning telah berhasil dilakukan pada beberapa jenis hewan. Salah satunya adalah pengkloningan domba yang dikenal dengan domba Dolly. Melalui kloning hewan, beberapa organ manusia untuk keperluan transplantasi penyembuhan suatu penyakit berhasil dibentuk.



Kloning, sumber: <https://roboguru.ruangguru.com/question/bagaimana-tahapan-proses-pembuatan-kloning-QU-LW2SY3V0>