

## Potensi Pengembangan Industri dan Bioekonomi Berbasis Makanan Fermentasi Tradisional

SUYANTO PAWIROHARSONO\*

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi  
Jalan MH Thamrin No. 8, Jakarta

Diterima 6 Januari 2007, Disetujui 25 Mei 2007

**Abstract:** Consumption of traditionally-fermented foods is around 25% of the total human food consumption. Indonesia has several important traditionally-fermented foods such as tempe (fermented soybean), tape (fermented cassava or glutinous rice), etc. Those foods are in general produced in small-scale industries or in home industries, which appear somewhat dirty, unhygienic and not standardized concerning its processing and the end product. The fermentation process benefits the improvement of its value: to preserve, to increase the nutrition value, flavor and taste as well as to produce a new product. Microorganisms play an important part in the fermentation process. The microorganisms involved in the traditionally-fermented food are usually a multiculture with a predominant strain. The microorganisms perform metabolic reactions and yield profit such as: (i) save to be consumed, (ii) easy to digest, and (iii) improving its nutritional and nutraceutical value, which are all advantageous for health. In addition, several traditionally-fermented foods also contain active substances potentially used for health, for preventing as well as for healing some diseases. The development of advanced biotechnology is to be expected in promoting the traditionally fermented food in favour of the food industry.

**Key words:** food, fermentation, traditional, microorganism, industry

### PENDAHULUAN

Fermentasi adalah salah satu proses pengolahan bahan makanan dengan memanfaatkan mikroorganisme. Produk makanan fermentasi sudah dikenal sejak jaman kuno untuk maksud-maksud tertentu, yang antara lain untuk pengawetan, meningkatkan cita rasa, dan untuk menghasilkan produk baru. Produk makanan fermentasi tersebut misalnya tempe, tapai, bir, keju, dan yoghurt.

Indonesia dikaruniai potensi sumber daya alam yang tinggi, yang antara lain adalah makanan fermentasi tradisional. Makanan ini telah berada sejak lama di Indonesia dibuat oleh nenek moyang yang telah membudaya dan diturunkan dari generasi ke generasi. Makanan fermentasi ini diproduksi dalam suatu industri rumah tangga atau industri kecil.

Sebagai makanan fermentasi tradisional, maka ciri-ciri khusus yang dapat dilihat antara lain: diproduksi dalam skala kecil sebagai industri rumah tangga atau industri kecil; diproduksi

berdasarkan pengalaman tanpa adanya pendidikan formal sehingga proses pembuatan dan produk yang dihasilkanpun tidak terstandarisasi; tempat produksi terkesan kumuh dan tidak higienis; mikroorganisme yang berperan pada fermentasi bersifat multikultur; produk yang dihasilkan sebagian untuk konsumsi keluarga, dan sebagian dijual di pasar lokal; tanpa ada promosi terhadap produk yang dijual; dikelola dengan sistem manajemen keluarga; pekerja adalah anggota keluarga atau dibantu oleh tetangga, dan belum ada instalasi pengolahan limbah, dan justru limbah yang dihasilkan masih dimanfaatkan lagi, misalnya untuk makanan ternak, pupuk dan keperluan lainnya.

Meskipun demikian keadaannya, makanan fermentasi tradisional mempunyai arti sangat penting terhadap kehidupan bangsa karena berbagai alasan di antaranya<sup>(1,2)</sup>: merupakan bagian budaya Indonesia dimana terkandung unsur karya cipta dan rasa dengan memanfaatkan sumberdaya yaitu bahan baku dan mikroorganisme untuk menghasilkan produk; berperan untuk pemenuhan nutrisi makanan khususnya sebagai sumber protein, karbohidrat dan senyawa-senyawa penting lainnya untuk aktivitas fisiologi dan kesehatan; menciptakan lapangan kerja

\* Penulis korespondensi, Hp. 0811908634,  
e-mail: pawiro@ceo.bppt.go.id

bagi masyarakat tanpa harus mengikuti pendidikan formal. Jumlah ketenagakerjaan yang terserap melalui industri fermentasi makanan tradisional ini jumlahnya mencapai 400 ribu orang pada tahun 1997 dan jumlahnya cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Jumlah ini sekitar 10% dari jumlah tenaga kerja di sektor usaha kecil dan menengah (UKM) di bidang pengolahan pangan yang jumlahnya mencapai 4 juta tenaga kerja, atau 1% dari jumlah tenaga kerja di sektor UKM yang jumlahnya mencapai 40 juta tenaga kerja; mempunyai peran penting di dalam perekonomian masyarakat, karena omzet penjualan dari industri fermentasi makanan tradisional ini mencapai lebih dari 40 milyar rupiah per hari.

Berdasarkan hal tersebut maka industri makanan tradisional memberikan kontribusi yang signifikan dalam peradaban, kesehatan dan perekonomian masyarakat baik di Indonesia ataupun di dunia. Di tingkat internasional, makanan fermentasi mencapai 25% dari seluruh makanan yang dikonsumsi dan sebagian dari makanan tersebut masih diproduksi secara tradisional<sup>(3)</sup>. Oleh karena itu, industri makanan fermentasi tradisional perlu dikembangkan menjadi industri maju dan sekaligus perannya dapat ditingkatkan untuk perekonomian bangsa.

#### JENIS MAKANAN FERMENTASI TRADISIONAL

Makanan fermentasi tradisional di Indonesia mempunyai banyak keragaman baik ditinjau dari bahan baku, proses, mikroorganisme, dan produk yang dihasilkan. Di antara jenis bahan baku yang paling banyak digunakan adalah kedelai. Sedang

bahan baku yang lainnya adalah singkong, beras ketan, susu, beberapa jenis kacang-kacangan lainnya, ampas kedelai, ampas kelapa, ikan, dan limbah ikan atau udang. Kedelai sebagai bahan baku dapat dimanfaatkan untuk produksi tempe, tauco, kecap, dan oncom. Banyaknya kebutuhan kedelai sebagai bahan baku untuk industri tradisional tersebut mencapai 1,3 juta ton per tahun. Berbagai jenis makanan fermentasi tradisional yang utama di produksi di Indonesia dan mikroorganisme yang berperan utama dalam fermentasi tercantum pada Tabel 1<sup>(4,5,6)</sup>. Di samping produk-produk tersebut pada Tabel 1, masih terdapat lagi jenis produk makanan fermentasi tradisional yang diproduksi secara lokal di suatu daerah tertentu misalnya terasi, dage, growol, dan lain-lain. Produk tersebut juga belum banyak diteliti sehingga informasi ilmiah masih sangat kurang.

#### PERAN MIKROORGANISME

Mikroorganisme mempunyai peran yang sangat menentukan pada proses dan produk makanan fermentasi tradisional. Mikroorganisme yang terlibat pada fermentasi pada umumnya bersifat multi-kultur, dimana satu atau lebih galur mikroorganisme bertindak sebagai pemeran utama dan mikroorganisme lainnya dianggap sebagai mikroorganisme kontaminan. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengetahui galur mana pemeran utama dan galur mana yang bersifat kontaminan.

Penelitian/studi hubungan ekologis dan karakterisasi serta identifikasi mikroorganisme ini berperan penting dalam pengembangan fungsi

Tabel 1. Jenis makanan fermentasi tradisional yang umum di produksi di Indonesia dan mikroorganisme pemeran utama dalam fermentasi.

No.	Nama produk	Bahan baku	Mikroorganisme *
1.	Tempe	Kedelai, kacang-kacangan, dan lain-lain	<i>Rhizopus oligosporus</i> , <i>R. oryzae</i>
2.	Kecap	Kedelai, ikan	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Aspergillus soya</i> , <i>Saccharomyces rouxii</i> , <i>Torulopsis etchellsii</i>
3.	Tauco	Kedelai	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Aspergillus soyae</i> , <i>Pediococcus halophilus</i>
4.	Oncom	Ampas kedelai, bungkil kacang	<i>Neurospora sitophila</i> , <i>Neurospora crassa</i> , <i>Rhizopus oligosporus</i>
5.	Tapai	Singkong, beras ketan	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Amylomyces rouxii</i> , <i>Rhizopus chinensis</i>
6.	Dadiah	Susu sapi, susu kerbau, susu kuda	<i>Lactobacillus casei</i> , <i>L. lactis</i> , <i>Leuconostoc paramesenteroides</i> .
7.	Brem	Beras ketan	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Candida glabrata</i> , <i>Pediococcus pentosaceus</i>
8.	Tuak	Nira kelapa, nira aren	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
9.	Nata	Air kelapa, air rendaman kedelai	<i>Acetobacter xylinum</i>

mikroorganisme dan produk fermentasi. Hasil studi ini dapat diimplementasikan dalam pengembangan inokulum, teknologi fermentasi dalam rangka standardisasi proses dan produk fermentasi, serta pengembangan produk baru<sup>(7)</sup>. Dalam hal ini peran masing-masing mikroorganisme dan hubungan ekologi perlu diketahui, galur mana yang bersifat netralisme, kompetitif, simbiose, dan lain-lain.

Pada kasus fermentasi tempe, terdapat galur *Rhizopus oligosporus* dan atau *Rhizopus arrhizus* sebagai pemeran utama. Selain itu terdapat mikroorganisme kontaminan yang terdiri dari bakteri, khamir, dan fungi lainnya. Masing-masing galur berinteraksi dalam membentuk hubungan ekologi tertentu.

Mikroorganisme kontaminan pada fermentasi makanan ternyata tidak selalu merugikan, dan bahkan terdapat mikroorganisme yang dapat meningkatkan kualitas produk, sebagai contoh: (1) kapang *Rhizopus oligosporus* ternyata bersifat simbiose dengan bakteri pembentuk vitamin B-12 *Citrobacter freundii*<sup>(8,9)</sup>, (2) *Saccharomyces rouxii* dan *Torulopsis sp* dapat memperbaiki aroma pada fermentasi kecap<sup>(10,11)</sup>.

Pertumbuhan mikroorganisme tersebut memerlukan kondisi tertentu agar dapat dihasilkan produk yang baik dan aman dikonsumsi. Apabila kondisi pada lingkungannya mengalami perubahan, maka dapat berakibat terhadap komposisi mikroorganisme yang berperan. Pada keadaan asam, kapang dan khamir dapat tumbuh lebih baik dari bakteri, sementara itu pada keadaan netral bakteri cenderung akan mendominasi pertumbuhan. Perubahan kondisi ini selanjutnya dapat mempengaruhi kualitas produk dan bahkan keamanan produk itu untuk dikonsumsi. Terjadinya keracunan pada tempe bongkrek oleh bakteri *Pseudomonas cocovenans*, adalah contoh kasus dimana pertumbuhan kapang *Rhizopus* tidak optimal dan dominan<sup>(12)</sup>.

#### FERMENTASI DAN KEUNGGULAN PRODUK MAKANAN FERMENTASI TRADISIONAL

Fermentasi adalah suatu reaksi penghasilan energi melalui reaksi reduksi-oksidasi yang dilakukan oleh mikroorganisme dalam keadaan anaerob. Pengertian fermentasi mengalami perkembangan sehingga tidak saja mencakup proses anaerob tetapi juga proses aerob, misalnya pada fermentasi tempe, fermentasi asam sitrat dan sebagainya.

Klasifikasi fermentasi makanan tradisional sangat bervariasi. Hal ini disebabkan oleh dasar

melakukan klasifikasi yang berbeda-beda, dalam hal ini dapat berdasar substrat, jenis mikroorganisme, proses fermentasi, maupun hasil yang diperoleh. Berdasarkan substrat dan produk akhir hasil transformasi fermentasi dapat dibedakan menjadi: (1) fermentasi berbasis pada substrat karbohidrat: tape (singkong, ketan), brem, angkak, tuak, (2) fermentasi berbasis pada kacang-kacangan: tempe (kedelai, benguk, koro, kecipir, lamtoro), kecap, dan tauco, (3) fermentasi susu: dadih, yoghurt, dan keju, (4) fermentasi dari bahan sisa: tempe (gembus, bongkrek), oncom, growol, terasi, dan nata.

Selama proses fermentasi, mikroorganisme tumbuh dan berkembang dengan memanfaatkan bahan baku. Selanjutnya bahan baku tersebut akan mengalami proses transformasi oleh reaksi-reaksi metabolisme dengan bantuan enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme selama fermentasi. Proses fermentasi ini ternyata menghasilkan produk yang banyak mempunyai keunggulan ditinjau dari segi nutrisi, nutrasetikal dan manfaat untuk kesehatan dibandingkan dengan bahan baku yang digunakan. Secara terperinci keunggulan produk makanan fermentasi tersebut adalah sebagai berikut<sup>(5,11,13)</sup>: (1) Mudah dicerna, misalnya tempe, yoghurt, tape, dan sebagainya. Hal ini terjadi karena selama proses fermentasi bahan baku sebagai substrat dimetabolisir sedemikian dihasilkannya senyawa mikromolekul yang lebih mudah dicerna. Lebih lanjut dari itu dengan dihasilkan senyawa mikromolekul juga akan meningkatkan jumlah asupan makanan di dalam sistem pencernaan. (2) Cita rasa produk hasil fermentasi yang lebih enak dan disenangi. Cita rasa berhubungan dengan senyawa tertentu yang dihasilkan selama proses fermentasi, misalnya senyawa *non volatile* ester asam karboksilat (asam glutamat) dan senyawa *volatile* asam lemak (asam asetat) dan senyawa alkena (2,4-dekadiena) yang dapat meningkatkan aroma makanan sehingga produk fermentasi mempunyai aroma yang khas. (3) Nilai nutrisi makanan meningkat. Peningkatan nilai nutrisi disebabkan oleh terbentuknya senyawa nutrisi baru hasil metabolisme mikroorganisme atau senyawa lainnya yang berasal dari mikroorganisme itu sendiri. Misalnya peningkatan protein pada tape dan terbentuknya vitamin B-12 pada tempe. (4) Peningkatan senyawa aktif pada produk makanan fermentasi sebagai akibat proses fermentasi. Misalnya asam laktat pada dadih sebagai pencegah penyakit enterik patogen, isoflavon sebagai antioksidan, dan sebagainya. (5) Penurunan senyawa anti-nutrisi oleh proses hidrolisis selama fermentasi. Penurunan senyawa antinutrisi terjadi antara lain terdapat pada fermentasi tempe, dadih dan

tape. Senyawa antinutrisi cukup banyak didapati pada bahan baku kedelai, singkong ataupun pada susu. Kedelai mengandung senyawa antinutrisi stakhiosa, rafinosa, asam fitat dan senyawa *trypsin inhibitors*, sedang pada singkong mengandung senyawa antinutrisi senyawa glukosida sianogenik yang dapat menghasilkan asam sianida (HCN), dan pada susu mengandung senyawa laktosa yang dapat menyebabkan diare pada sebagian orang.

Berdasarkan hal tersebut maka produk makanan fermentasi mempunyai nilai tambah yang lebih tinggi dan mempunyai sifat organoleptik yang mudah diterima oleh konsumen dibandingkan dengan bahan bakunya.

#### KEAMANAN MAKANAN FERMENTASI TRADISIONAL

Pada umumnya makanan fermentasi tradisional cukup aman dikonsumsi, meskipun makanan fermentasi tradisional tersebut diproduksi melalui proses yang sederhana dan dalam keadaan yang tidak higienis. Kita jarang mendengar adanya kasus keracunan. Kasus keracunan yang selama ini yang sering terdengar adalah keracunan tempe bongkrek. Terjadinya keracunan pada tempe bongkrek disebabkan oleh adanya bakteri *Pseudomonas cocovenans*. Hal ini terjadi karena pertumbuhan kapang *Rhizopus oligosporus* tidak optimal dan dominan sebagai akibat proses preparasi bahan baku yang kurang baik, sehingga menghambat pertumbuhan kapang. Di samping itu, pada oncom dapat pula terjadi senyawa racun aflatoksin (tipe B1) yang dihasilkan oleh *Aspergillus flavus*, khususnya bila bahan baku yang digunakan berasal dari bungkil kacang<sup>(12)</sup>.

Dalam keadaan normal di mana kapang pemeran utama tumbuh dengan optimal, maka kasus keracunan dapat dihindari karena kapang tersebut dapat menghambat pertumbuhan mikroba kontaminan penghasil racun dan sekaligus mengeliminasi senyawa racun.

Hal-hal tersebut menunjukkan bahwa makanan fermentasi tradisional sangat aman dikonsumsi oleh manusia, karena: (1) Selama proses fermentasi didominasi oleh suatu jenis mikroorganisme yang telah terbukti aman dikonsumsi. Misalnya: *Saccharomyces cerevisiae* pada fermentasi tape, *Lactobacillus casei* untuk fermentasi dadih, (2) Mikroorganisme yang dominan tersebut menekan mikroorganisme kontaminan/patogen atau dapat menetralkan senyawa beracun yang dihasilkan. Misalnya *Rhizopus oligosporus* yang dapat mengurangi aflatoksin yang dihasilkan oleh *Aspergillus sp*<sup>(14)</sup>,

sedang *Lactobacillus casei* memproduksi asam laktat yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme kontaminan lainnya<sup>(15)</sup>, (3) Pada pembuatan makanan fermentasi tradisional sering ditambahkan senyawa tertentu yang menstimulasi pertumbuhan mikroorganisme pemeran utama fermentasi dan di sisi lain dapat menghambat mikroorganisme kontaminan. Misalnya penambahan garam pada fermentasi kecap dan penambahan asam laktat pada pembuatan tempe di Amerika.

#### PENGEMBANGAN INDUSTRI BERBASIS MAKANAN FERMENTASI TRADISIONAL

Pengembangan industri makanan fermentasi tradisional dapat dilaksanakan berdasarkan analogi pada pengembangan industri tempe yang dapat dibedakan dalam 3 kategori industri<sup>(16)</sup>: (1) Industri Generasi I (G-I) adalah industri makanan fermentasi tradisional yang masih melekat dengan sifat ketradisionalannya dengan hasil produk fermentasi yang langsung dikonsumsi oleh manusia, (2) Industri Generasi II (G-II) adalah industri pengolahan berbasis produk segar dari produk G-I. Industri Tempe G-II adalah industri memanfaatkan produk G-I sebagai bahan baku untuk menghasilkan produk olahan yang siap dikonsumsi masyarakat. Jenis produk industri G-II ini dapat dibedakan menjadi dua yaitu (i) Industri G-IIa yang menghasilkan produk akhir dengan sifat fisik dan organoleptik serupa dengan produk G-I, misalnya tempe kriuk dan sambel goreng kering tempe, dan (ii) Industri G-IIb, yang menghasilkan produk akhir dengan sifat fisik dan organoleptik berbeda dengan produk G-I, misalnya tepung tempe dan bubur tempe. Perbedaan lain dari kedua produk G-II ini tingkat pemanfaatannya di mana pada produk G-IIa lebih cenderung sebagai usaha diversifikasi masakan dan pengawetan, sedang pada G-IIb cenderung dikembangkan untuk fungsi tertentu, misalnya untuk makanan suplemen kesehatan, sebagai sumber protein, vitamin, dan sebagainya. (3) Industri Generasi III (G-III). G-III ini dapat dibedakan dalam dua yaitu (i) industri yang memanfaatkan produk akhir sebagai sumber senyawa aktif beraktivitas fisiologi terhadap kesehatan manusia, seperti antioksidan, antikolesterol, antihemolisis, antikanker, dan (ii) industri yang sama sekali baru dengan memanfaatkan mikroorganisme hasil isolasi dari produk makanan fermentasi, misalnya *Rhizopus oligosporus* untuk produksi enzim amilase. Potensi senyawa aktif dan isolat unggul tersebut merupakan modal utama untuk pengembangan lebih lanjut

industri G-III. Berbagai contoh pengembangan industri berbasis makanan fermentasi tradisional dapat dilihat pada Tabel 2.

Mengingat kondisi industri makanan fermentasi tradisional dan manfaatnya terhadap kehidupan masyarakat, maka salah satu aspek penting dalam upaya pengembangan industri makanan fermentasi tradisional, adalah melalui pengembangan standarisasi fermentasi yang mencakup: (1) Standarisasi bahan baku yang digunakan, termasuk juga perlakuan awal, misalnya dengan merebus, mengukus, dan sebagainya, (2) Standarisasi inokulum, baik proses pembuatan inokulum maupun penggunaan inokulum sendiri ditinjau dari segi kualitas maupun kuantitas, (3) Standarisasi proses fermentasi yang mencakup tahapan proses dan kondisi proses, termasuk pula kondisi inkubasi: waktu, suhu, kelembaban, aerasi, dan sebagainya, (4) Standarisasi peralatan fermentasi, misalnya alat pemanas/kompas, mesin, alat inkubasi dan sebagainya, (5) Standarisasi kualitas produk yang dihasilkan, yang mencakup pula cara memanen produk fermentasi.

Untuk menghasilkan berbagai standard di atas maka perlu diterapkan *standard operating procedure* (SOP) sesuai dengan jenis fermentasi dan produk yang dihasilkan.

Sebagai acuan perundang-undangan mengenai sanitasi industri makanan telah diatur pada UU Menteri Negara Urusan Pangan No.7, 1996, tentang kebutuhan sanitasi, aktivitas proses produksi, penyimpanan, transportasi dan distribusi makanan. Karena kementerian ini tidak ada lagi, maka pelaksanaan ini dari UU ini dialihkan ke Badan

Pengawasan Obat dan Makanan, Departemen Kesehatan.

Pengembangan industri tradisional ke arah industri maju dan sekaligus untuk meningkatkan daya saing di era globalisasi, kita perlu juga menerapkan undang-undang internasional<sup>(17)</sup>, seperti GMP (*Good Manufacturing Practice*), HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Points*), dan ISO (*The International Standardization Organization*) 9.000 series, tetapi dalam implementasinya pada industri makanan tradisional belum efektif.

Suatu industri maju di bidang makanan fermentasi juga dicirikan dengan program perbaikan dan pengembangan secara berkelanjutan dalam berbagai hal sebagai berikut<sup>(11)</sup>: (1) Pengembangan mikroorganisme yang terlibat pada fermentasi, (2) Pengembangan teknologi untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produk fermentasi, (3) Pengembangan industri peralatan pendukung proses baik pada pra fermentasi, fermentasi maupun pasca fermentasi, (4) Pengembangan industri pengolahan produk fermentasi, (5) Pengembangan industri untuk produk-produk makanan baru sebagai industri G-II, (6) Industri makanan suplemen sebagai industri G-III, dan (7) Industri makanan fungsional sebagai industri G-III.

Untuk pengembangan industri-industri tersebut diperlukan dukungan dari berbagai pihak baik pemerintah maupun pihak terkait lainnya untuk: (1) Penelitian dan pengembangan yang mengarah pada penelitian terapan dengan mentargetkan suatu hasil dalam bentuk produk dan paket usaha berdasarkan produk yang dihasilkan, (2) Sosialisasi dan bimbingan adalah suatu upaya untuk mentrasformasikan hasil

Tabel 2. Prospek pengembangan industri makanan tradisional.

No.	Industri G-I	Industri G-II	Industri G-III
1.	Tempe	Tempe kripi, tempe kaleng, tepung tempe, formula tempe	Susu tempe, yoghurt tempe, makanan fungsional kaya antioksidan, antikanker, dan sebagainya.
2.	Kecap	Kecap asin, kecap manis	Makanan fungsional berbasis antioksidan
3.	Tauco	Tauco dengan berbagai rasa dan aroma	Makanan fungsional berbasis senyawa aktif : antioksidan
4.	Oncom	Combro dengan berbagai rasa	Makanan fungsional berbasis antimikroba
5.	Tapai	Tapai goreng, tapai poding, dan sebagainya	Probiotik berbasis khamir
6.	Dadih	Dadih natural, dadih manis, dan dadih rasa buah.	Probiotik antiholesterol, antioksidan dan pencegahan diare
7.	Brem	Berbagai rasa dan aroma brem	Probiotik berbasis khamir <i>Saccharomyces</i>
8.	Tuak	Tuak dengan berbagai rasa, konsentrasi alkohol,	Probiotik berbasis khamir <i>Saccharomyces</i>
9.	Nata	Berbagai minuman nata	Makanan fungsional berbasis serat larut

penelitian tersebut dalam bentuk usaha sebagai industri rumah tangga dan usaha IKM (industri kecil menengah). Suatu industri pilot atau demonstrasi dapat didirikan sebagai percontohan, (3) Kebijakan pemerintah melalui kementerian terkait, misalnya Kementerian Riset dan Teknologi, Departemen Perindustrian dan Perdagangan, Departemen Kesehatan, dan sebagainya.

#### PERSPEKTIF BIOEKONOMI BERBASIS MAKANAN FERMENTASI TRADISIONAL

Secara umum bioekonomi dapat diartikan pemanfaatan makhluk hidup sebagai dasar untuk peningkatan dan pengembangan kesejahteraan manusia, melalui pengembangan usaha dalam skala kecil, menengah maupun dalam skala besar.

Perkembangan bioteknologi dan khususnya rekayasa genetika dan aplikasinya berkembang dengan pesat dan diperkirakan pada abad ke-21 ini akan menjadi penggerak utama pengembangan bioindustri dan perekonomian dunia, sehingga pada ke-21 ini kegiatan perdagangan berbasis bioindustri akan mendominasi perdagangan dunia.

Dominasi bioindustri berbasis rekayasa genetika sebagai penggerak ekonomi telah terbukti, di mana perkembangan bioteknologi khususnya rekayasa genetika serta aplikasi komersialisasi akhir-akhir ini berkembang dengan pesat. Sebagai gambaran pangsa pasar bioindustri di Jepang pada tahun 1998, yang jumlahnya ¥ 1180 milyar, maka produk yang berasal dari rekayasa genetika telah mencapai ¥ 784 milyar atau telah mencapai 66,4%. Sedang penjualan untuk tahun 1999 telah meningkat menjadi ¥ 1240 milyar dan 834 milyar merupakan produk rekombinan DNA<sup>(18)</sup>.

Selama ini Jepang merupakan negara yang telah berhasil mengembangkan industri makanan fermentasi tradisional menjadi industri maju. Misalnya: nato, sake, kecap, dan lain-lain. Melalui bioteknologi dan belajar pengalaman Jepang, maka kita dapat memperbaiki proses, produk, dan sekaligus dapat mentransformasi industri makanan fermentasi tradisional menjadi industri maju berbasis potensi masing-masing makanan tradisional kita. Lebih lanjut dari itu, maka kiranya kita dapat memanfaatkan industri makanan fermentasi tradisional sebagai pemacu untuk pengembangan bioekonomi di Indonesia pada abad 21 ini.

Untuk merealisasi hal tersebut maka dukungan penelitian dan pengembangan bioteknologi serta aplikasinya dalam bioindustri mutlak diperlukan untuk pengembangan industri makanan fermentasi tradisional menjadi industri makanan fermentasi

yang maju serta membuka peluang industri-industri baru berbasis pada makanan fermentasi tradisional. Arah pengembangan industri-industri tersebut antara lain mencakup<sup>(15,18,19,20)</sup>: (1) Pengembangan industri pangan: dikembangkan berdasarkan produk hasil fermentasi dengan meningkatkan nilai nutrisi (protein, karbohidrat, lemak, vitamin dan mineral). Contoh: produksi tempe kaya dengan vitamin B12, produksi tapai yang kaya protein, dan lain-lain. (2) Pengembangan industri kesehatan dan farmasi: dikembangkan berdasarkan mikroorganisme ataupun senyawa-senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan selama fermentasi oleh mikroorganisme, misalnya senyawa antimikroba untuk obat, aroma untuk terapi, antioksidan/nutrasetikal untuk kebugaran dan pencegahan penyakit. Contoh: makanan fungsional/suplemen sebagai probiotik<sup>(21)</sup> yang dikembangkan dari fermentasi dadih (susu terfermentasi), (3) Industri bahan kimia: dikembangkan berdasarkan senyawa kimia yang mempunyai nilai tambah tinggi, misalnya asam amino/asam glutamat, *biodegradable material*/serat, enzim untuk berbagai industri lainnya. Contoh: enzim fitase diproduksi dari *Rhizopus oligosporus* untuk membantu pencernaan ternak ruminansia. Industri lingkungan: dikembangkan dengan memanfaatkan bahan restan atau limbah untuk menghasilkan produk-produk lain yang bermanfaat untuk bahan makanan maupun bahan penunjang industri lainnya. Contoh: air limbah kelapa/kedelai untuk produksi nata yang berguna untuk makanan maupun membran, (4) Industri informasi: dikembangkan berdasarkan *data base* mengenai informasi mikroorganisme/termasuk informasi genetiknya, proses fermentasi, produk makanan fermentasi, dan lain-lain.

#### SIMPULAN

Makanan fermentasi tradisional (tempe, tape, dadih dan lain-lain) di Indonesia diproduksi dalam skala industri kecil dan rumah tangga, terkesan kumuh, kurang higienis dan tidak standar baik dalam proses maupun produk yang dihasilkan.

Peran industri makanan fermentasi tradisional sangat penting untuk pemenuhan nutrisi, ketenagakerjaan dan perekonomian masyarakat. Oleh karena itu makanan fermentasi tradisional perlu dilestarikan dan dikembangkan kearah industri maju.

Proses fermentasi dapat meningkatkan nilai tambah produk hasil fermentasi dibandingkan dengan bahan bakunya. Peningkatan nilai tambah ini antara lain mencakup aspek nilai jual, pengawetan bahan makanan, nilai nutrisi, cita rasa dan untuk pengembangan produk baru.

Mikroorganisme pada makanan fermentasi tradisional pada umumnya bersifat multikultur dengan satu atau lebih galur bersifat dominan. Selama proses fermentasi, mikroorganisme aktif melakukan metabolisme dan menghasilkan produk fermentasi yang mempunyai keunggulan-keunggulan tertentu, antara lain aman dikonsumsi, mudah dicerna, kandungan nutrisi dan nutrasetikal yang akhirnya mempunyai manfaat lebih untuk kesehatan.

Industri fermentasi tradisional perlu dikembangkan menjadi industri yang lebih maju. Melalui perbaikan standarisasi pada mikroorganisme, proses dan produk, diharapkan dapat dikembangkan industri G-I, dan industri G-II dan G-III yang berbasis pada makanan fermentasi tradisional.

Perkembangan teknologi fermentasi dan bioteknologi khususnya rekayasa genetika diharapkan dapat mengembangkan industri makanan fermentasi tradisional Indonesia sebagai pemacu bioekonomi di abad 21 ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Soetrisno N dan Sulaeman S. Arah pengembangan industri tempe menghadapi milenium ketiga. Prosiding seminar masa depan industri tempe menghadapi milenium ketiga. Jakarta: Yayasan Tempe Indonesia; 2000. hal.13-30.
- Baroroh S dan Hanafiah TAR. Rural based food processing industry. Country Report of Indonesia, APO. Tokyo March 6-13, 2001.
- Rolling WFM dan Budhi Prasetyo. A Research on the microbiology of traditional Indonesian kecap production [thesis]. Amsterdam: Vrije Universiteit; 1995.
- Steinkraus KH. Fermentation in the words food processing. Comprehensive review in food science and food safety. Vol 1. Cornell University: Institute of Food Technology; 2002.p.1-13.
- Agranoff. Microbiological aspect of tempe. In The Complete Handbook of Tempe. Singapore: The American Soybean Association; 1999.
- Hesseltine CW. Microorganisms involved in food fermentations in tropical Asia. International Symposium on Microbiological Aspects of Food Storage, Processing and Fermentation in Tropical Asia. Bogor: Food Technology Development Center Bogor Agricultural University; 1984.
- Fleet G. Microbial ecology in the design, development and safety of fermented foods and beverages. Sydney: The University of New South Wales; 2004.
- Bisping B, Baumann U, Keuth S, Denter J, Wiesel I, Rehm HJ. Tempe fermentation: formation of protease, and vitamins, and some ecological aspects. Tempe Workshop, BPPT. Jakarta 15-16 Februari, 1993.
- Pawiroharsono S. Peningkatan vitamin B 12 dalam fermentasi tempe dan pengaruh proses pengolahannya. National Food Seminar '98. LKT - LIPI, Bandung 19-21 Oktober, 1998.
- Snyder HE dan Kwon TW. Soybean utilization. New York: Van Nostrand Reinhold Company; 1987.p.236-8.
- Yuan R. The fermentation of soy sauce: a traditional approach or high-tech process. The Diversity Notebook, Chiba September, 1999.
- Steinkraus KH. Handbook of indigenous fermented foods. New York: Marcell Dekker Inc; 1983.
- Awasthi P and Pareek K. Organoleptic quality evaluation of defatted soyflour fortified some traditional fermented product. Proceeding The Third International Soybean Proceeding and Utilization Conference, Tsukuba October 15 - 20, 2000.
- Djien KS. Some aspects concerning the microbiological safety of traditional fermented foods in tropical Asia. International Symposium on Microbiological Aspects of Food Storage, Processing and Fermentation in Tropical Asia, Bogor 1979.p.205-20.
- Suryono. Dadih: produk susu olahan susu fermentasi tradisional yang berpotensi sebagai pangan probiotik. Tugas Mata Kuliah Pengantar Falsafah Sains, Program Pasca Sarjana S-3. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2003.
- Pawiroharsono S. Bioproses dan pengembangan industri makanan tradisional. Majalah Insinyur Indonesia. 1996. 18:044.
- Pawiroharsono S. Indonesian traditional-fermented food and its prospect for advanced industries. Presentasi Ilmiah Universitas Hamburg, Hamburg 5 Mei, 2006.
- Ishikawa F. Biotechnology industry in Japan: current state and trends. Tokyo: JBA; 2000.
- Pawiroharsono S. Potensi bioindustri di Indonesia dan perspektif pengembangan bioekonomi abad 21. Orasi Ilmiah Ahli Peneliti Utama, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta 29 Mei, 2001.
- Rhein Biotech NV. Annual Report Rhein Biotech N.V.; 1999.
- Candida and Probiotic Website. Candida and probiotics: summary of probiotic strains. 2002. p.1-4.