

PENAPAIAN MAKANAN DAN PERKEMBANGAN INDUSTRI

Dr. Hajah Junaidah Binti Haji Abu Bakar
(Brunei Darussalam)

Pengenalan

Penapaian ialah perubahan kimia bahan organik kepada sebatian yang lebih ringkas oleh tindakan enzim, mangkin organik yang kompleks yang dihasilkan oleh mikroorganisma, seperti kulapuk, yis atau bakteria. Enzim bertindak secara hidrolisis, iaitu proses memecahkan atau mencernakan terlebih dahulu molekul organik yang kompleks untuk membentuk sebatian dan nutrien yang lebih kecil (dan bagi makanan, lebih mudah dihadam). Contohnya, Enzim Protease (semua enzim mempunyai akhiran - ase) memecahkan molekul protein yang besar mula-mula menjadi polipeptida dan peptida, kemudian kepada asid amino yang banyak, yang mudah diasimilasi oleh tubuh. Enzim amilase bertindak pada karbohidrat, memecahkan kanji dan gula kompleks menjadi gula ringkas. Dan Enzim Lipase menghidrolisis molekul lemak kompleks menjadi asid lemak bebas yang ringkas. Ini merupakan tiga dari enzim yang penting. Terdapat beribu-ribu enzim lagi di dalam dan juga di luar tubuh kita. Dalam sesetengah penapaian, produk sampingan, seperti alkohol atau pelbagai gas juga dihasilkan. Perkataan penapaian (fermentation) berasal dari bahasa Latin yang bermaksud "mendidihkan", kerana penggelembungan dan pembusaan minuman yang ditapaiakan dahulu nampaknya sama dengan mendidihkan.

Makanan yang ditapaiakan biasanya mempunyai banyak kebaikan daripada bahan mentahnya. Seperti yang dikaitkan dengan soya, penapaian bukan hanya menjadikan produk akhir lebih mudah dihadam, ia juga meningkatkan rasa (biasanya seperti daging) dan tekstur, rupa dan aroma, mensintesis vitamin (termasuk B-12, yang sukar didapati dalam diet vegetarian), memusnahkan atau menghilangkan rasa yang tidak diinginkan atau rasa kacang, mengurangkan, atau menyingkirkan karbohidrat yang dipercayai menyebabkan flatulens,

mengurangkan masa memasak, meningkatkan hayat simpan, mengubah apa yang mungkin sebaliknya daripada sisa pertanian (seperti okara), menjadi makanan manusia yang sedap dan berkhasiat (seperti okara tempeh), dan menambahkan mikroflora usus (seperti susu soya miso atau asidofilus).

Teknologi penapaian ialah salah satu penerapan teknologi makanan yang tertua yang dikembangkan, dan digunakan untuk kehidupan. Teknologi ini dikembangkan secara tempatan di seluruh dunia dengan menggunakan produk semula jadi dari rantau masing-masing untuk menghasilkan bahan makanan yang diperlukan, yang menghasilkan rasa dan aroma cirian setiap masyarakat budaya. Steinkraus (1993) mengelaskan teknologi penapaian dunia yang bertanggungjawab bagi kehidupan manusia kepada enam kumpulan: penapaian alkohol, asid laktik, roti naik, gantian daging, sos/pes berperisa daging, dan protein/agen perisa.

Teknologi penapaian telah disesuaikan dengan permintaan sosial. Semasa zaman makanan untuk kehidupan, penapaian kebanyakannya digunakan untuk mengawet makanan dan menghasilkan perasa. Dalam zaman makanan mudah, ia digunakan untuk menghasilkan perisa, dan bahan lain untuk menghasilkan makanan perindustrian secara besar-besaran. Abad ke-21, dinamakan era barangan yang dibuat khusus untuk memenuhi permintaan peribadi, dan bersama dengan permintaan faedah kesihatan, teknologi penapaian menghadapi cabaran baru di pasaran. Kebanyakan makanan tradisi yang ditapaikan mendapat perhatian baru bagi kesan peningkatan kesihatan atau pencegahan/penyembuhan penyakit. Bukti saintifik bagi fungsi fisiologinya bertambah, dan teknologi yang meningkatkan kesan bermanfaat berkembang dengan cepat, dengan menggunakan teknik bioteknologi moden dan kejuruteraan genetik.

Industri penapaian berdasarkan pada pengendalian aktiviti metabolik mikroorganisma, termasuk bakteria dan yis. Penuaian metabolit yang terbit

daripada mikroorganisma yang dibiakkan dalam kultur terkawal berkembang dari industri kecil menjadi industri besar bermula pada tahun 1940-an.

Produk penapaian perindustrian dihasilkan secara meluas dalam banyak penerapan: penjagaan kesihatan manusia dan binatang, bahan tambah makanan dan makanan binatang, bahan tambah pembersih, alat bantu pemprosesan makanan dan industri, tekstil, pertanian, perlindungan persekitaran dan industri pulpa dan kertas.

Aliran pengindustrian dan pambandaran yang meningkat di negara-negara ini menentukan keperluan bagi skala pengeluaran makanan yang ditapaikan lebih besar dengan kualiti yang konsisten. Di samping itu, variasi kualiti sifat makanan ini adalah diperlukan untuk memenuhi permintaan masyarakat perindustrian yang canggih dan selera yang berbeza-beza.

Makanan yang ditapaikan merupakan diet manusia yang penting di seluruh dunia. Penyediaan makanan yang ditapaikan bergerak dari peringkat isi rumah skala kecil kepada operasi skala besar. Dengan keadaan baru ini makanan disediakan dengan pengetahuan saintifik yang lebih baik. Dengan alasan ini juga, prosedur kilang skala besar berbeza dari pendekatan tradisi. Contohnya, keju yang biasanya dihasilkan dengan protease yang ada dalam renet, kini boleh dihasilkan dengan protease yang dihasilkan oleh kulat, beberapa makanan penting sub-Sahara Afrika yang ditapaikan telah berkembang ke arah perdagangan.

Malangnya, banyak makanan yang ditapaikan telah lenyap dari diet Barat, sehingga menjejaskan kesihatan dan ekonomi. Makanan yang ditapaikan merupakan pembantu pencernaan dan pelindung kuat dari penyakit, kerana penapaian ialah proses artisan secara semula jadi, lenyapnya makanan yang ditapaikan mempercepat pemusatan dan pengindustrian bekalan makanan sehingga menjejaskan ladang kecil dan ekonomi tempatan.

Rasa bagi makanan yang ditapaikan biasanya ialah rasa perolehan. Tidak ramai yang boleh membayangkan memakan tofu yang ditapaikan, yang dikerumuni dengan ulat, yang digemari di beberapa bahagian Jepun; atau bir sekoi berbuih, dengan bau, seperti isi perut digemari di Afrika. Tetapi tidak ramai orang Afrika, dan Asia boleh menikmati ketulan susu basi yang harum (dipanggil keju) yang disenangi oleh selera orang Barat.

Yogurt dan produk susu masam terkenal dalam masyarakat Barat sebagai makanan probiotik. Produk yang sama, yang dibuat dari bahan mentah yang murah, didapati dalam kebanyakan makanan asli yang ditapaikan di seluruh dunia. Salah satu contohnya, ialah *Kimchi* Korea. Ia dibuat daripada sayur-sayuran yang dimasinkan sedikit (ca. 3%), dan ditapaikan dengan bakteria asid laktik, kebanyakannya *Leuconostoc mesenteroides*. Bakteria asid laktik yang hidup dalam *kimchi*, boleh hidup dalam asid gaster dan jus hempedu hingga ke usus besar (Lee 1997). Apa yang lebih penting ialah *kimchi* mengandungi berbagai-bagai komponen berfungsi sama ada berasal dari bahan, atau terbentuk semasa penapaian. Kesan bermanfaat yang sama, boleh didapati dari bubur bijirin Afrika, seperti *ogi* dan *uji, gari* di Nigeria dan makanan sayur-sayuran Asia, seperti *dhamuoi* di Vietnam, *dakguadong* di Thailand dan *burung mustala* di Filipina, dan makanan laut yang ditapaikan dengan asid yang dicampur bijirin (Lee 1994). Di samping kesan probiotik, produk sayur-sayuran ini mempunyai fungsi probiotik yang sangat baik.

Dengan menggabungkan teknologi penapaian susu Barat, dan kemahiran pemprosesan bijirin Timur, wujudlah makanan lakuran, seperti yogurt kacang soya dan yogurt beras. *Risogurt* merupakan contoh minuman sayur yang ditapaikan dengan asid laktik, yang dikaji di Korea, dibuat dari campuran protein beras dan kacang soya. Kebanyakan produk yogurt sayur boleh didapati di pasaran USA dan Jepun.

Aktiviti antimikrob beberapa bakteria asid laktik menentang *Helicobacter pylori*, yang diketahui menyebabkan kanser perut, digunakan dengan banyak pada minuman susu yang ditapaikan dengan asid, dan diterima dengan baik oleh pengguna di Korea. Kesan antidiarea bakteria asid laktik, seperti *Lactobacillus acidophilus* ditingkatkan dengan penyalutan protein (Chung et al. 2001). Sel bakteria yang dikeringbekukan, yang disalut dengan protein ditambah pada makanan untuk mencegah diarea dan faedah kesihatan lain, dan pasaran ini meningkat dengan cepat.

Pada masa ini, fungsi fisiologi dan faedah kesihatan kacang soya telah diakui secara meluas. Aktiviti pengurangan paras kolestrol darah protein kacang soya, dan hidrolisatnya, serta kesan pseudoestrogen isoflavon kacang soya dibuktikan secara uji kaji. Di samping membentuk rasa, penapaian kacang soya meningkatkan ketercernaan, nilai pemakanan, dan juga menghasilkan sebatian fungsian faedah kesihatan.

Dengan mengukuhkan komponen ini, melalui pembiakan molekul mikroorganisma yang terbabit, dan kemahiran penapaian baru dan proses hiran yang diperbaiki, beberapa produk makanan yang berorientasikan kesihatan dihasilkan dan masih dalam percubaan di Asia Timur, dan akan dilancarkan di pasaran dunia dalam jangka masa yang singkat.

Proses penapaian memainkan peranan penting dalam teknologi makanan di negara membangun. Dalam proses penapaian tradisi, mikroorganisma asli digunakan dalam penyediaan dan pengawetan berbagai-bagai jenis makanan. Proses ini menambah nilai nutrien makanan, juga menambah rasa, dan kualiti lain yang diinginkan, yang berkaitan dengan ketercernaan dan kebolehmakan. Teknik penapaian biasanya bercirikan penggunaan peralatan yang ringkas, tak steril, inokulum asli atau kebetulan, keadaan yang tidak terkawal, perubahan deria, kurang ketahanan, dan pembungkusan produk proses yang tidak menarik.

Perkembangan Industri

Meningkatkan penghasilan makanan yang ditapaikan dari peringkat isi rumah ke peringkat industri memerlukan beberapa langkah kritikal:

1. *Pengasingan dan pengenalpastian mikroorganisma yang berkaitan dengan penapaian.*
2. *Penentuan fungsi mikroorganisma.*
3. *Pemilihan dan pembaikan genetik mikroorganisma.*
4. *Pembaikan kawalan proses bagi pengilangan makanan yang ditapaikan.*
5. *Pembaikan kualiti bahan mentah yang digunakan dalam penghasilan makanan yang ditapaikan.*
6. *Simulasi makmal makanan yang ditapaikan.*
7. *Penghasilan peringkat rintis.*
8. *Peringkat penghasilan atau loji perindustrian.*

Dengan kemajuan yang pesat dalam pemahaman sains asas mikrobiologi, dan biokimia, ditambah lagi dengan penggunaan peralatan baru, negara maju mara ke depan dalam meningkatkan keselamatan, dan kecekapan bioproses yang digunakan untuk mengilang makanan tradisi yang ditapaikan, seperti penapaian keju. BIOTEKNOLOGI "LAMA" DAN "BARU" dan kemajuan pesat dalam sains biologi, aspek asas dan juga gunaan, membolehkan pemahaman yang lebih baik mengenai misteri proses penapaian. Jenis mikroorganisma yang terbabit diasingkan, dikenal pasti, fisiologi dan metabolisme organisma ini dikaji. Kerana itu, makanan tradisi yang ditapaikan sekarang boleh dibuat dengan lebih baik, lebih cepat dan lebih jimat.

Penapaian makanan tradisi yang lebih baik di negara maju telah jauh meningkat daripada negara membangun. Istilah "bioteknologi lama" dan "bioteknologi baru" digunakan, "lama" bermaksud manipulasi mikroorganisma

dan tumbuh-tumbuhan yang tidak berarah, seperti melalui mutagenesis dan pemilihan strain yang lebih baik. Kawalan terarah persekitaran fizikal, dan kimia proses penapaian dapat menghasilkan prestasi mikrob yang berguna dengan lebih baik lagi. Walaupun mutasi meningkatkan kemampuan memilih strain yang lebih baik, perubahan terarah bahan genetik tentu sedikit sahaja. Bioteknologi baru, seperti teknik rekombinan DNA, mengatasi masalah ini. Bioteknologi baru ini, sudah tentu sangat membantu dalam menghasilkan superstrain mikrob yang akan mempercepatkan proses penapaian, menjadikan penggunaan bahan mentah lebih efisien, dan menghasilkan produk yang berkualiti tinggi. Sebaik manakah negara membangun menggunakan bioteknologi kepada makanan tradisi yang ditapaiakan?, adakah penggunaan bioteknologi "lama" sebelum yang "baru", yang "baru" tanpa yang "lama", atau yang "lama" dan "baru" serentak?. Dalam keghairahan untuk menggalakkan bioteknologi baru untuk diterapkan pada makanan tradisi yang ditapaiakan, ahli sains dari negara maju hendaklah tidak melupakan persekitaran yang berbeza di negara maju dan di negara membangun. Di negara maju bioteknologi lama sudah difahami, dan diamalkan dengan efisien dalam industri makanan yang ditapaiakan. Negara membangun, mungkin perlu lebih memahami bioteknologi lama sebelum menyerapkan dan melaksanakan bioteknologi baru sepenuhnya.

Kategori produk penapaian utama yang sudah mantap terdiri daripada: antibiotik, asid organik, asid amino, enzim, polisakarida dan vitamin. Tidak disangsikan lagi, perkembangan terbesar dalam industri penapaian ialah keperdagangan teknologi rekombinan yang digunakan untuk menghasilkan protein mikrob. Mikroorganisma rekombinan boleh menghasilkan berbagai-bagai jenis enzim dan protein lain yang sama dengan yang didapati dalam spesies lain, atau dalam strain bukan rekombinan. Perbezaan besar antara produk rekombinan, dan produk penapaian yang sudah mantap berkaitan dengan perundangan, isi padu, hasil dan kestabilan strain diterangkan di bawah.

Perundangan: ini mengenakan kekangan yang ketat mengenai pengurangan bagi beberapa organisma rekombinan.

Isi padu: kebanyakan produk rekombinan ialah barang khas yang berisi padu rendah dan berharga tinggi.

Hasil: hasilnya lebih rendah daripada yang boleh diperolehi dari organisma bukan rekombinan dalam penapaian yang sudah mantap.

Kestabilan strain: memerlukan pengawasan yang teliti di sepanjang penapaian.

Dalam dekad lalu, industri penapaian China muncul sebagai pengeluar dunia yang utama, hampir 100 loji menghasilkan semua jenis produk penapaian yang sudah mantap. Jumlah produk yang meningkat berada di pasaran Barat secara pukal yang dijual pada harga yang lebih rendah daripada tingkat harga yang lazim. Untuk bertapak di pasaran China, pengeluar Barat menubuhkan syarikat usaha sama yang kebanyakannya terlibat dalam penghasilan antibiotik, vitamin dan enzim.

Untuk menggalakkan pengantarabangsaan *kimchi*, Korea memperkenalkan *kimchi* dalam sukan antarabangsa, seperti Sukan Olimpik Sydney, 2000 melalui Syarikat Makanan Doushan ("*Kimchi Zongjia*"), dan Syarikat Persatuan Petani ("*Kimchi Persatuan Petani*") yang membekalkan sejumlah 4 000 kg kimchi di Sukan Olimpik. "*Kimchi Zongjia*" ,sebelum ini merupakan makanan rasmi Sukan Olimpik Barcelona 1992, Sukan Asia Hiroshima 1992, dan Sukan Olimpik Musim Sejuk 1998. "*Kimchi Persatuan Petani*", merupakan makanan rasmi Sukan Olimpik Atlanta 1996, dan Piala Dunia Peranchis 1998.

Di Eropah dan Amerika Syarikat banyak penggabungan, dan pemilikan syarikat yang terlibat dalam penapaian. Perhatian industri pada masa ini, tertumpu pada penggunaan keupayaan yang efisien bagi produk yang sudah

mantap, dan juga kos pengeluaran bandingan bagi produk baru yang sudah mantap antara pelbagai pengeluar dan lokasi.

Kicap ialah cecair masin berwarna coklat tua dengan aroma yang unik, dan rasa daging. Ia merupakan agen perasa utama yang sedap dalam masakan Timur, tetapi kicap semakin popular di kebanyakan rantau lain dunia. Dulu kicap merupakan bahan asasi buatan sendiri, kini ia menjadi produk industri yang penting. Pengindustrian telah merubah proses pengeluaran, menukar bahan mentah yang digunakan, menstandardkan produk dan mengubah suai sifatnya.

Dua produk baru sedang dihasilkan pada skala industri, atau separuh industri di Nigeria dan Afrika. Pertama, perasa Nigeria yang dikenali sebagai *dawa-dawa*, ia dihasilkan di bawah nama perdagangan *Dadwa*, oleh firma Cadbury, di Nigeria, yang dibuat daripada biji *Parkia*, seperti dalam penapaian tradisi. Kedua, produk susu Zimbabwe yang ditapaikan, yang dikenali sebagai Lacto, ia sama dengan susu tradisi Zimbabwe yang ditapaikan.

Hanya sedikit perubahan yang dapat dilihat dalam perkembangan penapaian makanan Afrika ke arah pengeluaran perindustrian. Tahun 1990-an merupakan era bioteknologi, terutamanya kejuruteraan genetik. Makanan yang ditapaikan dihasilkan oleh mikroorganisma, dan orang akan menjangkakan yang organisma ini, adalah tertakluk kepada teknologi pengklonan gen untuk meningkatkan aktiviti dalam penapaian makanan.

Kurangnya kemampuan untuk menggunakan teknologi baru ini, di kawasan yang sangat penting, iaitu kepada Afrika, Sahara Selatan yang merupakan contoh yang jelas (hampir-hampir?), terlepas peluang di era mana nampaknya semua orang mengklon gen dari satu sumber ke sumber yang lain.

Maka keutamaan penyelidikan ialah memilih jenis proses mikrob yang betul, yang boleh digabungkan untuk membentuk sistem produktif yang berlanjutan

dengan percubaan penyelidikan yang dijalankan ke atas prototip untuk menentukan gabungan berdaya maju yang paling jimat untuk digunakan bagi eksploitasi komersial.

Penyediaan makanan tradisi yang ditapaikan lebih kompleks, dan memakan masa daripada penyediaan bagi menghasilkan satu bahan kimia. Contohnya, dalam penapaian kicap, lebih dari satu mikroorganisma yang terlibat, sementara dalam penapaian asid sitrik hanya satu spesies fungus yang biasanya digunakan. Bagaimanakah negara membangun boleh menggunakan pengetahuan baru dalam bioteknologi lama dan baru bagi penapaian makanan tradisi mereka yang kompleks?.

Ambil penapaian kicap sebagai contoh, proses penapaian tradisi yang dijalankan di negara maju, seperti Jepun berbanding dengan Malaysia. Teknologi yang digunakan di Jepun canggih, maju, sangat produktif dan berjentera. Mikrob yang digunakan telah dipilih bertahun-tahun lamanya bagi prestasinya dalam menghasilkan produk yang berkualiti baik.

Penapaian kicap di Malaysia merupakan intensif buruh dan biasanya bergantung pada inokulasi "asli" bahan mentah dengan menggunakan dulang yang tidak dicuci yang digunakan dalam penapaian sebelumnya bukan menggunakan inokulum *Aspergillus oryzae* yang disediakan berasingan. Peralatan yang digunakan di Jepun untuk menjalankan penapaian merupakan jentera terkini dengan mikropemproses, atau kawalan komputer untuk menyediakan keadaan yang optimum bagi pertumbuhan dan aktiviti mikrob. Mikroorganisma yang digunakan telah dimanipulasi dengan mutagenesis untuk menghasilkan prestasi yang lebih baik, seperti aktiviti berenzim yang lebih baik untuk menghasilkan hidrolisis jirim berprotein dalam hidangan kacang soya, yang dibuang lemak dan menghasilkan rasa yang lebih sedap. Secara perbandingan, purata proses yang digunakan di Malaysia boleh dianggap kuno.

Perbezaan ini disebabkan oleh pemahaman yang lebih baik mengenai asas teori dan amali penapaian oleh ahli sains dan juruteknik di kilang kicap Jepun.

Bioteknologi lama yang digunakan dalam penapaian tradisi jenis ini juga difahami dengan baik di Jepun, dan orang Jepun kini boleh menggunakan bioteknologi baru dengan baik, seperti perubahan terarah bahan genetik kulapuk (*Aspergillus oryzae*), yis (*Saccharomyces rouxii*), dan bakteria (*pediococci*) yang digunakan dalam penapaian kicap dan juga untuk meningkatkan kualiti penapaian. Prasyarat bagi negara maju untuk menggunakan sepenuhnya bioteknologi yang ada dalam penapaian makanan tradisi mereka, perlulah memahami dan memperolehi kemahiran dalam bidang berikut, seperti **seni penapaian**. Jurubru pula perlu memahami setiap langkah yang digunakan dalam penapaian, dan seni penapaian. Jurubru juga memastikan penapaian yang betul, walaupun mereka tidak ada latar belakang saintifik hasil daripada pengalaman yang bertahun-tahun.

Tanpa pengetahuan tentang seni penapaian makanan tradisi, ahli sains tidak akan dapat memberikan penjelasan saintifik mengenai proses, dan tidak dapat membantu meningkatkan proses. Adalah penting mengetahui mikroorganisma yang terlibat dalam penapaian makanan, manakah yang berguna dan bagaimana fisiologi, dan metabolisme mikrob ini terjejas oleh persekitaran fizikal dan kimia penapaian, dan juga bagaimana aktiviti mikrob berganti-ganti menjejaskan proses penapaian.

Oleh kerana itu, penapaian menjadikan bahan mentah boleh dimakan tanpa dimasak, risiko pencemaran mikrob yang berbahaya sentiasa wujud dalam makanan yang ditapaikan terutama makanan tradisi yang tertapai secara semula jadi. Pengagihan garam yang tidak rata dalam produk ikan yang ditapaikan dengan asid laktik, dan pencemaran *Aspergillus flavus* dalam kultur pemula tradisi bagi wain beras, dan kicap mungkin menyebabkan keracunan makanan yang teruk (Lee 1989, Lee dan Lee 2002).

Sebaliknya, kebanyakan kaedah penapaian tradisi mempunyai mekanisme pelindung yang tersendiri . Mikroorganisma berjangkit dan beracun mencemari sayur-sayuran, dan bahan mentah *Kimchi* lain, mati dalam masa satu minggu tempoh penapaian, terutamanya kerana pembentukan asid dan penghasilan bakteriosin (Lee 1997). Jumlah nitrat yang besar dan amina sekunder dalam produk sayur-sayuran dikurangkan oleh penapaian (Lee 1986).

Kesimpulannya, bagi negara membangun, hala tuju masa depan dalam penggunaan bioteknologi pada makanan tradisi yang ditapaikan ialah: (1) melatih juruteknik dalam seni dan sains penapaian makanan tradisi dan (2) penyelidikan oleh ahli sains tempatan mengenai asas saintifik penapaian makanan asli. Pendidikan asas sains teori, seperti mikrobiologi dan biokimia penapaian makanan dan penggunaan sistem bioreaktor moden boleh diajar di sekolah.

Walau bagaimanapun, penggunaan pengetahuan bioteknologi tersebut pada penapaian komersial sebenar hanya boleh dijalankan setelah pengalaman amali dalam kilang penapaian makanan bagi satu tempoh masa. Pendekatan yang harus diambil dalam menggunakan bioteknologi pada penapaian makanan, hendaklah pendekatan mencari penyelesaian bagi masalah bioproses yang sedia ada. Hanya setelah bioteknologi penapaian lama berjaya digunakan industri di negara membangun berharap dapat menggunakan bioteknologi baru rekombinan DNA, untuk meningkatkan binaan genetik mikroorganisma yang terbabit.

Sains dan seni penapaian sebenarnya ialah asas budaya manusia: tanpa pembiakan, tiadalah budaya. Negara yang masih memakan makanan biakan, seperti Perancis dengan wain dan kejuanya, dan Jepun dengan acar dan misonya, diiktiraf sebagai negara yang mempunyai budaya. Budaya bermula di ladang, bukan di panggung opera, dan mengikat manusia pada tanah dan artisannya. Ramai pengulas melihat Amerika sebagai negara yang tidak

berbudaya - bagaimana kita boleh berbudaya apabila kita hanya makan makanan yang ditinkan, dipasteur dan diawet?. Ini merupakan ironi ke arah budaya dalam masyarakat teknologi kita yang fobia kepada kuman yang memerlukan, pertama sekali, bahawa kita mengadakan hubungan alkimia dengan bakteria dan kulat, dan bahawa makanan dan minuman yang kita bawa ke meja kita disediakan oleh ahli silap mata, bukan jentera.

Kesimpulan

Teknologi penapaian menghadapi cabaran baru dalam era makanan fungsian dengan potensi biosintesisnya yang efisien. Penyelidikan bagi strain yang berguna dari makanan tradisi yang ditapaian terus dijalankan di seluruh dunia, dan maklumat yang berkaitan dikumpulkan. Pertukaran pengetahuan dan kemahiran mengenai teknologi penapaian di Barat dan Timur akan mempercepatkan pembaharuan teknologi, dan perkembangan produk baru. Dengan mempertimbangkan kepentingan teknologi penapaian dalam era makanan fungsian, sektor awam dan badan antarabangsa perlu memberi perhatian pada usaha R&D, institusi akademik dan kumpulan penyelidikan industri yang berkenaan. Sokongan R&D (Penyelidikan dan Perkembangan), pertubuhan dana kebangsaan dan antarabangsa hendaklah meliputi keutamaan penyelidikan berikut.

1. *Penyelidikan seluruh negara bagi strain mikrob yang berguna dari produk asli yang ditapaian dan pencirian sifat fisiologinya.*
2. *Pembentukan rangkaian global mengenai teknologi penapaian dan strain mikrob dan maklumat kultur pemula.*
3. *Kajian tentang budaya penapaian yang bercampur-campur dan interaksi mikroorganisma dalam sistem penapaian.*

4. *Penilaian fungsi fisiologi dan mekanisme faedah kesihatan metabolit yang diperolehi semasa proses penapaian.*
5. *Penilaian keselamatan produk yang ditapaian, mikroorganisma yang terlibat dan metabolit.*
6. *Penilaian dan penyebaran teknologi penapaian bagi meningkatkan keadaan kebersihan di negara membangun.*

Kajian dan perubahan beberapa produk perisa, penggunaan sains dan teknologi moden dan teknik pengeluaran baru, pelaksanaan penstandardan, dan pengeluaran besar-besaran ialah kunci bagi pengindustrian makanan tradisi yang ditapaian.

Bibliografi:

1. Chung M.J., Cho, Y.C., Hong, U.P. dan Kim. D., (2001).Improvement of stability in protein-coated LAB(PROLAC) and dual coated LAB(DUOLAC) using soy protein and polysacchardies, Presented at The First Asian Conference on Lactic Acid Bacteria For Industrial Application and New Technology October 27-28, Suwon, Korea.
2. Food and agriculture Organization of the United Nation, 1999. Fermented Cereals – A Global Perspective. FAO Agricultural Services Bulletin No.138.
3. Lee, C.H.,(1986). Kimchi; Korean Fermented vegetable food, Korean J. Dietry Culture, 1(4), 395-402.
- 4, Lee, C.H., (1986). Fish Fermentation technology, Korean J. Applied Microbiology and Bioengineering 17 (6), 645-654.

5. Lee, C.H., (1997). Lactic acid fermented food and their benefit in Asia, *Food Control*, 8(5/6), 259-269.
6. Lee, C.H.,(2001a). The Impotance of Primitive Pottery age (8,000-3,000 B.C.) of northeast Asia in the History of Food Fermentation , Presented to the 11th 'World Congress of food Science and Technology, April 22-27, 2001, Seoul, Korea.
7. Lee, C.H. dan Lee, S.S., (2002). Cereal Fermentation by fungi, in *applied Mycology and Biotechnology Vol.2, Agriculture anf Food Production*, ed.p. 151-170.
8. Mok, C.K., (1994). Lactic acid Fermentation of rice and its quality Improvement strategy in *Lactic Acid Fermentation of Non-Dairy Food and Beverage*, ed. C.H. Lee, J. Adler- Nissen and G Barwald, Harn Lim Won, Seoul, p. 132-150 , Steinkraus K.H , (1993). Comparision of the east and West , in *Fish Fermentation Technology*, ed C.H. Lee, K.H. Steinkraus and P.J. A. Reilly, United Nations University Tokyo, p. 1-12.
9. Tachikawa, M. dan S. Inoue, 2000. "Increasing Demand For Non-GMOs and evolution of Food System,"(in Japane) *No-So-kiho (Quarterly Journal of NRIAF)* , National Research Institute of Agricultural Economics, Japan. Creating a more coordinates Agro-Food System for Non-Gm grains- A Case Study of Japanese Mandatory Labeling System.
10. WHO, (1996). Fermentation Assessment and research, WHO/FNU/FOS/96.1

