

PENDAHULUAN

Sehat merupakan kondisi tubuh yang diidamkan oleh semua orang. Guna mempertahankan tubuh dalam kondisi yang sehat, seseorang harus mengatur pola dan gaya hidup sedemikian rupa, misalnya dengan tetap mempertahankan pola makan sehat yang di dalam pelajaran Gizi dan Pangan sering disebut “4 sehat 5 sempurna”, melakukan olah raga atau aktivitas fisik secara teratur dan menjaga kondisi lingkungan tempat tinggal yang kondusif dalam menunjang hidup sehat. Bila seseorang telah terserang suatu penyakit, ia akan berusaha untuk mencari terapi atau obat termasuk antibiotik yang sesuai agar dapat kembali hidup sehat dan normal seperti sedia kala.

Antibiotik diteliti pertama kali oleh seorang mahasiswa Kedokteran berkebangsaan Perancis yang bernama Ernest Duchesne pada tahun 1896, dan kemudian diisolasi dan diidentifikasi oleh seorang dokter berkebangsaan Skotlandia yang bernama Alexander Fleming pada tahun 1928. Penisilin merupakan antibiotik pertama yang diisolasi dari kapang tanah *Penicillium* yang dapat menghambat pertumbuhan berbagai jenis bakteri penyebab penyakit. Pemakaian antibiotik telah menyelamatkan nyawa sekian banyak orang dalam waktu 45 tahun ini. Namun sayang baru sekitar 4 tahun digunakan, sudah mulai bermunculan mikroba yang resisten terhadap penisilin misalnya *Staphylococcus aureus*. Bakteri ini sebenarnya tidak berbahaya dan biasanya hidup pada permukaan kulit manusia, namun dapat menyebabkan penyakit misalnya pneumonia dan *toxic shock syndrome* bila *Staphylococcus aureus* tumbuh secara tak terkendali atau memproduksi suatu toksin. Menyusul kemudian ditemukan bakteri yang resisten terhadap penisilin yaitu *Staphylococcus pneumonia* pada tahun 1967 dan *Enterococcus faecium* pada tahun 1983.

Penemuan penisilin memotivasi para ilmuwan untuk mencari antibiotik lainnya seperti tetrasiklin, eritromisin dan lain-lain dari berbagai mikroba. Pemakaian antibiotik yang tidak sesuai dosis dan aturan yang ditentukan akan menyebabkan munculnya berbagai jenis mikroba baru yang resisten terhadap antibiotik tersebut. Hal ini berdampak lebih lanjut pada munculnya berbagai penyakit infeksi yang tidak dapat diobati dengan antibiotik yang bersangkutan.

Berbagai upaya terus dilakukan untuk mengatasi hal di atas, misalnya dengan berupaya mencari antibiotik baru yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri penyebab penyakit yang sudah

resisten terhadap obat dan antibiotik sebelumnya. Namun demikian, seiring dengan penemuan antibiotik baru, mikroba pun juga akan terus bermutasi sehingga akhirnya akan resisten terhadap antibiotik baru tersebut. Oleh karena itu perlu dicari suatu terobosan baru untuk mengatasi hal ini. Salah satu terobosan baru dalam dunia kesehatan yang telah dan akan terus dikembangkan adalah penerapan konsep pencegahan (*prevention*) terhadap munculnya penyakit melalui pemakaian probiotik. Istilah probiotik pertama kali diajukan oleh Lily dan Stillwell pada tahun 1965 dan mulai populer digunakan pada awal tahun 80-an untuk memproduksi makanan fungsional. Konsep ini berbeda dengan konsep antibiotik yang lebih menekankan pada tindakan pengobatan (*cure, therapy*) terhadap seseorang yang telah terserang suatu penyakit. Pendekatan antibiotik lebih menekankan pada penggunaan obat atau antibiotik yang diisolasi dari mikroba, sedangkan pendekatan probiotik lebih ditekankan pada penggunaan mikroba hidup dalam pencegahan penyakit. Saat ini mikroba probiotik yang sudah digunakan secara komersil untuk memproduksi makanan fungsional dan obat antara lain: genus *Bifidobacterium*, beberapa jenis bakteri asam laktat (BAL) misalnya genus *Lactobacillus*, *Streptococcus thermophilus* dan *Pediococcus acidilactici* serta beberapa jenis bakteri lain seperti *Bacillus subtilis* dan *E. coli* yang bersifat non-enteropathogenik. Pada umumnya mikroba yang digunakan sebagai probiotik bersifat non patogenik dan telah diuji melalui serangkaian uji *in vitro*, *in vivo* sampai uji klinik sehingga diharapkan tidak akan menimbulkan efek samping bagi orang yang mengkonsumsinya.

ANTIBIOTIK

Pada awalnya antibiotik didefinisikan sebagai produk mikroba yang pada konsentrasi rendah dapat menghambat atau membunuh mikroba. Istilah ini pertama kali digunakan pada tahun 1940 oleh Waksman untuk membedakan Penicillin yang baru ditemukan dari fungi *Penicillium* sp. dengan sulfonamida yang dibuat secara sintetik. Defenisi ini menjadi kabur bilamana Penicillin dan produk antimikroba alamiah lainnya dimodifikasi atau disintesis di laboratorium. Oleh karena itu, saat ini istilah antibiotik digunakan secara umum untuk merujuk pada komponen antimikroba yang dibuat secara semi-sintetik atau sintetik penuh yang dapat bekerja efektif pada konsentrasi rendah. Dengan demikian beberapa senyawa antimikroba atau obat seperti sulfonamid dan kuinolon juga sering digolongkan sebagai antibiotik.

2.1. Sumber dan Jenis Antibiotik

Antibiotik yang secara komersial digunakan dalam pengobatan berbagai jenis penyakit diperoleh dari fungi dan bakteri. Sifat antimikroba dari setiap antibiotik berbeda-beda. Penisilin G (benzil penisilin) bersifat aktif terhadap bakteri gram-positif tetapi kurang/tidak aktif terhadap bakteri gram-negatif; streptomisin memiliki sifat sebaliknya; tetrasiklin bersifat aktif terhadap bakteri gram-positif maupun bakteri gram-negatif. Berdasarkan sifat ini, antibiotik dapat dikelompokkan atas dua kelompok, yaitu antibiotik berspektrum sempit misalnya benzil penisilin (dan streptomisin, dan antibiotik berspektrum luas misalnya tetrasiklin dan kloramfenikol. Contoh antibiotik dan jenis mikroba penghasilnya disajikan pada Tabel 1.

2.2. Penggunaan Antibiotik

Penggunaan antibiotik dalam bidang kesehatan bertujuan untuk membasmi mikroba penyebab infeksi. Penggunaan antibiotik ditentukan berdasarkan indikasi dengan mempertimbangkan faktor-faktor berikut:

- a. Gambaran klinik penyakit infeksi, yakni efek yang ditimbulkan oleh adanya mikroba dalam tubuh penderita dan bukan berdasarkan atas kehadiran mikroba tersebut semata-mata

- b. Efek terapi antibiotik pada penyakit infeksi yang diperoleh hanya sebagai akibat kerja antibiotik terhadap biomekanisme mikroba, dan tidak terhadap biomekanisme tubuh penderita
- c. Antibiotik dapat dikatakan bukan merupakan “obat penyembuh” penyakit infeksi dalam arti kata sebenarnya. Antibiotik hanyalah menyingkatkan waktu yang diperlukan tubuh penderita untuk sembuh dari suatu penyakit infeksi.

Seperti diketahui bahwa dengan adanya invasi oleh mikroba, tubuh penderita akan bereaksi dengan mengaktifkan mekanisme daya tahan tubuhnya. Sebagian besar infeksi yang terjadi pada tubuh dapat sembuh dengan sendiri tanpa memerlukan antibiotik. Gejala klinik infeksi terjadi akibat gangguan langsung oleh mikroba atau berbagai senyawa toksik (beracun) yang dihasilkan mikroba. Bila mekanisme pertahanan tubuh bekerja dengan baik, mikroba dan senyawa toksik yang dihasilkannya akan dapat disingkirkan sehingga tidak diperlukan penggunaan antibiotik. Oleh karena itu untuk memutuskan perlu-tidaknya penggunaan antibiotik, harus diperhatikan gejala klinik, jenis dan patogenitas mikroba, serta kesanggupan mekanisme daya tahan tubuh penderita.

Tabel 1. Antibiotik komersial yang dihasilkan dari mikroba

Jenis Antibiotik	Mikroba Penghasil	Keterangan
Penisilin A	<i>Penicillium</i> sp	Aktif terhadap bakteri gram-positif yang tidak menghasilkan β -Laktamase, tetapi tidak aktif terhadap bakteri gram-negatif
Penisilin G (Benzil penisilin)	<i>P. chrysogenum</i>	Aktif terhadap bakteri gram-positif yang tidak menghasilkan β -Laktamase, tetapi kurang aktif terhadap bakteri gram-negatif . Dapat diberikan secara parenteral
Penisilin N	<i>Cephalosporium acremonium</i>	
Penisilin V (Fenoksimetil penisilin)	<i>P. chrysogenum</i>	Efeknya sama dengan Penisilin G, tetapi dapat diberikan melalui oral
Tetrasiklin (tetramisin)	<i>Streptomyces aureofaciens</i> , <i>S. rimosus</i> Dapat dibuat secara semi-sintetik	Aktif terhadap berbagai bakteri-gram positif dan bakteri gram negatif
Eritromisin	<i>S. erythreus</i>	-

Pada infeksi dengan gejala klinik ringan, tidak perlu segera memberikan antibiotik. Menunda pemberian antibiotik malahan memberikan kesempatan terangsangnya mekanisme kekebalan tubuh. Tetapi penyakit dengan gejala klinik berat, walaupun belum

membahayakan, apalagi bila telah berlangsung beberapa waktu lamanya, dengan sendirinya memerlukan terapi antibiotik untuk menghindari komplikasi penyakit berbahaya di kemudian hari.

Kadang-kadang dalam aplikasinya, antibiotik dapat diberikan dalam bentuk kombinasi 2 atau lebih antibiotik dengan tujuan untuk pengobatan infeksi campuran, pengobatan awal pada infeksi berat yang etiologinya belum jelas, mendapatkan efek sinergi, serta memperlambat timbulnya resistensi mikroba terhadap antibiotik.

2.3. Resistensi Mikroba terhadap Antibiotik

Resistensi mikroba terhadap antibiotik atau biasa disebut *antibiotic resistance* atau *drug resistance* adalah suatu sifat tidak terganggunya kehidupan sel mikroba oleh antibiotik. Akibat terjadinya resistensi mengakibatkan semakin sulit memberantas mikroba penyebab penyakit tertentu, misalnya TBC, gonorrhea (kencing nanah), malaria dan infeksi telinga pada anak-anak bila dibanding beberapa dekade yang lalu. Sifat resistensi ini dapat merupakan suatu mekanisme alamiah dari suatu mikroba untuk bertahan hidup. Resistensi mikroba ini dapat terjadi karena:

1. Mutasi spontan; DNA mikroba mengalami perubahan/mutasi spontan akibat penggunaan antibiotik atau faktor lain. *M. tuberculosis* penyebab penyakit TBC yang resisten terhadap antibiotik tertentu terjadi karena mutasi spontan
2. Transformasi; proses pemindahan DNA dari suatu sel yang mengalami lisis (sel donor) ke sel lainnya (sel resipien) dan selanjutnya terjadi rekombinasi. Mikroba penyebab gonorrhea merupakan suatu contoh mikroba yang resisten melalui transformasi
3. Konjugasi; perpindahan isi sel terutama plasmid pembawa faktor resistensi dari suatu sel ke sel lainnya melalui "hubungan langsung". *Shigella* sp penyebab diare merupakan contoh mikroba yang resisten terhadap 4 jenis antibiotik melalui proses ini.
4. Transduksi, proses pemindahan plasmid pembawa faktor resistensi dari suatu sel ke sel lainnya melalui perantara bakteriofag.

Secara umum ada 5 mekanisme resistensi mikroba terhadap antibiotik sebagai berikut:

1. Perubahan tempat kerja (*target site*) antibiotik pada mikroba
2. Mikroba menurunkan permeabilitasnya sehingga antibiotik sulit masuk ke dalam sel
3. Inaktivasi antibiotik oleh mikroba

4. Mikroba membentuk jalan pintas untuk menghindari tahap yang dihambat oleh antibiotik
5. Mikroba meningkatkan produksi enzim yang menghambat aktivitas antibiotik

Beberapa faktor penyebab terjadinya resistensi mikroba terhadap antibiotik dan obat antara lain:

- Dosis dan jenis antibiotik yang kurang tepat
- Kesalahan dalam menetapkan etiologi/penyebab penyakit
- Perilaku pasien misalnya kurang/tidak teratur mengonsumsi obat yang diberikan, tidak menghabiskan antibiotik atau obat sesuai yang disarankan dan lain-lain.

2.4. Efek Samping Antibiotik

Efek samping karena penggunaan antibiotik dapat dikelompokkan atas 4 bagian besar yaitu:

1. *Reaksi Alergi*. Reaksi ini dapat ditimbulkan oleh semua antibiotik yang melibatkan sistem kekebalan tubuh penderita dan biasanya hal ini terjadi tanpa bergantung pada dosis antibiotik yang digunakan. Reaksi alergi yang ditimbulkan ada yang dapat hilang dengan sendirinya walaupun terapi dilanjutkan. Sebaliknya ada yang berlanjut menjadi alergi yang makin berat pada pemberian ulang berupa *anafilaksis*, *dermatitis eksfoliativa*, *angioudema* dan lain-lain.
2. *Reaksi Idiosinkrasi*. Gejala ini merupakan reaksi abnormal yang diturunkan secara genetik terhadap pemberian antibiotik tertentu. Sebagai contoh, 10% pria berkulit hitam akan mengalami anemia hemolitik berat bila mendapat primakuin. Hal ini disebabkan mereka kekurangan enzim G6PD.
3. *Reaksi Toksik*. Efek toksik pada tubuh dapat ditimbulkan oleh semua jenis antibiotik. Yang mungkin dapat dianggap kurang toksik sampai saat ini adalah golongan penisilin. Golongan aminoglikosida pada umumnya toksik terhadap *Nervus octavus*, tetrasiklin mengganggu pertumbuhan jaringan tulang termasuk gigi, bahkan dalam dosis besar dapat menyebabkan hepatotoksik terutama pada penderita *pielonefritis* dan wanita hamil. Demikian pula antibiotik lainnya mempunyai efek samping masing-masing. Selain jenis antibiotik, berbagai faktor dalam tubuh dapat turut menentukan terjadinya reaksi toksik misalnya organ/jaringan tertentu yang berperan dalam biotransformasi dan ekskresi antibiotik.
4. *Perubahan Biologik dan Metabolik*. Penggunaan antibiotik tertentu terutama yang berspektrum luas dapat menyebabkan terjadinya

perubahan jenis dan jumlah mikroba yang hidup pada tubuh. Gangguan keseimbangan ekologi mikroflora normal dapat terjadi di saluran pencernaan & pernapasan, kelamin dan kulit. Akibat lebih jauh bisa terjadi superinfeksi yaitu suatu infeksi baru yang terjadi akibat terapi infeksi primer dengan suatu antibiotik. Pada pasien yang lemah, superinfeksi potensial dapat sangat berbahaya, sebab kebanyakan mikroba penyebab superinfeksi biasanya terdiri dari bakteri gram-negatif, *Staphylococcus*, *Candida* dan fungi sejati. Terapi antibiotik akan semakin sulit bila superinfeksi dialami oleh mikroba yang sudah resisten. Diantara antibiotik, penisilin G merupakan penyebab superinfeksi yang paling jarang terjadi. Selain menimbulkan perubahan biologik, penggunaan antibiotik misalnya neomisin dapat pula menimbulkan gangguan penyerapan atau metabolisme zat gizi tertentu.

National Institute of Health (2004) melaporkan bahwa hampir 2 juta pasien di Amerika Serikat terkena infeksi di rumah sakit setiap tahun dan mengakibatkan kematian sebanyak 90.000 orang per tahun. Hal yang sama dilaporkan oleh ahli Epidemiologi dalam *The New England Journal of Medicine* (2003) bahwa sekitar 5 – 10% pasien yang masuk rumah sakit menderita infeksi selama mereka dirawat inap. Lebih lanjut dilaporkan bahwa lebih dari 70% dari bakteri penyebab infeksi di rumah sakit telah resisten terhadap paling kurang 1 jenis antibiotik atau obat yang biasa digunakan untuk mengobati mereka. Selain itu rawat inap pasien tersebut menjadi lebih lama dan membutuhkan perawatan dan penggunaan obat yang lebih bersifat toksik dan harga yang mahal. Memperhatikan gangguan atau efek samping yang diakibatkan oleh penggunaan antibiotik, maka para mikrobiolog dan ahli kesehatan telah mencoba untuk mencari alternatif lain, misalnya dengan pemanfaatan mikroba yang disebut “probiotik”.

PROBIOTIK

Di dalam bidang kesehatan dan ilmu makanan fungsional akhir-akhir ini telah berkembang suatu cara yang dapat dilakukan untuk menjaga agar tubuh tetap sehat. Cara ini dapat dilakukan dengan mengkonsumsi makanan yang mengandung “probiotik”. Istilah probiotik ini pertama kali diperkenalkan oleh Lily dan Stillwell pada tahun 1965 untuk menyebut sejenis senyawa yang dihasilkan oleh protozoa yang mampu menstimulasi pertumbuhan organisme lain. Perkembangan selanjutnya istilah probiotik telah digunakan untuk semua mikroba yang mempunyai efek terapeutik pada manusia (termasuk hewan) yang mengkonsumsinya.

Sampai saat ini masih banyak orang yang beranggapan bahwa saluran pencernaan itu hanya sebatas tempat pencernaan dan penyerapan makanan yang selanjutnya tempat menyalurkan sisa-sisa pencernaan keluar tubuh. Anggapan ini merupakan persepsi yang sangat keliru. Selain fungsi pencernaan seperti telah disebutkan, ternyata di dalam saluran pencernaan tersebut hidup berbagai jenis mikroba seperti bakteri, khamir dan kapang yang memegang peranan sangat penting bagi kesehatan seseorang. Dari hasil penelitian dilaporkan bahwa lebih kurang 300 - 400 spesies mikroba dengan jumlah sekitar 10^{13} - 10^{14} sel hidup per gram kandungan saluran pencernaan manusia. Jumlah dan jenis mikroba ini masih sebatas jumlah mikroba yang bersifat “culturable”. Dr. Yoshimi Benno, seorang mikrobiolog asal Jepang, memprediksi bahwa jenis dan jumlah mikroba dalam saluran pencernaan manusia masing-masing lebih dari 500 spesies dan 10^{15} sel. Prediksi ini didasarkan pada kenyataan bahwa masih banyak mikroba yang masih bersifat “unculturable” dan belum bisa diisolasi dan dihitung dengan metode dan media yang digunakan saat ini. Secara umum mikroba tersebut dapat dikelompokkan ke dalam 2 golongan besar, golongan pertama disebut mikroba menguntungkan (*beneficial microbes*) dan golongan kedua disebut mikroba berbahaya (*harmful microbes*). Bila mikroba berbahaya mendominasi mikroba lainnya di dalam saluran pencernaan akan menyebabkan timbulnya berbagai penyakit. Hal ini disebabkan mikroba ini menghasilkan atau mensintesis senyawa-senyawa beracun (toksik) misalnya amonia, fenol, amine, karsinogen dan toksin yang selanjutnya dapat menimbulkan kelainan dan penyakit seperti diare, konstipasi (sembelit), kanker, infeksi saluran pencernaan dan lain-lain. Sebaliknya bila jumlah mikroba menguntungkan mendominasi saluran pencernaan maka pembentukan senyawa-senyawa berbahaya tersebut dapat dihambat sehingga secara tidak langsung akan menjaga

kondisi saluran pencernaan tetap sehat dan pada akhirnya kesehatan tubuh secara keseluruhan akan terpelihara.

3.1. Sumber Probiotik

Mikroba yang digunakan sebagai probiotik dapat diisolasi dari berbagai sumber tergantung untuk keperluannya. Probiotik untuk diaplikasikan pada manusia sebaiknya diisolasi dari manusia yang sehat (tubuh, saluran pencernaan atau feses), demikian juga untuk hewan, sebaiknya diisolasi dari hewan yang sehat tertentu, misalnya dari sapi untuk sapi, dari ikan yang sehat untuk ikan dan seterusnya. Namun mikroba probiotik khususnya bakteri asam laktat dapat juga diisolasi dari susu dan produk susu (*Dairy Lactic Acid Bacteria*) atau dari tanaman dan produk olahannya (*Plant Origin Lactic Acid Bacteria*). Beberapa spesies bakteri asam laktat (BAL) yang diisolasi dari dadih mempunyai sifat-sifat seperti ketahanan terhadap asam dan bile, antagonisme terhadap patogen, kolonisasi saluran pencernaan, aktivitas antimutagenik dan lain-lain yang lebih unggul dibandingkan dengan probiotik komersial. Oleh karena itu beberapa strain BAL dari dadih berpotensi digunakan sebagai probiotik. Namun demikian masih perlu dilakukan uji klinik lebih lanjut untuk mengetahui efektifitasnya pada manusia.

Selain dapat diisolasi sendiri, probiotik dapat juga diperoleh dari lembaga atau pusat koleksi kultur misalnya ATCC (American Type Culture Collection) dan NRRL (Northern Regional Research Center) Amerika Serikat, IFO (Institute for Fermentation Osaka) dan FERM (Fermentation Research Institute) Jepang, dan CBS (Central Bureau Voor Schimmel Culturen) Belanda.

3.2. Jenis Probiotik

Berdasarkan beberapa hasil penelitian dilaporkan bahwa jenis mikroba yang digunakan sebagai probiotik untuk manusia meliputi bakteri asam laktat, *Bifidobacterium* sp., *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces boulardi*, *E. coli* dan *Bacillus subtilis*. Namun demikian BAL dan *Bifidobacterium* sp. merupakan mikroba yang paling umum digunakan sebagai probiotik dalam makanan fungsional secara komersial (Tabel 2).

Bakteri asam laktat adalah bakteri gram-positif, tidak membentuk spora, berbentuk kokus atau batang serta memproduksi asam laktat sebagai produk utama selama fermentasi karbohidrat. BAL dikategorikan menjadi 10 genus yaitu *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Tetragenococcus*, dan *Vagococcus*. Diantara genus BAL ini yang sering digunakan sebagai probiotik adalah *Lactobacillus* sp.

Tabel 2. Bakteri yang digunakan sebagai probiotik secara komersial

Janis Probiotik	Spesis
Lactobacillus	<i>L. acidophilus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i> , <i>L. reuteri</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. lactis</i> , <i>L. cellobiosus</i>
Bifidobacterium	<i>B. longum</i> , <i>B. bifidum</i> ,
Streptococcus	<i>S. lactis</i> , <i>S. cremoris</i> , <i>S. salivarius subsp.</i> <i>thermophilus</i> , <i>S. intermedius</i>
Pediococcus	<i>P. acidilactici</i>
Enterobacter	<i>E. coli</i> non-enteropatogenik
Saccharomyces	<i>S. boulardi</i>

Sumber: Goldin (1998)

3.3. Syarat-syarat Probiotik

Beberapa syarat dasar yang harus dimiliki oleh mikroba yang digunakan sebagai probiotik untuk manusia antara lain:

1. Tahan terhadap asam khususnya asam klorida dalam lambung dan asam empedu (bile) dalam usus kecil
2. Dapat melekat pada sel-sel saluran pencernaan manusia
3. Dapat mendiami saluran pencernaan manusia
4. Mampu memproduksi senyawa antimikroba
5. Mempunyai sifat antagonistik terhadap bakteri patogen
6. Diutamakan yang berasal dari manusia (*species-specific properties*). Namun dari sumber lain dapat digunakan sebagai probiotik bila memenuhi persyaratan yang lain
7. Mempunyai sifat antagonistik terhadap bakteri kariogenik
8. Dapat tumbuh dengan baik secara *in vitro*
9. Aman dalam penggunaan pada manusia
10. Mempunyai viabilitas yang tinggi
11. Stabil selama digunakan dalam proses pengolahan/industri
12. Mempunyai kemampuan/efek terapeutik misalnya antimutagenik, antikolesterol dan lain-lain

3.4. Efek Terapeutik dari Probiotik

Beberapa efek terapeutik dari probiotik berdasarkan hasil penelitian mulai dari uji *in vitro* sampai uji klinik dapat disajikan sebagai berikut:

A. Pencegahan Kanker

Penyakit kanker merupakan salah satu penyakit penyebab kematian manusia terbesar terutama di negara-negara maju. Menurut data dari Survei Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) Tahun 2002 bahwa penyakit ini menjadi penyebab kematian urutan ke-6 di Indonesia. Faktor-faktor penyebab terjadinya penyakit meliputi perilaku seksual, infeksi, obat-obatan medis, *food additive*, merokok, radiasi, sinar UV and diet. Diantara faktor penyebab ini ternyata diet merupakan faktor penyebab utama terjadinya kanker. Hal ini didukung dengan hasil temuan berbagai jenis senyawa-senyawa mutagen dan karsinogen yang diisolasi dari berbagai jenis bahan pangan terutama makanan berprotein tinggi yang diolah dengan suhu tinggi. Senyawa ini juga terbentuk dari reaksi pyrolisis asam-asam amino misalnya triptophan dan asam glutamat. Senyawa ini dikenal dengan nama *heterocyclic amines* (Tabel 3).

Tabel 3. Senyawa *heterocyclic amines* yang terdapat dalam makanan yang dimasak dengan suhu tinggi

Singkatan	Nama kimia	Ada dalam makanan
Trp-P1	3-amino-1,4-dimethyl-5 <i>H</i> -pyrido(4,3- <i>b</i>)indole	Ikan panggang, senyawa-senyawa pyrolysate dari kasein, gluten, globulin, albumin dan daging
Trp-P2	3-amino-1-methyl-5 <i>H</i> -pyrido(4,3- <i>b</i>)indole	Ikan panggang, senyawa-senyawa pyrolysate dari kasein, gluten, globulin, albumin dan daging
Glu-P1	2-amino-6-methyldipyrindo(1,2- <i>a</i> :3',2'- <i>d</i>) imidazole	Ikan panggang, senyawa pyrolysate dari kasein
Glu-P2	2-aminodipyrindo(1,2- <i>a</i> :3',2'- <i>d</i>) imidazole	Ikan panggang, senyawa pyrolysate dari kasein
A α C	2-amino 9 <i>H</i> -pyrido(2,3- <i>b</i>)indole	Senyawa-senyawa pyrolysate dari triptophan, kasein, gluten, globulin, albumin, ikan dan daging
MeA α C	2-amino-3-methyl- α -carboline	Senyawa-senyawa pyrolysate dari triptophan, kasein, gluten, globulin, albumin, ikan & daging
IQ	2-amino-3-methylimidazo(4,5- <i>f</i>) quinoline	Ektrak daging sapi, daging dan ikan panggang
MeIQ	2-amino-3,4-dimethylimidazo(4,5- <i>f</i>) quinoline	Daging dan ikan panggang
MeIQx	2-amino-3,8-dimethylimidazo	Daging sapi panggang

Sumber: Dolara dan Bianchini (1988) dalam Sreekumar dan Hosono (1997)

Sel-sel kanker dibentuk dari sel-sel normal dalam suatu proses yang rumit yang disebut “transformasi”, yang terdiri dari 2 tahap yaitu inisiasi dan promosi. Pada tahap inisiasi terjadi suatu perubahan dalam bahan genetik (DNA) sel yang dipicu oleh senyawa-senyawa karsinogen sehingga memancing terbentuknya sel abnormal. Pada tahap promosi, suatu sel yang telah mengalami inisiasi akan berubah menjadi sel kanker. Ada beberapa cara untuk menghindari terjadinya penyakit kanker antara lain menghindari merokok, mengurangi konsumsi lemak dan makanan berprotein tinggi yang dipanaskan pada suhu tinggi, melakukan olah raga secara teratur, melakukan pemeriksaan *screening* untuk penyakit kanker serta memperbanyak konsumsi buah-buahan dan sayur-sayuran serta makanan fungsional yang mengandung probiotik.

Dari hasil penelitian dilaporkan bahwa probiotik misalnya BAL dan *Bifidobacterium* sp. dapat mencegah terjadinya mutasi sel oleh mutagen dan karsinogen. Mekanisme antimutagenik dari BAL dan *Bifidobacterium* sp. dilakukan dengan cara mengikat mutagen dan karsinogen di dalam saluran pencernaan terutama dalam usus halus dan kolon. Mutagen dan karsinogen yang diikat oleh peptidoglikan pada dinding sel BAL dan *Bifidobacterium* sp. selanjutnya dikeluarkan bersama tinja atau air kemih. Mekanisme seperti ini telah dilaporkan pada beberapa strain dari BAL yang diidolasi dari dadih, produk susu fermentasi dari Sumatera Barat dan Kampar, Riau. Dengan demikian mutasi sel tidak terjadi dalam tubuh. Mekanisme antimutagenik atau antitumor sangat tergantung pada genus dan spesies dari BAL. Dari hasil penelitian ditemukan bahwa efek antitumor dari BAL dan *Bifidobacterium* sp. juga terjadi dengan cara menghambat aktivitas enzim β -glucuronidase, azoreductase dan nitroreductase dan pertumbuhan bakteri penghasil enzim-enzim yang mengkonversi senyawa-senyawa prokarsinogen menjadi karsinogen. Selain itu senyawa-senyawa polisakarida ekstraseluler yang diproduksi oleh BAL dan *Bifidobacterium* sp. selama pertumbuhannya juga mempunyai efek antimutagenik dan antitumor.

B. Pencegahan Penyakit Jantung Koroner

Penyakit jantung koroner (PJK) merupakan suatu penyakit yang disebabkan oleh berbagai faktor resiko. Secara umum faktor-faktor penyebab terjadinya PJK dapat dikelompokkan atas 2 kategori yaitu pertama, faktor yang bersifat alami atau tidak dapat dicegah misalnya faktor genetik, umur dan jenis kelamin, dan kedua, faktor yang dapat dikurangi, diperbaiki atau dimodifikasi misalnya tekanan darah tinggi, merokok, stress, kegemukan, kurang aktivitas fisik, diabetes mellitus dan diet (makanan) yang mengandung kolesterol dan lemak tinggi. Diantara

sejumlah faktor ini yang cukup penting adalah diet. Konsumsi makanan yang mengandung kolesterol dan lemak tinggi terutama asam lemak jenuh dengan rantai atom karbon antara 16 – 18 (palmitat dan stearat) dapat meningkatkan risiko terjadinya PJK. Sebaliknya asam oleat, linoleat dan linolenat suatu asam lemak tidak jenuh yang mempunyai 18 atom C ternyata tidak menyebabkan terjadinya atherosklerosis dan PJK.

Berdasarkan hal di atas, maka negara-negara produsen minyak nabati terutama Amerika Serikat selalu memojokkan minyak kelapa dan minyak kelapa sawit sebagai biang kerok penyebab penyakit maut ini. Tapi dibalik provokasi negatif ini tersirat tujuan untuk menaikkan citra minyak nabati terutama minyak kedelai sebagai minyak yang paling menyehatkan. Namun anggapan ini terbantahkan setelah seorang ahli Biokimia dan Farmakologi bernama John Kabara dari *Michigan State University*, Amerika Serikat menepis anggapan ini dengan mengatakan bahwa pemicu penyakit maut ini adalah asam lemak rantai panjang yang sebagian besar bersumber dari lemak hewani. Sedangkan asam lemak berantai sedang yang merupakan komponen terbesar dalam minyak kelapa sawit dan minyak kelapa tidak memberikan dampak buruk bagi kesehatan. Bahkan dari hasil penelitian ditemukan bahwa minyak kelapa perawan (*Virgin Coconut Oil* atau VCO) yang banyak mengandung asam laurat (asam lemak sedang dengan rantai atom C sebanyak 12) justru berkhasiat menurunkan kadar kolesterol darah pada manusia dan mencegah berbagai penyakit berbahaya lainnya.

Beberapa cara dapat dilakukan untuk mencegah PJK antara lain menjaga tekanan darah tinggi, mengurangi atau tidak merokok sama sekali, mengendalikan stress dan berat badan, melakukan aktivitas fisik secara teratur, serta mengurangi kadar kolesterol (*hypokolesterolemik*) dalam darah melalui pengaturan diet. Pengaturan diet salah satunya dapat dilakukan dengan mengkonsumsi makanan fungsional yang mengandung probiotik.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaporkan, dapat disimpulkan bahwa mekanisme efek hypokolesterolemik dari BAL dan *Bifidobacterium* sp. berlangsung melalui 2 cara yaitu:

1. Pengikatan kolesterol yang terkandung dalam diet di dalam saluran pencernaan sebelum kolesterol tersebut diserap oleh tubuh. Kemampuan BAL dan *Bifidobacterium* sp. bervariasi dalam mengikat kolesterol. Hal ini disebabkan oleh perbedaan struktur dan komposisi kimia dinding sel bakteri yang berperan sebagai reseptor dalam proses pengikatan kolesterol, dan adanya senyawa-senyawa kimia misalnya sodium taurokolat, fosfolipid dan Tween 80 serta ion-ion logam seperti Na, K, Ca dan Mg yang mungkin mempercepat atau menghambat proses pengikatan tersebut. Kolesterol yang diikat oleh sel bakteri selanjutnya akan dikeluarkan bersama feses. Dengan demikian tidak terjadi peningkatan kadar kolesterol yang tinggi (hiperkolesterolemik) dalam darah.

2. Dekonjugasi garam-garam empedu di dalam usus halus. Kemampuan mendekonjugasi garam empedu disebabkan oleh kemampuan BAL dan *Bifidobacterium* sp. untuk memproduksi enzim BSH (bile salt hydrolase) yang berperan dalam menghidrolisis garam-garam empedu menjadi asam empedu bebas dan asam amino. Nilai pH optimum untuk berlangsungnya dekonjugasi garam empedu seperti sodium glikolat dan sodium taurokolat berkisar pH 4 –5,5. Asam empedu bebas yang diproduksi pada proses hidrolis bersifat kurang larut dibanding dengan asam empedu terkonjugasi (garam empedu) khususnya pada pH rendah dan lebih sulit untuk direabsorpsi selama siklus enterohepatik. Selain itu, asam empedu bebas lebih mudah diikat oleh serat makanan dan mikroba penghuni saluran pencernaan. Dengan demikian pada kondisi “steady state”, dekonjugasi garam empedu oleh BAL dan *Bifidobacterium* sp. dapat menurunkan kadar kolesterol darah karena sebagian besar kolesterol di dalam tubuh akan dirombak menjadi asam-asam empedu baru menggantikan asam-asam empedu yang hilang selama siklus enterohepatik dan asam empedu yang dikeluarkan bersama feses.

Mekanisme BAL dan *Bifidobacterium* sp. dalam penurunan kadar kolesterol pada penderita hiperkolesterolemia bisa melalui salah satu cara atau kedua-duanya seperti telah dijelaskan. Hasil penelitian kami menunjukkan bahwa *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* IS-10285, suatu strain BAL yang diisolasi dari dadih, dapat menurunkan kadar kolesterol darah pada tikus yang menderita hiperkolesterolemia. Hasil ini masih perlu ditindaklanjuti berupa uji klinik untuk memastikan dapat-tidaknya strain ini digunakan sebagai probiotik pada manusia.

C. Pencegahan Diare dan Gangguan Pencernaan

Diare dan penyakit gangguan pencernaan lainnya merupakan penyakit yang sering menyerang penduduk di negara-negara berkembang, khususnya bayi dan anak-anak. Resiko terserang diare juga sering pada turis yang berwisata ke negara-negara berkembang, dimana higienitas makanan/minuman dan sanitasi lingkungan sering belum memadai. Data penelitian menunjukkan bahwa dengan pemberian BAL atau *Bifidobacterium* sp. atau produk yang mengandung bakteri ini pada penderita diare dan gangguan pencernaan akan mencegah dan mempercepat penyembuhan diare. Hal ini disebabkan BAL atau *Bifidobacterium* sp. mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Salmonella typhimurium* (penyebab infeksi pada saluran pencernaan), *Helicobacter pylori* (penyebab *antral gastritis*) dan *Clostridium difficile* (penyebab diare) melalui produksi asam laktat, peroksidase dan senyawa-senyawa antimikroba yang disebut bakteriosin

atau melalui kompetisi terhadap sumber nutrisi esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri patogen tersebut.

D. Pencegahan Intoleransi terhadap Laktosa

Kemampuan mencerna laktosa pada sebagian orang disebabkan oleh kurangnya enzim laktase atau β -galaktosidase dalam usus halus. Kurang atau tidak adanya produksi enzim ini mungkin disebabkan oleh suatu terapi yang disebut *pelvic radiotherapy*, atau karena terjadinya infeksi pada usus, yang selanjutnya mengakibatkan sel-sel pembentuk enzim ini tidak berfungsi secara normal. dampak dari semua ini menyebabkan seseorang yang minum susu non fermentasi dan produk olahan susu akan mengalami flatulensi, diare serta gangguan saluran pencernaan lainnya. Salah satu cara untuk menanggulangi hal ini adalah dengan mensuplai enzim β -galaktosidase dari luar lewat konsumsi produk hasil fermentasi atau produk yang disuplementasi dengan BAL atau *Bifibacterium* sp. Sebagian ilmuwan mengatakan bahwa bakteri ini melakukan aktivitas terapeutiknya dengan cara melepaskan enzim laktease atau β -galaktosidase intraseluler ke dalam usus yang akan menghidrolisis laktosa menjadi glukosa dan galaktosa. Namun beberapa ilmuwan lain melaporkan mekanisme yang berbeda. Pertama-tama laktosa diangkut ke dalam sel-sel bakteri oleh enzim laktose permease dan selanjutnya oleh kerja enzim β -galaktosidase intraseluler, laktosa ini akan dihidrolisis menjadi glukosa dan galaktosa. Hidrolisis laktosa dengan cara terakhir ini umumnya dilakukan oleh BAL genus *Lactobacillus* sp.

E. Pencegahan Konstipasi

Ketidakteraturan dan kesukaran buang air besar dapat terjadi pada setiap orang, khususnya pada manusia berusia lanjut (manula) dan wanita. Gangguan ini disebabkan oleh terjadinya pengerasan pada feses. Oleh karena itu disarankan untuk memperbanyak mengkonsumsi makanan yang banyak mengandung serat misalnya sayur-sayuran dan buah-buahan. Namun demikian gejala gangguan ini masih dapat terjadi walaupun telah mengkonsumsi makanan berserat. Keadaan ini erat kaitannya dengan komposisi mikroba yang ada dalam saluran pencernaan. Pemberian BAL atau *Bifibacterium* sp. atau produk yang mengandung bakteri ini dapat menurunkan secara nyata gejala konstipasi pada pasien penderita. Hal ini dimungkinkan oleh karena *L. acidophilus* atau *Bifibacterium* sp mampu mengubah komposisi mikroba dalam saluran pencernaan (jumlah BAL meningkat) dan mampu mengurangi atau menghambat pertumbuhan bakteri penyebab konstipasi.

F. Peningkatan Kekebalan Tubuh

Beberapa efek terapeutik lainnya dari BAL dan *Bifidobacterium* sp. misalnya penghilangan atau pengikatan radikal-radikal bebas sehingga secara tidak langsung dapat mencegah terjadinya penuaan dini. Selain itu beberapa strain BAL mampu meningkatkan kekebalan tubuh dengan cara menstimulasi pembentukan immunoglobulin, meningkatkan aktivitas pagositik dari limposit dan pagosit, serta meningkatkan produksi makrofag. Dengan demikian seseorang yang mempunyai sistem kekebalan yang baik dapat terhindar dari infeksi, penyakit dan agen penyebab luka (*injury-causing agents*).

3.5. Efek Samping Probiotik

Sampai saat ini efek samping penggunaan probiotik pada manusia masih sangat jarang dilaporkan sepanjang probiotik yang digunakan telah memenuhi syarat-syarat yang telah ditentukan dan telah diuji secara klinik secara seksama. Satu-satunya efek samping probiotik yang pernah dilaporkan adalah terjadinya translokasi dari saluran pencernaan ke jaringan/organ lain misalnya hati. Hal ini diduga karena penggunaan dosis probiotik yang sangat tinggi (lebih dari 10^{12} sel/hari).

REKAYASA GENETIKA PADA PROBIOTIK

4.1. **K**riteria Probiotik Unggul

Mikroba probiotik yang digunakan dalam industri makanan fungsional memegang peranan vital untuk keberhasilan proses produksi. Oleh karena itu mikroba yang digunakan harus memiliki kriteria unggul sebagai berikut:

- a. Strain tersebut harus merupakan kultur murni
- b. Secara genetik, strain tersebut harus stabil
- c. Strain tersebut harus mampu tumbuh dengan cepat dan kuat sesaat setelah diinokulasi pada tangki pembibitan atau wadah lain yang digunakan untuk mempersiapkan suatu industri fermentasi
- d. Strain tersebut harus dapat menghasilkan produk yang diinginkan dalam jangka waktu pendek
- e. Strain tersebut hendaknya mampu melindungi dirinya sendiri dari kontaminasi jika memungkinkan
- f. Strain tersebut harus mampu disimpan untuk jangka waktu yang lama sekali
- g. Strain tersebut hendaknya mampu memproduksi produk yang diinginkan tanpa menghasilkan produk lain yang bersifat toksik
- h. Strain tersebut hendaknya mudah menerima perubahan oleh bahan-bahan mutagen tertentu.

4.2. Metode Seleksi Strain Unggul

Segera setelah organisme yang berpotensi didapatkan dari hasil seleksi, perbaikan mutu kultur (biakan) terseleksi itu sangat diperlukan. Proses optimalisasi nutrisi dan kondisi lingkungan terhadap kultur terseleksi tidak cukup untuk mengembangkan potensi kultur tersebut untuk tujuan industri komersial. Oleh karena itu sifat-sifat unggul mikroba terseleksi ini dapat ditingkatkan melalui proses mutasi dan manipulasi gen misalnya teknik rekombinan DNA.

4.2.1. Mutasi

Mutasi dapat terjadi secara spontan atau setelah diinduksi dengan mutagen. Laju kecepatan mutasi spontan tergantung pada kondisi pertumbuhan mikroba dengan frekuensi berkisar 10^{-10} per generasi dan 10^{-5} per gen. Mutasi spontan terjadi karena integrasi dan eksisi dari elemen sekuensi insersi (*insertion sequences*) berlangsung bersamaan dengan terjadinya kesalahan fungsi enzim terutama enzim DNA polimerase, enzim yang berperan dalam dalam proses rekombinasi dan perbaikan DNA. Frekuensi terjadinya mutasi spontan sangat jarang, maka proses semacam ini dianggap tidak efektif dan tidak sesuai dengan bidang pengembangan proses industri.

Frekuensi terjadinya mutasi pada mikroba dapat ditingkatkan menjadi sekitar 10^{-5} sampai 10^{-3} dengan penggunaan mutagen. Jenis mutagen yang dapat menyebabkan mutasi adalah:

1. **Sinar.** Sinar UV dan radiasi ionisasi dapat menyebabkan mutasi dengan mekanisme yang berbeda. Sinar UV dengan panjang gelombang pendek antara 200 – 300 nm dapat menyebabkan mutasi melalui pembentukan dimer (thiamin-thiamin = TT, thiamin-sitosin = TC, sitosin-sitosin = CC). Sinar UV ini terutama menginduksi transisi GC ke AT, transversi atau *mutasi frameshift* dan delesi. Untuk meningkatkan terjadinya proses mutasi, mekanisme fotoreaktivasi dan perbaikan eksisi harus dicegah dengan mengerjakan seluruh proses manipulasi di bawah sinar bergelombang panjang (600 nm) atau dengan menggunakan kafein dan zat penghambat proses perbaikan dimer yang telah terbentuk. Sinar UV dengan panjang gelombang 300 – 400 nm dapat juga digunakan namun perlu dilakukan dengan penambahan zat pewarna misalnya derivat psoralen dan 8-methoksipsoralen yang dapat berinteraksi dengan DNA sehingga frekuensi proses mutasi dapat ditingkatkan. Sinar radiasi misalnya sinar X, gamma dan beta dapat juga digunakan untuk proses mutasi bila mutagen lainnya tidak tersedia.
2. **Mutagen kimia.** Secara umum mutagen kimia dapat diklasifikasikan menjadi 3 golongan berdasarkan daya kerjanya:
 - a. Mutagen kimia yang mengakibatkan DNA tidak membelah misalnya asam nitrat (HNO_2) mengakibatkan deaminasi adenin menjadi hipoksantin, dan sitosin menjadi urasil. Hal ini mengakibatkan transisi dari AT menjadi GC atau dari GC menjadi AT. Senyawa lain misalnya hidrokilamin (NH_2OH) bereaksi dengan pirimidin dan sitosin mengakibatkan terjadinya transisi dari GC menjadi AT. Dalam golongan ini mutagen yang banyak digunakan adalah substansi alkilasi (*alkylating agents*) misalnya etil metansulfat (EMS), metil metansulfat (MMS), dietilsulfat (DES), diepoksibutan (DEB), N-metil-N-nitro-N-nitrosoguanidin (NTG) dan N-metil-N-nitrosourea. Senyawa

alkilasi ini menyebabkan terjadinya mutasi transisi, transversi, delesi dan mutasi *frameshift*.

- b. Analog basa (*base analogs*) misalnya 5-bromourasil (BU) dan 2-a inopurin (AP). Namun senyawa ini masih jarang dipakai karena prosesnya belum banyak diketahui.
- c. Pewarna akridin misalnya akridin oranye, proflavin dan akriflavin mengakibatkan terjadinya insersi atau delesi pada kedua pasangan basa DNA. Akridin sangat sering digunakan untuk keperluan penelitian, namun tidak banyak dipakai dalam praktek isolasi mutan.

Saat ini seleksi mutan melalui proses mutasi sangat digunakan dalam skala industri karena memerlukan waktu yang relatif lama sekitar 6 – 12 tahun untuk mendapatkan strain yang unggul.

4.2.2. Teknik Hibridoma

Fusi sel dilakukan dengan cara menggabungkan kandungan genetik dua sel, menghasilkan sel bastar (sel hibrid) tunggal yang mengekspresikan sifat-sifat pembawaan tertentu dari kedua sel induknya. Teknik hibridoma ini ditemukan pada tahun 1975. Sel-sel induk dapat berasal dari jenis yang berbeda atau dari spesies yang berbeda dari jenis yang sama. Dengan demikian tidak menutup kemungkinan munculnya berbagai organisme baru yang aneh. *Pomato*, sebagai contoh tanaman bastar hasil fusi sel kentang dan sel tomat; *Geep*, hewan bastar yang terjadi dari fusi sel kambing dan sel biri-biri. Produk sel bastar yang telah digunakan secara komersil untuk memproduksi antibodi monoklonal adalah sel bastar yang dihasilkan dari fusi silang antara antara sel mieloma dari mencit dengan sel limfosit dari tikus. Untuk mempercepat terjadinya fusi sel, perlu ditambahkan senyawa kimia misalnya glikol polietilen (PEG). Dapat juga menggunakan elektrofusi yaitu suatu teknik yang dapat melekatkan sel dan selanjutnya menyebabkan fusi antara sel yang berdekatan karena adanya aliran listrik. Fusi antara sesama sel mikroba juga dapat dilakukan untuk mendapatkan strain unggul untuk sebagai probiotik dan untuk keperluan industri fermentasi.

4.2.3. Teknik Rekombinan DNA

Teknik rekombinan DNA pertama kali ditemukan pada tahun 1973. Teknik ini bersama teknik hibridoma merupakan teknologi kunci yang mendukung pengembangan industri di masa mendatang. Secara alami, tidak mungkin padi tumbuh dari biji jagung, demikian pula kambing tidak mungkin melahirkan anak sapi. Fakta ini tidak dapat disangkal, walaupun demikian dalam dasawarsa yang lalu mulai terbuka tabir yang

mendasari produksi protein dari sel manusia dengan bantuan sel bakteri melalui teknologi rekombinan DNA. Kenyataan bahwa gen menentukan struktur protein merupakan hal yang sangat penting dalam pengembangan rekayasa genetik. Selama struktur molekul gen tidak diketahui, tidak ada cara untuk memperkirakan tentang hubungan antara gen dan protein.

Secara garis besar, rekombinan DNA dapat dibuat dengan cara sebagai berikut:

1. Isolasi molekul plasmid yang harus mengandung gen yang diinginkan. Plasmid adalah unsur genetik yang berada di luar kromosom (ekstrakromosomal) yang mengadakan replikasi secara mandiri (autonom) di dalam sel bakteri. Plasmid berbentuk lingkaran dan beruntai ganda dengan berat molekul berkisar 1×10^6 sampai 200×10^6 digunakan sebagai wahana atau vektor kloning.
2. Pemotongan fragmen DNA yang sesuai menggunakan enzim endonuklease restriksi. Ada 4 jenis endonuklease restriksi yaitu jenis I, II, III dan IV, namun yang penting dalam teknologi rekombinan DNA hanya jenis II. Endonuklease restriksi jenis II ini mempunyai kelebihan karena dapat membuat potongan DNA beruntai ganda pada lokasi yang pasti/tertentu. Dengan cara ini endonuklease restriksi memotong molekul DNA asing yang panjang menjadi lebih pendek, serta membuat potongan tunggal dalam vektor plasmid pada tapak yang memungkinkan fragmen DNA dapat disisipkan.
3. Penjalinan atau penyambungan DNA asing ke dalam plasmid menggunakan enzim ligase. Produk plasmid baru plus fragmen DNA yang disisipkan disebut kimera plasmid (*Plasmid chimera*)
4. Penggabungan (transformasi) DNA rekombinan ke dalam sel inang dengan penambahan CaCl_2 untuk membuat dinding sel bakteri menjadi lebih permeabel. Dengan cara ini, DNA rekombinan dapat memasuki sel dalam keadaan utuh, dan bakteri inang tetap hidup (karena sel tidak mengalami lisis. Selanjutnya selama pertumbuhan, sel rekombinan baru mengadakan replikasi di bawah pengendalian gen yang ditransformasikan ke dalam sel inang tersebut.
5. Ekspresi transforman yang memiliki plasmid rekombinan. Untuk mengidentifikasi klon yang membawa urutan DNA yang dikehendaki dapat dilakukan dengan menggunakan metode komplemerntasi, Gen Resisten Antibiotik, Hibridisasi, Analisis Endonuklease Restriksi dan metode imunologis.

Teknologi rekombinan DNA merupakan teknik yang paling baik untuk memodifikasi genetik suatu organisme untuk mendapatkan organisme baru dalam jangka waktu yang relatif singkat.

MAKANAN FUNGSIONAL

Makanan merupakan salah satu kebutuhan manusia yang paling vital demi untuk kelangsungan hidupnya. Makanan tersebut harus mengandung berbagai zat-zat gizi yang diperlukan oleh tubuh agar tetap fit dan sehat, dan juga memiliki rasa yang enak/lezat. Berbagai jenis makanan telah dikenal manusia sejak zaman dahulu kala hingga kini. Diantara makanan tersebut, ada kategori makanan yang mengandung senyawa tertentu yang dipercaya berkhasiat untuk mencegah bahkan mengobati penyakit tertentu.

Saat ini masyarakat/konsumen terutama di negara maju mempunyai kecenderungan untuk mengkonsumsi suatu makanan tidak hanya menilai dari segi gizinya dan lezatnya suatu produk tetapi juga mempertimbangkan segi pengaruh makanan tersebut terhadap kesehatan tubuhnya. Oleh karena itu fungsi utama makanan yang mulanya hanya 2 yaitu sebagai penunjang zat gizi yang diperlukan bagi tubuh (fungsi primer) dan pemuas mulut dengan citarasanya (fungsi sekunder) menjadi 3 yaitu sebagai penjaga kesehatan dan kebugaran tubuh (fungsi tersier). Dengan demikian, makanan tidak hanya harus bergizi dan dapat diterima karena enak rasanya, tetapi juga dapat bersifat fungsional. Makanan dikatakan mempunyai sifat fungsional kalau mengandung komponen (zat gizi atau bukan) yang mempunyai satu atau sejumlah terbatas fungsi dalam tubuh yang bersifat positif sehingga memenuhi kriteria fungsional atau menyehatkan.

Cina merupakan salah satu negara Timur yang telah berabad-abad lamanya mengembangkan makanan yang berasal dari tanaman dan hewan yang mempunyai fungsi sebagai obat yang dikenal dengan nama "Tradisional Chinese Medicine (TCM)". Metode pengobatan menggunakan TCM ini sampai sekarang masih dilaksanakan di Cina. Meskipun demikian orang Cina belum mengenal apa yang disebut makanan fungsional. Orang Cina mengelompokkan makanan atas 3 jenis berdasarkan fungsinya yaitu:

1. Makanan yang difortifikasi (Fortified Foods)
2. Makanan dengan kandungan gizi khusus (Special Nutrition Foods)
3. Makanan kesehatan (Foods for Special Health Use)

Ketiga kategori makanan tersebut di atas digunakan untuk berbagai fungsi antara lain untuk (1) memperbaiki status kesehatan, (2) mencegah penyakit, (3) membantu pengobatan dan (4) rehabilitasi.

Di Jepang pun makanan dikelompokkan ke dalam 3 kelompok yaitu

1. Makanan yang mengandung gizi khusus termasuk makanan yang difortifikasi (Special Nutritive Foods)
2. Makanan untuk keperluan diet khusus (Foods for Special Dietary Uses) termasuk makanan untuk orang sakit (Foods for the Sicks) misalnya makanan untuk penderita diabetes
3. Makanan fungsional (Fungsional Foods)

Hal ini menunjukkan bahwa pada tahun 1980an di Jepang sudah ada makanan yang dikategorikan makanan fungsional demikian pula peraturan yang mengaturnya.

Istilah makanan fungsional telah muncul sekitar 20 – 25 tahun yang lalu seiring dengan adanya paradigma baru pada bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Namun istilah ini relatif masih baru di Indonesia sehingga masih banyak masyarakat kita yang belum mengetahuinya dan mereka sering menyamakan dengan makanan kesehatan atau makanan suplemen. Nenek moyang kita telah mengenal, menerapkan dan memanfaatkan ramuan tradisional dari berbagai jenis tanaman yang dikenal dengan nama “jamu” untuk mempertahankan kecantikan, kebugaran, kesehatan ataupun untuk pengobatan berbagai jenis penyakit. Meskipun ada kemiripan konsep tentang fungsi jamu dengan makanan fungsional, namun jamu tidak selalu dikonsumsi sebagai makanan sehari-hari. Oleh karena itu jamu tidak dikategorikan sebagai makanan fungsional.

5.1. Defenisi

Istilah “makanan fungsional” merupakan istilah yang relatif baru. Guna memperkenalkan masyarakat tentang makanan fungsional, diberikan suatu penjelasan tentang beberapa kata yang sering dipakai sebagai berikut:

Pangan

Pangan adalah istilah umum untuk semua bahan yang dapat dijadikan makanan (Sunita, 2001). Pangan adalah bahan-bahan yang dimakan sehari-hari untuk memenuhi kebutuhan pemeliharaan, pertumbuhan, kerja, dan penggantian jaringan tubuh yang rusak (Suharjo dkk., 1986).

Makanan

Suatu makanan terdiri dari sejumlah makanan padat dan cair yang dikonsumsi seseorang atau sekelompok penduduk (Suharjo dkk., 1986). Sedangkan menurut Sunita (2001) makanan adalah bahan selain obat yang mengandung zat-zat gizi dan atau unsur-unsur/ikatan kimia yang dapat diubah menjadi zat gizi oleh tubuh, yang berguna bila dimasukkan

ke dalam tubuh. Menurut Food and Drug Administration (FDA) Amerika Serikat, makanan adalah produk yang dikonsumsi dengan alasan utama karena rasa dan aromanya atau nilai gizinya.

Bahan Makanan

Bahan makanan adalah makanan dalam keadaan mentah. Namun dalam istilah pangan, makanan dan bahan makanan semuanya berasal dari bahasa Inggris "food".

Makanan fungsional

Makanan fungsional adalah makanan yang mengandung senyawa atau komponen fisiologis aktif yang ditujukan untuk mencegah penyakit dan mempertahankan kesehatan optimal. Dengan batasan ini maka makanan fungsional tidak digunakan untuk mengobati suatu penyakit tetapi hanya untuk mencegahnya. Menurut persepsi orang barat kategori makanan fungsional terletak antara makanan konvensional dan obat.

5.2. Syarat-syarat Makanan Fungsional

Walaupun belum ada peraturan resmi/konkrit tentang makanan fungsional, namun para ilmuwan di Jepang memberi batasan makanan yang dapat dikategorikan sebagai produk makanan fungsional antara lain:

1. Produk tersebut harus suatu produk pangan (bukan kapsul, tablet atau serbuk) yang berasal dari bahan yang terdapat secara alami
2. Produk tersebut dapat dan selayaknya dikonsumsi sebagai bagian dari makanan sehari-hari, bukan dikonsumsi bila hanya diperlukan.
3. Produk tersebut mempunyai fungsi tertentu pada waktu dicerna, serta mempunyai peran dalam proses metabolisme di dalam tubuh misalnya terlibat dalam mekanisme kekebalan tubuh, mencegah timbulnya suatu penyakit, menjaga kondisi fisik dan mental serta memperlambat proses penuaan dan lain-lain.

5.3. Komponen Aktif dalam Makanan Fungsional

Komponen aktif dalam suatu bahan pangan dapat berasal dari 3 sumber:

1. Terdapat secara alami dalam makanan
2. Timbul akibat proses pengolahan
3. Sengaja ditambahkan ke dalam bahan pangan misalnya melalui proses fortifikasi

Jenis Komponen atau Senyawa Aktif dalam Makanan

Komponen aktif dalam bahan pangan dapat berupa zat nutrisi (zat gizi) berupa makronutrien dan mikronutrien serta senyawa-senyawa non-nutrisi. Komponen atau senyawa bioaktif yang telah diisolasi dan diidentifikasi dari berbagai jenis bahan makanan atau produk pangan yang berperan sebagai senyawa bioaktif dalam mencegah penyakit tertentu adalah:

1. Biji-bijian

Kedelei merupakan salah satu jenis biji-bijian yang mempunyai berbagai jenis komponen aktif antara lain saponin yang berperan sebagai antioksidatif, glisinin untuk menurunkan kadar kolesterol (hipokolesterolemia), peptida glisinin untuk menurunkan kadar tekanan darah (hipotensif). Kedelei juga mengandung isoflavon misalnya genistein, daidzein dan glycitein, dan isoflavon glukosida misalnya genestin, daidzin dan glycitein-7-O-glukosida yang berperan sebagai estrogenik, anti kapang, antioksidan dan anti kanker/tumor. Selain itu hasil olahannya berupa tempe mengandung senyawa-senyawa isoflavon misalnya daidzein dan genestein yang terbukti dapat mencegah kanker payudara dan menurunkan kadar kolesterol darah. Juga mengandung senyawa oligosakarida misalnya stakiosa dan rafinosa yang berperan dalam menstimulir pertumbuhan *Bifidobacterium* dan menurunkan jumlah mikroba patogen.

2. Buah-buahan dan Sayuran

Buah-buahan dan sayuran mempunyai komponen aktif terutama senyawa fenol misalnya quercetin yang berperan sebagai antioksidan, antimutagen, anti-prostanoid dan anti-kinases. Dalam sayuran hijau dan beberapa jenis buah-buahan mengandung tokoferol (sebagai prekursor vitamin E) yang berperan sebagai antikarsinogen dan antioksidan, vitamin C sebagai antioksidan. Sayuran dan buah-buahan berwarna serta minyak sawit mengandung β -karoten yang berperan untuk mengurangi perbanyakan sel kanker. Juga mengandung serat terutama buah-buahan dan sayuran berserat yang berperan sebagai antihiperkolesterolemia, mengurangi gula darah, mencegah kanker, diabetes dan kegemukan. Fruktooligosakarida ditemukan dalam asparagus dan pisang. Serat dan oligosakarida secara umum dikategorikan ke dalam prebiotik yaitu kandungan pangan (food ingredients) yang tidak dapat dicerna/dihidrolisis oleh enzim pencernaan manusia, tetapi dapat difermentasi oleh bakteri tertentu misalnya *Bifidobacteria* sp. dan *Lactobacillus* sp. dalam usus besar. Glusinolat dan turunannya yang terdapat pada sayuran kubis-kubisan berperan untuk mencegah kanker. Buah-buahan misalnya prune, blueberry, apel, pir dan anggur mengandung asam kafeat sebagai anti kanker. Kapsaikin dalam cabe merah berperan sebagai antikegemukan.

3. Umbi-umbian

Umbi-umbian mengandung komponen aktif misalnya karoten pada ubi jalar yang bisa berperan sebagai antikarsinogen dan antioksidan, senyawa-senyawa oligosakarida dalam umbi dahlia, *chicory* dan *artichoke* misalnya inulin, fruktooligosakarida, inulotriosa, tetrosa dan pentosa yang berperan dalam menjaga keseimbangan mikroflora usus dan membantu pencernaan karena merupakan serat yang dapat larut (soluble dietary fiber).

4. Bunga-bunga

Bunga melati mengandung komponen aktif yang berperan untuk menenangkan syaraf, bunga krisan untuk menurunkan panas, dan bunga *chamomile* memiliki sifat mengobati misalnya *stomatik*, *karminatif* dan *stimulant*.

5. Bawang-bawangan

Beberapa jenis bawang mengandung komponen aktif antara lain:

- Cebaenes dalam bawang Bombay, deoxy cepaenes dalam bawang merah serta ajoene dalam bawang putih berperan untuk anti agregasi platelet; ajoene juga berkhasiat sebagai antimutagenik
- Alliin, metil allil trisulfida, diallil trisulfida, diallil disulfida dalam bawang putih sebagai anti agregasi platelet
- Allisin dalam bawang putih mempunyai berbagai fungsi antara lain antimikroba (bakteri, virus dan kamir), antibiotik, antitumor, antihepatotoksik dan mencegah luka pada usus akibat konsumsi alkohol
- Fruktooligosakarida dalam bawang merah dan bawang putih mempunyai peranan sebagai prebiotik

6. Tanaman penyegar

Teh hijau mengandung komponen aktif berupa epigallokatekin gallat, epikatekin gallat, epigallokatekin dan epikatekin yang mempunyai peranan sebagai antikarsinogenik dan mempertinggi imunitas atau kekebalan tubuh. Teh hitam mengandung teaflavin dan tearubigin yang mempunyai potensi untuk menghambat kanker. Teh dan kopi mengandung senyawa flavonoid yang berperan sebagai antimutagenik dan antioksidan. Kopi juga mengandung asam klorogenat dan asam kafeat yang mempunyai efek antikanker.

7. Serealia (padi-padian)

Orizastasin yang terdapat dalam beras berperan sebagai antivirus. Oat bran (dedak biji-bijian sejenis gandum) berperan untuk menurunkan kadar kolesterol darah. Sesaminol yang terdapat dalam wijen berperan antioksidan. β -glucan yang banyak terdapat dalam barley, oat dan gandum mempunyai fungsi sebagai hipokolesterolemik

dan untuk pertumbuhan probiotik seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*.

8. Rempah-rempah

Gingerol yang terdapat dalam jahe berperan antioksidan, dan ginsenoida dalam ginseng berperan sebagai antikarsinogenik. Kurkumin yang merupakan pigmen kuning pada temulawak, kunyit dan mustard mempunyai fungsi sebagai antioksidan, memblokir nitrosasi, mengkhelat logam, antikarsinogenik dan berbagai fungsi biologis lainnya. D-limonen dan geraniol dalam minyak sereh serta etil-trans-sinamat dan etil-4-metoksi-trans-sinamat dalam minyak laos berpotensi sebagai antikarsinogenik.

9. Daging, telur dan ikan

Kolin (choline) pada jaringan hewan berfungsi untuk memperbaiki metabolisme lemak, mencegah arteriosklerosis dan memperbaiki lemak hati. Zn dalam telur dan daging berfungsi untuk mencegah penyakit alzheimer dan meningkatkan kekebalan tubuh, Se dalam daging dan telur berguna sebagai antioksidan intraseluler. Sistasin dalam telur berfungsi sebagai anti virus. EPA (*Eicosa Pentanoic Acid*) dalam ikan berperan sebagai hipokolesterolemia dan peptida miofibril dalam ikan berperan sebagai hipotensif. Kitin yang terdapat dalam lobster berperan untuk menstimulasi pembentukan kekebalan tubuh (immunostimulan)

10. Susu dan produk susu

Susu hewani mengandung komponen aktif antara lain laktoferin untuk meningkatkan kekebalan tubuh terutama bayi, dan juga sebagai antibakteri. Selain itu, susu mengandung Ca untuk mencegah osteoporosis, Se sebagai antioksidan intraseluler yang secara tidak langsung mencegah terjadinya kanker. Susu dan produk-produk susu merupakan sumber Ca yang bermutu baik dan juga mempunyai fungsi sebagai antihiperkolesterolemik

11. Bahan pangan lain

Fukosterol yang diisolasi atau terdapat dalam rumput laut berperan sebagai antikarsinogenik. Farnesilorkinol yang diisolasi dari jamur berperan sebagai hipokolesterolemia.

5.4. Probiotik sebagai Komponen Aktif dalam Makanan Fungsional

Seiring dengan peningkatan kesadaran manusia akan pentingnya kesehatan tubuh yang prima, maka hal ini berpengaruh langsung atau tidak langsung terhadap formulasi dan produksi berbagai jenis makanan

fungsional. Makanan fungsional yang telah beredar secara komersial dapat berupa makanan fermentasi atau non fermentasi yang difortifikasi dengan probiotik (Tabel 5).

Table 5. Makanan dan Obat Komersial yang Menggunakan Probiotik

Nama Produk	Negara	Probiotik yang Diugunakan
Actimel Orange milk drink	Eropa	<i>Lactobacillus casei</i>
ProCult 3 milk drink	Jerman	<i>Bifidobacterium longum</i> BB536
Acidophilus Tykmaelk fermented milk	Denmark	<i>L. acidophilus</i>
Yakult	Jepang	<i>L. casei</i> Shirota
Yosa oat-based dessert	Finlandia	<i>L. acidophilus</i> & <i>B. bifidum</i>
ProViva rosehip drink	Swedia	<i>L. plantarum</i> 299v
Kyo-Dophilus capsuls	Jepang	<i>L. acidophilus</i> , <i>B. bifidum</i> dan <i>B. longum</i>
AB milk products	Denmark	<i>L. acidophilus</i> , <i>Bifidobacteria</i>
BA Bifidus active	Perancis	<i>B. bifidum</i> , <i>L. bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i>
Bifilakt	Rusia	<i>L. acidophilus</i> , <i>Bifidobacteria</i>
Cultura	Denmark	<i>L. acidophilus</i> , <i>Bifidobacteria</i>
TH1 Probiotics (Jarrow Formulas)	Norwegia	<i>Saccharomyces boulardi</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. plantarum</i>
Kyr	Italia	<i>L. acidophilus</i> , <i>Bifidobacteria</i> , <i>L. bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i>
BA live	Inggris	<i>L. acidophilus</i> , <i>Bifidobacteria</i> , <i>L. bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i>
Subalin	-	<i>Bacillus subtilis</i>
Mona fysisg	Belanda	<i>L. acidophilus</i>
Zabady	Mesir	<i>B.bifidum</i> , <i>L. bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i>
Biokys (Femilact)	Slowakia	<i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>L. bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i>
Colinfant, Mutaflor	-	<i>Non-enteropathogenic E. coli</i>

Source: Young (1998); Lourens-Hattingh and Viljoen (2001); Kaur et al. (2002).

Sampai saat ini makanan fungsional dalam bentuk susu fermentasi merupakan yang terbanyak beredar di pasaran. Hal ini disebabkan susu merupakan komponen/senyawa yang sangat baik dan sesuai sebagai media pertumbuhan dan sebagai pembawa (*carrier*) bagi probiotik khususnya BAL dan *Bifidobacterium*. Beberapa makanan

fermentasi seperti tape yang terbuat dari beras ketan dan ubi kayu kemungkinan dapat berperan sebagai “carrier” bagi probiotik. Syarat suatu makanan fermentasi untuk dapat dijadikan “carrier” adalah bahwa makanan tersebut dikonsumsi dalam keadaan “mentah” artinya tidak dilakukan pemanasan setelah proses fermentasi. Hal ini dimaksudkan agar probiotik tetap hidup pada saat dikonsumsi sehingga diharapkan dapat sampai ke saluran pencernaan untuk melakukan fungsi terapeutiknya.

5.5. Prebiotik sebagai Komponen Aktif dalam Makanan Fungsional

Makanan fungsional dapat juga dibuat dengan penambahan komponen yang disebut prebiotik. “Prebiotik” didefinisikan sebagai komponen makanan tidak dapat dicerna (*non-digestable food ingredient*) yang meningkatkan kesehatan tubuh dengan cara menstimulasi secara selektif pertumbuhan dan/atau aktivitas dari satu atau sejumlah terbatas bakteri di dalam usus besar. Prebiotik tidak dapat dicerna oleh tubuh kita, tetapi dapat difermentasi oleh mikroba terutama mikroba menguntungkan (beneficial microbes) misalnya *Lactobacillus* sp. dan *Bifidobacterium* sp. di dalam usus besar. Sehingga prebiotik dapat dikatakan sebagai makanan dari probiotik. Prebiotik yang telah digunakan secara komersial berupa senyawa oligosakarida misalnya fruktooligosakarida (FOS), galaktooligosakarida, frafinosa, palatinosa, stakiosa dan inulin yang banyak terdapat dalam gandum, bawang bombai, bawang putih, asparagus, chicory, pisang dan umbi dahlia. Beberapa ahli juga memasukkan serat terutama serat dapat larut (soluble fibers) misalnya gum dan pektin pada buah-buahan dan sayur-sayuran serta β -glukan pada dedak *oat* (sejenis gandum) sebagai prebiotik.

PROSPEK PROBIOTIK

Jepang merupakan negara pertama yang memasarkan produk makanan fungsional sekitar awal tahun 80-an. Sejak saat itu pemasaran makanan fungsional menunjukkan peningkatan cukup pesat terutama dalam kurun waktu 15 tahun terakhir. Hal ini disebabkan makanan fungsional sangat menjajikan berbagai harapan bagi semua pihak mulai dari produsen, pemerintah sampai kepada konsumen. Bagi konsumen, makanan fungsional menguntungkan karena makanan ini dapat mencegah berbagai jenis penyakit misalnya PJK dan penyakit kardiovaskuler lain, kegemukan, hipertensi, diabetes mellitus, kanker, serta dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh, memperlambat proses penuaan dan meningkatkan penampilan fisik. Bagi pemerintah, makanan fungsional menguntungkan karena dapat menurunkan biaya yang diperlukan untuk memelihara kesehatan rakyatnya yang makin membengkak akibat perubahan gaya hidup terutama pola makan yang berubah. Bagi produsen atau industri pangan, makanan fungsional memberikan kesempatan secara inovatif untuk mengembangkan dan memformulasikan produk yang mempunyai nilai tambah, baik bagi masyarakat secara luas maupun untuk segmen pasar atau masyarakat tertentu. Agar sukses di pasaran maka makanan fungsional harus menarik penampilannya, rasanya enak dan dapat diterima oleh konsumen serta klaim kesehatan yang disebutkan harus dan telah dibuktikan secara ilmiah. Satu yang perlu diperhatikan oleh produsen bahwa makanan fungsional yang ditawarkan jangan sampai terlalu mahal untuk dijangkau oleh mereka yang berpendapatan rendah, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi kesehatan masyarakat secara merata.

Saat ini makanan fungsional yang beredar di pasaran tidak hanya makanan yang mengandung probiotik atau prebiotik saja, tetapi juga mengandung sinbiotik. Konsep sinbiotik dikemukakan oleh Gibson dan Roberfroid (1995) yang berarti gabungan probiotik dan prebiotik yang memberikan efek menguntungkan dengan cara meningkatkan kelangsungan hidup dan implantasi mikroba hidup dari diet di dalam saluran pencernaan, dan menstimulasi secara selectif pertumbuhan dan/atau mengaktifkan metabolisme satu atau sejumlah terbatas bakteri menguntungkan sehingga tercapai kondisi kesehatan tubuh yang optimal.

Beberapa contoh makanan yang fungsional yang telah dipasarkan di Jepang antara lain *FibeMini*, suatu minuman yang mengandung serat larut polidekstrosa; *Bikkle*, suatu produk yang mengandung bakteri

Bifidobacterium, Ca, oligosakarida, serat makanan dan ekstrak teh; produk susu yang ditambahkan beta-karoten, confectionary dan roti, produk yang mengandung *Aloe vera* dan *Amarant*; berbagai jenis produk susu fermentasi serta berbagai produk-produk kembang gula dan coklat yang mengandung *Bifidobacterium*. Di Eropa telah dipasarkan berbagai jenis produk susu yang mengandung probiotik misalnya Biogarde dan Lunebest-Spesial Yogurt dan Bifighurt di Jerman; Biokys di Ceko, Cultur di Denmark. Di Amerika Serikat dipasarkan berbagai jenis makanan yang diperkaya dengan serat. Di Indonesia makanan/minuman fungsional yang marak dipasaran adalah minuman berenergi, minuman isotonic, minuman berflavor buah-buahan yang ditambahkan Ca, beta-karoten, vitamin C dan vitamin E; susu dan produk susu misalnya yogurt dan Yakult, susu rendah lemak yang mengandung serat larut serta susu bubuk yang diperkaya dengan Ca, susu yang difortifikasi sinbiotik misalnya PediaSure; minuman rendah kalori yang berflavor jeruk dan mengandung frukto-oligosakarida, serat dan *Bifidobacterium*.

Penelitian dan pengembangan makanan fungsional sedang dan akan akan terus dilakukan seiring dengan kesadaran konsumen yang semakin peduli terhadap kesehatannya. Dengan demikian diharapkan akan muncul inovasi baru bagi industri untuk memproduksi berbagai jenis makanan fungsional. Makanan fungsional yang mempunyai prospek menjanjikan untuk diproduksi komersial di masa datang antara lain:

1. Makanan untuk Penyakit Khusus (*Disease-specific Foods*). Makanan fungsional ini diformulasi sedemikian rupa sehingga mempunyai efek profilaktik dan terapeutik untuk pencegahan, perawatan dan pengobatan penyakit khusus.
2. Makanan Khusus bagi Kelompok Berisiko (*Risk Group Specific Foods*). Makanan fungsional ini dibuat untuk mengurangi resiko yang muncul bagi kelompok yang sangat rentan terhadap komponen/senyawa tertentu dalam suatu makanan.
3. Makanan untuk Mengurangi Efek Penuaan (*Foods to Reduce the Effects of Aging*). Makanan fungsional ini dibuat untuk mengurangi laju penuaan dan memperbaiki penyakit non-fatal yang muncul akibat proses penuaan pada manusia.
4. Makanan untuk Kebugaran Fisik (*Physical Performance Foods*). Makanan fungsional ini dirancang untuk meningkatkan atau mempertahankan fisik/tubuh dalam kondisi prima untuk melakukan aktivitasnya
5. Makanan untuk Kebugaran Mental (*Mental Performance Foods*). Makanan fungsional ini dirancang untuk meningkatkan atau mempertahankan kondisi mental yang prima dalam melakukan aktivitasnya
6. Makanan untuk Ketenangan Jiwa (*Mood Foods*). Makanan fungsional ini dirancang untuk menghilangkan stres dan

mempertahankan suasana hati dan perasaan dalam keadaan tenang.

7

PENUTUP

Mikroba merupakan makhluk ciptaan Allah SWT yang berukuran sangat kecil yang hanya dapat dilihat dengan bantuan mikroskop. Di antara mikroba ada yang bersifat patogenik yang dapat menyebabkan penyakit, dan ada pula mikroba yang dapat digunakan untuk menyembuhkan penyakit melalui senyawa antibiotik yang dihasilkan. Jadi penyakit dan obat sama-sama diciptakan Allah SWT bagi manusia. Oleh karena itu bila seseorang sakit, ia sangat dianjurkan untuk berobat sebagaimana sabda Rasulullah SAW berbunyi “Sesungguhnya Allah tidak menurunkan penyakit melainkan juga menurunkan obatnya (HR. Ibnu Maja dan Al-Hakim)”. Berbagai jenis penyakit seperti TB, pneumonia, diare gonorrhea (kencing nanah), malaria dan berbagai penyakit infeksi lainnya dapat disembuhkan dengan pemberian antibiotik. Namun dalam perkembangannya, penggunaan antibiotik memberikan dampak negatif sebagai akibat pemakaian dosis dan jenis yang kurang tepat, kesalahan dalam penetapan penyebab penyakit dan perilaku pasien yang kurang atau tidak memenuhi aturan pemakaian antibiotik. Sampai saat ini penggunaan antibiotik dan obat-obatan lainnya masih merupakan solusi yang tepat untuk menyembuhkan pasien yang sudah terlanjur sakit. Penggunaan probiotik tidak bermaksud untuk menggantikan peran antibiotik, tetapi lebih ditekankan pada perannya untuk menjaga kondisi tubuh agar tetap dalam keadaan bugar dan sehat. Pepatah yang berbunyi “Lebih baik mencegah dari pada mengobati” sangat tepat dalam mengungkapkan peran probiotik dalam mempertahankan kesehatan manusia dalam kondisi prima.

Daftar Pustaka

- Anonim. 1995. Farmakologi dan Terapi. Bagian Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Anonim. 2005. Partial Solutions Are Better than None. [Http://whyfiles.org/03badbugs/fixes.html](http://whyfiles.org/03badbugs/fixes.html). Diakses pada tanggal 11 Agustus 2005
- Anonim. 2005. Antibiotic Resistance. [Http://www.fda.gov/oc/opacom/hottopics/anti_resist.html](http://www.fda.gov/oc/opacom/hottopics/anti_resist.html). Diakses pada tanggal 11 Agustus 2005
- Astuti, M. 1997. Makanan Fungsional dan Peraturannya. *Agritech* 17 (4): 29-32.
- Bomio, M. 1984. Magic Ingridients. *Food Techn.* 84 (10) : 37.
- Buckle, K.A., Edwards, R.A., Fleet, G.H. dan Whotton, M. 1987. Ilmu Pangan. Penerjemah Purnomo, H dan Adiono). Universitas Indonesia (UI-Press).
- Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S.S. and Webb, C. 2002. Application of Cereals and Cereal Components in Functional Foods: a review. *Int. J. Food Microbiol.* 79: 131-141.
- Cunha, B.A. 2001. Antibiotic Side Effects. *Med. Clin. North Am.* 85 (1): 149-185
- Fardiaz, S. 1989. Mikrobiologi Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, DIKTI, PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.
- Fox, B.A and Cameron, A.G. 1995. Food Science, Nutrition and Health. Sixth Ed. London, Sydney, Auckland.
- Geiser M. Have You Fed Your 'Good Bugs' Today? [Http://www.mamashealth.com/nutrition/goodbugs.asp](http://www.mamashealth.com/nutrition/goodbugs.asp). Diakses pada tanggal 11 Agustus 2005
- Goldberg, I. 1994. Functional Foods. Chapman & Hall, New York.
- Gumbira, E. 1987. Bioindustri: Penerapan Teknologi Fermentasi. PT. Melton Putra, Jakarta.
- Lee, B.H. 1996. Fundamentals of Food Biotechnology. VCH Publishers, New York, Germany, United Kingdom.
- Lewis R. The Rise of Antibiotic-Resistant Infections. [Http://www.fda.gov/fdac/features/795_antibio.html](http://www.fda.gov/fdac/features/795_antibio.html). Diakses pada tanggal 11 Agustus 2005.
- Nakazawa, Y. and Hosono, A. 1992. Function of Fermented Milk: Challenges for the Health Sciences. Elsevier Applied Science, London and New York.
- Nienaber, U. 1996. Regulation and Industrial Prospect of Functional Foods. Seminar Senyawa Radikal dan Sistem Pangan: Reaksi Biomolekuler, Dampak terhadap Kesehatan dan Penangkalan. CFNS-IPB Bogor.
- Rindengan, B. dan Novarianto, H. 2005. Pembuatan dan Pemanfaatan Minyak Kelapa Murni. Penebar Swadaya.

- Sadler, M.J. and Saltmarsh, M. 1998. Functional Foods: The Consumer, The Products and the Evidence. The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Milton Road, Cambridge CB4 4WF, UK.
- Salminen, S. and Von Wright, A. 1993. Lactic Acid bacteria. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Sarjoko. 1991. Bioteknologi: Latar Belakang dan Beberapa Penerapannya. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Saryono, Chainulfiffah, A.M., Devi, S., Monalisa H.S dan Dasli. 1999. Kemungkinan Pemanfaatan Umbi Dahlia *Dahlia variabilis* untuk Pembuatan Sirup Fruktosa (HFS) dan Fruktooligosakarida (FOS). Teknologi Indonesia 22: 67-74.
- Schmidl, M.K. and Labuza, T.P. 2000. Essentials of Functional Foods. Aspen Publishers Inc. Gaithersburg, Maryland.
- Sheppard, J. Consequences of Excessive Antibiotic Use. [Http://www.healthychild.com/database/consequences_of_excessive_antibiotic_use.htm](http://www.healthychild.com/database/consequences_of_excessive_antibiotic_use.htm). Diakses pada tanggal 11 Agustus 2005
- Smith, J.E. 1985. Prinsip Bioteknologi. Gramedia, Jakarta
- Soeharto, I. 2000. Pencegahan dan Penyembuhan Penyakit Jantung Koroner: Panduan Bagi Masyarakat Umum. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sunita, A. 2001. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Suharjo, Harper, L.J., Deaton, B.j. dan Driskel, J.A. 1986. Pangan, Gizi dan Pertanian. UI-Press, Jakarta.
- Tortora, G.J., Funke, B.R. and Case, C.L. 2001. Microbiology: An Introduction, Seventh Ed. An Imprint of Addison Wesley Longman, Inc. San Fransisco, Boston, New York, Capetown, Hong Kong, London, Madrid, Mexico City, Montreal, Munich , Paris, Singapore, Tokyo, Toronto.
- Usman. 1997. *Lactobacillus acidophilus* dan Pemanfaatannya terhadap Kesehatan. FUSII 1 (2): 1-5.
- Usman, P and Hosono, A. 1997. Antimutagenic activity of Maillard reaction products against mutagenic heated tauco. Italian Journal of Food Science 4: 268-276
- Usman, P and Hosono, A. 1999. Bile tolerance, Taurocholate deconjugation and Binding of cholesterol by *Lactobacillus gasseri* strains. Journal of Dairy Science 82: 243-248
- Usman, P and Hosono, A. Binding of cholesterol to the cells and peptidoglycan of *Lactobacillus gasseri*. Milchwissenschaft 54: 495-498.
- Usman, P. 2003. Potensi bakteri asam laktat yang diisolasi dari dadih untuk menurunkan resiko penyakit kanker. Jurnal Natur Indonesia 5: 163-170.

- Usman, P. 2004. Potensi bakteri asam laktat yang diisolasi dari dadih untuk menurunkan kadar kolesterol darah. *AGRITECH*, 24: 1-8.
- Usman, P., Surono, I.S., Koesnandar and Hosono, A. 2004. Hypocholesterolemic effect of indigenous dadih lactic acid bacteria by deconjugation of bile salts. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences* 17: 1741-1745.
- Westphal, J.F., Vetter, D and Brogard, J.M. 1994. Hepatic Side-effects of Antibiotics. *J Antimicrob. Chemother.* 33: 387-401.
- Wijaya, C.H. 1997. Komponen Aktif dalam Bahan Pangan. Makalah Kursus Singkat Makanan Fungsional. UGM, Yogyakarta.
- Wood, B.J.B. 1999. *The Lactic Acid Bacteria in Health and Disease*. Aspen Publishers Inc. Gaithersburg, Maryland.
- Yusmarini dan Usman, P. 2004. *Teknologi Pengolahan Hasil Tanaman Pangan*. Unri Press. Pekanbaru.

UCAPAN TERIMA KASIH

Sebelum mengakhiri pidato pengukuhan ini, pertama dan utama sekali saya memanjatkan puji syukur yang setinggi-tingginya ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan kemampuan berfikir yang cukup dalam menyerap ilmu pengetahuan sehingga saya dapat menggapai jenjang jabatan akademik tertinggi berupa Guru Besar pada Fakultas Pertanian Universitas Riau.

Selanjutnya ucapan terima kasih yang tulus saya persembahkan kepada kedua orang tua saya, ibunda Hj. Allang yang telah mengandung, melahirkan, membesarkan saya, dan ayahanda Andi Pato (Alm; yang telah berpulang ke Rahmatullah pada tahun 1995 di kala saya sedang menuntut ilmu di Negeri Sakura; Semoga arwah beliau mendapat tempat terbaik di sisi Allah SWT). Dari mereka berdualah saya belajar membaca untuk yang pertama kalinya, walaupun mereka tak tamat SD karena ayahanda memang hanya sampai kelas III SR (Sekolah Rakyat) dan ibunda yang memang tak pernah mengenyam bangku sekolah. Dengan kondisi ekonomi yang serba kekurangan, keduanya berusaha membanting tulang demi menyekolahkan saya sampai ke jenjang perguruan tinggi. Terima kasih juga saya haturkan kepada abang Basri Pato, kak Sofia, kak Sitti Hawa dan kak Sitti Juhalang atas doa dan dukungan moral serta materil selama saya menuntut ilmu di Universitas Hasanuddin. Juga terima kasih yang tulus buat kedua mertua H. Husain Batjo dan Hj. Salamun serta ipar abang Said Husain, abang Abd. Salam, kak Rahmatia, adik Rakhmat dan Mutmainnah serta handai taulan yang senantiasa mendoakan demi kesuksesan saya.

Saya juga mengucapkan terima kasih banyak kepada isteri, Sitti Aminah, SSi. yang senantiasa memberikan motivasi dan inspirasi, serta sebagai teman curhat dikala gelombang kehidupan lagi surut atau mengingatkan ketika gelombang sedang pasang. Juga kepada ananda Indah Nuraisyah Mirai, Muh. Iman Alfikri dan Aqilah Sakura yang kadang-kadang waktunya tersita oleh karena perhatian yang terbagi yang seharusnya milik mereka terpaksa berbagi dengan kesibukan dan target yang harus dikejar setiap saat.

Ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya juga saya tujukan kepada guru mengaji dan guru-guru saya di SD Neg. 2 Kalosi, SMP Neg. 1215 Kalosi, SMA Neg. 229 Cakke, Dosen di Universitas Hasanuddin, Universitas Shinshu dan Universitas Gifu, Jepang terutama dosen pembimbing saya Ir. Martina Ngantung, MApp.Sc., Ir. Dame Tampubolon, Prof. DR. Akiyoshi Hosono, Prof. DR. Hajime Otani dan Prof. DR. Kenji Watanabe. Professor Hosono yang mengajarkan saya disiplin dan kerja keras alah orang Jepang sebagai salah satu kunci kesuksesan. Bersama

isteri beliau, Ny. Kyomi Hosono yang sudah kami anggap sebagai orang tua tempat meminta nasehat dan bantuan selama studi di Jepang.

Terima kasih yang tulus juga disampaikan kepada Prof. Bosman Saleh, MBA selaku Rektor UNRI yang berkenaan memilih saya yang merupakan alumni penerima beasiswa TID (Tunjangan Ikatan Dinas) sebagai dosen tetap di Universitas Riau. Terima kasih yang setinggi-tingginya kepada para dosen dan atasan, Prof. DR. Muchtar Ahmad atas pemikiran dan konsepnya yang brilian dan visioner, Prof. Dadang Iskandar atas nasehat dan kesederhanaannya, dan Prof. DR. Aslim Rasyad atas motivasinya agar dapat studi ke luar negeri dan saat ini kami bersama-sama berusaha memajukan dan meningkatkan eksistensi Faperta di UNRI dan di daerah ini, Prof. Ir. Fachruddin Usman sek. yang sudi “menampung” saya sewaktu pertama kali tiba di Pekanbaru, Prof. DR. Adnan Kasry atas nasehat dan petuahnya, Prof. DR. Hanny Wijaya atas jasanya mengenalkan calon supervisor dan mengirimkan sampel penelitian ke Jepang, DR. Ingrid Surono sebagai “sempai” (senior) dan partner penelitian, DR. Sreekumar Othompangat (India) dan DR. Eko Widodo (Unibraw) rekan seperjuangan di Jepang, DR. Titania T. Nugroho, Prof. DR. Feliatra, DR. Syafruddin Nasution, Prof. DR. Almasdi Syahza dan rekan-rekan tim ahli di Pusat-Pusat Penelitian di bawah Lembaga Penelitian yang berusaha mensejajarkan UNRI dengan lembaga penelitian terkenal di tanah air. Ir. Ariffin Mansyoer yang pertama kali mengenalkan tempat tugas saya (kampus FNGT) dan memotivasi saya ke jabatan Guru Besar. DR. Joko Samiaji, DR. Sofyan Siregar, DR. Thamrin, DR. Windarti dan Dra. Umi Oktyari R, MSi., Ir. Cipto Leksono, MPhil., Drs. Ahmad Muhammad sebagai teman dan rekan seperjuangan sejak pertama kali tiba di Pekanbaru hingga saat ini, Prof. DR. Usman Tang, Pareng Rengi SPi. MSi, Yusuf Daeng SH, MHum., Drs. Andi Syamsul Bahri, Drs. Alimuddin, Lukman Jamaluddin, MA serta sesepuh dan rekan-rekan Kerukunan Keluarga Sulawesi Selatan (KKSS) sebagai saudara serantau untuk bernostalgia, DR. Arisman Adnan, Ir. Sakti Hutabarat, MAgri.Econ., Ir. Syafril Nuridin, MS, DR. Syaiful Bahri dan rekan-rekan di BPP yang berusaha memikirkan kemajuan Unri di masa depan, DR. Syaiful Hadi, Ir. Muhammad Ali, MSc. dan Ir. Idwar, MS sebagai kawan seperjuangan pada saat masih bujang, DR. Suardi Tarumun, DR. Christine Jose, DR. Is Sulistyati P., DR. Saryono, DR. Hilwan Yuda Taruna, GME. Manurung SP, MSi., Ir. Anthony Hamzah, MP, Ir. Nurbaiti, MSi., Prof. DR. W.E. Tinambunan, Prof. DR. Adrianto Ahmad, DR. Raida Johar, DR. Bustari Hasan atas kerjasamanya yang baik, Drs. Suardi Lukman dan Ir. Syahrul, MS atas bantuannya selama saya training bahasa Jepang di Bogor. Terima kasih yang setinggi-tingginya saya juga haturkan kepada para pimpinan dan staf pegawai di lingkungan Universitas Riau, rekan-rekan pimpinan di lingkungan Faperta UNRI meliputi PD II, PD III, Ketua Jurusan BDP dan SEP/Agribisnis, Ketua Prodi Agronomi, Agribisnis, THP, HPT dan Ilmu Tanah, rekan-rekan dosen dan staf pegawai di Fakultas Pertanian Unri

serta rekan-rekan di Pusat Penelitian Bioteknologi atas bantuan, motivasi dan kerjasama yang baik.

Kepada seluruh panitia yang telah bekerja keras demi terlaksananya acara pengukuhan ini, saya ucapkan terima kasih banyak. Kepada mereka yang namanya tidak sempat disebutkan satu persatu dan telah memberikan bantuan baik moril maupun materil dengan rendah hati dan tulus ikhlas saya ucapkan terima kasih banyak. Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan bantuan yang telah diberikan kepada saya.

Saya juga mengucapkan sekali lagi terima kasih yang tulus bagi semua pihak atas bantuan dan kebaikan. Terima kasih atas kesabaran para hadirin untuk mengikuti acara pengukuhan ini.

Sebelum saya mengakhiri pidato pengukuhan ini, rasanya kurang lengkap bila saya yang sudah menetap dan mengabdikan diri di Negeri Lancang Kuning selama kurang lebih 15 tahun tidak berpantun sebagai salah satu adat dan budaya melayu. Sebagaimana pepatah yang berbunyi "Dimana bumi dipijak di situ langit dijunjung".

Biji selasih lezat dimakan
Dicampur santan ditambah durian
Terima kasih saya ucapkan
Khilaf dan salah mohon dimaafkan

Demikian pidato pengukuhan ini saya sampaikan. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat dan karuniaNYA kepada kita semua.

Wabillahi taufik walhidayah, wassalamu alaikum warohmatullohi wabarokatuh.

Pekanbaru, 14 Januari 2006

RIWAYAT HIDUP

Usman Pato dilahirkan pada tanggal 20 Januari 1966 di Kalosi, Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan yang merupakan anak bungsu dari pasangan Andi Pato (Alm) dan Hj. Allang. Jenjang pendidikan dasar sampai menengah ditempuh di Kabupaten Enrekang, sedangkan pendidikan tinggi atau program S1 diselesaikan di Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar tahun 1989. Karena ia merupakan penerima beasiswa Tunjangan Ikatan Dinas (TID), maka pada bulan Maret 1990 ia ditempatkan sebagai dosen tetap pada Fakultas Non Gelar Teknologi Universitas Riau. Pada tahun 1994, ia mendapatkan beasiswa Monbusho untuk melanjutkan studi ke Jepang, dan pada tahun 1997 ia menyelesaikan program S2 di Universitas Shinshu dan program S3 di Universitas Gifu pada tahun 2000 dalam bidang Mikrobiologi Pangan dengan kajian utama menyangkut Probiotik dan Makanan Fungsional.

Sepulang dari menuntut ilmu di negara Matahari Terbit, ia dipercaya menduduki Ketua Program Diploma III Pertanian pada 2000-2002, kemudian Kepala Pusat Penelitian Bioteknologi 2002-2005 dan terhitung September 2005 sampai sekarang diberi amanah sebagai Pembantu Dekan I Bidang Akademik Fakultas Pertanian. Disela-sela tugas rutin administratif, ia sempatkan waktunya untuk menulis proposal penelitian sehingga ia berhasil mendapatkan dana penelitian bergengsi dari Indonesian Toray Science Foundation (ITSF) tahun 2001, dan Riset Unggulan Terpadu Internasional (RUTI) bersama Peneliti dari BPPT, Universitas Nasional Singapura dan Universitas Shinshu Jepang secara berturut-turut pada tahun 2002, 2003 dan 2004. Hasil Penelitian dari dana ini beserta hasil penelitian yang diperoleh selama melanjutkan studi di Jepang telah dipublikasi pada 12 jurnal internasional dan beberapa jurnal nasional terakreditasi. Ia juga telah menerbitkan beberapa buku ajar untuk menunjang proses belajar-mengajar di Fakultas Pertanian, dan buku referensi tentang bioteknologi. Selain itu, ia juga aktif menyebarkan hasil temuan peneliti melalui kontribusinya sebagai editor pada Jurnal Natur Indonesia (Akreditasi B) sejak 2000 hingga sekarang, dan Jurnal SAGU sebagai Pemimpin Redaksi sejak tahun 2002 sampai sekarang, serta editor Direktori Penerapan Ipteks, Vucer dan Kewirausahaan di DP2M, DIKTI pada tahun 2005.

Berdasarkan hasil karya dan kinerja yang ditunjukkan selama ini, maka ia dinobatkan sebagai Peneliti Muda Indonesia Terbaik Dua dalam bidang Kesehatan dan Kedokteran pada tahun 2003 dari LIPI, dan Dosen Berprestasi Terbaik Satu Universitas Riau tahun 2004. Ia juga dipercaya sebagai Reviewer Nasional bidang Akreditasi Jurnal tahun 2005 sampai 2006. Pada tahun 2005 lalu, ia berhasil mendapatkan dana insentif dari

DIKTI berkat artikelnya yang berjudul "*Hypocholesterolemic effect of indigenous dadih lactic acid bacteria by deconjugation of bile salts*" yang dipublikasi pada salah satu jurnal internasional.

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT berkat rahmat dan karuniaNYA, ia telah dianugerahi 3 orang anak sebagai buah perkawinannya dengan Sitti Aminah SSi. pada tahun 1997. Anak-anaknya dilahirkan pada 3 tempat yang berbeda dan mempunyai makna tersendiri bagi dia dan keluarganya. Anak pertama, Indah Nuraisyah Mirai lahir tahun 1999 di tempat menuntut ilmu di Kota Ina, Jepang; anak kedua, Muhammad Iman Alfikri lahir tahun 2000 di kampung halaman, Makassar Sulawesi Selatan; dan anak ketiga, Aqilah Sakura lahir tahun 2005 di tempat tugas, Pekanbaru.

Berikut beberapa penelitian, karya ilmiah berupa buku dan publikasi, pengabdian pada masyarakat, workshop/symposium dan kegiatan penunjang.

Buku yang dipublikasikan

1. Pengembangan Ilmu dan Penelitian Bioteknologi di Riau, UNRI Press, Pekanbaru, 2003
2. Teknologi Pengolahan Hasil Tanaman Pangan, UNRI Press, Pekanbaru, 2004
3. Gizi dan Pangan, UNRI Press, Pekanbaru, 2004
4. Prospek, Penelitian dan Penerapan Bioteknologi Berbasis Kekayaan Hayati Indonesia, UNRI Press, Pekanbaru, 2005
5. Buku Pedoman Usulan Penelitian, Penulisan Skripsi dan Praktek Kerja Profesi, UNRI Press, Pekanbaru (sedang dalam proses penerbitan), 2006

Penelitian

1. *In vivo* antimutagenicity of milk cultured with lactic acid bacteria isolated from dadih, Japan Dairy Association, 1998
2. Sodium taurocholate deconjugation and binding of cholesterol by dadih lactic acid bacteria, Indonesian Toray Science Foundation (ITSF), 2001
3. *In vivo* and clinical properties of probiotik dadih lactic acid bacteria (Tahun I), RUTI dari Kementrian Riset dan Teknologi, 2002
4. *In vivo* and clinical properties of probiotik dadih lactic acid bacteria (Tahun II), RUTI dari Kementrian Riset dan Teknologi, 2003
5. Pengaruh pemberian beberapa jenis gula dan sumber nitrogen terhadap produksi nata de pina, Proyek Semi-Que V dari DP3M Dikti, 2003

6. *In vivo* and clinical properties of probiotik dadih lactic acid bacteria (Tahun III), RUTI dari Kementrian Riset dan Teknologi, 2004
7. Evaluasi mutu pektin yang diisolasi dari limbah nenas, Proyek Semi-Que V dari DP3M Dikti, 2004

Publikasi

a. Publikasi dalam jurnal internasional

1. Chemical and bacteriological composition of tauco, a traditional fermented food in Indonesia. *Quest for Traditional Food* 16: 41-50, **Jepang**, 1996
2. Antimutagenic activity of Maillard reaction products against mutagenic heated tauco. *Italian Journal of Food Science* 4: 268-276, **Italia**, 1997
3. Inhibitory activity of Maillard reaction products against Trp-1-induced mutagenicity to the *Salmonella typhimurium* TA 98 streptomycin dependent strain assayed in the absence of S-9 mix. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry* 61: 424-426, **Jepang**, 1997
4. Desmutagenicity of milk cultured with *Lactobacillus acidophilus* strains against mutagenic heated tauco. *Food and Chemical Toxicology* 36: 805-810, **Inggris**, 1998
5. Bile tolerance, Taurocholate deconjugation and Binding of cholesterol by *Lactobacillus gasseri* strains. *Journal of Dairy Science* 82: 243-248, **USA**, 1999
6. Viability of *Lactobacillus gasseri* and its cholesterol-binding and antimutagenic activities during subsequent refrigerated storage in nonfermented milk. *Journal of Dairy Science* 82: 2536-2542, **USA**, 1999
7. Binding of cholesterol to the cells and peptidoglycan of *Lactobacillus gasseri*. *Milchwissenschaft* 54: 495-498, **Jerman**, 1999
8. Effect of administration of *Lactobacillus gasseri* on serum lipids and fecal steroids in hypercholesterolemic rats. *Journal of Dairy Science* 83: 1705-1711, **USA**, 2000
9. Cholesterol-lowering activity of *Lactobacillus gasseri*: *In vitro* and *in vivo* results. *Recent Research and Development on Agricultural & Biological Chemistry* 4: 1-34, **India**, 2000
10. Hypocholesterolemic effect of *Lactobacillus gasseri* SBT0270 in rats fed a cholesterol-enriched diet. *Journal of Dairy Science* 68: 617-624, **USA**, 2001
11. Bile and acid tolerance of lactic acid bacteria isolated from dadih and their antimutagenicity against mutagenic heated tauco. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 16: 1680-1685, **Korea Selatan**, 2003

12. Hypocholesterolemic effect of indigenous dadih lactic acid bacteria by deconjugation of bile salts. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 17: 1741-1745, **Korea Selatan**, 2004

b. Publikasi dalam jurnal nasional terakreditasi

1. Potensi bakteri asam laktat yang diisolasi dari dadih untuk menurunkan resiko penyakit kanker. Jurnal Natur Indonesia 5: 163-170, UNRI Pekanbaru, 2003
2. Potensi bakteri asam laktat yang diisolasi dari dadih untuk menurunkan kadar kolesterol darah. AGRITECH, 24: 1-8, UGM, Yogyakarta, 2004
3. Pemanfaatan limbah kulit nenas untuk pembuatan nata de pina. GAKURYOKU, Vol XI, 85-89, Bogor, 2005
4. Taurocholate Deconjugation and Binding of cholesterol by Lactic Acid Bacteria Isolated from Dadih, an Indonesian Traditional Fermented Milk Product. HAYATI, Vol. 12 No. 3, 103-107, Bogor, 2005

c. Publikasi dalam jurnal nasional tidak terakreditasi

1. *Lactobacillus acidophilus* dan manfaatnya terhadap kesehatan. FUSII Vol. 1: 1-5, PII Cabang Nagoya, Jepang, 1997
2. Manfaat bakteri asam laktat untuk menurunkan resiko penyakit jantung koroner – Suatu Tinjauan. Jurnal Biosains dan Bioteknologi 2: 1-6, BPPT Jakarta, 2002
3. Studi mutu biji kakao yang diolah dengan metode Sime-Cadbury. SAGU, 2: 6-11, Faperta UNRI, Pekanbaru, 2003
4. Evaluasi mutu susu yang dibuat dari beberapa varietas kedelai. SAGU, 2: 29-34, Faperta UNRI, Pekanbaru, 2003
5. Pengaruh beberapa jenis gula dan sumber nitrogen terhadap produksi nata de pina. SAGU, 3: 20-27, Faperta UNRI, Pekanbaru, 2004

Pengabdian pada Masyarakat

1. Pelatihan Penulisan Karya Ilmiah. Pekanbaru, UNRI bekerjasama dengan DIKTI, 2001
2. Pelatihan Penulisan Karya Ilmiah. Pekanbaru, Univ. Riau, 2003
3. Pelatihan Karya Tulis Ilmiah (PKTI). Pekanbaru, Univ. Riau, 2003
4. Pelatihan Penulisan Proposal Berdaya Saing Tinggi Bidang Sains dan Teknologi. Pekanbaru, Univ. Riau, 2004
5. Pelatihan dan Pengembangan Industri Nata de Pina di Kabupaten Bengkalis. Disperindag Kab. Bengkalis, Riau, 2004
6. Pelatihan Kaidah Penulisan Buku Ajar. Pekanbaru, Univ. Riau, 2004
7. Pelatihan Penulisan Karya Ilmiah. Pekanbaru, Univ. Riau, 2005

8. Pelatihan Teknologi Tepat Guna Teknologi Bioarang Tempurung Kelapa di Kabupaten Rokan Hilir. Dinas PMD Kab. Rokan Hilir, Riau, 2005
9. Pelatihan Teknologi Tepat Guna Budidaya Lebah Madu di Kabupaten Rokan Hilir. Dinas PMD Kab. Rokan Hilir, Riau, 2005
10. Pelatihan Pengolahan Nata de Coco. Dinas Pertanian Tanaman Pangan Prop. Riau, 2005
11. Pelatihan Pengolahan produk Makanan Berbasis Pisang. Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kab. Pelalawan, 2005

Seminar/Workshop

1. Pemakalah pada Seminar Internasional di Kyoto, Jepang, 1996
2. Pemakalah pada Seminar Internasional di Tokyo, Jepang, 1997
3. Pemakalah pada Seminar Internasional di Tokyo, Jepang, 1998
4. Pemakalah pada Seminar Internasional di Kyoto, Jepang, 1998
5. Pemakalah pada Seminar Internasional di Kyoto, Jepang, 1999
6. Pemakalah pada Seminar Internasional di Kagoshima, Jepang, 2000
7. Peserta seminar internasional tentang Bioteknologi. Universitas Islam Riau, Pekanbaru, 2000
8. Pemakalah pada Seminar Nasional. Unila, Lampung, 2001
9. Peserta Workshop tentang Alih Teknologi dalam bidang Bioteknologi. IPB kerjasama dengan *BioLaunch*, Jerman dan KMNRT, Indonesia, 2002
10. Pemakalah pada Workshop Hasil Penelitian Riset Unggulan Terpadu Internasional Tahun I.
11. Pemakalah pada Symposium Internasional tentang Bioteknologi Probiotik bagi Kesehatan Manusia. BPPT, Serpong, 2002
12. Pemakalah pada Seminar Rutin Bioteknologi. Pusat Penelitian Bioteknologi, UNRI, 2002
13. Peserta Workshop internasional tentang Bioisland: Komersialisasi Bioteknologi untuk keberlanjutan biodiversitas Indonesia. Kementerian Negara Riset dan Teknologi, Indonesia, 2003
14. Dewan Juri pada Seminar Skripsi Terbaik Universitas Riau. Lembaga Penelitian UNRI, 2003
15. Dewan Juri pada Seminar Skripsi Terbaik Universitas Riau. Lembaga Penelitian UNRI, 2004
16. Dewan Juri pada Seminar Skripsi Terbaik Universitas Riau. Lembaga Penelitian UNRI, 2005
17. Pemakalah Seminar Bioteknologi se-Sumatera. Pusat Penelitian Bioteknologi, UNRI, 2003
18. Pemakalah pada Seleksi Peneliti Muda Indonesia. LIPI Jakarta, 2003

19. Pemakalah pada acara Temu Kemitraan dan Penumbuhan Usaha Pengolahan Hasil Tanaman Pangan. Dinas Pertanian Tanaman Pangan Prop. Riau, 2004
20. Pemakalah pada Pelatihan Desain, Proses dan Pengepakan Produk Makanan. P2K2 bekerjasama dengan Dinas Koperasi dan UKM Prop. Riau, 2005-12-24
21. Pemakalah pada Seminar Sehari Bioteknologi. Pusat Penelitian Bioteknologi, UNRI, 2005
22. Ketua II Seminar Nasional ke XVII dan Kongres ke X Perhimpunan Biologi Molekuler Indonesia. PBBMI Pekanbaru, 2005
23. Lokakarya Jejaring Intelijen Pangan. Balai POM Pekanbaru, 2005

Penunjang

1. Editor Jurnal Natur Indonesia. Lembaga Penelitian UNRI, 2000 s/d sekarang
2. Anggota BPP Universitas Riau, 2001 s/d sekarang
3. Pimpinan Redaksi Jurnal SAGU. Faperta UNRI, 2002 s/d sekarang
4. Anggota Tim Pakar Lemlit. Lembaga Penelitian UNRI, 2001 s/d sekarang
5. Anggota Tim Penilai Kenaikan Pangkat Dosen Universitas Riau, 2002 s/d sekarang
6. Ketua Pelaksana Program Semi-Que Prodi Agronomi. Faperta UNRI, 2003 dan 2004
7. Anggota Satgas Pembuatan Penulisan Skripsi. Faperta UNRI, 2004
8. Anggota Pelaksana Program SP4 Jurusan Budidaya Pertanian. Faperta UNRI, 2004 dan 2005
9. Ketua Tim Perumus Kurikulum Berbasis Kompetensi, Faperta UNRI, 2005
10. Anggota Satgas Pembuatan Proposal PHK A2 Jurusan Budidaya Pertanian, Faperta UNRI, 2005
11. Anggota Satgas Pembuatan Proposal I'M HERE Universitas Riau, 2005
12. Ketua Tim Penyusun Pedoman Praktek Kerja Profesi, Faperta UNRI, 2005
13. Anggota Tim Editor Direktori Hasil Penerapan Ipteks, Kewirausahaan dan Vucer. DP2M, DIKTI, 2005
14. Reviewer Nasional Bidang Akreditasi Jurnal. DP2M, DIKTI, 2005 s/d 2006