



Terakreditasi: SK No.: 66b/DIKTI/Kep/2011
Terakreditasi: SK No.: 60/E/KPT/2016
Website : <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/reaktor/>

Reaktor, Vol. 16 No. 3, September Tahun 2016, Hal. 147-160

Perspektif Halal Produk Pangan Berbasis Bioproses Mikrobial

Muhammad Kurniadi*) dan Andri Frediansyah

Research Unit for Natural Product Technology (BPTBA), Indonesian Institute of Sciences (LIPI)

*)Penulis korespondensi: microbiologii@gmail.com

Abstract

HALAL PERSPECTIVE OF MICROBIAL BIOPROCESS BASED-FOOD PRODUCTS. *Halal food industries are growing rapidly in line with the growing number of World's Muslim populations. The demand of halal food products by the non-Muslim's countries have also increase as the increasing of the general public understanding of the strickly processed to achive halal status. Halal food is more than just a food product. It is also protect people from poisons, intoxication and hazardous substances exposure. Microbial bioprocess based-food products is one of alternative to create a variety of good quality and nutritious food products. These products can be fermented food, nutraceutical, whole microbes, probiotic and synbiotic. The presence of several microbes in gastric intestinal tract will also maintain mictobiota of human gut. Microbial agent is also important on producing the aroma, taste and color. It is also important on modifying of food materials. As Muslim, people should follow the halal dietary laws. Halal food means any process to be a food product that is permissible of lawful by Islamic laws. It is defined in the holy Quran and the Sunnah of Prophet Muhammad. In general, the microbial based-food products are categorized into halal, haram and doubtful. To achieve the lawful status, six of main critical points in the use of microbes in food processing need to be considered. Microbial metabolite such as ethanol is one of crucial factor in order to achieve halal status of food products. In order to achieve the global halal market, several strategies must be applied to microbial bioprocess based-food industries.*

Keywords: *bioprocess; halal; industry; microbe; critical point*

Abstrak

Pertumbuhan industri pangan halal semakin pesat seiring penambahan jumlah populasi Muslim dunia. Permintaan produk pangan halal oleh negara-negara non-muslim juga meningkat sejalan dengan peningkatan pemahaman masyarakat umum tentang proses-proses ketat untuk mencapai status halal. Pangan halal merupakan produk lebih dari sekedar pangan yang melindungi umat Islam dari berbagai resiko seperti keracunan, gangguan kesehatan jiwa dan raga, dan pengaruh zat berbahaya. Produk pangan berbasis agen bioproses mikroba menjadi salah satu alternatif menciptakan variasi produk pangan yang berkualitas dan bernutrisi. Produk tersebut dapat berupa hasil fermentasi, nutrasetikal, mikrobial utuh, probiotik dan sinbiotik. Selain itu keberadaan beberapa mikrobial menjadi agen penting dalam menjaga komunitas mikrobiota usus manusia. Mikrobial dapat pula sebagai agen penghasil rasa, aroma, warna dan digunakan untuk memodifikasi bahan pangan. Islam memerintahkan umatnya untuk mengikuti tata cara konsumsi pangan melalui penerapan aturan halal. Halal dalam pangan berarti segala proses hingga menjadi pangan yang diizinkan dalam agama Islam. Secara umum berbagai produk pangan berbasis bioproses mikrobial dikategorikan menjadi produk pangan halal, haram dan syubhat. Untuk mencapai status halal, 6 titik kritis utama (main critical point) penggunaan mikrobial dalam proses produksi pangan perlu diperhatikan. Produk metabolit berupa etanol menjadi faktor

krusial sebagai penentu kehalalan produk pangan. Industri pangan berbasis bioproses mikrobia perlu menerapkan beberapa strategi untuk mencapai pasar halal global.

Kata kunci: *bioproses; halal; industri; mikrobia; titik kritis*

How to Cite This Article: Kurniadi, M. dan Frediansyah, A., (2016), Perspektif Halal Produk Pangan Berbasis Bioproses Mikrobia, Reaktor, 16(3), 147-160, <http://dx.doi.org/10.14710/reaktor.16.3.147-160>

PENDAHULUAN

Industri halal diperkirakan bernilai sekitar US \$2 triliun secara global. Produk pangan halal menduduki posisi tertinggi sekitar 62% yang kemudian diikuti oleh industri farmasi, *personal care*, dan nutrasetikal. Industri ini diperkirakan mengalami kenaikan sekitar 20% setiap tahun. Pada tahun 2009, industri halal mampu menyumbang sekitar 15,9% dari pasar pangan global (World Halal Global, 2010). Keberadaan industri ini menjadikan salah satu segmen pasar yang tumbuh cepat di dunia dan akan terus meningkat seiring bertambahnya populasi muslim dunia. Pada tahun 2013 populasi muslim dunia mengalami peningkatan sekitar 0,2 juta jiwa dari tahun 2011 dan akan terus bertambah seiring bertambahnya waktu (Carnegie Endowment for International Peace, 2013).

Pasar halal dipengaruhi oleh keberadaan konsumen *syariah loyalist*, dimana para konsumen Muslim kini mulai peduli akan produk-produk yang jelas kehalalannya dan bahkan akan membatalkan pembelannya ketika produk tersebut tidak jelas kehalalannya. Hal tersebut sejalan dengan syariat Islam yang telah diperintahkan kepada umatnya melalui Al quran dan hadist. Makanan yang dikonsumsi haruslah memiliki dua kriteria yaitu halal dan baik. Sebagaimana firman Allah “Dan makanlah makanan yang halal lagi baik dari apa yang Allah rezezikkan kepadamu dan bertaqwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya” (QS. Al-Maidah : 88). Pangsa pasar halal ternyata tidak hanya berlaku bagi negara Muslim saja. Negara non-muslim juga telah terbukti menawarkan kesempatan besar sebagai destinasi pasar halal. Setidaknya sekitar 1,68% dari total pasar global telah disumbangkan oleh negara-negara di Eropa dan diikuti oleh Amerika dan Australia (World Halal Forum, 2014). Konsumen kini lebih peduli terhadap kualitas produk pangan dan gizi yang terkandung di dalamnya. Halal dalam pangan berarti produk pangan yang lebih dari sekedar pangan. Segala unsur terkait disyariatkan oleh Islam untuk melindungi dan memberikan kebaikan terutama terhadap kesehatan manusia. Fakta tersebut didukung oleh perintah Islam yang memang memproteksi manusia secara universal akan bahaya terhadap kesehatan baik jiwa maupun raga. Islam memerintahkan untuk memakan makanan yang baik dimana mengandung gizi yang cukup, bersih, dan diperoleh dengan benar sebagaimana difirmankan dalam QS. Al-Baqarah : 168, 172-173; QS. Al-Anfal : 69, dan QS. Al-Nahl : 114. Selain itu, yang terpenting adalah untuk senantiasa menjauhi makanan yang haram. Makanan dan minuman haram dapat berdampak negatif pada

kesehatan raga dan jiwa manusia. Berpegang dari pedoman-pedoman tersebut, pangan halal versi Islam secara tidak langsung melindungi non-muslim. Segala proses yang disyaratkan untuk mencapai halal ternyata lebih berkesinambungan terhadap standard-standard yang telah diciptakan di berbagai negara. Dengan mengikuti kaidah halal secara tidak langsung telah menerapkan sistem standard yang telah dibuat oleh manusia seperti *Codex Alimentarius*, Standard Nasional Indonesia (SNI), *Good Manufacturing Practice (GMP)*, *Good Hygiene Practice (GHP)*, dll dimana tujuannya sama yaitu untuk melindungi manusia dalam hal ini konsumen.

Konsep halal dalam industri pangan secara jelas telah dituangkan dalam Al-Quran dan hadist seperti larangan memakan babi, bangkai, darah, hewan yang disembelih tanpa menyebut nama Allah, hewan-hewan yang dilarang untuk dibunuh, dan intoksikan dan alkohol/khamr. Larangan-larangan tersebut tidak hanya sekedar larangan tetapi mengandung alasan yang dapat diterima secara rasional terkait kesehatan manusia. Babi mengandung karier penyakit berupa cacing pita yang berbahaya bagi manusia apabila tidak dimasak secara sempurna, cacing-cacing tersebut berupa *Trichinella spiralis*, *Taenia solium*, *Taenia saginata* dan *Toxoplasma gondii* (Gamble, 1997). Bangkai hewan tidak sehat bagi manusia karena proses pembusukan sedang berlangsung. Pembusukan melibatkan perubahan beberapa senyawa kimia dan menghasilkan senyawa toksik (Awan, 1988). Darah yang keluar dari tubuh mengandung berbagai intoksikan seperti bakteri dan produk metabolisme. Intoksikan/alkohol dapat menyebabkan kerusakan pada sistem saraf dan menyebabkan kehilangan indera (McIntosh dan Chick, 2004). Namun hal ini bertentangan pada bidang energy, alkohol merupakan salah satu sumber bahan bakar (Wahono dkk., 2015). Konsep halal tersebut telah diterapkan dalam berbagai standard dan sertifikasi produk pangan di berbagai negara, bahkan di Amerika telah ditetapkan *Codex Alimentarius (CAC/GL-24-1997)* tentang label pangan halal. Berbagai produk pangan lainnya yang dianggap meragukan belum dikaji lebih dalam terutama terkait produk hasil turunan, penggunaan agen yang dikategorikan haram sebagai bagian dari proses pembuatan produk baru, dan produk terkait penggunaan modifikasi gen yang sedang trend di berbagai negara. Produk turunan dapat berasal dari tumbuhan, hewan maupun mikrobia.

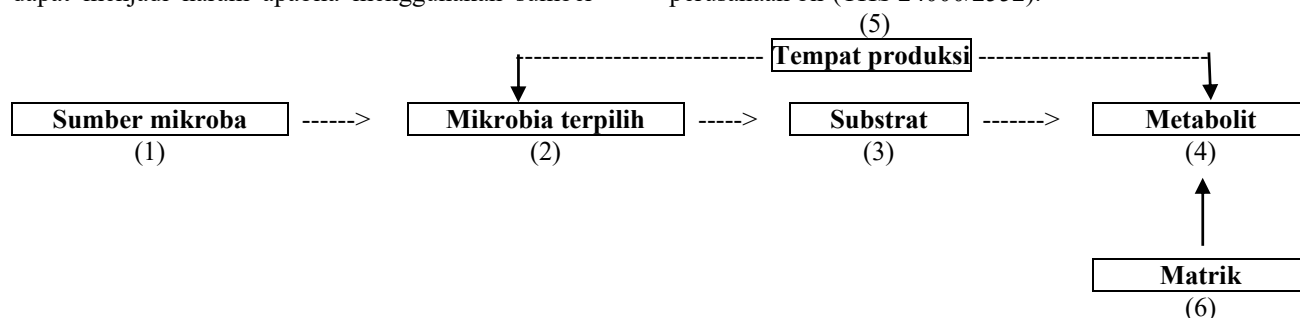
Penggunaan mikrobia dalam industri pangan menjadi bagian dari trend dunia. Mikrobia menjadi agen bioproses penghasil metabolit dan senyawa baru, agen pemecah molekul kompleks, dan penghasil aroma,

rasa maupun warna. Mikrobia juga berperan penting dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus manusia. Bahkan modifikasi gen atau *genetically modified technology* (GMT) yang merupakan bagian dari era bioteknologi telah banyak diterapkan pada berbagai tipe mikrobia. Akan tetapi pemahaman tentang status atau persepsi kehalalan dari berbagai produk berbasis agen mikrobia belum dikaji secara mendalam. Padahal manfaat yang diperoleh dengan penggunaan mikrobia pada industri pangan telah banyak dilihat dan dirasakan manfaatnya sejak beberapa dekade lalu. Secara umum pangan halal berarti produk pangan yang tidak menyebabkan keracunan, gangguan fungsi akal dan raga, dan tidak berbahaya bagi kesehatan manusia dan memenuhi syarat yang ditetapkan Al-Quran dan Hadis. Pemahaman akan titik kritis kehalalan produk berbasis agen mikrobia akan mendorong upaya diversifikasi produk pangan halal berbasis mikrobia dimana sangat murah, bermanfaat dan mudah untuk diterapkan. Berbagai sumber ilmu pengetahuan juga akan memberikan rasionalisasi secara mendalam tentang produk yang dihasilkan.

TITIK KRITIS UTAMA (THE MAIN CRITICAL POINT) PENGGUNAAN MIKROBIA DALAM INDUSTRI PANGAN

Titik kritis utama penentu persepsi halal pada produk berbasis bioproses mikrobia (Gambar 1) meliputi (1) sumber mikrobia, (2) isolat mikrobia, (3) substrat pertumbuhan, (4) produk metabolisme (5) tempat produksi dan (6) matrik atau bahan lain yang ditambahkan untuk tujuan tertentu. Sumber mikroba berarti asal mikroba diisolasi atau diambil. Mikrobia dapat diisolasi dari berbagai tempat seperti daun, buah, tanah, air, susu, dll. Sumber mikroba seperti darah, bagian dari tubuh babi seperti usus, bagian dari tubuh hewan yang mati dan kotoran hewan dapat menyebabkan proses menjadi haram. Beberapa contoh mikrobia yang diisolasi dari babi misalnya bakteri probiotik (Yun dkk., 2009; De Angelis dkk., 2006; Maxwell dkk., 2004), bakteri penghasil antimikrobia reuterin (Rodriguez dkk., 2003), dan bakteri penghasil equol/estrogen non-steroid (Yu dkk., 2008). Mikroba terpilih untuk industri pangan haruslah bersifat non-toksik bagi manusia, selain itu modifikasi genetik pada mikrobia harus diperhatikan. Modifikasi mikrobia dapat menjadi haram apabila menggunakan sumber

gen yang didapatkan dari material haram seperti insersi gen pengkode c-amilase dari babi (Feller dkk., 1996) dan insersi gen *mrc-1* sebagai antimikrobia yang berasal dari bakteri enterococcus dari babi (Hamilton dan Wenlock, 2016). Substrat atau media pertumbuhan perlu diperhatikan, bahan tersebut diperoleh dari mana apakah halal atau tidak. Beberapa medium yang menyebabkan produk menjadi tidak halal seperti bahan berbasah dasar darah/*blood agar* (Mashimoto dkk., 1983) dan pepton yang diperoleh dengan enzim dari suber haram. Produk lainnya yaitu *brain heart infusion* (BHI) yang biasa digunakan untuk kultivasi bakteri, khamir, dan kapang (Silva dkk., 1987). Komponennya terdiri dari kasein, *brain hearth infusion* babi, jaringan, NaCl, glukosa, dan disodium fosfat. Yang menyebabkan tidak halal adalah keberadaan BHI dari babi. Metabolit atau produk metabolisme mikroba perlu diperhatikan terkait produksi etanol/alkohol. Jumlah etanol yang cukup tinggi dalam suatu produk pangan menyebabkan produk tersebut menjadi tidak halal. Jumlah minimal konsentrasi etanol dalam pangan yang menyebabkan ketidakhalalan suatu produk berbeda-beda di tiap negara sesuai kebijakan hasil fatwa masing-masing. Di Indonesia, batas maksimal kandungan etanol sebagai pelarut dalam produk pangan sesuai dengan Fatwa MUI No.4/2003 yaitu 1% sedangkan untuk negara lain sesuai dengan kebijakan masing-masing (sesuai Tabel 2), dan etanol yang digunakan haruslah tidak diproduksi oleh industri alkhohol/khamr. Ekstraksi dengan etanol dapat dilakukan asalkan kadar alkohol yang tersisa pada produk tidak lebih dari 1%. Konsentrasi etanol yang tinggi dapat mengganggu fungsi akal dan raga seseorang atau *'intoxicant'*. Penelitian Harris dan Bruno (1985), menyebutkan bahwa etanol dapat menyebabkan gangguan natrium/*sodium channel* di *synptosom* otak manusia. Iqbal dan Sze (1994) menjelaskan bahwa ada keterkaitan antara etanol dan gangguan membran plasma pada sinapsis. Alkohol dapat pula menyebabkan gangguan fisik dan psikologis seseorang, setidaknya 28 ribu manusia meninggal tiap tahun di Inggris akibat konsumsi alkohol (McIntosh dan Chick, 2004). Proses lainnya yang menyebabkan suatu produk menjadi tidak halal adalah tempat dimana produk pangan tersebut diproduksi. Contoh yang tidak halal misalnya ragi yeast/khamir yang diproduksi dari perusahaan bir (THS 24000/2552).



Gambar 1. Titik kritis utama (*main critical point*) penggunaan mikrobia dalam industri pangan. Kehalalan suatu produk pangan berbasis mikroba dapat ditelusuri berdasarkan sumber mikroba, jenis mikroba, tipe substrat, tempat produksi, hasil metabolisme mikroba, dan matrik atau bahan pendukung.

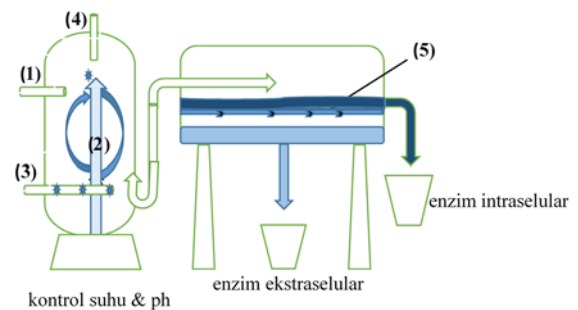
Etanol yang berasal dari industri khamr hukumnya adalah haram (Fatwa MUI No.4/2003). Untuk matrik atau bahan lain yang ditambahkan untuk tujuan tertentu juga perlu diperhatikan. Matrik ditambahkan dalam produk misalnya untuk mencegah oksidasi dan agar bahan menjadi mudah larut atau untuk melindungi produk dari pengaruh luar, misalnya penggunaan susu skim untuk melapisi bakteri *Lactobacillus plantarum* (Frediansyah dkk., 2002). Contoh lainnya berupa *Enteric coating* (pati jagung, laktosa monohidrat, povidon, mikrokristal selulosa) untuk melindungi probiotik *Lactobacillus acidophilus* (Pyar dan Peh, 2014), *coating* alginat (Mokarram dkk., 2009), kitosan-alginat (Iyer dkk., 2005), dan whey protein (Gbassi dkk., 2009).

PROSES PRODUKSI ENZIM DARI MIKROBIA DAN PEMANFAATANNYA

Enzim mikrobia terdiri dari intraseluler dan ekstraseluler. Keduanya dapat diperoleh dari proses yang sama dan melibatkan alat berupa fermentor. Secara umum, fermentor terdiri atas bagian (1) stok bahan baku (*feedstock*), (2) alat pemutar untuk menghomogenkan medium, (3) sumber udara/gelembung, (4) tempat keluarnya gas, (5) filter yang memisahkan antara pelet dan supernatan. Pelet merupakan sekumpulan mikrobia yang telah dipisahkan dengan filter. Supernatan adalah filtrat hasil metabolisme mikrobia. Dalam produksi enzim untuk keperluan industri pangan, titik kritis utama (Gambar 1) harus diterapkan agar kehalalan produk dapat terjaga dan diterima oleh masyarakat.

Enzim merupakan suatu katalis yang diperlukan untuk mempercepat proses reaksi tanpa terjadinya perubahan pada hasil akhir. Enzim hasil metabolit mikrobia baik berupa ekstraseluler maupun intraseluler banyak digunakan dalam industri pangan terutama dalam hal penghancuran struktur kompleks menjadi

lebih sederhana sehingga menghasilkan rasa, warna, atau struktur produk yang berbeda. Beberapa contoh enzim mikrobia dan pemanfaatannya dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Proses produksi enzim ekstraseluler dan intraseluler dari mikrobia (Keterangan : (1) inlet bahan baku (2) alat pemutar untuk menghomogenkan medium cair (3) sumber udara/gelembung (4) outlet gas (5) filter pemisah supernatan dan pellet)

STANDARD KEHALALAN BEBERAPA PRODUK BERBASIS MIKROBA

Produk halal merupakan suatu produk yang telah dinyatakan halal sesuai syariat atau perintah Islam. Standard kehalalan setiap negara secara umum sama hanya saja beberapa poin berbeda tergantung kebijakan/fatwa masing masing negara. Standard tersebut dibuat untuk menjamin kehalalan produk yang beredar di pasaran sehingga masyarakat Muslim merasa aman untuk mengonsumsi dan tidak ada kekhawatiran. Dengan mengetahui perbedaan standar tiap negara dapat digunakan sebagai bagian dari strategi pemasaran pangan halal global. Beberapa contoh standard produk pangan halal di berbagai negara di dunia data dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Penggunaan enzim mikrobia dalam industri pangan

Aplikasi	Enzim yang digunakan	Mikrobia	Fungsi
Proses pangan	Amylase	bakteri, kapang	Produksi gula dari pati, seperti pembuatan sirup jagung
	Protease	Bakteri	Menurunkan kandungan protein pada industri biskuit
Pangan bayi	Tripsin	Bakteri	<i>predigest</i> pangan bayi
Bahan pelunak daging	<i>Protease-like papain</i>	Bakteri	Melunakkan daging
Industri pati	Amylase, amyloglucosidase, glucoamylase	bakteri, kapang	Mengubah pati menjadi glukosa pada produksi sirup
	Glucosa isomerase	bakteri	Mengubah gula menjadi fruktosa dalam industri sirup
Jus buah	Selulase dan pektinase	Bakteri	Menjernihkan jus buah
Industri susu	Rennin	Bakteri	Hidrolisis protein pada keju
	Lipase	Bakteri	Produksi keju roquefort agar matang
	Lactase	Bakteri	Menghancurkan laktosa menjadi glukosa dan galaktosa

Tabel 2. Standard produk pangan halal di berbagai Negara

Kategori	Indonesia	Malaysia	Thailand	Amerika
Nomer Mikrobia	Fatwa MUI No.4/2003 Halal, kecuali yang menyebabkan racun, menyebabkan gangguan fungsi akal dan raga, dan berbahaya bagi kesehatan, tetapi ragi dari manufaktur bir/alcohol dapat menjadi <u>halal</u> apabila dicuci sampai bau, rasa, dan warna hilang.	MS 1500/2009 Halal, kecuali yang menyebabkan racun, menyebabkan gangguan fungsi akal dan raga, dan berbahaya bagi kesehatan.	THS 24000/2552 Halal, kecuali yang menyebabkan racun, menyebabkan gangguan fungsi akal dan raga, dan berbahaya bagi kesehatan, tetapi ragi dari manufaktur bir/alcohol adalah <u>haram</u>	ISWA Halal, kecuali yang menyebabkan racun, menyebabkan gangguan fungsi akal dan raga, dan berbahaya bagi kesehatan.
Konsentrasi etanol dinyatakan halal	<1%	Asal tidak menyebabkan "intoksikasi"	<0.5%	<0.05%
Tambahan informasi	-tape and air tape tidak haram asal tidak memabukkan -etanol dari industry alkohol :haram -Fuse oil dari khamir: haram -reaksi fuse oil secara kimiawi menghasilkan zat baru: halal -cuka: halal			-Cuka: halal -yoghurt tanpa gelatin dari babi:halal -keju: halal
Peraturan lain	UU No. 33/2014: Jaminan produk halal	MS 1514:2009: GMP; MS 1480: 2007: HACP		Codex alimentarius: labelling of hallal food CAC/GL-24-1997

Produk Aditif Komersial Dan Kehalalannya

Salah satu kemajuan terkini dalam ilmu pangan adalah penggunaan berbagai kimia, aditif, atau bumbu untuk memperbaiki kualitas dan rasa makanan. Mikrobia berperan penting dalam menghasilkan zat aditif bahkan beberapa diantaranya telah dikomersialisasikan dan dipatenkan. Zat aditif dapat berupa pengawet, pewarna, pengasam, antioksidan, penambah rasa, dan emulsifier. Untuk aditif berasal dari tumbuhan dan turunannya dikategorikan halal asal tidak terkontaminasi oleh zat haram atau intoksikasi. Aditif berbahan dasar hewan hanya dapat menjadi halal apabila hewan tersebut disembelih sesuai syariat Islam, bukan dari hewan mati, maupun hewan yang diharamkan seperti babi. Produk aditif yang dihasilkan oleh mikrobia belum dapat dikategorikan ke dalam halal dan haram apabila belum memenuhi semua cek list seperti pada Gambar 1. Ketidaktelitian suatu produk sebelum dilakukan penelusuran data penggunaan bahan selama proses pembuatan produk disebut sebagai *syubhat* atau *mushbooh* atau secara harafiah dikatakan sebagai 'ragu-ragu'. Berbagai

contoh aditif komersial yang diproduksi dengan menggunakan mikrobia seperti pada Tabel. 3.

Produk Pangan Cair dan Minuman dan Kehalalannya

Beberapa produk pangan cair dan minuman juga memanfaatkan berbagai jenis mikroba dalam proses pembuatannya. Mikrobia berperan penting dalam mengubah substrat menjadi produk baru dengan cita rasa yang berbeda selain itu bioproses yang dilakukan menghasilkan senyawa-senyawa sederhana yang mudah dicerna oleh tubuh manusia disamping zat-zat lain yang memberikan dampak positif bagi penggunaannya. *Rice wine* dan susu fermentasi menjadi top produk yang memiliki varian yang tersebar di berbagai negara, hanya saja produk yang dihasilkan dari fermentasi beras (*rice wine*) atau fermentasi anggur (*wine*) akan menghasilkan etanol yang apabila melebihi batas ambang menjadikan produk yang dihasilkan menjadi haram karena bersifat intoksikasi bagi tubuh manusia. Jumlah alkohol kategori berat yaitu lebih dari 40%. Beberapa produk yang memanfaatkan mikrobia dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 3. Daftar bahan aditif komersial yang proses produksinya menggunakan mikrobia

Nama Kimia	Deskripsi	Mikrobia	Referensi
Ribovlafin/Vit B2	Pewarna kuning	<i>Candida sp.</i>	Dmytruk dkk., 2011
Nisin	Pengawet	<i>Streptococcus lactis</i>	De Vuyst dan Vandamme, 1994
Bacteriosin	Pengawet	Bakteri asam laktat	Garneau dkk., 2002
Natamycin/pimaricin	Pengawet	<i>Streptomyces natalensis</i>	Elsayed dkk., 2013
Chitosan	Pengawet	Fungi	Pochanavanich dan Suntornsuk, 2002
Asam oksalat	Pengawet	Fungi	Green dan Clausan, 2003
Asam asetat	Pengasam	<i>Acetobacter sp</i>	Sun dan Furusaki, 1990
Asam laktat	Pengasam	<i>Lactobacillus sp.</i>	Leroy dan De Vuys, 2004
Asam propionat	Pengasam	<i>Propionibacteria</i>	Zhu dkk., 2010
Asam fumarat	Pengasam	<i>Rhizopus nigricans</i>	Engel dkk., 2008
Asam askorbat/vit C	Pengasam	Bakteri dan khamir	Bremus dkk., 2006
Asam sitrat	Pengasam	<i>Aspergillus niger</i>	Lotfi dkk., 2007
Asam Tartarat	Pengasam	<i>Nocardia tartaricans</i>	Rosenberg dan Miková, 1999
Propil galat	Antioksidan	<i>Aspergillus aculeatus</i>	Banarje dkk., 2001
Octyl galat	Antioksidan	Fungi	Kubo dkk., 2010
Dodecyl galat	Antioksidan	Fungi	Kubo dkk., 2010
Asam Iso-askorbat	Antioksidan	<i>Penicillium sp.</i>	Pappenberger and Hohmann, 2013
Katalase	Antioksidan	Fungi	Isobe dkk., 2006
Baillithiol	Antioksidan	<i>Bacillus sp.</i>	Newton dkk., 2009
Gum xantan	Emulsifier	<i>Xanthomonas campestris</i>	Vojnov dkk., 2001
Asam L- glutamat	Penambah rasa	<i>Micrococcus glutamicus</i>	Ganguly dan Banik, 2010
Asam amino	Penambah rasa	<i>Bakteri coryneform</i>	Hermann, 2003
Asam amino γ butirat	Penambah rasa	<i>Lactobacillus brevis</i>	Yokoyama dkk., 2002
Alpha setolasetat dekarboksilase	Penetral rasa	<i>Lactococcus lactis</i>	Goupil-Feuillerat, dkk., 2000
Xylanase	Pengembang	Bakteri	Kinegam dkk., 2006

*) Semua produk dikategorikan syubhat sebelum diketahui titik kritis sesuai Gambar 1

Tabel 4. Daftar produk pangan cair dan minuman yang proses produksinya menggunakan mikrobia

Produk	Variasi	Mikrobia*				Etanol (v/v)	Referensi
		F	K	L	OB		
Susu fermentasi	Yoghurt cair	-	+	+	-		Fanworth dkk., 2007
	Kefir	-	+	+	-		Lopitz-Otsoa dkk., 2006
	Koumiss						
	Laban rayab	-	-	+	-		Steinkraus, 2002
	Laban zeer	-	-	+	-		Steinkraus, 2002
	Liban						Steinkraus, 2002
Cuka		+	+	+	+		Budak dkk., 2014
Kecap	Kecap Indonesia	+	+	+	-		Roling dkk., 1996
	Shoyu Jepang*	+	+	+	-	2-2.5%	Kataoka, 2005; Luh, 1995
	Kecap Ikan	+	+	+	-		Yongsawatdigul dkk., 2007
Rice wine	Sake*	+	+	+	-	10-20%	Watanabe et al., 1990; Suzuki dkk., 2008
	Soju*	+	+	+	-	20-25%	
	Andong-Soju*					12%-45%	Bae dkk., 2007
	Awamori*	+	+	+	-	20-25%	Farid dkk., 2002
	Arak*					53-60%	
	Mirin*	+	-	-	-	10-16%	Kanlayakrit dkk., 2006
	Huangjiu*	+	+	+	-	< 20%	
	Baijiu*	+	+	+	-	>40%	Zheng dan Han, 2016
	Makgeolli*	-	+	-	-	16-18%	Park dkk., 2014
	Ruou nep*	+	+	+	-	40%	Thanh dan Tuan, 2008; Dung, 2013
	Sato/krachae*	+	+	+	-	<15%	Sirisantimethakom dkk., 2008; Luangkhlayphoa dkk., 2014
	Brem cair	-	+	+	-		Aidoo dkk., 2006
Palm wine	Tuak/Nira*	-	+	+	-	10-25%	Aidoo dkk., 2006
Bir*		-	+	-	-	4-6%	Kourkoutas dkk., 2004
Wine*		-	+	+	-	12-15%	Ferreira dkk., 2000
Whisky*		-	+	+	-	>40%	Gill dan Donaghi, 2004
Liquor kakao		-	+	+	+		Lefeber dkk., 2012

*) etanol yang dihasilkan menyebabkan produk pangan menjadi haram; tidak berbintang masuk kategori syubhat sebelum diketahui titik kritis sesuai Gambar 1

*) F: fungi/kapang; K: khamir/yeast; L: bakteri asam laktat; OB: bakteri lainnya

Produk – produk yang diragukan kehalalannya dan cenderung mendekati haram adalah *rice wine* (sake, soju, andong-soju, awamori, arak, mirin, hungjiu, baijiu, makgeolli, tapuy, ruou nep, sato/krachae, brem cair), *palm wine*, *beer*, *wine*, *whisky*, dan kecap jepang (shoyu). Keraguan kehalalan (*doubtful*) produk-produk tersebut disebabkan oleh jumlah etanol yang dihasilkan lebih dari 1%. Sedangkan bahan baku yang diperoleh dari organisme haram misalnya babi, seperti susu yang difermentasi oleh bakteri yang berasal dari usus babi dapat menyebabkan produk yang dihasilkan menjadi haram.

Produk Pangan Padat dan Kehalalannya

Berbagai produk padat diberbagai negara memanfaatkan mikrobia dalam proses pembuatannya melalui proses fermentasi padat seperti dijabarkan dalam Tabel 5. Proses ini menyebabkan perubahan citarasa dan juga senyawa besar menjadi yang lebih sederhana agar dapat dimanfaatkan tubuh manusia. Produk ini cenderung tidak menghasilkan alkohol harena tidak melibatkan terlalu banyak gula dan air

dalam proses pembuatannya. Pada produk pangan padat cenderung tidak mengarah ke haram karena tidak dihasilkan etanol dalam jumlah yang banyak (>1%). Hanya saja penggunaan strain mikroba yang diperoleh dari bahan yang sudah ditetapkan haram dalam Al-Quran dan hadis menjadikan produk yang dihasilkan menjadi haram.

Fungsi Fermentasi

Fermentasi merupakan salah satu cara untuk meningkatkan mutu suatu bahan pangan dengan penambahan mikrobia eksogenous. Secara umum mikrobia dapat menghasilkan rasa, aroma, dan warna pada produk pangan, selain itu fermentasi digunakan untuk memodifikasi bahan pangan menjadi lebih sederhana maupun menghasilkan suatu senyawa fungsional baru yang diperlukan tubuh manusia seperti pada penelitian fermentasi anggur untuk menghasilkan senyawa inhibitor pada penderita diabetes (Frediansyah dkk., 2017). Manfaat produk fermentasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Daftar produk pangan padat yang proses produksinya menggunakan mikrobia

Produk	Variasi	Mikrobia				Etanol (v/v)	Referensi
		F	K	L	OB		
Yoghurt		-	+	+	-		Fanworth dkk., 2007
Terasi		-	-	+	-		Kobayashi dkk., 2003
Dadih		-	-	+	-		Collado dkk., 2007
Miso		+	+	+	-		Onda dkk., 2003
Tofu		+	+	+	-		Li-Jun dkk., 2004
Brem		-	+	+	-		Aidoo dkk., 2006
Oncom		+	-	-	-		Sastraatmadja dkk., 2002
Tauco		+	-	-	-		Ng dan Arora, 2004
Tempe		+	-	-	-		Nakajima dkk., 2005
Sauerkraut		-	-	+	-		Xiong dkk., 2012
Pikel		-	-	+	-		Gong 2009
Kimchi		-	-	+	-		Lee dkk., 2006
Tape	Singkong	-	+	+	-		Barus dan Wijaya, 2011
	Ketan	-	+	+	-		Siebenhandl dkk., 1990
Leaven		+	+	+	-		Claus dkk., 2006
<i>Sourdough bread</i>		-	+	+	-		Gül dkk., 2005
Tepung mokaf		-	+	+	-		Frediansyah dan Kurniadi, 2016
Gari		-	-	+	-		Kostinek dkk., 2005
Jagung fermentasi (magou)		-	+	+	+		Holzapfel dan Taljaard, 2004
Nham		-	-	+	-		Visessanguan dkk., 2006
Plara							Tanasupawat dkk., 2007
Keju	<i>Mozarella</i>	-	-	+	+		Morea dkk., 1999
	<i>Camembert</i>	-	+	+	-		Addis dkk., 2001
	<i>Brie</i>	-	-	+	+		Lefier dkk., 2000
	<i>Gorgonzola</i>	-	-	+	+		Gobbetti dkk., 1997
	<i>Liemburger</i>	-	+	+	+		Omar dkk., 2014
	<i>Roquefort</i>	-	+	+	+		Besancon dkk., 1992
	<i>Parmigiano-Reggiano (Permesan)</i>	-	-	+	+		Gala dkk., 2008
	<i>Grana padano</i>	-	-	+	+		Lazzi dkk., 2004
	<i>Gruyere</i>	-	-	+	+		Kolloffel dkk., 1999
	<i>Beaufort</i>	-	-	+	+		Schubert dkk., 1996
	<i>Cheddar</i>	-	-	+	+		Wilkinson dkk., 1994

*) etanol yang dihasilkan dapat menyebabkan produk pangan menjadi haram (Standar halal pada Tabel 2); tidak berbintang masuk kategori syubhat sebelum diketahui titik kritis sesuai Gambar 1

*) F: fungi/kapang; K: khamir/yeast; L: bakteri asam laktat; OB: bakteri lainnya

Tabel 6. Fungsi fermentasi dan penerapannya

Fungsi	Mikrobia yang berperan	Contoh produk	Referensi
Menghasilkan mikronutrien seperti asam folat, vitamin B12, biotin, <i>conjugated linoleat acid</i> , antimikrobia, imunomodulator	Bakteri asam laktat	Susu fermentasi/yoghurt	Beermann dan Hartung, 2013; Hannessey (2012); Parvez dkk. (2006)
Meningkatkan jumlah mikromineral seperti kalsium, magnesium, fosfor dan zink	Bakteri asam laktat	Susu fermentasi/yoghurt	Wang dkk. (2013); Adolfsson dkk. (2004)
Menghasilkan aroma, rasa dan warna (contoh senyawa volatil)	Khamir dan bakteri asam laktat	Kecap Cokelat	Feng dkk. (2013); Crafack dkk. (2014)
Menghasilkan senyawa sederhana yang mudah dicerna tubuh (contoh asam amino esensial)	Rhizopus oryzae	Tempe	Baumann dan Bisping (1995)
Meningkatkan umur simpan (<i>shelf life</i>) melalui produksi asam asetat dan asam laktat	Bakteri asam laktat	Asinan sayur (kimchi), keju, wine	Chang dan Chang (2010); Belewu dkk. (2005); Akubor dkk. (2003)
Penyuplai bakteri baik untuk pencernaan	Probiotik	Susu fermentasi	Parvez dkk. (2006)
Memperbaiki tekstur dan viskositas	Termofilik bakteri asam laktat	Yoghurt	Marshall dan Rawson (1999)
Mengeliminasi anti-nutrisi (contoh asam phitat)	Khamir	<i>Sourdough</i>	Lopez dkk. (2001)
Memecah senyawa makro menjadi lebih sederhana (contoh dinding ubi kayu)	Bakteri asam laktat	Mokaf	Frediansyah dan Kurniadi (2017)

Strategi Perdagangan Internasional Produk Halal Berbasis Mikrobia

Perdagangan pasar halal masih sangat terbuka lebar dengan konsumen pasar yang sangat besar mencapai 20,8 juta jiwa diseluruh dunia. Asia masih menjadi pasar terbesar sekitar 60% dari total pasar halal dunia, kemudian berturut-turut diikuti oleh Afrika, Eropa, Amerika dan Australia/Oseania. Berdasarkan data Mintel (2010), jumlah produk pangan dengan label halal pada tahun 2009-2010 telah mencapai 12.154 produk baru, dan 6 negara tertinggi dalam produksi pangan halal yaitu Thailand (2115 produk), Malaysia (1663 produk), Afrika Selatan (1662 produk), Singapura (1123 produk), Indonesia (1114 produk), dan China (655 produk). Target pasar produk halal menjanjikan di Eropa meliputi Perancis, Inggris, German, dan Belanda. Inggris menjadi salah satu negara di Eropa yang mampu menjual sekitar US \$2.48 juta per tahun untuk produk ayam halal cepat saji (Euromonitor International, 2008). Sedangkan produk pangan berbasis mikrobia yang menduduki pasar tertinggi dan secara umum halal meliputi susu fermentasi, yoghurt, keju dan ragi. Pasar terbesar untuk produk berbasis mikrobia masih didominasi oleh minuman beralkohol dan haram bagi umat Muslim. Untuk meningkatkan pasar, industri pangan berbasis mikrobia perlu menerapkan beberapa strategi untuk mencapai sertifikasi dan pasar halal global, seperti:

1. Karakterisasi bahan baku, mikrobia yang digunakan dan sumber isolasinya, produk metabolit yang dihasilkan, tempat dan peralatan, dan matrik yang digunakan.
2. Melihat dokumen standardisasi halal/fatwa tiap negara tujuan ekspor karena tiap negara memiliki beberapa syarat yang berbeda.
3. Melakukan karakterisasi calon konsumen terkait produk yang dapat diterima pasar tujuan ekspor.

4. Melakukan proses dan pendaftaran produk halal ke negara tujuan.

Langkah-langkah yang dapat dilakukan pemerintah untuk membantu terwujudnya internasionalisasi produk halal berupa:

1. Melakukan pertemuan internasional dan menyalurkan pendapat tentang perlunya globalisasi standar halal yang berlaku universal.
2. Sebelum adanya standard global halal, pemerintah perlu melakukan *mutual recognition of agreement* terkait ekspor pangan halal dengan negara-negara lain secara regional maupun global.
3. Mengusulkan kepada pihak terkait untuk melakukan kajian secara dalam tentang produk pangan yang menggunakan mikrobia maupun modifikasi genetik dan proses sertifikasinya.

KESIMPULAN

Industri halal bidang pangan memiliki pasar yang sangat besar dengan populasi Muslim yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Negara non-muslim juga memiliki kesempatan besar sebagai negara yang dapat menerima produk halal karena proses mencapai halal sebenarnya tidak jauh berbeda dengan standard produksi pangan tiap negara seperti *Codex Alimentarius*, GMP, GHP, dan SNI. Pangan halal secara umum tidak beracun, tidak mengganggu kesehatan jasmani dan mental serta tidak berbahaya. Secara umum produk pangan berbasis mikrobia masih bersifat syubhat atau *doubtful* sampai 6 titik kritis utama (*main critical point*) telah diidentifikasi secara mendalam. Keberadaan etanol sebagai hasil fermentasi perlu menjadi perhatian terkait konsentrasi yang dihasilkan agar tidak menyebabkan intoksikasi. Produk turunan hasil metabolisme dengan mereaksikan zat haram juga perlu diperhatikan terkait hasil akhir yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Addis, E., Fleet, G.H., Cox, J.M., Kolak, D., and Leung, T., (2001), The Growth, Properties and Interactions of Yeasts and Bacteria Associated with the Maturation of Camembert and Blue-Veined Cheeses. *International Journal of Food Microbiology*, 69(1), pp. 25-36.
- Adolfsson, O., Meydani, S.N., and Russell, R.M., (2004), Yogurt and Gut Function, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80(2), pp. 245-256.
- Akubor, P.I., Obio, S.O., Nwodomere, K.A., and Obiomah, E., (2003), Production and Quality Evaluation of Banana Wine, *Plant Foods for Human Nutrition*, 58(3), pp. 1-6.
- Awan, J.A., (1988), Islamic Food Laws-I: Phylosphy of the Prohibition of Unlawful Food, *Science and Technology in the Islamic World*, 6(3), pp. 151-165.
- Aidoo, K.E., Nout, M.R., and Sarkar, P.K., (2006), Occurrence and Function of Yeasts in Asian Indigenous Fermented Foods, *FEMS Yeast Research*, 6(1), pp. 30-39.
- Bae, K., Shin, K. S., Ryu, H., Kwon, C., and Sohn, H., (2007), Identification and Fermentation Characteristics of Lactic Acid Bacteria Isolated from the Fermentation Broth of Korean Traditional Liquor, Andong-Soju. *Korean Journal of Microbiology and Biotechnology*, 35(4), p. 310.
- Banerjee, D., Mondal, K.C., and Pati, B.R., (2001), Production and Characterization of Extracellular and Intracellular Tannase from Newly Isolated *Aspergillus Aculeatus* DBF 9, *Journal of Basic Microbiology*, 41(6), pp. 313-318.
- Barus, T. dan Wijaya, L.N., (2011), Mikrobiota Dominan dan Perannya dalam Cita Rasa Tape Singkong, *Journal of Biota*, 16(2), hal. 354-361.
- Baumann, U. and Bisping, B., (1995), Proteolysis during Tempe Fermentation, *Food Microbiology*, 12, pp. 39-47.
- Beermann, C. and Hartung, J., (2013), Physiological Properties of Milk Ingredients Released by Fermentation, *Food and Function*, 4(2), pp. 185-199.
- Belewu, M.A., Belewu, K., and Nkwunonwo, C.C., (2005), Effect of Biological and Chemical Preservatives on the Shelf Life of West African Soft Cheese, *African Journal of Biotechnology*, 4(10), pp. 1076-1079.
- Berraud, C., (2000), Production of Highly Concentrated Vinegar in Fed-Batch Culture. *Biotechnology Letters*, 22(6), pp. 451-454.
- Bremus, C., Herrmann, U., Bringer-Meyer, S., and Sahn, H., (2006), The Use of Microorganisms in L-Ascorbic Acid Production, *Journal of Biotechnology*, 124(1), pp. 196-205.
- Besancon, X., Smet, C., Chabalier, C., Rivemale, M., Reverbel, J.P., Ratomahenina, R., and Galzy, P., (1992), Study of Surface Yeast Flora of Roquefort Cheese, *International Journal of Food Microbiology*, 17(1), pp. 9-18.
- Budak, N.H., Aykin, E., Seydim, A.C., Greene, A.K., and Guzel-Seydim, Z.B., (2014), Functional Properties of Vinegar, *Journal of Food Science*, 79(5), pp. R757-R764.
- Chang, J.Y. and Chang, H.C., (2010), Improvements in the Quality and Shelf Life of Kimchi by Fermentation with the Induced Bacteriocin-Producing Strain, *Leuconostoc citreum* GJ7 as a Starter, *Journal of Food Science*, 75(2), pp. M103-M110.
- Claus, A., Schreiter, P., Weber, A., Graeff, S., Herrmann, W., Claupein, W., and Carle, R., (2006), Influence of Agronomic Factors and Extraction Rate on the Acrylamide Contents in Yeast-Leavened Breads. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(23), pp. 8968-8976.
- Crafack, M., Keul, H., Eskildsen, C.E., Petersen, M.A., Saerens, S., Blennow, A., Skovmand-Larsen, M., Swiegers, J.H., Petersen, G.B., Heimdal, H., and Nielsen, D.S., (2014), Impact of Starter Cultures and Fermentation Techniques on the Volatile Aroma and Sensory Profile of Chocolate, *Food Research International*, 63, pp. 306-316.
- Collado, M.C., Surono, I., Meriluoto, J., and Salminen, S., (2007), Indigenous Dadih Lactic Acid Bacteria: Cell-Surface Properties and Interactions with Pathogens, *Journal of Food Science*, 72(3), pp. M89-M93.
- Dmytruk, K.V., Yatsyshyn, V.Y., Sybirna, N.O., Fedorovych, D.V., and Sibirny, A.A., (2011), Metabolic Engineering and Classic Selection of the Yeast *Candida famata* (*Candida flareri*) for Construction of Strains with Enhanced Riboflavin Production, *Metabolic Engineering*, 13(1), pp. 82-88.
- De Angelis, M., Siragusa, S., Berloco, M., Caputo, L., Settanni, L., Alfonsi, G., and Gobbetti, M., (2006), Selection of Potential Probiotic Lactobacilli from Pig Feces to be Used as Additives in Pelleted Feeding, *Research in Microbiology*, 157(8), pp. 792-801.
- De Vuyst, L. and Vandamme, E. J. (1994). Nisin, a Lantibiotic Produced by *Lactococcus Lactis* Subsp. *Lactis*: Properties, Biosynthesis, Fermentation and Applications. In *Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria*, Springer US, pp. 151-221.

- Dung, N.T.P., (2013), Vietnamese Rice-Based Alcoholic Beverages, *International Food Research Journal*, 20(3), pp. 1035-1041.
- Elsayed, E.A., Farid, M.A.F., and El Enshasy, H.A., (2013), Improvement in Natamycin Production by *Streptomyces Natalensis* with the Addition of Short-Chain Carboxylic Acids, *Process Biochemistry*, 48(12), pp. 1831-1838.
- Engel, C.A.R., Straathof, A.J., Zijlmans, T.W., van Gulik, W.M., and van der Wielen, L.A., (2008), Fumaric Acid Production by Fermentation, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 78(3), pp. 379-389.
- Farid, M.A., El-Enshasy, H.A., and Noor El-Deen, A.M., (2002), Alcohol Production From Starch by Mixed Cultures of *Aspergillus Awamori* and Immobilized *Saccharomyces cerevisiae* at Different Agitation Speeds, *Journal of Basic Microbiology*, 42(3), pp. 162-171.
- Farnworth, E.R., Mainville, I., Desjardins, M.P., Gardner, N., Fliss, I., and Champagne, C., (2007), Growth of Probiotic Bacteria and Bifidobacteria in a Soy Yogurt Formulation, *International Journal of Food Microbiology*, 116(1), pp. 174-181.
- Feller, G., Narinx, E., Arpigny, J.L., Aittaleb, M., Baise, E., Genicot, S., and Gerday, C., (1996), Enzymes from Psychrophilic Organisms, *FEMS Microbiology Reviews*, 18(2-3), pp. 189-202.
- Feng, Y., Cui, C., Zhao, H., Gao, X., Zhao, M., and Sun, W., (2013), Effect of Koji Fermentation on Generation of Volatile Compounds in Soy Sauce Production, *International Journal of Food Science and Technology*, 48(3), pp. 609-619.
- Ferreira, V., López, R., and Cacho, J.F., (2000), Quantitative Determination of The Odorants of Young Red Wines from Different Grape Varieties, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(11), pp. 1659-1667.
- Frediansyah, A. and Kurniadi, M., (2017), Michaelis Kinetic Analysis of Extracellular Cellulase and Amylase Excreted by *Lactobacillus Plantarum* during Cassava Fermentation, In B. Kristiawan, M. Anwar, A.T. Wijayanta, S. Hadi, D. Danardono, D. Ariawan, J. Triyono, B. Santoso and E. Surojo eds., *AIP Conference Proceedings*, AIP Publishing, 1788(1) p. 030111.
- Frediansyah, A., Nurhayati, R., and Romadhoni, F. (2017). Enhancement of Antioxidant Activity, α -Glucosidase and α -Amylase Inhibitory Activities by Spontaneous and Bacterial Monoculture Fermentation of Indonesian Black Grape Juices. In S. Tursiloadi eds., *AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing, 1803 (1), p. 020022
- Frediansyah, A. and Kurniadi, M., (2016), Comparative Influence of Salinity and Temperature on Cassava Flour Product by *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus acidophilus* during Single Culture Fermentation, *Nusantara Bioscience*, 8(2), pp. 207-214.
- Gala, E., Landi, S., Solieri, L., Nocetti, M., Pulvirenti, A., and Giudici, P., (2008), Diversity of Lactic Acid Bacteria Population in Ripened Parmigiano Reggiano Cheese, *International Journal of Food Microbiology*, 125(3), pp. 347-351.
- Gamble, H.R., (1997), Parasites Associated with Pork and Pork Products, *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 16(2), pp. 496-506.
- Ganguly, S. and Banik, A.K., (2010), Induced Mutation and Selection of High Yielding Strain of *Micrococcus Glutamicus* for Glutamic Acid Production, *Journal of the Indian Chemical Society*, 87(6), pp. 717-721.
- Garneau, S., Martin, N. I., and Vederas, J.C., (2002), Two-Peptide Bacteriocins Produced by Lactic Acid Bacteria, *Biochimie*, 84(5), pp. 577-592.
- Gbassi, G.K., Vandamme, T., Ennahar, S., and Marchioni, E., (2009), Microencapsulation of *Lactobacillus Plantarum* spp in an Alginate Matrix Coated with Whey Proteins, *International Journal of Food Microbiology*, 129(1), pp. 103-105.
- Gill, J.S. and Donaghy, M., (2004), Variation in the Alcohol Content of a 'Drink' of Wine and Spirit Poured by a Sample of the Scottish Population, *Health Education Research*, 19(5), pp. 485-491.
- Gobbetti, M., Burzigotti, R., Smacchi, E., Corsetti, A., and De Angelis, M., (1997), Microbiology and Biochemistry of Gorgonzola Cheese during Ripening, *International Dairy Journal*, 7(8), pp. 519-529.
- Gong, C.H.E.N., (2009), Quality Evaluation and Standard Discussion of Chinese Pickle [J], *Science and Technology of Food Industry*, 2, p. 107.
- Goupil-Feuillerat, N., Corthier, G., Godon, J.J., Ehrlich, S. D., and Renault, P., (2000), Transcriptional and Translational Regulation of α -Acetolactate Decarboxylase of *Lactococcus lactis* sub sp. *Lactis*, *Journal of Bacteriology*, 182(19), pp. 5399-5408.
- Green, F. and Clausen, C.A., (2003), Copper Tolerance of Brown-Rot Fungi: Time Course of Oxalic Acid Production, *International Biodeterioration and Biodegradation*, 51(2), pp. 145-149.
- Gül, H., Özçelik, S., Sağdıç, O., and Certel, M., (2005), Sourdough Bread Production with *Lactobacilli* and *S. Cerevisiae* Isolated from Sourdoughs, *Process Biochemistry*, 40(2), pp. 691-697.

- Hamilton, W.L. and Wenlock, R., (2016), Antimicrobial Resistance: A Major Threat to Public Health. Access 19 June 2016. <http://www.cambridgemedicine.org/hamilton2016>
- Hennessy, A.A., Barrett, E., Ross, R.P., Fitzgerald, G.F., Devery, R., and Stanton, C., (2012), The Production of Conjugated A-Linolenic, Γ -Linolenic and Stearidonic Acids by Strains of Bifidobacteria and Propionibacteria, *Lipids*, 47(3), pp. 313-327.
- Harris, R. A. and Bruno, P., (1985), Effects of Ethanol and other Intoxicant-Anesthetics on Voltage-Dependent Sodium Channels of Brain Synaptosomes, *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 232(2), pp. 401-406.
- Hermann, T., (2003), Industrial Production of Amino Acids by Coryneform Bacteria, *Journal of Biotechnology*, 104(1), pp. 155-172.
- Holzappel, W.H. and Taljaard, J.L., (2004), Industrialization of Mageu Fermentation in South Africa, *Food Science and Technology, New York-Marcel Dekker*, pp. 363-405.
- Iqbal, Z. and Sze, P.Y., (1994), Correlation between [125 I] Calmodulin Binding and Lipid Fluidity in Synaptic Plasma Membranes: Effects of Ethanol and other Short-Chain Alcohols, *Molecular Brain Research*, 27(2), pp. 333-336.
- Isobe, K., Inoue, N., Takamatsu, Y., Kamada, K., and Wakao, N., (2006), Production of Catalase by Fungi Growing at Low pH and High Temperature, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 101(1), pp. 73-76.
- Iyer, C., Phillips, M., and Kailasapathy, K., (2005), Release Studies of Lactobacillus Casei Strain Shirota from Chitosan-Coated Alginate-Starch Microcapsules in Ex Vivo Porcine Gastrointestinal Contents, *Letters in Applied Microbiology*, 41(6), pp. 493-497.
- Kanlayakrit, W. and Maweang, M., (2006), Production of Seasoning "Mirin" from Thai Rice by Fermentation, *Kasetsart J*, 40, pp. 39-46.
- Kantyka, T., Shaw, L.N. and Potempa, J., (2011), Papain-like Proteases of Staphylococcus Aureus. In *Cysteine Proteases of Pathogenic Organisms*, Springer US, pp. 1-14.
- Kataoka, S., (2005), Functional Effects of Japanese Style Fermented Soy Sauce (Shoyu) and Its Components, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 100(3), pp. 227-234.
- Kinegam, S., Tanasupawat, S., and Akaracharanya, A., (2007), Screening and Identification of Xylanase-Producing Bacteria from Thai Soils, *The Journal of General and Applied Microbiology*, 53(1), pp. 57-65.
- Kobayashi, T., Kajiwara, M., Wahyuni, M., Kitakado, T., Hamada-Sato, N., Imada, C., and Watanabe, E., (2003), Isolation and Characterization of Halophilic Lactic Acid Bacteria Isolated from "Terasi" Shrimp Paste: A Traditional Fermented Seafood Product in Indonesia, *The Journal of General and Applied Microbiology*, 49(5), pp. 279-286.
- Kollöffel, B., Meile, L., and Teuber, M., (1999), Analysis of Brevibacteria on the Surface of Gruyère Cheese Detected by In Situ Hybridization and by Colony Hybridization, *Letters in Applied Microbiology*, 29(5), pp. 317-322.
- Kostinek, M., Specht, I., Edward, V.A., Schillinger, U., Hertel, C., Holzappel, W.H., and Franz, C.M., (2005), Diversity and Technological Properties of Predominant Lactic Acid Bacteria from Fermented Cassava Used for the Preparation of Gari, a Traditional African Food, *Systematic and Applied Microbiology*, 28(6), pp. 527-540.
- Kourkoutas, Y., Bekatorou, A., Banat, I.M., Marchant, R., and Koutinas, A.A., (2004), Immobilization Technologies and Support Materials Suitable in Alcohol Beverages Production: A Review, *Food Microbiology*, 21(4), pp. 377-397.
- Kubo, I., Masuoka, N., Joung Ha, T., Shimizu, K., and Nihei, K.I., (2010), Multifunctional Antioxidant Activities of Alkyl Gallates, *The Open Bioactive Compounds Journal*, 3(1), pp. 1-11.
- Lazzi, C., Rossetti, L., Zago, M., Neviani, E., and Giraffa, G., (2004), Evaluation of Bacterial Communities Belonging to Natural Whey Starters for Grana Padano Cheese by Length Heterogeneity-PCR. *Journal of Applied Microbiology*, 96(3), pp. 481-490.
- Lee, J.Y., Kim, C.J., and Kunz, B., (2006), Identification of Lactic Acid Bacteria Isolated from Kimchi and Studies on their Suitability for Application as Starter Culture in the Production of Fermented Sausages, *Meat Science*, 72(3), pp. 437-445.
- Lefeber, T., Gobert, W., Vrancken, G., Camu, N., and De Vuyst, L., (2011), Dynamics and Species Diversity of Communities of Lactic Acid Bacteria and Acetic Acid Bacteria during Spontaneous Cocoa Bean Fermentation in Vessels, *Food Microbiology*, 28(3), pp. 457-464.
- Lefier, D., Lamprell, H., and Mazerolles, G., (2000), Evolution of Lactococcus Strains during Ripening in Brie Cheese using Fourier Transform Infrared Spectroscopy, *Le Lait*, 80(2), pp. 247-254.
- Leroy, F. and De Vuyst, L., (2004), Lactic Acid Bacteria as Functional Starter Cultures for the Food Fermentation Industry, *Trends in Food Science and Technology*, 15(2), pp. 67-78.

- Lopez, H.W., Krespine, V., Guy, C., Messenger, A., Demigne, C. and Remesy, C., (2001), Prolonged Fermentation of Whole Wheat Sourdough Reduces Phytate Level and Increases Soluble Magnesium, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(5), pp. 2657-2662.
- Lopitz-Otsoa, F., Rementeria, A. Li-Jun, Y., Li-Te, L., Zai-Gui, L., Tatsumi, E., and Saito, M., (2004), Changes in Isoflavone Contents and Composition of Sufu (Fermented Tofu) during Manufacturing, *Food Chemistry*, 87(4), pp. 587-592.
- Lopitz-Otsoa, F., Rementeria, A., Elguezabal, N., and Garaizar, J., (2006), Kefir: A Symbiotic Yeasts-Bacteria Community with Alleged Healthy Capabilities, *Revista Iberoamericana de Micologia*, 23(2), pp. 67-74.
- Lotfy, W.A., Ghanem, K.M., and El-Helow, E.R., (2007), Citric Acid Production by a Novel *Aspergillus Niger* Isolate: II. Optimization of Process Parameters through Statistical Experimental Designs, *Bioresource Technology*, 98(18), pp. 3470-3477.
- Luangkhlaphoa, A., Pattaragulwanita, K., Leepipatpiboonb, N., and Yompakdeea, C., (2014), Development of a Defined Starter Culture Mixture for the Fermentation of Sato, A Thai Rice-Based Alcoholic Beverage, *Scienceasia*, 40(2), pp. 125-134.
- Luh, B.S., (1995), Industrial Production of Soy Sauce. *Journal of Industrial Microbiology*, 14(6), pp. 467-471.
- Marshall, V.M. and Rawson, H.L., (1999), Effects of Exopolysaccharide-Producing Strains of Thermophilic Lactic Acid Bacteria on the Texture of Stirred Yoghurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 34(2), pp. 137-143.
- Mashimo, P.A., Yamamoto, Y., Nakamura, M., and Slots, J., (1983), Selective Recovery of Oral Capnocytophaga Spp. with Sheep Blood Agar Containing Bacitracin and Polymyxin B, *Journal of Clinical Microbiology*, 17(2), pp. 187-191.
- Maxwell, F.J., Duncan, S.H., Hold, G., and Stewart, C.S., (2004), Isolation, Growth on Prebiotics and Probiotic Potential of Novel Bifidobacteria from Pigs, *Anaerobe*, 10(1), pp. 33-39
- McIntosh, C. and Chick, J., (2004), Alcohol and Nervous System, *The Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 75, pp. 1-6.
- Mokarram, R.R., Mortazavi, S.A., Najafi, M.H., and Shahidi, F., (2009), The Influence of Multi Stage Alginate Coating on Survivability of Potential Probiotic Bacteria in Simulated Gastric and Intestinal Juice, *Food Research International*, 42(8), pp. 1040-1045.
- Morea, M., Baruzzi, F., and Cocconcelli, P.S., (1999), Molecular and Physiological Characterization of Dominant Bacterial Populations in Traditional Mozzarella Cheese Processing, *Journal of Applied Microbiology*, 87(4), pp. 574-582.
- Newton, G.L., Rawat, M Nakajima, N., Nozaki, N., Ishihara, K., Ishikawa, A., and Tsuji, H., (2005), Analysis of Isoflavone Content in Tempeh, A Fermented Soybean, and Preparation of A New Isoflavone-Enriched Tempeh, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 100(6), pp. 685-687.
- Newton, G.L., Rawat, M., La Clair, J.J., Jothivasan, V.K., Budiarto, T., Hamilton, C. J., and Fahey, R.C., (2009), Bacillithiol is an Antioxidant Thiol Produced in Bacilli, *Nature Chemical Biology*, 5(9), pp. 625-627.
- Ng, T.B. and Arora, D.K., (2004), Fungi and Fermented Food, *Fungal Biotechnology in Agricultural, Food, and Environmental Applications*, 21(1), pp. 223-231.
- Omar, M.M., Guirguis, A.H., El-Abbassy, M.Z., and Ismail, H.A., (2014), Chemical Compositional and Microbiological Quality of Limburger Like Cheese Made from Different Types of Milk, *Egyptian Journal of Dairy Science*, 42(1), pp. 61-70.
- Onda, T., Yanagida, F., Uchimura, T., Tsuji, M., Ogino, S., Shinohara, T., and Yokotsuka, K., (2003), Analysis of Lactic Acid Bacterial Flora during Miso Fermentation, *Food Science and Technology Research*, 9(1), pp. 17-24.
- Park, J.S., Song, S.H., Choi, J.B., Kim, Y.S., Kwon, S.H., and Park, Y.S., (2014), Physicochemical Properties of Korean Rice Wine (Makgeolli) Fermented using Yeasts Isolated from Korean Traditional Nuruk, A Starter Culture, *Food Science and Biotechnology*, 23(5), pp. 1577-1585.
- Parvez, S., Malik, K.A., Ah Kang, S., and Kim, H.Y., (2006), Probiotics and their Fermented Food Products are Beneficial for Health, *Journal of Applied Microbiology*, 100(6), pp. 1171-1185.
- Pochanavanich, P. and Suntornsuk, W., (2002), Fungal Chitosan Production and Its Characterization, *Letters in Applied Microbiology*, 35(1), pp. 17-21.
- Pappenberger, G. and Hohmann, H.P., (2013), Industrial Production of L-Ascorbic Acid (Vitamin C) and D-Isoascorbic Acid, in *Biotechnology of Food and Feed Additives*, Springer Berlin Heidelberg, pp. 143-188.
- Rodriguez, E., Arques, J.L., Rodriguez, R., Nunez, M., and Medina, M., (2003), Reuterin Production by Lactobacilli Isolated from Pig Faeces and Evaluation of Probiotic Traits, *Letters in Applied Microbiology*, 37(3), pp. 259-263.

- Röling, W.F., Apriyantono, A., and Van Verseveld, H.W., (1996), Comparison between Traditional and Industrial Soy Sauce (Kecap) Fermentation in Indonesia, *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 81(3), pp. 275-278.
- Rosenberg, M. and Miková, H., (1999), Production of L-tartaric Acid by Immobilized Bacterial Cells *Nocardia Tartaricans*, *Biotechnology Letters*, 21(6), pp. 491-495.
- Sastraatmadja, D.D., Tomita, F., and Kasai, T., (2002), Production of High-Quality Oncom, A Traditional Indonesian Fermented Food, by the Inoculation with Selected Mold Strains in the Form of Pure Culture and Solid Inoculum, *Journal of the Graduate School of Agriculture-Hokkaido University*, 70(2), pp. 111-127.
- Schubert, K., Ludwig, W., Springer, N., Kroppenstedt, R. M., Accolas, J. P., and Fiedler, F., (1996), Two Coryneform Bacteria Isolated from the Surface of French Gruyère and Beaufort Cheeses Are New Species of the Genus *Brachybacterium*: *Brachybacterium alimentarium* sp. nov. and *Brachybacterium tyrofermentans* sp. nov. r†, *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 46(1), pp. 81-87.
- Siebenhandl, S., Lestario L.N., Trimmel D., and Berghofer, E. (2001). Studies on Tape Ketan–An Indonesian Fermented Rice Food, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 52(4), pp. 347-357.
- Silva, M., Jacobus, N.V., Deneke, C., and Gorbach, S.L., (1987), Antimicrobial Substance from A Human *Lactobacillus* Strain, *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 31(8), pp. 1231-1233.
- Sirsantimethakom, L., Laopaiboon, L., Danvirutai, P., and Laopaiboon, P., (2008), Volatile Compounds of a Traditional Thai Rice Wine, *Biotechnology*, 7(3), pp. 505-513.
- Steinkraus, K.H., (2002), Fermentations in World Food Processing, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1(1), pp. 23-32.
- Sun, Y. and Furusaki, S., (1990), Continuous Production of Acetic Acid using Immobilized *Acetobacter Aceti* in a Three-Phase Fluidized Bed Bioreactor, *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 69(2), pp. 102-110.
- Suzuki, K., Asano, S., Iijima, K., and Kitamoto, K., (2008), Sake and Beer Spoilage Lactic Acid Bacteria—A Review, *Journal of the Institute of Brewing*, 114(3), pp. 209-223.
- Tanasupawat, S., Namwong, S., Kudo, T., and Itoh, T., (2007), *Piscibacillus Salipiscarius* Gen. nov., sp. nov., a Moderately Halophilic Bacterium from Fermented Fish (pla-ra) in Thailand, *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 57(7), pp. 1413-1417
- Thanh, V.N., and Tuan, D.A., (2008), Microbial Diversity of Traditional Vietnamese Alcohol Fermentation Starters (Banh Men) as Determined by PCR-mediated DGGE, *International Journal of Food Microbiology*, 128(2), pp. 268-273.
- Visessanguan, W., Benjakul, S., Riebroy, S., Yarchai, M., and Tapingkae, W., (2006), Changes in Lipid Composition and Fatty Acid Profile of Nham, a Thai Fermented Pork Sausage, during Fermentation, *Food Chemistry*, 94(4), pp. 580-588.
- Vojnov, A.A., Slater, H., Daniels, M.J., and Dow, J. M., (2001), Expression of the Gum Operon Directing Xanthan Biosynthesis in *Xanthomonas Campestris* And Its Regulation in Planta. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 14(6), pp. 768-774.
- Wahono, S. K., Rosyida, V. T., Darsih, C., Pratiwi, D., & Frediansyah, A. (2015). Optimization of Simultaneous Saccharification and Fermentation Incubation Time Using Cellulose Enzyme for Sugarcane Bagasse on the Second-Generation Bioethanol Production Technology. *Energy Procedia*, 65, pp. 331-336.
- Wang, H., Livingston, K.A., Fox, C.S., Meigs, J.B. and Jacques, P.F., (2013), Yogurt Consumption is Associated with Better Diet Quality and Metabolic Profile in American Men and Women, *Nutrition Research*, 33(1), pp. 18-26.
- Watanabe, T., Aoki, T., Honda, H., Taya, M. and Kobayashi, T., (1990), Production of Ethanol in Repeated-Batch Fermentation with Membrane-Type Bioreactor, *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 69(1), pp. 33-38.
- Wilkinson, M.G., Guinee, T.P., O'Callaghan, D.M., and Fox, P.F., (1994), Autolysis and Proteolysis in Different Strains of Starter Bacteria during Cheddar Cheese Ripening, *Journal of Dairy Research*, 61(02), pp. 249-262.
- Wulansari D., WahyuntariI, B., Trismillah, T., and Nurhasanah, A., (2012), The Effect of Growth Medium pH towards Trypsin-Like Activity Produced by Lactic Acid Bacteria, *Microbiology Indonesia*, 6(2), p. 49.
- Xiong, T., Guan, Q., Song, S., Hao, M., and Xie, M., (2012), Dynamic Changes of Lactic Acid Bacteria Flora during Chinese Sauerkraut Fermentation. *Food Control*, 26(1), pp. 178-181.
- Yokoyma, S., Hiramatsu, J.I., and Hayakawa, K., (2002), Production of γ -Aminobutyric Acid from Alcohol Distillery Lees by *Lactobacillus Brevis* IFO-

12005, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 93(1), pp. 95-97.

Yongsawatdigul, J., Rodtong, S., and Raksakulthai, N., (2007), Acceleration of Thai Fish Sauce Fermentation using Proteinases and Bacterial Starter Cultures. *Journal of Food Science*, 72(9), pp. M382-M390.

Yu, Z.T., Yao, W., and Zhu, W.Y., (2008), Isolation and Identification of Equol-Producing Bacterial Strains from Cultures of Pig Faeces, *FEMS Microbiology Letters*, 282(1), pp. 73-80.

Yun, J.H., Lee, K.B., Sung, Y.K., Kim, E.B., Lee, H. G., and Choi, Y.J., (2009), Isolation and

Characterization of Potential Probiotic Lactobacilli from Pig Feces, *Journal of Basic Microbiology*, 49(2), pp. 220-226.

Zheng, X.W., and Han, B.Z. (2016). Baijiu, Chinese Liquor: History, Classification and Manufacture, *Journal of Ethnic Foods*, 3(1), pp. 19-25.

Zhu, Y., Li, J., Tan, M., Liu, L., Jiang, L., Sun, J., and Chen, J., (2010), Optimization and Scale-Up of Propionic Acid Production by Propionic Acid-Tolerant *Propionibacterium Acidipropionici* with Glycerol as the Carbon Source, *Bioresource Technology*, 101(22), pp. 8902-8906.