

ISSN. 1858.3504
Terakreditasi (Accredited) B Nomor 451/D/2010

BULETIN TEKNOLOGI PASCA PANEN PERTANIAN



Vol. 6
Nomor 1
Tahun 2010

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
BALAI BESAR PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PASCAPANEN PERTANIAN
BOGOR



BULETIN TEKNOLOGI PASCAPANEN PERTANIAN

ISSN 1858-3504

Volume 6, Nomor 1, 2010

Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian memuat tinjauan (*review*) mengenai hasil-hasil penelitian yang telah diterbitkan, dikaitkan dengan teori, evaluasi hasil penelitian lain dan atau ketentuan kebijakan, dengan tujuan memberikan informasi teknologi pascapanen pertanian kepada pengguna dan pengambil kebijakan. Buletin ini diterbitkan secara berkala dua kali dalam setahun oleh Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Penanggung Jawab

Kepala Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

Dewan Redaksi

Nur Richana
Hernani
Yulianingsih
Djayeng Sumangat
Sri Yuliani
Sulusi Prabawati
Sri Yuliani

Redaksi Pelaksana

Siti M. Widayanti
Titi Haryanti
Febriyezi
Winda Haliza
Asep W. Permana

Alamat Redaksi

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
Jl. Tentara Pelajar 12, Bogor 16114
Kampus Penelitian Pertanian
Cimanggu
Telepon/fax : 62-251-8321762
E-mail:
bb_pascapanen@litbang.deptan.go.id
bb_pascapanen@yahoo.com

Daftar Isi

PROSPEK PENGEMBANGAN FLAVOR FUNGSIONAL BERBASIS BAHAN BAKU INDIGENOUS INDONESIA C. Hanny Wijaya dan Isak Silamba	1
INOVASI PENGERINGAN MENDUKUNG PENGEMBANGAN DIVERSIFIKASI PRODUK SAYURAN Ridwan Rachmat	17
TEKNOLOGI PASCAPANEN UNTUK MENINGKATKAN MUTU DAN KEAMANAN PANGAN SERTA NILAI TAMBAH TERNAK ITIK MENUNJANG PEMBANGUNAN SUB SEKTOR PETERNAKAN Abubakar.....	26
TEKNOLOGI PENGOLAHAN PANGAN FUNGSIONAL BERBASIS PADI Sri Widowati, Syafarudin Lubis dan Mulyana Hadipernata.....	38
MINYAK CENGKEH SEBAGAI ANTIMIKROBA Nanan Nurdjannah.....	51
PENERAPAN TEKNOLOGI PASCAPANEN UNTUK MEMPERTAHAKAN MUTU DAN MENINGKATKAN NILAI TAMBAH BUNGA MELATI Sulusi Prabawati	63
KAJIAN KEHALALAN KULIT DAN OLAHANNYA Ulfah T. A.	73

Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian menerima naskah bidang pascapanen pertanian dari pihak lain yang memenuhi kriteria sebagaimana tercantum dalam pedoman bagi penulis di halaman sampul belakang majalah ini.

PROSPEK PENGEMBANGAN FLAVOR FUNGSIONAL BERBASIS BAHAN BAKU *INDIGENOUS* INDONESIA

C. Hanny Wijaya dan Isak Silamba

Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian-IPB

ABSTRAK

Banyak senyawa flavor yang tidak saja berperan sebagai pemberi cita-rasa pada produk pangan tetapi juga mempunyai kemampuan fisiologis aktif bagi kebugaran tubuh. Flavor kelompok ini dikenal sebagai flavor fungsional. Berbagai manfaat fisiologis aktif dari senyawa flavor "etnik", terutama yang berasal dari rempah-rempah dan herbal, telah dilaporkan oleh para peneliti. Indonesia sebagai negara tropis yang sangat kaya akan sumber hayati dan ragam budaya kuliner, serta sejak zaman dulu telah banyak menggunakan sumber alam dalam mendapatkan kenikmatan cita-rasa sekaligus menjaga kecantikan dan vitalitas tubuh. Indonesia adalah tempat ideal bagi pengembangan flavor fungsional alami. Andaliman, cengkeh, kencur, laos, jahe, jeruk purut, secang, ketumbar, temulawak merupakan beberapa sumber flavor fungsional yang telah diteliti. Ketertarikan dunia akan pangan etnik yang eksotis dan keinginan untuk kembali serba alami akan sangat memberi nilai tambah bagi pengembangan kelompok flavor ini di Indonesia. Banyak peluang untuk menghasilkan formula flavor fungsional baru dari sumber daya alam dan pengetahuan lokal yang belum terjamah.

Kata kunci : flavor, fungsional, indigenous

ABSTRACT. C Hanny Wijaya dan Isak Silamba. 2010. **Prospects of functional flavour development of indigenous Indonesian plants.** A lot of flavor compounds not only exhibited the role of flavor in food products but also has the ability to physiologically active for body health and fitness. This group of flavors is known as *functional flavor*. The physiological active benefits of *ethnic* flavors, particularly those derived from spices and herbs, have been reported by many researchers. Indonesia, as a tropical country is rich in biological resources as well as diverse culinary culture and since ancient times has utilized a lot of natural resources in getting the enjoyment of flavor while maintaining the beauty and vitality of the body. Indonesia is the ideal place for the development of a natural functional flavor. *Andaliman*, clove, *kencur*, *laos*, ginger, lime, sappan wood (secang), coriander, ginger are some sources which have been studied for their functionality. The world interest on exotic ethnic foods and the desire to back to nature will greatly add value to the development of these types of flavor groups in Indonesia. Opportunities to generate new functional flavor formula from natural resources and local knowledge which still unexplored are widely open.

Keywords : flavor, functional properties, indigenous

PENDAHULUAN

Produk pangan dewasa ini dituntut tidak saja berfungsi sebagai pemenuh kebutuhan gizi konvensional dan pemuas cita-rasa tetapi juga sebagai penjaga kesehatan atau kebugaran tubuh. Pengamatan para ahli menunjukkan bahwa aktivitas fisiologis aktif dalam bahan pangan mampu mempengaruhi status kesehatan konsumennya^{1,2}. Fenomena ini tentu saja memberikan tantangan baru sekaligus peluang bagi para teknolog pangan dalam mengembangkan produknya.

Menurut Tarver³, pengurangan ingredien- ingredien pangan tertentu dengan alasan kesehatan

seperti lemak dan garam (khususnya sodium) tidak hanya sekedar menurunkan kesan *creamy* atau rasa asin tetapi membawa tantangan cita-rasa yang lebih kompleks pada produk pangan yang dihasilkan. Kombinasi dari berbagai herba dan rempah-rempah yang sangat beragam dan kaya akan cita-rasa dapat menjadi salah satu alternatif pengganti garam yang mempunyai beberapa fungsi sekaligus. Penggunaan rempah-rempah dan herba dalam beberapa hal dapat juga menggantikan fungsi garam sebagai pengawet pangan.

Penggunaan ingredien termasuk flavor dengan kesan etnik membuka peluang daya tarik tersendiri untuk pengembangan produk pangan yang lebih sehat yang walau rendah lemak namun tetap *tasty*⁴. Selain

itu, ingredien kelompok ini juga dikenal kaya akan kandungan komponen fisiologis aktif secara alami^{5,6,7,8}. Indonesia telah mengenal penggunaan flavor fungsional sejak zaman dahulu. Berbagai minuman dan makanan berbasis rempah dan herba ditemukan pada berbagai jenis pangan tradisional antara lain pada minuman kelompok jamu seperti beras kencur, kunir asam, atau kelompok minuman dengan basis jahe seperti serbat, bandrek, *sarabba*, juga kelompok ramuan lokal seperti bir pletok, wedang secang dan banyak lagi.

Kekayaan alam Indonesia dalam menyediakan sumber alam yang memiliki flavor yang disukai dunia sudah kita buktikan dengan kedatangan ekspedisi Eropa ke bumi Nusantara untuk memperoleh rempah-rempah berpuluh abad yang lalu. Ketertarikan dunia akan pangan etnik yang eksotis dan keinginan untuk kembali serba alami tak bisa dipungkiri^{9,10,11,12,13,14}. Sentuhan ilmiah pada sisi fungsionalnya dan juga peningkatan teknologi dalam pemanfaatannya tentu akan sangat memberi nilai tambah yang menguntungkan bagi pengembangan kelompok flavor ini di Indonesia.

FLAVOR PADA PANGAN FUNGSIONAL

Tak dapat dipungkiri minat konsumen akan pangan fungsional di dunia dewasa ini terus meningkat secara signifikan¹⁵. Pangan fungsional kini tidak hanya dikenal secara eksklusif oleh kelompok masyarakat Asia yang secara historis umumnya telah mengenal fungsi pangan yang terkait dengan kesehatan, tetapi juga telah menjadi tren perhatian dan diterima oleh kelompok masyarakat barat yang relatif baru mengenalnya^{16,17}.

Menurut pemaparan Prof. Zhou Weibiao pada 2010 IUFost Food World congress di Cape Town, berdasarkan data dari 2009 *International Food Information Council* dan 2007 *USA Health Foods and Trend Report*, perilaku konsumen dewasa ini adalah sebagai berikut:

- a. 90% setuju bahwa pangan tertentu memiliki manfaat melebihi dari nutrisi konvensional/dasar
- b. 79% percaya bahwa beberapa pangan memiliki komponen fisiologis aktif (atau lebih dikenal dengan sebutan komponen aktif) yang dapat membantu mengatasi permasalahan kesenatan saat ini
- c. 76% berpikir bahwa komponen-komponen ini dapat mengurangi resiko penyakit dan memperbaiki kesehatan jangka panjang
- d. 56% merasa bahwa pangan dapat juga mengurangi penggunaan obat-obatan dan terapi medis lain.

Tantangan utama pada pengembangan produk pangan fungsional adalah flavor produk yang cenderung kurang bisa diterima oleh konsumen. Umumnya komponen aktif yang diperlukan umumnya bukan *flavor friendly* (tidak ramah pencicip dan

penghidu) seperti pahit, sepat, *beany*, *grassy*, menyengat (*harsness*, metalik dan masih banyak lagi). Upaya untuk mendapatkan produk pangan dengan kandungan komponen aktif pada level yang dapat memberikan aktivitas di satu sisi, dan tetap memiliki flavor yang disukai di sisi lain, merupakan dua buah aspek yang tidak mudah dikompromikan¹⁸.

Pada saat awal memang pangan fungsional masih dapat diterima dengan mengesampingkan cita-rasanya, namun dengan semakin jenuhnya pasar maka atribut ini menjadi sangat penting untuk menarik konsumen yang memprioritaskan cita-rasa pangan¹⁹. Fenomena ini diperkuat dengan hasil penelitian Urala dan L  hteenm  ki¹⁹, yang menunjukkan bahwa rasa yang buruk nampaknya tetap tak bisa diterima walau dikompensasi dengan manfaat kesehatan yang diperoleh. Penelitian sebelumnya oleh Tuorila dan Cardello²⁰ juga menunjukkan bahwa rasa pahit/asin yang tidak disukai sangat menurunkan keinginan konsumen untuk mengkonsumsi jus fungsional. Konsumen tidak menginginkan rasa pangan fungsional lebih buruk dari produk pangan konvensional²¹.

Peran flavor pada produk pangan fungsional dapat dibagi ke dalam dua jenis peran. Peran yang satu adalah peran murni dari segi atribut cita-rasa. Peran yang lain adalah peran ganda selain pemberi flavor tetapi juga memberikan kemampuan fungsional aktif (seperti yang telah di ulas pada pendahuluan).

Peran pertama dapat dilakukan dengan cara mengendalikan atribut flavor yang kurang disukai karena keberadaan komponen fungsional atau kehilangan flavor tertentu yang disebabkan oleh pengurangan ingredien pangan tertentu dari pangan aslinya. Pengendalian atribut flavor dapat dilakukan dengan menutup (*masking*), intensifikasi atribut flavor yang disukai, menekan flavor tak disukai dengan inhibitor (*suppresing* atau *blocking*) atau dengan modifikasi (*modifier*). Pengendalian bisa juga dari pendekatan pengolahan seperti pemeraman (*aging*) atau fermentasi.

Peran flavor berikutnya pada pangan fungsional bisa juga diperoleh dari komponen yang memiliki cita-rasa yang disukai sekaligus bersifat aktif. Beberapa ingredien pangan terutama rempah dan herba memiliki kemampuan tersebut. Sebut saja rempah yang tak asing bagi kita semua jahe. Jahe yang banyak digunakan dalam produk pangan karena flavornya yang khas menyenangkan ternyata juga dapat berperan sebagai antimikroba, anti-inflamasi dan meningkatkan imunitas tubuh sehingga banyak digunakan dalam bentuk minuman fungsional²².

Apa yang dimaksud dengan Flavor Fungsional?

Seperti telah diulas sebelumnya, fungsionalitas suatu pangan dapat diperoleh dari ingredien flavor yang tidak saja berperan dari segi cita-rasa produk tetapi juga dari memiliki kemampuan fisiologis aktif. Untuk

memudahkan dalam dunia aplikasi, flavor-flavor dengan kemampuan ganda seperti ini disebut sebagai flavor fungsional.

Sama halnya dengan pangan yang memiliki kemampuan fisiologis aktif, maka flavor fungsional didefinisikan sebagai flavor yang memiliki kemampuan fisiologis aktif selain fungsi utamanya sebagai pemberi cita-rasa pada suatu produk pangan²³. Memang istilah ini masih asing bagi praktisi di dunia pangan, namun diharapkan dapat diterima sebagai terminologi *baru* dalam menggambarkan senyawa-senyawa atau komponen flavor dengan kemampuan ganda ini.

Flavor fungsional sebenarnya bukan hal yang baru dalam ranah pangan di Indonesia. Banyak ingredien dengan peran ganda ini digunakan dalam kuliner tradisional suku-suku bangsa Indonesia, seperti penggunaan berbagai rempah dan herba dalam berbagai masakan untuk memperpanjang masa simpan selain memberi cita-rasa yang kaya.

Pemanfaatan flavor sebagai ingredien fungsional juga dikenal di manca negara seperti halnya pada *teh*, kopi, coklat dan berbagai minuman penyegar lain. Komponen pada tanaman tertentu sangat dikenal khasiat fisiologisnya seperti teh hijau dan ginseng pun dewasa ini telah berubah fungsi menjadi ingredien flavor yang sangat populer, melebihi fungsi awalnya/aslinya.

Pergeseran paradigma dan penerimaan flavor-flavor fungsional oleh banyak lapisan konsumen memberi kesempatan penciptaan produk-produk *fusion* yang unik. Dewasa ini tidaklah suatu hal yang tabu bila es krim memiliki rasa pekat teh hijau, atau kopi beradu dengan flavor ginseng bahkan pedasnya cabai dalam manisnya coklat.

Kendala penggunaan flavor fungsional yang terbesar adalah bagaimana memadukan antara konsentrasi komponen agar mampu memberi khasiat yang diinginkan dengan kelayakan atribut cita-rasanya. Sensitifitas alat sensori manusia terhadap atribut flavor tidak selalu selaras dengan kemampuan fisiologis aktif yang diperoleh pada level yang sama. Seringkali cenderung ambang batas sensori kita jauh lebih rendah dari konsentrasi yang diperlukan agar komponen aktif dapat memberi manfaatnya. Beruntung bahwa keaktifan pangan fungsional dapat diperoleh secara sinergis atau bertahap. Pemilihan komponen-komponen flavor tertentu dan pemahaman dengan pasti karakterisasi keaktifan komponen-komponen flavor tersebut menjadi faktor kunci dalam memperoleh sifat fisiologis flavor-flavor kategori fungsional ini²⁴.

POTENSI FLAVOR FUNGSIONAL DARI BERBAGAI BAHAN ALAMI INDIGENOUS INDONESIA

Tak dapat disangkal bahwa Indonesia adalah tempat ideal bagi pengembangan flavor fungsional alami.

Indonesia sebagai negara tropis yang sangat kaya akan sumber hayati dan ragam budaya kuliner sejak zaman nenek moyang kita telah banyak menggunakan sumber alam dalam mendapatkan kenikmatan cita-rasa sekaligus menjaga kecantikan dan vitalitas tubuh. Walau masih diperdebatkan apakah Indonesia termasuk dalam kriteria *megadiversity* atau terkaya dalam keaneka-ragaman hayatinya setelah Brazil, jelas kita mempunyai banyak sekali bahan alami yang berpotensi sebagai flavor fungsional.

Sumber flavor fungsional di Indonesia sangat beragam, dapat berasal dari mikroba seperti halnya mikroba *lactobacillus* pada produk dadiah yang tidak saja mampu memberi cita-rasa khas pada dadiah juga tetapi juga mampu berperan sebagai probiotik dan antibiotik^{25,26} atau berasal dari hewani seperti pada madu. Ragam sumber flavor fungsional di Indonesia yang telah banyak diteliti adalah dari sumber nabati terutama rempah dan herbal, oleh karena itu pada tulisan ini ulasan lebih diarahkan pada flavor fungsional yang berbasis pada sumber nabati.

Cengkeh (*Syzygium aromaticum*, syn. *Eugenia aromaticum*) yang dalam bahasa Inggris disebut *cloves*, adalah tangkai bunga kering beraroma dari keluarga pohon *Myrtaceae*. Cengkeh adalah tanaman asli Indonesia, banyak digunakan sebagai bumbu masakan pedas di negara-negara Eropa, dan sebagai bahan utama rokok kretek khas Indonesia. Cengkeh ditanam terutama di Indonesia (kepulauan Banda) dan Madagaskar, selain itu cengkeh juga dibudidayakan di Zanzibar, India, Sri Lanka dan Cina selatan^{27,28}.

Minyak cengkeh memiliki aktivitas biologis/fisiologis aktif, seperti antibakteri, antijamur, insektisida dan kemampuan antioksidan, serta digunakan secara tradisional sebagai komponen flavor dan antimikroba dalam bahan pangan^{29,30,31,32,33,34}. Sebagai contoh, minyak cengkeh efektif menghambat *Lactobacillus monocytogenes* dan *Salmonella enteritidis* dalam *tryptone soya broth* (TSB), daging dan keju^{35,36}.

Kandungan eugenol yang sangat tinggi dalam minyak cengkeh memberikan aktivitas biologi dan aktivitas mikroba pada minyak cengkeh. Komponen aktif cengkeh yakni eugenol (4-allyl-2-metoksipenol), dilaporkan sekitar 70% dan 90% dari berat minyak cengkeh³⁷; laporan lain menyatakan bahwa komponen tersebut lebih tinggi sekitar 95%³⁸. Senyawa fenolik ini dapat mendenaturasi protein dan bereaksi dengan membran sel fosfolipid dengan mempengaruhi permeabilitasnya^{38,39}. Minyak cengkeh juga memiliki beberapa efek terapi termasuk *antiphlogistic*, *antivomiting*, analgesik, antikarminatif, penguatan ginjal, antiseptik, HCMV *extracorporeal restraining effect*⁴⁰. Minyak cengkeh juga berhasil digunakan untuk pengobatan asma dan berbagai masalah alergi dengan pemberian secara oral⁴¹. Wenqiang *et al*⁴² berhasil mengidentifikasi dua puluh tiga komponen yang terdapat dalam minyak cengkeh yang diekstraksi dengan cara yang berbeda.

Minyak cengkeh telah masuk dalam daftar sebagai senyawa *Generally Regarded As Safe* (GRAS) oleh *United States Food and Drug Administration* (FDA) ketika digunakan dalam pangan dengan jumlah tidak melebihi 1500 ppm dalam berbagai jenis pangan^{43,44,45,46}. Badan dunia *Joint Committee and Agriculture Organisation/World Health Organisation* (WHO) *Expert Committee on Food Additives* telah menyatakan menyetujui penggunaan eugenol pada tingkat 2.5 mg/kg berat badan^{45,47,48}.

Jahe (*Zingiber officinale* (L.) Rosc) merupakan salah satu rempah yang telah digunakan sebagai bumbu atau rempah lebih dari 2000 tahun⁴⁹. Jahe sangat populer digunakan sebagai rempah dan tanaman obat^{50,51}. Aroma jahe sangat tergantung pada kandungan minyak atsirinya, kandungannya bervariasi dari 1% sampai 3%. Lebih dari 50 komponen dari minyak telah dikarakterisasi dan kandungan yang utama yakni monoterpenoid [α -phellandrene, (+)-camphene, cineole, geraniol, curcumene, citral, terpineol, borneol] dan sesquiterpenoid [α -zingiberene (30-70%), α -sesquiphellandrene (15-20%), (E,E)- α -farnesene, arcumene, zingiberol]^{52,53}. Jolad *et al*⁵⁴ mengidentifikasi 115 total komponen, 88 diantaranya dilaporkan. 45 komponen telah diketahui sebelumnya dari jahe segar dan 31 merupakan komponen baru yang termasuk metil[8]-paradol, metil [6]-isogingerol dan [6]-isoshogaol.

Ekstrak jahe mengandung komponen polifenol (6-gingerol dan derivat-derivatnya) yang memiliki aktifitas antioksidan yang tinggi^{55,56,57}. Gingerol dan shogaol merupakan komponen bioaktif dalam jahe, senyawa 6-shogaol adalah bentuk dehidrat dari 6-gingerol, memiliki potensi yang jauh lebih potensial dari 6-gingerol dalam jalur *antioxidant response element* (ARE). 6-shogaol merupakan *inducer* aktivitas ARE-*luciferase* dan ekspresi Nrf2⁵⁸.

Penggunaan ekstrak diklorometan jahe dapat menghambat oksidasi asam linoleat dan penggunaan ekstrak jahe dapat menghambat oksidasi lipoprotein densitas rendah (LDL), sehingga hal ini dapat mencegah terjadinya penyumbatan pembuluh darah (aterosklerosis)⁵⁹. Shanmugam *et al*⁶⁰ menyatakan bahwa pemberian jahe selama 30 hari pada tikus percobaan memberikan hasil signifikan terhadap dosis hipoglikemik dan aktifitas antioksidan. Temuan ini menunjukkan bahwa pengobatan dengan menggunakan jahe memberikan efek terapi terhadap diabetes dengan menurunkan stres oksidatif dan kerusakan hati dan ginjal. Jahe digunakan untuk mengobati influenza, rematik, penyakit saraf, radang gusi, sakit gigi, asma, stroke, konstipasi dan diabetes^{61,62}. Aksi spesifik dari jahe telah banyak dilaporkan, sebagai contoh jahe berfungsi sebagai

komponen anti inflamasi⁶³ dan pencegah kanker⁶⁴. Manfaat jahe sebagai komponen *anti-emetic* setelah operasi telah dikaji oleh Chaiyakunapruk *et al*⁶⁵. Ekstrak jahe dapat mencegah lisis sel mastosit peritoneal tersensitisasi sehingga ekstrak jahe dapat berfungsi sebagai anti-alergi tipe I.

Sumber flavor fungsional yang lebih spesifik lokal di antaranya adalah andaliman. Andaliman merupakan bumbu/rempah yang berasal dari Sumatera Utara. Tanaman ini tumbuh liar di daerah Tapanuli dan dimanfaatkan sebagai rempah pada masakan adat Batak Angkola dan Batak Mandailing. Buah andaliman dipakai sebagai bumbu penyedap masakan yang memberikan rasa getir, kesan getar dan aroma yang khas. Selain sebagai bumbu masak, penggunaan andaliman dalam masakan diharapkan dapat memperpanjang masa simpan produk. Masyarakat Batak Angkola dan Mandailing memanfaatkan jenis rempah berdasarkan pengetahuan yang diperoleh secara turun temurun dan setiap rempah yang dimanfaatkan mempunyai arti dan nilai luhur. Rasa buah andaliman yang pedas mengigit dalam adat diartikan sebagai lambang orang Batak yang dapat menjadi pemimpin yang berani dan bertanggung jawab⁶⁶. Kekhasan dari buah ini ialah kemampuannya memberi sifat sensori yang unik yaitu sensasi *trigeminal* mengigit pada lidah, senyawa yang diidentifikasi yang menimbulkan sensasi tersebut adalah senyawa amida tersubstitusi (2E, 6Z, 8E, 10E-N-(2'-metilpropil)-dodekatetraenamida)⁶⁷.

Aroma khas andaliman yang merupakan komponen kunci aroma andaliman yang intensitas aromanya paling tinggi adalah *citronellal* yang memberikan aroma citrus, kuat, hangat. *Limonene* yang juga salah satu komponen kunci aroma andaliman memberikan aroma kulit jeruk dan manis^{68,69}. Sedangkan komponen aktif yang diekstrak dengan menggunakan etilasetat dan methanol yang terdapat pada ekstrak andaliman yakni alkaloid, fenol hidrokuinon, triterpenoid, saponin, steroid, sedangkan tanin hanya terdapat pada ekstrak metanol⁷⁰.

Ekstrak kasar buah andaliman memiliki aktivitas sebagai antioksidan dan antimikroba yang potensial. Ekstrak andaliman sebagai antimikroba terhadap *Bacillus creus*, *Staphylococcus aureus* dan *S. typhimurium*^{71,70}. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Tensiska *et al*⁷² menyatakan bahwa ekstrak buah andaliman memiliki aktivitas antioksidan yang paling tinggi dalam sistem *aqueous*.

Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa andaliman mampu meningkatkan jumlah sel limfosit hidup dan menurunkan jumlah radikal bebas dengan cukup nyata. Pengujian terhadap makrofag mencit menunjukkan bahwa ekstrak andaliman juga mampu meningkatkan produksi radikal bebas yang dihasilkan oleh makrofag. Pemacuan produksi radikal bebas

yang bersifat bakterisidal oleh makrofag ini akan berpengaruh positif terhadap tubuh, hal ini berarti kemampuan pertahanan serangan mikroorganisme patogen semakin efektif. Hasil pengujian ini memberikan informasi bahwa andaliman mempunyai sifat immunostimulan⁶⁶. Selain memiliki aktifitas antioksidan yang lebih tinggi dari α -tokoperol, ekstrak kasar andaliman memiliki aktivitas immunomodulatori.

Masih banyak jenis tanaman khususnya rempah dan herbal yang tumbuh di Indonesia yang memiliki kriteria sebagai flavor fungsional. Informasi singkat tentang sejumlah rempah dan herba yang potensial berperan sebagai flavor fungsional dapat dilihat pada Tabel 1. Beberapa di antaranya selain dapat berfungsi sebagai flavor juga dapat berperan sebagai pewarna atau bahkan pengawet alami.

PELUANG DAN TANTANGAN PENGEMBANGAN

Masih banyak sumber alami terutama dari mikroba dan hasil laut yang belum tergali. Indonesia dengan iklim yang sangat tepat bagi pertumbuhan jasad renik yang dapat menghasilkan berbagai produk flavor olahan seperti petis, terasi, tauco, bakasang dan banyak produk fermentasi lain yang kemungkinan besar memiliki kemampuan fisiologis aktif. Selain itu banyak formula flavor dapat dibuat dari kekayaan pengetahuan lokal seperti halnya bandrek dan sambal. Begitu banyak peluang untuk menghasilkan formula flavor fungsional baru dari sumber daya alam dan pengetahuan lokal yang belum terjamah. Oleh karenanya perlu upaya lebih dari kita untuk terus menggali, mendokumentasi, memilah sumber-sumber alami yang ada dan mengembangkan kelompok flavor fungsional berbasis pada kearifan lokal agar bisa melestarikan manfaatnya bagi kehidupan ini. Suatu kerugian yang amat besar bila kekayaan ini punah tanpa terjamah.

No	Tanaman	Penggunaan	Flavor	Kemampuan fisiologis aktif
1	Kunyit (<i>Curcuma longa</i> L.)	Rempah dan bumbu masak; pewarna dan sumber pati untuk industri	Komponen : aromatik-turmeron (24,4%), alfa-turmeron (20,5%) dan beta-turmeron (11,1%), sebagai pemberi aroma kunyit. Kurkumin dijinakan ditambahkan ke dalam makanan sebagai pewarna kuning dengan maksimum penambahan 200 ppm sesuai dengan standar <i>curcumin</i> -INS:1001 oleh Codex ⁷³ .	Kunyit memiliki kemampuan sebagai antiinflamasi, antioksidan, anti kanker dan sebagai antimikroba ^{74,75,76,77,78,79} . Kunyit juga memiliki efek antibakterial dengan memberikan pengaruh pada nefropati diabetik ^{80,81} . Sebagai oksida, melawan penyakit Alzheimer's, arthritis, alergi, gangguan pencernaan dan depresi ⁸² . Selain itu kunyit digunakan untuk mencegah dan mengobati penyakit kulit ⁸³ . Terdapat 35 komponen yang terdapat dalam minyak kunyit yang berhasil diidentifikasi, <i>turmerone</i> (49%), <i>ar-curcumerone</i> (15%) dan <i>ar-turmerone</i> (6,4%) sebagai komponen utama ⁸⁴ .
2	Temulawak (<i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb)	Bumbu masak dan obat, pewarna kuning	Minyak atsiri, pemberi rasa pahit	Kandungan utama rimpang temulawak adalah protein, karbohidrat, dan minyak atsiri yang terdiri atas kamfer, glukosida, turmerol dan kurkumin. Kurkumin bermanfaat sebagai anti inflamasi (anti radang) dan anti hepatotoksik (anti keracunan empedu). Temu lawak memiliki efek farmakologi yaitu, hepatoprotektor (mencegah penyakit hati), menurunkan kadar kolesterol, anti inflamasi, <i>laxative</i> (pencacah), diuretik (peluruh kencing), dan menghilangkan nyeri sendi. Manfaat lainnya yaitu, meningkatkan nafsu makan, melancarkan ASI dan membersihkan darah. Selain dimanfaatkan sebagai jamu dan obat, temu lawak juga dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat dengan mengambil patinya, kemudian diboleh menjadi bubuk makanan untuk bayi dan orang-orang yang mengalami gangguan pencernaan. Menurut Sukamirani et al ⁸⁵ , dua komponen penolok diarilheptanoid yang diisolasi dari rimpang temu lawak : 5-hidroksi-17-(4-hidroksifenil)-1-fenil(1E)-1-heptena dan 7-(3,4-dihidroksifenil)-5-hidroksi-17-(1E)-1-heptena. Kedua komponen ini memberikan pengaruh sebagai hipolipidemik yang signifikan dengan menghambat sekresi triglisserida hati.
3	Laos atau Lengkuas (<i>Alpinia galangal</i>)	Bumbu dan rempah	Aroma dan rasa lengkuas. Minyak atsiri rimpang lengkuas didominasi oleh 8 senyawa : D-limonen; Eukaliptol; 3-sikloheksena-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil); Fenol, 4-(2-profenil)-asetat; 2,6-oktadiena-1-ol, 3,7-dimetilasetat; 1,6,10-dodekatriena, 7,11-dimetil-3-metilen; Pentadesen; sikloheksena, 1-metil-4-(5-metil-1-metilen-4--heksenil) ⁸⁶ .	Kandungan 1,8-sineol, β -bisabolene, β -kariofilen dan β -selinene dalam ekstrak lengkuas dapat berfungsi sebagai antioksidan dan antimikroba alami ^{87,88,89,90,91} . Asetoksikavikol asetat (ACA), sebuah komponen yang diisolasi dari <i>n</i> -pentan/diethyl eter yang diekstrak dari rimpang kering dapat menghambat beberapa bakteri dan berbagai jenis spesies dermatofita ⁹² . Kemampuan ACA untuk berfungsi sebagai <i>antitumor</i> dan <i>antimutagen</i> serta sebagai komponen penginduksi karsinogenik ⁹³ . Pemberian ekstrak etil asetat lengkuas mempunyai potensi dalam menghambat semua jenis alur sel kanker primer manusia. Dosis 50 mg/kg berat badan menghambat semua jenis alur dalam menghambat pertumbuhan jaringan kanker <i>karsinoma tubular</i> padat dan dosis 250 mg/kg berat badan untuk jaringan kanker <i>rabdomiosarcoma</i> . Kandungan <i>P</i> -hidroksisinaldehid yang berasal dari ekstrak lengkuas berpotensi sebagai obat terapi untuk mengobati <i>osteoarthritis</i> (OA) ⁹⁴ .
4	Kencur (<i>Kaempferia galangal</i> L.)	Rimpang aromatik yang digunakan sebagai bumbu dan rempah	Aroma kencur	Aroma kencur dimanfaatkan sebagai aroma relaksasi, yang memberikan aroma serta penenang seperti pada aromaterapi. Rimpang kencur dimanfaatkan sebagai stimulasi, ekspektoran, <i>carminative</i> dan diuretik. Aroma yang berasal dari rimpang kencur digunakan sebagai obat gangguan pencernaan, sakit kepala dan malaria. Ekstrak rimpang berguna untuk mengobati penyakit kulit, luka, gangguan limpa, batuk dan sakit dada. Ekstrak metanol dari rimpang mengandung etil <i>p</i> -metoksit <i>trans</i> -sinamat yang sangat toksik terhadap sel-sel HeLa ⁹⁵ . Kandungan etil sinamat dari ekstrak kencur merupakan komponen aktif vasorelaksan ⁹⁶ . Hasil ekstraksi kencur dengan menggunakan metanol memiliki aksi <i>antitnociceptive</i> pada hewan percobaan ⁹⁷ .

5	Temu Putih (<i>Curcuma zedoira</i>)	Sebagai bahan baku minuman atau di ekstrak sebagai obat. Di India, rimpangnya digunakan segar atau untuk acar.	Memberikan rasa pahit. Temu putih kerap ditumbuk dan dicampur dengan jare atau kunyit untuk membuat pasta bumbu kari.	Hasil ekstraksi temu putih dengan menggunakan air panas memiliki kemampuan antimutagenik terhadap benzola piren ¹⁰⁷ . Hasil ekstraksi dengan path deoan menggunakan etanol, memiliki kemampuan sebagai prebiotik pada kluwak ¹⁰⁸ . OVC-AR-3 (jalur kanker ovarium pada manusia). Kurkumoid memiliki efek analgesik ¹⁰⁹ . Selain sebagai antioksidan, ekstrak temu putih juga mempunyai kemampuan antimikroba terhadap bakteri dan fungi ¹⁰¹ . Temu putih mengandung banyak senyawa kimia seperti 1-1,5% minyak dasar yang terdiri dari d-borneol, d-camphene, d-caryoph, cineole, curculone, curcumenol, curcumenolide A dan B, curcumenol, curcumeone curcumin, curcunol, curculone, dehydrocurdione, alpha-pinene, getah perak, zat tepungkanji, damar, sesquiterpena dan alkohol sesquiterpen.
6	Sereh (<i>Cymbopogon citratus</i>)	Bumbu masak dan flavor minuman	Aroma dan rasa pedas sereh	Sereh memiliki kemampuan antimikroba ^{102,103,104,105,106,107,108} . Citral (3,7-dimetil-2,6-oktadienal) yang diperoleh dari hasil ekstraksi sereh dan diidentifikasi sebagai <i>Inducer/gluatation S-transferase (GST)</i> ¹⁰⁹
7	Kluwak (<i>Ponglium edule</i> Reinw.)	Bumbu masak dan pemberi warna khas kluwak pada masakan, di Jawa Timur digunakan sebagai bumbu rawon dan brongkos.	Aroma dan rasa kluwak.	Kluwak merupakan hasil fermentasi biji buah pucung yang memiliki kemampuan antibakteri ¹¹⁰ , antioksidan ^{111,112,113} . Senyawa 2-p-hidroksifenil-7-aminoheptana, merupakan senyawa yang berperan sebagai antioksidan dalam kluwak ¹¹⁴ .
8	Bawang putih (<i>Allium sativum</i> Linn.)	Bumbu masak	Aroma bawang putih ditimbulkan oleh senyawa-senyawa yang mengandung sulfur dengan gugus kelompok alil ^{115,116} .	Bawang putih memiliki kemampuan melindungi dari stroke, <i>coronary thrombosis</i> , <i>atherosclerosis</i> dan <i>platelet aggregation</i> ^{117,118,119,120,121,122,123,124,125} . Antimikroba ¹²⁶ , Antidiabetes ¹²⁷ , Antihipertensi dan kardioprotektif ¹²⁸ , Antikanker ²⁹ .
9	Bawang merah (<i>Allium ascalonicum</i> L.)	Rumbu masak	Kandungan utama volatil bawang merah meliputi: (E)-2-dekkenal, (E)-E)-2,4-heptadienal, asam pentanoik, asam heksanoik, dimetil disulfida, heksanal, 2-metil-2-pentenal, 2,5-dimetil toptena, (E)-2-heksenal, 2-pentiliran, dipropil, 2,4-(Z)-propenil metil disulfida, (E)-propenil metil disulfida, (E)-2-heptenal, 2,5-dimetilpirazina, 2,6-dimetilpirazina, dipropil disulfida, dimetil trisulfida, nonanal, (E)-2-oktenal, (E)-propenil propil disulfida, 1-okten-3-ol, 2-etil-3,6-dimetilpirazina, 1-heptanol, (E)-2,2,4-heptadienal, 2,5-dimetil-3-propilpirazina, (E)-2-dekkenal, (E)-2-undekenal, (E)-2,4-dekadienal, (E)-E)-2,4-dekadienal, 2-heksil-5-metil-2,5-(5H)-furan-3-on ^{129,130} .	Bawang memperlihatkan kemampuan sebagai antioksidan dan radikal bebas <i>scavenging</i> ¹³¹ . Memiliki efek hipokolesterolemik dan antimikroba ^{132,133,134} . Kemampuan antioksidan disebabkan karena kandungan flavon, komponen yang mengandung sulfur dan derivat polifenolik dalam bawang merah ¹³⁵ .
10	Kucai (<i>Allium schoenoprasum</i> L.)	Rempah-rempah, bumbu	Daun beraroma tajam, bunga kucai digunakan sebagai rempah penyedap.	Kandungan komponen sulfur bawang telah diketahui memiliki kemampuan melawan mikroba, stroke, <i>coronary thrombosis</i> , <i>atherosclerosis</i> , <i>platelet aggregation</i> , kanker dan tumor dan banyak aktivitas fisiologi lainnya ^{136,137} .

11	Jeruk purut (<i>Citrus hystrix</i> DC)	Flavor: bumbu masak dan fragran alami. Digunakan untuk memberikan flavor oriental pada sup tom yam, kari, laksa dan berbagai jenis kue. Bumbu masak	Aroma jeruk, wangi dan rasa sepat.	Daun jeruk purut dilaporkan berkhasiat stimulan dan penyegar. Minyak atsiri daun jeruk purut adalah sitronelal, sitronelol dan nerol ¹⁴¹ . Pinen, sabinen, terpinen-4-ol, linalool, p-menten-3-ol, sitroneil asetat, memberikan karakter pada flavor minyak atsiri daun jeruk purut ¹⁴² .
12	Pala (<i>Myrsine fragrans</i>)	Bumbu masak	Aroma dan rasa	Pala memiliki kemampuan sebagai antioksidan ^{153,144} , pala mengandung lignan yang merupakan phyto-estrogen, yang dapat mencegah kanker payudara ¹⁴⁵ , antiinflamasi dan aktivitas antimikroba ^{146,147,148} . Memiliki kemampuan menghambat platelet aggregation ¹⁴⁹ .
13	Secang (<i>Caesalpinia sappan</i> L.)	Bahan pengobatan, pewarna alami dan penyegar	Secang mengandung brazilin (C ₁₆ H ₁₄ O ₂), tanin, asam galat, resin, resosoin, saponin serta fitosterol ¹⁵⁰	Secang telah lama digunakan sebagai obat rakyat untuk meningkatkan sirkulasi darah dan memiliki kemampuan farmakologi seperti efek analgesik, antiinflamasi ^{151,152} , anjijamur ¹⁵³ , aktivitas antimikroba ¹⁵⁴ , antioksidan ¹⁵⁵ dan relaksasi vaskular ¹⁵⁶ .
14	Kayu manis (<i>Cinnamomum verum</i>)	Flavor, pengawet	Kandungan minyak atsiri kayu manis yang dikenal sebagai cinnamaldehyde dan eugenol. Kandungan volatil yang terdapat dalam kayu manis diklasifikasi sebagai monoterpen, sesquiterpen dan fenilpropan.	Kayu manis juga memberikan keuntungan bagi kesehatan, seperti aktivitas antimikroba, mengontrol glukosa intolerance dan diabetes, menghambat proliferasi berbagai jalur sel kanker ^{157,157,158} . Menurunkan peroksidasi lipid dalam sistem β-karoten-asam linoleik dan antioksidan ^{159,160,161} . Ekstrak kayu manis mempunyai kemampuan melawan induksi radiasi peroksidasi lemak dalam liposom dan radikal hidroksi dan hidrogen peroksida ¹⁶² . Minyak atsiri kayu manis memiliki aktivitas biologis seperti <i>peripheral vasodilatory</i> , antitumor, anjijamur, sitotoksik dan antimutagenik ^{162,163,164,165,166} . Minyak dan ekstrak kayu manis memiliki peran regulasi terhadap kadar glukosa darah dan lipid serta meningkatkan fungsi pankreas, sehingga minyak kayu manis sangat berguna untuk pengobatan <i>diabetes mellitus</i> tipe 2 ^{167,168} .
15	Kemangi (<i>Ocimum americanum</i> L.)	Rempah dan sayur	Aroma khas kemangi	Kemampuannya sebagai obat dikaitkan dengan flavonoid, kandungan senyawa ini sangat tinggi, khususnya nevedensin ^{169,170} .
16	Ketumbar (<i>Coriandrum sativum</i> L.)	Bumbu masak	Flavor, rasa manis, segar, herbal, pedas, terpen dan cianitro-like	Senyawa volatil dalam minyak atsiri ketumbar telah dilaporkan dapat menghambat sejumlah mikroorganisme ^{171,172,173} dan menghambat peroksidasi lemak ^{174,175,176,177} . Ketumbar memiliki kemampuan untuk meningkatkan kesehatan karena kemampuannya sebagai <i>antifedemic</i> , antiinflamasi, antiseptik, <i>emmenagogue</i> , antidiabetes, antihipertensi, lipolitik mioreksan dan penenang ¹⁷⁸ . Hasil penelitian yang lain menyatakan bahwa ketumbar memiliki efek pendingin, tonik, diuretik, <i>apitrodisiac</i> dan minyak ketumbar berguna dalam mencegah kembung, rematik neuralgia ^{179,180,181} . Ketumbar dipercaya memiliki kemampuan terapeutik: hipoglikemik ^{182,183,184,185} , hipolipidemik ^{186,187} , analgesik ^{188,189,191,191} , antipneumonia ¹⁹² , antihipertensi ¹⁹² , karminatif, antispasmodik dan relaksan ¹⁹³ .
17	Jintan Hitam (<i>Nigella saliva</i>)	Rempah	Aroma	Jintan hitam bermanfaat sebagai antioksidan, antikanker, antikoales terol, antihistamin, analgesik, antibiotik, immunomodulator ¹⁹⁴ . Minyak jintan hitam memiliki kemampuan sebagai antimikroba untuk menghambat pertumbuhan <i>E. coli</i> dan antimikotik ^{195,196} .
18	Lada hitam (<i>Piper nigrum</i>)	Bumbu, rempah dan pengawet	Flavoran dan rasa pedas	Lada hitam memiliki kemampuan sebagai antioksidan ¹⁹⁷ , antimikroba ¹⁹⁷ . Ekstrak lada hitam juga mempunyai kemampuan sebagai antikarsinogenik ¹⁹⁸ , aktivitas antimutagenik ¹⁹⁹ dan kemampuannya menekan oksidasi lemak pada jaringan hewan ²⁰⁰ .

DAFTAR PUSTAKA

1. Ohama H, Ikeda H, Moriyama H. Health foods and foods with health claims in Japan. *Toxicology*. 2006; 221:95-111.
2. Wijaya CH. Pangan fungsional dewasa ini : Perkembangan dan tantangan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 2007; 5(1):153-177.
3. Tarver T. Desalting the food grid. *Food Technology*. 2010; 64(8):45-50.
4. Nachay K. Adding ethnic flair to foods. *Food Technology*. 2010; 64(8):35-42.
5. Cousins M, Adelberg J, Chen F, Rieck J. Antioxidant capacity of fresh and dried rhizomes from four clones of turmeric (*Curcuma longa* L.) grown in vitro. *Journal of Industrial Crops and Products*. 2007; 25:129-135.
6. Tapsell LC, Hemphill I, Cobiac L, Patch CS, Sullivan DR, Fenech M, Roodenrys S, Keogh JB, Clifton PM, Williams PG, Fazio VA, Inge KE. Health benefits of herbs and spices: the past, the present, the future. *Med. J. Aust*. 2006; 185(Suppl. 4):S4-S24.
7. Phitak T, Choocheep K, Pothacharoen P, Pompimon W, Premanode B, Kongtawelert P. The effects of *p*-hydroxycinnamaldehyde from *Alpinia galanga* extracts on human chondrocytes. *Journal of Phytochemistry*. 2009; 70:237-243.
8. Ridditid W, Sae-wong C, Reanmongkol W, Wongnawa M. Antinociceptive activity of the methanolic extract *Kaempferia galanga* Linn. in experimental animal. *Journal of Ethnopharmacology*. 2008; 118:225-230.
9. Paul R. Flavor, The world of the day. *Flavor & the menu* [Internet]. 2003 [Diunduh tanggal 19 Agustus 2006]. Tersedia di: <http://www.flavor-online.com>
10. Anderson J. Emerging chains, ethnic flavors. *Flavor & the menu* [Internet]. 2003 [Diunduh tanggal 19 Agustus 2006]. Tersedia di: <http://www.flavor-online.com>
11. Rittman A. Future snack flavours. *The World of Food Ingredients*. September 2004; 8-21.
12. Wyers R. The essence of flavour. *The world of food ingredients*. September 2004; 45-47.
13. Insights into tomorrow's ethnic food & drink consumers (report) [Internet]. 2005. [Diunduh tanggal 19 Agustus 2006]. Tersedia di : <http://theinfoshop.com/study/dc32475-ethnic-food.html>
14. Sloan AE. 10 Top functional food trends. *Food Technology*. April 2006; 22-36.
15. Eckert M, Riker P. Overcoming challenges in functional beverages. *Food Technology*. March 2007; 20-26.
16. Wildman REC. Nutraceutical: A brief review of historical and teological aspects. Dalam: Wildman REC [editor]. *Handbook of nutraceuticals and functional foods*. Boca Raton FL: CRC Press; 2001.
17. Ottaway PB. Functional foods. Dalam: Goodburn K [editor]. *EU Food Law: A practical guide*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited; 2001.
18. Wijaya CH. Formulasi permen fungsional. *Asia Pacific Food Industry*. 2008; 2(6):49-52.
19. Urala N, Lähteenmäki L. Consumers' changing attitudes towards functional foods. *Food Quality and Preference*. 2007; 18:112.
20. Tuorila H, Cardello AV. Consumer response to an off-flavor in juice in the presence of specific health claims. *Food Quality and Preference*. 2002; 13:561.
21. Verbeke W. Functional foods: Consumer willingness to compromise on taste for health. *Food Quality and Preference*. 2006; 17:126.
22. Tejasari, Zakaria FR. Senyawa bioaktif rimpang jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) meningkatkan respon sitolitik sel NK terhadap sel kanker darah K-562 in vitro. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 2006; 17(2):97-108.
23. Wijaya CH. Flavor fungsional: Konsep dan ide. Makalah dipresentasikan pada : Workshop Sehari "Aplikasi Flavor dalam Produk Pangan"; 6 Juni 2001; Bogor. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fateta IPB - PT. Quest International Indonesia.
24. de Roos KB, Givaudan Nederland BV. *Selecting the right flavourings for a food product*. The Netherlands; 2007.
25. Usman P. Potensi bakteri asam laktat yang diisolasi dari dadih untuk menurunkan resiko penyakit kanker. *Artikel ulas balik. Jurnal Natur Indonesia*. 2003; 5(2):162-166.
26. Surono IS, Nishigaki T, Endaryanto A, Waspodo P. Indonesian biodiversities, from microbes to herbal plants as potential functional foods. *Journal of the Faculty of Agriculture Shinshu University*. 2008; 44:1.2.
27. Cengkeh [Internet]. 2010 [Diunduh tanggal 20 September 2010]. Tersedia di: <http://id.wikipedia.org/wiki/Cengkeh>
28. Bureau of Drug Administration, Ministry of Public Health, PR China. *Chinese traditional medicine material manual*. Beijing: People's Medical Press; 1989.
29. Huang Y, Ho SH, Lee HC, Yap YL. Insecticidal properties of eugenol, isoeugenol and methyleugenol and their effects on nutrition of

- Sitophilus zeamais Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) and Tribolium castaneum (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Stored Products Research. 2002; 38:403-412.
30. Lee KG, Shibamoto T. Antioxidant property of aroma extract isolated from clove buds (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. Et Perry). Food Chemistry. 2001; 74:443-448.
 31. Velluti A, Sanchis V, Ramos AJ, Marín S. Inhibitory effect of cinnamon, clove, lemongrass, oregano and palmarose essential oils on growth and fumonisin B1 production by *Fusarium proliferatum* in maize grain. International Journal of Food Microbiology. 2003; 89:145-154.
 32. Curtis EK. In pursuit of palliation: oil of cloves in the art of dentistry. Bull. Hist. Dent. 1990; 38:9-14.
 33. Soto CG, Burhanuddin CG. Clove oil as a fish anaesthetic for measuring length and weight of rabbitfish (*Siganus lineatus*). Aquaculture. 1995; 136:149-152.
 34. Çiğdem Y, Elmasta M, Aboul-Enein HY. Antioxidant activity of clove oil - a powerful antioxidant source. Arabian Journal of Chemistry. doi: 10.1016/j.arabjc.2010.09.016
 35. Smith-Palmer A, Stewart J, Fyfe L. Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important foodborne pathogens. Letters in Applied Microbiology. 1998; 26:118-122.
 36. Menon KV, Garg SR. Inhibitory effect of clove oil on *Listeria monocytogenes* in meat and cheese. Food Microbiology. 2001; 18:647-650.
 37. Keene JL, Noakes DLG, Moccia RD, Soto CG. The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Aquat. Res. 1998; 29:89-101.
 38. Briozzo J, Nunez L, Chirife J, Herszage L, D'Aquino M. Antimicrobial activity of clove oil dispersed in a concentrated sugar solution. Journal of Applied Bacteriology. 1989; 66:69-75.
 39. Deans SG, Ritchie G. Antibacterial properties of plant essential oils. International Journal of Food Microbiology. 1987; 5:165-180.
 40. Liu H, Mao P, Hong S. Study on the virus function of extracorporeal restraining HCMV by Chinese traditional medicine *Eugenia caryophyllata* Thunb. Medical Journal of Chinese People's. 1997.
 41. Kim HM, Lee EH, Hong SH. Effect of syzygium aromaticum extract on immediate hypersensitivity in rats. Journal of Ethnopharmacology. 1998; 60:125-131.
 42. Wenqiang G, Shufen L, Ruixiang Y, Shaokun T, Can. Comparison of essential oils of clove buds extracted with supercritical carbon dioxide and other three traditional extraction methods. Journal of Food Chemistry. 2007; 101:1558-1564.
 43. Jay JM, Rivers GM. Antimicrobial activity of some food flavoring compounds. J. Food Saf. 1984; 6:129-139.
 44. Fischer IU, von Unruh GE, Dengler HJ. The metabolism of eugenol in man. Xenobiotica. 1990; 20(2):209-222.
 45. Anderson WG, McKinley RS, Colavecchia M. The use of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout and its effects on swimming performance. North Am. J. Fish. Manage. 1997; 17:301-307.
 46. Waterstrat PR. Induction and recovery from anesthesia in channel catfish *Ictalurus punctatus* fingerlings exposed to clove oil. J. World Aquac. Soc. 1999; 30(2):250-255.
 47. Fischer IU, Dengler HJ. Sensitive high-performance liquid chromatographic assay for the determination of eugenol in body fluids. J. Chromatogr. 1990; 525:369-377.
 48. Nagababu E, Lakshmaiah N. Inhibitory effect of eugenol on non-enzymatic lipid peroxidation in rat liver mitochondria. Biochem. Pharmacol. 1992; 43:2393-2400.
 49. Bartley J, Jacobs A. Effects of drying on flavour compounds in Australian-grown ginger (*Zingiber officinale*). Journal of the Science of Food and Agriculture. 2000; 80:209-215.
 50. Afzal M, Al-Hadidi D, Menon M, Pesek J, Dhama MS. Ginger: an ethnomedical, chemical and pharmacological review. Drug Metab. Drug Interact. 2001; 18:159-190.
 51. Chrubasik S, Pittler MH, Roufogalis BD. *Zingiberis rhizoma*: a comprehensive review on the ginger effect and efficacy profiles. Phytomedicine. 2005; 12:684-701.
 52. Langner E, Greifenberg S, Gruenwald J. Ginger: history and use. Adv. Ther. 1998; 15:25-44.
 53. Evans WC. Ginger. Trease and evans pharmacognosy [15th ed]. Edinburgh: WB Saunders. 2002. p.277-280
 54. Jolad SD, Lantz RC, Chen GJ, Bates RB, Timmermann BN. Commercially processed dry ginger (*Zingiber officinale*): composition and effects on LPS-stimulated PGE2 production. Phytochemistry. 2005; 66:1614-1635.
 55. Chen Ch, Kuo M, Wu Ch, Ho Ch. Pungent compounds of ginger (*Zingiber officinale* (L) Rosc) extracted by liquid carbon dioxide. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1986; 34:477-480.
 56. Herrmann K. Antioxidativ wirksame pflanzenphenole sowie carotinoide als wichtige inhaltsstoffe von gewürzen. Gordian. 1994; 94:113-117.

57. Stoilova I, Krastanov A, Stoyanova A, Denev P, Gargova. Antioxidant activity of a ginger extract (*Zingiber officinale*). Food Chemistry Journal. 2006; 102:764-770.
58. Jeong WS, Kang HS, Bak MJ, Jin KS, Ok, S. Conversion of chemopreventive 6-gingerol to more potent 6-shogaol during extraction processes of gingers (*Zingiber officinale*, Roscoe) [abstract]. 14th World Congress of Food Science & Technology. Chinese Institute of Food Science and Technology (CIFST) and International Union of Food Science and Technology (IUFoST). 2008.
59. Septiana AT. Aktivitas ekstrak jahe dalam pencegahan oksidasi lipoprotein densitas rendah (LDL) dan akumulasi kolesterol pada makrofag secara in vitro [ringkasan disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2001.
60. Shanmugam K R, Mallikarjuna K, Nishanth K, Kuo C H Kesireddy Sathyavelu Reddy K S. Protective effect of dietary ginger on antioxidant enzymes and oxidative damage in experimental diabetic rat tissues. Food Chemistry. doi:10.1016/j.foodchem.2010.07.104
61. Awang DVC. Ginger. Can. Pharm. J. 1992; 125:309-311.
62. Wang WH, Wang ZM. Studies of commonly used traditional medicine-ginger. Zhongguo Zhong Yao Za Zhi. 2005; 30:1569-1573.
63. Grzanna R, Lindmark L, Frondoza CG. Ginger - an herbal medicinal product with broad anti-inflammatory actions. J. Med. Food. 2005;8:125-132.
64. Shukla Y, Singh M. Cancer preventive properties of ginger: a brief review. Food Chem. Toxicol. 2007; 45:683-690.
65. Chaiyakunapruk N, Kitikannakorn N, Nathisuwan S, Leeprakobboon K, Leelasettagool C. The efficacy of ginger for the prevention of postoperative nausea and vomiting: a meta-analysis. Am. J. Obstet. Gynecol. 2006; 194:95-99.
66. Wijaya CH. Telaah ringkasan rempah-rempah tradisional. Andaliman, rempah tradisional sumatera utara dengan aktivitas antioksidan dan antimikroba. Buletin Teknologi dan Industri Pangan. 1999; 10(2):59-61.
67. Wijaya CH. Isolasi dan identifikasi senyawa trigeminal aktif buah andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC). Hayati. 2000; 7:91-95.
68. Wijaya CH, Hadiprodjo IT, Apriyantono A. Komponen volatile dan karakterisasi komponen kunci aroma buah andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.). Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. 2001; 12:117-125.
69. Wijaya CH, Apriyantono A. Aroma volatiles of several unique tropical fruits and spices. Dalam: Le Quéré JL, Etiévant [editor]. Flavour research at the dawn of the twenty-first century. Proceedings of The 10th Weurman Flavour Research Symposium; 2003. p.749-752
70. Parhusip AJN. Kajian mekanisme antibakteri ekstrak andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) terhadap bakteri patogen pangan [disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor; 2006.
71. Jennifer O. Aktivitas antibakteri ekstrak andaliman. Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (UPH) [Internet]. 2004 [Diunduh tanggal 20 September 2010]. Tersedia di: <http://dSPACE.library.uph.ac.id/handle/123456789/604>
72. Tensiska, Wijaya CH, Andarwulan N. Antioxodative activity of Andaliman fruit extract (*Z. acanthopodium* DC.) on Several food system and its antioxidative stability on temperature and pH influence. 2003.
73. Codex. The 33rd session of the Codex Committee of additives and contaminants [report]. The Hague, Netherland; 2001.
74. Piper JT, Singhal SS, Salameh SM, Torman RT, Awasthi YC, Awasthi S. Mechanisms of anticarcinogenic properties of curcumin: the effect of curcumin on glutathione linked detoxification enzymes in rat liver. Int. J. Biochem. Cell Biol. 1998; 30:445-456.
75. Norajit K, Laohakujit N, Kerdchoechuen O. Antibacterial effect of five *Zingiberaceae* oils. Molecules. 2007; 12:2047-2060.
76. Nienaber NLP, Fardiaz D, Sumardi M. Selection of natural antioxidant from spices. Dalam : Liang OB, Buchanan A, Fardiaz D [editors]. Development food science and technology in Southeast Asia. Bogor: IPB Press for Indonesian Institute of Science (LIPI) and Indonesian Association of Food Technologists (PATPI); 1992.
77. Surh Y. Anti-tumor promoting potential of selected spice ingredients with antioxidative and anti-inflammatory activities: a short review. Food Chem. Toxicol. 2002; 40:1091-1097.
78. Verma SP, Salamone E, Goldin B. Curcumin and genistein, plant natural products, show synergistic inhibitory effects on the growth of human breast cancer MCF-7 cells induced by estrogenic pesticides. Biochem. Biophys. Res. Commun. 1997; 233:692-696.
79. Premavalli KS. Ginger as a spice and flavorant. Dalam: Ravindran PN, Babu KN [editors]. Ginger the genus zingiber. Boca Raton FL : CRC Press; 2005. p.509-525.

80. Srinivasan, K. Spices as influencers of body metabolism : an overview of three decades of research. *Journal of Food Research International*. 2004; 38:77-86.
81. Araujo CAC, Leon LL. Biological activities of *Curcuma longa* L. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 2002; 96:723-728.
82. Chowdhury H, Walia S, Saxena VS. Isolation, characterization and insect growth inhibitory activity of major turmeric constituents and their derivatives against *Schistocerca gregaria* (Forsk) and *Dysdercus koenigii* (Walk). *Pest Manage. Sci*. 2000; 56:1086-1092.
83. Anon. *Wealth of India – Raw Materials [Volume II]*. New Delhi, India : Council of Scientific and Industrial Research; 2001.
84. Li ZQ, Luo L, Ma GY, Zhang YQ, Zhao GJ. GC/MS study on chemical constituents from *Zingiberaceae* plants. *Guangpu Shiyanshi*. 1997; 14:1-5.
85. Suksamrarn A, Salinee E, Pawinee P, Jinda C. Phenolic diarylheptanoids from *Curcuma xanthorrhiza*. *Phytochemistry*. 1994; 36:1505-1508.
86. Parwata IMO, Dewi PFS. Isolasi dan uji aktivitas antibakteri minyak atsiri dari rimpang lengkuas (*Alpinia galanga* L.). *Jurnal Kimia*. 2008; 2(2):100-104.
87. Mayachiew P, Devahastin S. Antimicrobial and antioxidant activities of Indian gooseberry and galangal extracts. *Journal of LWT*. 2008; 41:1153-1159.
88. Barik BA, Kunda AB, Dey AK. Two phenolic constituents from *Alpinia galanga* rhizomes. *Phytochemistry*. 1987; 26:2126.
89. Cheah PB, Abu Hasim NH. Natural antioxidant extract from galangal (*Alpinia galanga*) for minced beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2000; 80:1565-1571.
90. Wang TY, Chen MT, Liu DC, Guo SL. Effects of procedure, spice, herb and anka rice on the quality of Chinese marinated and spiced pork shank. *Journal of the Chinese Society of Animal Science*. 1997; 26:211-222.
91. Juntachote T, Berghofer E. Antioxidative properties and stability of ethanolic extracts of Holy basil and Galangal. *Journal of Food Chemistry*. 2005; 92:193-202.
92. Janssen AM, Scheffer JJC. Acetoxychavicol acetate, an antifungal component of *Alpinia galanga*. *Planta Medica*. 1985; 6:507-511.
93. Murakami A, Toyota K, Ohura S, Koshimizu K, Ohigashi H. Structure-activity relationships of (10S)-10-Acetoxychavicol acetate, a major constituent of a southeast Asian condiment plant *Languas galangal*, on the inhibition of tumor-promoter-induced Epstein-Barr virus activation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2000; 48:1518-1523.
94. Ohigashi H, Nakamura Y, Murakami A, Koshimizu K. Cancer preventive food factors from southeast asian countries [Abstracts]. 11th World congress of food science and technology. Korean Society of Food and Technology (KoSFoST) and International Union of Food Science and Technology (IUFoST); 2001.
95. Kosuge T, Yokca M, Sugiyama K, Saito M, Iwata Y, Makkura M, Yamamoto T. Studies on anticancer principles in *Biota orientalis* and *Kaempferia galanga*. *Chem. Pharm. Bull*. 1985; 33:5565-5567.
96. Othman R, Ibrahim H, Mohd MA, Mustafa MR, Awang K. Bioassay-guide isolation of vasorelaxant active compound from *Kaempferia galanga* L. *Journal of Phytomedicine*. 2006; 13:61-66.
97. Lee H, Lin JY. Antimutagenic activity of extracts from anticancer drugs in Chinese medicine. *Mutation Research*. 1998; 204:229-234.
98. Ruby AJ, Kuttan G, Babu KD, Rajasehnanan KN, Kuttan R. Anti-tumor and antioxidant activity of natural curcuminoids. *Cancer Letters*. 1995; 94:79-83.
99. Mau JL, Lai EYC, Wang NP, Chen CC, Chang CC, Chyau CC. Composition and antioxidant activity of the essential oil from *Curcuma zedoaria*. *Journal of Food Chemistry*. 2003; 82:583-591.
100. Navarro de FD, Souza de MM, Neto RA, Golin V, Niero R, Yunes RA, Monache FD, Filho VC. Phytochemical analysis and anagetic properties of *Curcuma zedoaria* grown in Brazil. *Journal of Phytomedicine*. 2002; 9:427-432.
101. Wilson B, Abraham G, Manju VS, Mathew M, Vimala B, Sundaresan S, Nambisan B. Antimicrobial activity of *Curcuma zedoaria* and *Curcuma malabarica* tubers. *Journal of Ethnopharmacology*. 2005; 99:147-151.
102. Appendini P, Hotchkiss JH. Review of antimicrobial food packaging. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2002; 3:113-126.
103. Daferera DJ, Ziozas BN, Polissiou MG. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*. *Crop Protection*. 2003; 22:39-44.

104. Hammer KA, Carson CF, Riley TV. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*. 1999; 86:985-990.
105. Plotto A, Roberts DD, Roberts RG. Evaluation of plant essential oils as natural postharvest disease control of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Acta Horticulturae*. 2003; 628:737-745.
106. Saikia D, Khanuja SPS, Kahol AP, Gurta AP, Kumar S. Comparative antifungal activity of essential oils and constituents from three distinct genotypes of *Cymbopogon* spp. *Current Science*. 2001; 80:1264-1266.
107. Serrano M, Martinez-Romero D, Castillo S, Guillen F, Valero D. The use of the natural antifungal compounds improves the beneficial effect of MAP in sweet cherry storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2005; 6:115-123.
108. Cepeda GN. Aktivitas ekstrak etanol sereh terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*. verotoksigenik [tesis]. Bogor : Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor; 2005.
109. Nakamura Y, Miyamoto M, Murakami A, Ohigashi H, Osawa T, Uchida K. A phase II detoxification enzyme inducer from lemongrass: identification of citral and involvement of electrophilic reaction in the enzyme induction. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 2003; 302:593-600.
110. Indriyati. Mempelajari aktivitas anti bakterial biji picung (*Pangium edule* Reinw.) terhadap beberapa bakteri pembusuk ikan [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 1987.
111. Meiriyanto. Analisis aktivitas antioksidan dari biji picung (*Pangium edule* Reinw.) [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 1988.
112. Adijaya I. Aktivitas antioksidan alami dari biji picung terfermentasi pada minyak goreng kelapa sawit [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 1991.
113. Fardiaz D, Romlah E. Antioxidative activity of picung (*Pangium edule* Reinw.) seed. Dalam : Liang OB, Buchanan A, Fardiaz D [editors]. *Development food science and technology in Southeast Asia*. Bogor : IPB Press for Indonesian Institute of Science (LIPI) and Indonesian Association of Food Technologists (PATPI); 1992.
114. Anwar E. Isolasi antioksidan dari biji picung (*Pangium edule* Reinw.) terfermentasi [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor; 1992.
115. Jirovetz L, Jager W, Koch HP, Remberg G. Investigation of volatile constituents of the essential oil of egyptian garlic (*Allium sativum* L.) by means of GC-MS and GC-FTIR. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 1992; 194:363-365.
116. Mazza G, Ciaravolo S, Chiricosta G, Celli S. Volatile flavor components from ripening and mature garlic bulbs. *Flavour and Fragrance Journal*. 1992; 7:111-116.
117. Adamu I, Joseph PK, Augusti KT. Hypolipidemic action of onion and garlic unsaturated oils in source fed rats over a two-month period. *Experienta*. 1982; 38:899.
118. Samson RR. Effect of dietary garlic and temporal drift on platelet aggregation. *Atherosclerosis*. 1982; 44:119.
119. Qureshi AA, Abuiimelieh N, Din ZZ, Elson CE, Burger WC. Inhibition of cholesterol and fatty acid biosynthesis in liver enzymes and chicken hepatocytes by polar fractions of garlic. *Lipid*. 1983; 18:343.
120. Apitz-Castro R, Cabera S, Cruz MR, Ledezma E, Jain MK. Effects of garlic extract and of three pure components isolated from it on human platelet aggregation arachidonate metabolism, release reaction and platelet ultrastructure. *Thromb. Res.* 1983; 32:155.
121. Apitz-Castro R, Escalante J, Vargas R, Jain MK. Ajoene, the antiplatelet principle of garlic, synergistically potentiates the antiaggregatory action of prostacyclin, forskolin, indomethacin and dipyridamole on human platelets. *Thromb. Res.* 1986; 42:303.
122. Block E, Achmad S, Jain MK, Crecely RW, Apitz-Castro R, Cruz MR. (E, Z)-Ajoene; a potent antithrombotic agent from garlic. *J. Am. Chem. Soc.* 1984; 106:8295.
123. Block E, Achamad S, Catalfamo JL, Jain MK, Apitz-Castro R. Antithrombotic organosulfur compounds from garlic; structural, mechanistic and synthetic studies. *J. Am. Chem. Soc.* 1986; 108:7045.
124. Lalel DJD. Telaah potensi antitrombotik produk olahan bawang putih (*Allium sativum*) dan bawang merah (*Allium ascaloniucum*) [tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 1994.
125. Wijaya CH, Mughtadi D, Widiyatmoko A, Koswara S. Pembuatan bubuk bawang putih (*Allium sativum* L.) yang mempunyai aktivitas antitrombotik dengan menggunakan alat pendingin beku dan oven. *J. Il. Pert. Indon.* 1995; 5(2):96-102.
126. Chung IS, Kwon S.H, Kyung KH. Atimicrobial compounds generated in garlic heated at cooking temperatures [abstracts]. 14th World Congress of Food Science & Technology. Chinese Institute of Food Science and Technology (CIFST) and International Union of Food Science and Technology (IUFoST); 2008.

127. Liu CT, Wong PL, Lii CK, Hse H, Sheen LY. Antidiabetic effect of garlic oil but not diallyl disulfide in rats with streptozotocin-induced diabetes. *Journal of Food and Chemical Toxicology*. 2006; 44:1377-1384.
128. Asdaq SM, Inamdar MN. Potential of garlic and its active constituent, S-allyl cysteine, as antihypertensive and cardioprotective in presence of captopril. *Phytomedicine*. doi:10.1016/j.phymed.2010.07.012
129. Omar SH, Al-wabel NA. Organosulfur compounds and possible mechanism of garlic in cancer. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2010; 19:51-58.
130. Chan CW, Liou SE, Wu CM. Studies on the volatiles of Chinese seasonings. Research report no. 666-2. Hsinchu, Taiwan: Food Industry Research and Development Institute; 1991.
131. Chyau CC, Mau JL. Effects of various oils on volatile compounds of deep-fried shallot flavouring. *Food Chemistry*. 2001; 74:41-46.
132. Wongmekiat O, Leelarugrayub N, Thamprasert K. Beneficial effect of shallot (*Allium ascalonicum* L.) extract on cyclosporine nephrotoxicity in rats. *Journal of Food and Chemical Toxicology*. 2008; 46:1844-1850.
133. Dankert J, Tromp TF, de Vries H, Klasen HJ. Antimicrobial activity of crude juices of *Allium ascalonicum*, *Allium cepa* and *Allium savitum*. *Zentralblatt für Bakteriologie*. 1979; 245:229-239.
134. Amin M, Kapadnis BP. Heat stable antimicrobial activity of *Allium ascalonicum* against bacteria and fungi. *Indian J. Exp. Biol.* 2005; 43:751-754.
135. Yin MC, Tsao SM. Inhibitory effect of seven *Allium* plants upon three *Aspergillus* species. *International journal of food microbiology*. 1999; 49:49-56.
136. Wijaya CH, Muchtadi D, Prihambodo A. Pemanfaatan potensi bawang-bawangan sebagai "Health food supplement": Pengujian *in vitro* aktivitas antitrombotik lima varietas bawang merah (*Allium cepa* var. *aggregatum*). *Buletin Teknologi dan Industri Pangan*. 1994; 5(2):15-21.
137. Yang J, Meyers, KJ, Heide JVD, Liu RH. Varietal differences in phenolic content and antioxidant and antiproliferative activities of onions. *J. Agric. Food. Chem.* 2004; 52:6787-6793.
138. Leelarungrayub N, Rattanapanone V, Chanarat N, Gebicki JM. Quantitative evaluation of the antioxidant properties of garlic and shallot preparations. *Nutrition*. 2006; 22:266-274.
139. Cadwell DR, Dazer CJ. *Curr. Microb.* 16:273. In: Liang OB, Buchanan A, Fardiaz D [editors]. *Development food science and technology in Southeast Asia*. Bogor: IPB Press for Indonesian Institute of Science (LIPI) and Indonesian Association of Food Technologists (PATPI); 1988.
140. Wijaya CH. *Compositional analysis (Indonesia)*. Dalam: Sawamura M [editor]. *Citrus, essential oils flavor and fragrance*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons. Inc; 2010.
141. Sato A, Asano K, Sato T. The chemical composition of *Citrus hystrix* DC (Swangi). *J. Ess. Oil Res.* 1990; 2:179-183.
142. Pudil F, Wijaya CH, Janda V. Chemical composition of *Citrus hystrix* oil. In: Sandra P, Devos G [editors]. XVIII. Riva del Garda, 1027: The International Symposium on Capillary Chromatography [vol II]; 1996. 20.5-24.5.
143. Su L, Yin JJ, Charles D, Zhou K, Moore J, Yu L. Total phenolic contents, chelating capacities, and radical-scavenging properties of black peppercorn, nutmeg, rosehip, cinnamon and oregano leaf. *Food Chemistry*. 2007; 100:990-997.
144. Filleur F, Pouget C, Duroux JL, Simon A, Chulia AJ. Antiproliferative, anti-aromatase, anti-17 β -HSD and antioxidant activities of lignans isolated from *Myristica argentea* Warb. *Planta Medica*. 2001; 67(8):700-704.
145. Le Bail JC, Champavier Y, Chulia AJ, Habrioux G. Effects of phytoestrogens on aromatase, 3 β and 17 β -hydroxysteroid dehydrogenase activities and human breast cancer cells. *Life Sciences*. 2000; 66(14):1281-1291.
146. Dorman HJ, Deans SG, Noble RC, Surai P. Evaluation *in vitro* of plant essential oils as natural antioxidants. *The Journal of Essential Oil Research*. 1995; 7:645-651.
147. Murcia MA, Egea I, Romojaro F, Parras P, Jimenez AM, Martinez-Tome M. Antioxidant evaluation in dessert spices compared with common food additives. Influence of irradiation procedure. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004; 52:1872-1881.
148. Parle M, Dhingra D, Kulkarni SK. Improvement of mouse memory by *Myristica fragrans* seeds. *Journal of Medicinal Food*. 2004; 7:157-161.
149. Janssens J, Laekeman GM, Pieters LAC, Totte J, Herman AG, Vlietinck AJ. Nutmeg oil: Identification and quantitation of its most active constituents inhibitors of platelet aggregation. *Journal of Ethnopharmacology*. 1990; 29:179-188.
150. Heyne. *Tumbuhan berguna Indonesia [jilid II]*. Terjemahan. Jakarta: Badan Litbang Kehutanan Jakarta, Departemen Kehutanan; 1987.
151. Kim YM, Kim SG, Khil LY, Moon CK. Brazilin stimulates the glucose transport in 3T3-L1 cells. *Planta Medica*. 1995; 61:297-301.
152. Yuk CS, Ahn DK. *Modern herbalogy*. Seoul: Komonsa; 1972. 346.

153. Niranjan Reddy VL, Ravikanth V, Jansi Lakshmi VVNS, Suryanarayan Murty U, Venkateswarlu Y. Inhibitory activity of homoisoflavonoids from *Caesalpinia sappan* against *Beauveria bassiana*. *Fitoterapia*. 2003; 74:600-602.
154. Kim HO, Park SW, Park HD. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 by cinnamic aldehyde purified from *Cinnamomum cassia* shoot. *Food Microbiology*. 2004; 21:105-110.
155. Hu J, Yan X, Wang W, Wu H, Hua L, Du L. Antioxidant activity in vitro of three constituents from *Caesalpinia sappan* L. *Journal of Tsinghua science & Technology*. 2008; 13:474-479.
156. Xie YW, Ming DS, Xu HX, Dong H, But PPH. Vasorelaxing effects of *Caesalpinia sappan*: Involvement of endogenous nitric oxide. *Journal of Life Science*. 2000; 67:1913-1918.
157. Anderson RA, Broadhurst CL, Polansky MM, Schmidt WF, Khan A, Flanagan VP, Schoene NW, Graves DJ. Isolation and characterization of polyphenol type-A polymers from cinnamon with insulin-like biological activity. *J. Agric. Food. Chem.* 2004; 52(1):65-70.
158. Cao H, Graves DJ, Anderson RA. Cinnamon extract regulates glucose transporter and insulin-signaling gene expression in mouse adipocytes. *Phytomedicine (In press, corrected proof)*. 2010.
159. Mancini-Filho J, Van-Koijij A. Antioxidant activity of cinnamon (*Cinnamomum Zeylanicum*, Breyne) extracts. *Bollettino Chimico Farmaceutico*. 1998; 137:443-447.
160. Mathew S, Abraham TE. Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various in vitro models. *Journal of Food chemistry*. 2006; 94:520-528.
161. Jayaprakasha GK, Negi PS, Jena BS, Rao LJM. Antioxidant and antimutagenic activities of *Cinnamomum zeylanicum* fruit extracts (Short communication). 2007; 20:330-336.
162. Bullerman LW, Liew FY, Seier SA. Inhibition of growth and aflatoxin production by cinnamon and clove oils, cinnamic aldehyde and eugenol. *Journal of Food Science*. 1977; 42:1107-1109.
163. Koh WS, Yoon SY, Kwon BM, Jeong TC, Nam KS, Han MY. Cinnamaldehyde inhibits lymphocyte proliferation and modulates T-cell differentiation. *International Journal of Immunopharmacology*. 1998; 20:643-660.
164. Kwon BM, Lee SH, Choi SU, Park SH, Lee CO, Cho YK. Synthesis and in vitro cytotoxicity of cinnamaldehydes to human solid tumor cells. *Archives of Pharmacal Research*. 1998; 21:147-152.
165. Shaughnessy DT, Setzer RW, DeMarini DM. The antimutagenic effect of vanillin and cinnamaldehyde on spontaneous mutation in *Salmonella* TA 104 is due to a reduction in mutations at GC but not AT sites. *Mutation Research*. 2001; 480(481):55-69.
166. Kwon HK, Jeon WK, Hwang JS, Lee CG, So JS, Park JA, Ko BS, Im SH. Cinnamon extract suppresses tumor progression by modulating angiogenesis and the effector function of CD8⁺T cells. *Journal of Cancer Letters*. 2009; 278:174-182.
167. Ping H, Zhang G, Ren G. Antidiabetic effects of cinnamon oil in diabetic KK-A^s mice. *Journal of Food and Chemical Toxicology*. 2010; 48:2234-2349.
168. Kim SH, Hyun HH, Chung SY. Anti-diabetic effect of cinnamon extract on blood glucose in db/db mice. *Journal of Ethnopharmacology*. 2006; 104:119-123.
169. Grayer RJ, Veitch NC, Kite GC, Price AM, Kokubun T. Distribution of 8-oxygenated leaf-surface flavones in the genus *Ocimum*. *Phytochemistry*. 2001; 56:559-567.
170. Vieira RF, Grayer RJ, Paton AJ. Chemical profiling of *Ocimum americanum* using external flavonoids. *Journal of Phytochemistry*. 2003; 63:555-567.
171. Delaquis PJ, Stanich K, Girard B, Mazza G. Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. *International Journal of Food Microbiology*. 2002; 74:101-109.
172. Kubo I, Fujita KI, Kubo A, Hihei KI, Ogura T. Antibacterial activity of coriander volatile compounds against *Salmonella choleraesuis*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2004; 52(11):3329-3332.
173. Lo Cantore P, Iacobelli NS, Marco A, Capasso F, Senatore F. Antibacterial activity of *Coriandrum sativum* L., and *Foeniculum vulgare* Miller Var Vulgare (Miller) essential oils. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2004; 52:7862-7866.
174. Anilakumar KR, Nagaraj NS, Santhanam K. Effect of coriander seeds on hexachlorocyclohexane induced lipid peroxidation in rat liver. *Nutrition Research*. 2001; 21:1455-1462.
175. Tanabe H, Yoshida M, Tomita N. Comparison of the antioxidant activities of 22 commonly used herbs and spices on the lipid oxidation of pork meat. *Animal Science Journal*. 2002; 73:389-393.
176. Melo EA, Bion FM, Filho JM, Guerra NB. In vivo antioxidant effect of aqueous and etheric coriander (*Coriandrum sativum*) extracts. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2003; 105:483-487.

177. Ramadan MF, Kroh LW, Morsel JT. Radical scavenging activity of black cummin (*Nigella sativa* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.) and niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) crude seed oils and oil fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2003; 51: 6961-6969.
178. Duke JA, Boegenschütz-Godwin MJ, Du celliar J, Duke PAK. *Hand book of medicinal herbs* [2nd ed]. Boca Raton : CRC Press; 2002. 222.
179. Nadkarni AK. *Indian materia medica popular*. Prakshan, Bombay; 1976. 381.
180. Benjumea D, Abdala S, Hernandez-Luiz F, Pérez-Paz P, Martín-Herrera D. Diuretic activity of *Artemisia thuscula*, an endemic canary species. *Journal of Ethnopharmacology*. 2005; 100:205-209.
181. Maghrani M, Zwggwagh NA, Haloui M, Eddouks M. Acute diuretic effect of aqueous extract of *Retama raetam* in normal rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 2005; 99:31-35.
182. Chithra V, Leelamma S. *Coriandrum sativum* – effect on lipid metabolism in 1,2-dimethyl hydrazine induced colon cancer. *Journal of Ethnopharmacology*. 2000; 71:457-463.
183. Gray AM, Flatt PR. Insulin-releasing and insulin-like activity of the traditional anti-diabetic plant *Coriandrum sativum* (coriander). *British Journal of Nutrition*. 1999; 81:203-209.
184. Ootom SA, Al-Safi SA, Kerem ZK, Alkofani A. The use of medicinal herbs by diabetic Jordanian patients. *Journal of Herbal Pharmacotherapy*. 2006; 6(2):31-41.
185. Waheed A, Miana GA, Ahmad SI, Khan MA. Clinical investigation of hypoglycemic effect of *Coriandrum sativum* in type-2 (NIDDM) diabetic patients. *Pakistan Journal of Pharmacology*. 2006; 23(1):7-11.
186. Chithra V, Leelamma S. Hypolipidemic effect of coriander seed (*Coriandrum sativum*); mechanism of action. *Plant Foods and Human Nutrition*. 1997; 51(2):167-172.
187. Lal AAS, Tkumar PBM, Pillai KS. Hypolipidemic effect of *Coriandrum sativum* L. In Triton-induced hyperlipidemic rats. *Indian Journal of Experimental Biology*. 2004; 42: 909-912.
188. Chaudhry NMA, Tariq P. Bactericidal activity of black pepper, bay leaf, aniseed and coriander against oral isolates. *Pakistan Journal of Pharmacology and Science*. 2006; 19(3):214-218.
189. Emamghoreishi M, Heidari-Hamedani G. Sedative-hypnotic activity of extracts and essential oil of coriander seeds. *Iran Journal of Medicine and Science*. 2006; 31(1):22-27.
190. Emamghoreishi M, Khasaki M, Aazam MF. *Coriandrum sativum*: Evaluation of its anxiolytic effect in the elevated plus-maze. *Journal of Ethnopharmacology*. 2005; 96:365-370.
191. Cortes-Eslava J, Gomez-Arroyo S, Villalobos-Pietrini R, Espinosa-Aguirre JJ. Antimutagenicity of coriander (*Coriandrum sativum*) juice on the mutagenesis produced by plant metabolites of aromatic amines. *Toxicology Letters*. 2004; 153:283-292.
192. Medhim DG, Hadharzy P, Bakos P, Verzar-Petri G. Hypotensive effects of *Lupinus termis* and *Coriandrum sativum* in anesthetized rats. A preliminary study. *Acta Pharmaceutica Hungarica*. 1986; 56:59-63.
193. Vejdani R, Shalmani HR, Mir-Fattahi M, Sajed-Nia F, Abdollahi M, Zali MR. The efficacy of an herbal medicine, carmint, on the relief of abdominal pain and bloating in patients with irritable bowel syndrome: A pilot study. *Digestive Disease Science*. 2006; 51(8):1501-1507.
194. Randhawa MA, Al-Ghamdi MS. A review of pharmacotherapeutic effects of *Nigella sativa*. *Pakistan Medical Research Journal*. 2002; 41:2.
195. Hendrik. Habbatus Sauda', thibbun nabawi dalam menangani berbagai penyakit dan memelihara kesehatan tubuh. Jawa Tengah: Pustaka Al-Ummat; 2007. p. 94-7,120-1.
196. Asnyah. Efek antimikroba minyak jintan hitam (*Nigella Sativa*) terhadap pertumbuhan *Escherichia Coli* In Vitro. *Biomedika*. 2009; 1(1):25-29.
197. Dorman HJ, Surai P, Deans SG. In vitro antioxidant activity of a number of plant essential oils and phytoconstituents. *The Journal of Essential Oil Research*. 2000; 12:241-248.
198. Unnikrishnan MC, Kuttan R. Tumour reducing and anticarcinogenic activity of selected spices. *Cancer Letters*. 1990; 51:85-89.
199. El Hamss R, Idaomar M, Alonso-Moraga A, Munoz Serrano A. Antimutagenic properties of bell and black peppers. *Food and Chemical Toxicology*. 2003; 41:41-47.
200. Vijayakumar RS, Surya D, Nalini N. Antioxidant efficacy of black pepper (*Piper nigrum* L.) and piperine in rats with high fat diet induced oxidative stress. *Redox Report*. 2004; 9:105-110.