

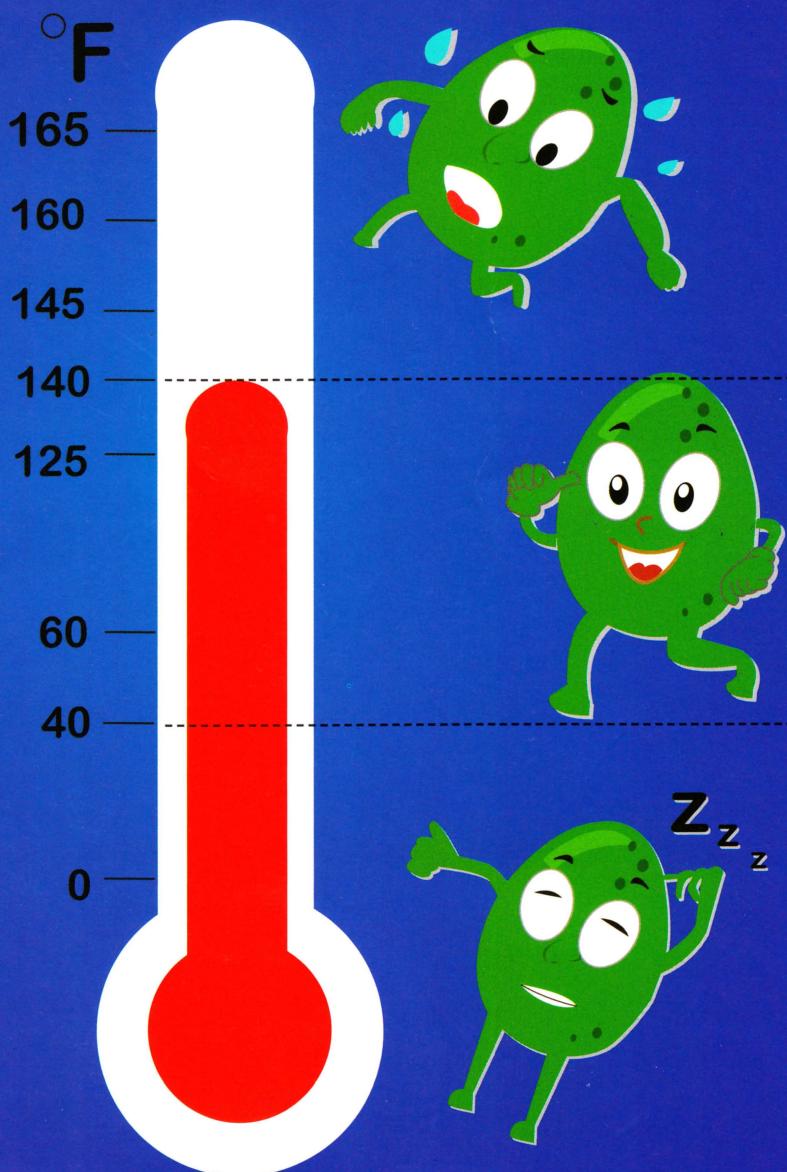
# FOODREVIEW

INDONESIA

**Top 5 of The Most  
Important Pathogens**

Update on Safety of  
**Carbonated  
Beverages**

The Choice of  
Natural Preservatives



## **First Things First: FOOD SAFETY**

ISSN 1907-1280  
9771907128098

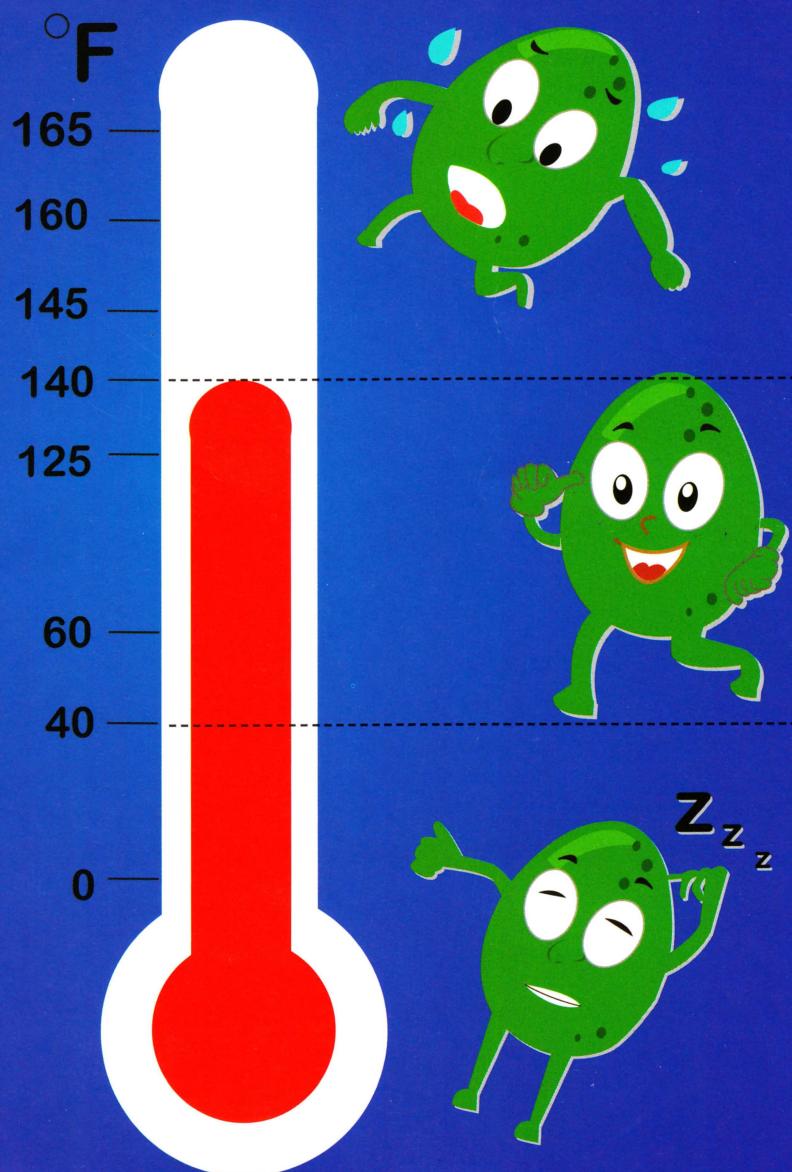
# FOODREVIEW

INDONESIA

**Top 5 of The Most  
Important Pathogens**

Update on Safety of  
**Carbonated  
Beverages**

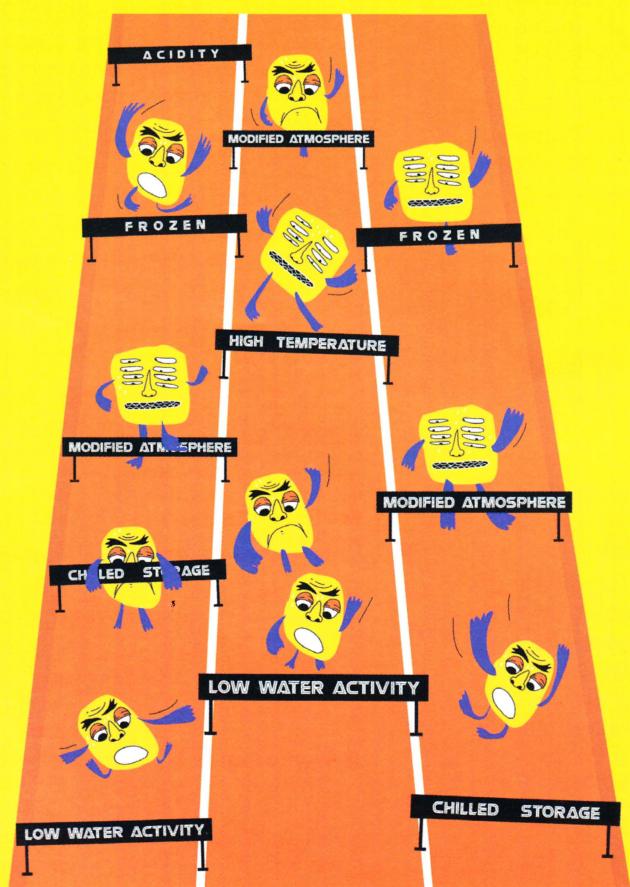
The Choice of  
Natural Preservatives



## First Things First: **FOOD SAFETY**

# The Choice of Natural Preservatives

Oleh Prof. Lilis Nuraida  
Peneliti SEAFAST Center  
& Dosen Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan,  
Institut Pertanian Bogor



Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa pengawet alami mampu menekan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk dan patogen pada pangan. Minyak atsiri dan rempah-rempah telah digunakan secara tradisional selama berabad-abad sebagai

pengawet dan untuk pengobatan. Bakteriosin merupakan peptida yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat yang memiliki aktivitas antimikroba sehingga berpotensi sebagai pengawet pangan. Namun demikian, banyak pengawet alami yang memiliki keterbatasan dalam pemakaiannya misalnya spektrum

**Pangan yang aman** dan bermutu selalu menjadi tuntutan konsumen dan menjadi perhatian pemerintah serta industri pangan. Berbagai strategi pengawetan telah digunakan untuk mempertahankan mutu dan keamanan pangan. Walaupun banyak pengawet kimia yang diperbolehkan digunakan dalam pangan, namun saat ini penggunaan pengawet alami menjadi tren untuk memenuhi pilihan konsumen. Kondisi ini telah memicu pengembangan dan eksplorasi pengawet alami atau *natural preservatives* dari berbagai sumber seperti tanaman, hewan dan mikroorganisme.

antimikroanya yang terbatas, atau mempengaruhi sifat sensori pangan yang diawetkan atau sifatnya yang mudah terdegradasi karena proses pengolahan. Inovasi dalam penggunaan pengawet alami terus menerus dilakukan untuk meningkatkan stabilitasnya atau memperkuat efektivitas pengawetannya, antara lain dengan teknik mikroenkapsulasi atau menerapkan konsep *hurdle* yaitu mengombinasikan pengawet alami dengan teknik pengawetan lainnya seperti pendinginan, penurunan  $a_w$ , penurunan pH dan pemanasan ringan.

## Pengawet alami asal hewan

Beberapa senyawa yang berasal dari hewan seperti lisozim, ovotransferrin, laktoferrin, latoferinsin, laktoperoksidase, dan kitosan telah terbukti memiliki aktivitas antimikroba terhadap berbagai mikroorganisme (Juneja *et al.*, 2012; Davidson *et al.*, 2013). Pada Tabel 1 disajikan aktivitas antimikroba beberapa senyawa pengawet alami asal hewan terhadap bakteri, kapang dan khamir.

Lisozim merupakan enzim yang telah dikategorikan sebagai GRAS (*generally recognized as safe*) oleh FDA untuk ditambahkan ke dalam pangan. Enzim ini mendegradasi dinding sel bakteri terutama dinding sel bakteri Gram positif dengan cara menghidrolisis ikatan  $\beta$ -1,4 antara *N-acetylmuramic acid* dan *N-asetylglucosamin* pada peptidoglikan yang merupakan komponen utama (90%) dinding sel bakteri Gram positif. Lisozim diperoleh dari putih telur ayam betina dan telah tersedia secara komersial. Lisozim komersial telah dilaporkan efektif untuk menghambat pertumbuhan *Listeria monocytogenes* pada ikan tuna mentah dan produk salmon. Hasil penelitian lain menunjukkan lisozim komersial dari Kanada efektif untuk meningkatkan umur simpan daging segar dan daging serta susu olahan. Lisozim yang telah terdenaturasi karena panas dilaporkan masih memiliki aktivitas antimikroba.

Ovotransferrin atau *conalbumin* merupakan glikoprotein yang berasal dari putih telur. Ovotransferrin menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara mengikat ketersediaan besi untuk pertumbuhan bakteri. Ovotransferrin yang telah dimurnikan tersedia secara komersial dan aktif menghambat pertumbuhan baik bakteri Gram positif maupun bakteri Gram negatif, namun tidak efektif

untuk menghambat bakteri yang tidak memerlukan besi untuk pertumbuhannya misalnya bakteri asam laktat.

Laktoferrin merupakan glikoprotein yang mengikat besi dan terdapat pada susu. Selain berperan dalam meregulasi sistem imun, laktoferrin juga memiliki aktivitas antimikroba baik terhadap bakteri maupun virus. Laktoferrin terikat pada permukaan sel bakteri Gram negatif yang menyebabkan terjadinya kerusakan membran luar bakteri Gram negatif. Di Amerika laktoferrin telah diperkenankan untuk digunakan pada daging sapi dan produk olahan daging.

Kitosan yang merupakan biopolimer polikationik yang berasal dari *chrustaceae* dan arthropoda. Di Korea dan Jepang telah dinyatakan sebagai bahan tambahan pangan yang aman. Karena kelarutan kitosan dalam air rendah, untuk aplikasinya, kitosan dilarutkan dalam asam organik seperti asam asetat atau asam laktat. Namun larutan asam akan menghidrolisis dan mendepolimerisasi molekul kitosan sehingga menurunkan aktivitas antimikroba. Oleh karena itu banyak penelitian yang

dilakukan untuk memodifikasi kitosan sehingga larut dalam air.

## Pengawet alami asal mikroba

Mikroorganisme memiliki sistem pertahanan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain. Bakteri asam laktat merupakan mikroorganisme yang dapat memproduksi berbagai senyawa antimikroba yang potensial sebagai pengawet pangan, antara lain asam laktat, asam asetat, diasetil, asetoin, hidrogen peroksida, reuterin dan bakteriosin. Asam laktat merupakan senyawa antimikroba yang dihasilkan oleh seluruh bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat heterofermentatif dalam kondisi tersedia senyawa yang berfungsi sebagai elektron akseptor, misalnya adanya oksigen atau fruktosa dapat memproduksi asam asetat. Senyawa-senyawa pengawet lainnya tidak diproduksi oleh seluruh bakteri asam laktat. Reuterin yang merupakan antimikroba berspektrum luas hanya diproduksi oleh beberapa strain *Lactobacillus reuteri*.

Beberapa bakteri asam laktat dapat menghasilkan

Tabel 1. Aktivitas antimikroba beberapa pengawet alami yang berasal dari hewan (Davidson *et al.*, 2013)

Senyawa antimikroba	Mikroorganisme yang dihambat
Lisozim	<i>Alicyclobacillus</i> , <i>Bacillus coagulans</i> , <i>B. stearothermophilus</i> , <i>B. cereus</i> , <i>Clostridium tyrobutyricum</i> , <i>Clostridium thermosaccharolyticum</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Lactobacillus</i> spp., <i>L. monocytogenes</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>C. jejuni</i> , <i>E. coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>S. Enteritidis</i> , <i>Y. Enterocolitica</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Candida</i> , <i>Fusarium graminearum</i> , <i>Paecilomyces</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Saccharomyces</i> , <i>Sporothrix</i>
Ovotransferrin	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>Micrococcus</i> sp., <i>Escherichia coli</i> O157:H7, <i>Candida albicans</i>
Laktoferrin	<i>B. subtilis</i> , <i>Bacillus stearothermophilus</i> , <i>Carnobacterium viridans</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>micrococci</i> , <i>E. coli</i> , <i>E. coli</i> O157:H7, <i>Klebsiella</i> spp., <i>Salmonella Enteritidis</i>
Kitosan	Bakteri asam laktat, <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Byssochlamys</i> spp. <i>Zygosaccharomyces bailii</i>

bakteriosin yaitu peptida yang memiliki aktivitas antimikroba. Pada umumnya bakteriosin menghambat bakteri patogen dan pembusuk Gram positif, terutama bakteri yang berkerabat dekat dengan bakteri asam laktat. Bakteri negatif tidak sensitif terhadap bakteriosin karena penetrasi bakteriosin ke dalam sel dihambat oleh *outer membrane* (membran luar) bakteri Gram negatif. Bakteriosin dibagi ke dalam 4 kelas berikut:

Bakteriosin kelas I merupakan peptida kecil misalnya nisin, laktisin dan laktosin. Nisin diproduksi oleh beberapa strain *Lactococcus lactis* dan merupakan bakteriosin yang paling banyak dipelajari dan telah diproduksi secara komersial serta telah dikategorikan sebagai GRAS untuk digunakan pada pangan. Selain menghambat bakteri Gram positif, nisin juga dilaporkan dapat menghambat bakteri Gram negatif seperti *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Salmonella Typhimurium*. Nisin dapat digunakan sebagai pengawet berbagai produk pangan seperti produk daging, jus, minuman dan keju.

Bakteriosin kelas II merupakan peptida kecil yang tahan panas, contohnya pediosin (dihasilkan oleh *Pediococcus acidilactici*, *P. pentosaceus* dan *P. damnosus*) yang dikenal sebagai anti listeria. Seperti halnya nisin, pediosin juga banyak diteliti dan sudah diproduksi secara komersial dan dikategorikan sebagai GRAS.

Bakteriosin kelas III merupakan peptida kecil yang tidak tahan panas, dan Bakteriosin kelas IV merupakan bakteriosin yang membentuk kompleks dengan molekul lemak dan karbohidrat.

Aktivitas bakteriosin yang dihasilkan oleh berbagai bakteri asam laktat tidak sama dan tidak konstan. Kebanyakan bakteriosin yang berpotensi sebagai pengawet

Tabel 2. Aktivitas antimikroba dan komponen utama dari beberapa rempah-rempah dan tanaman (Negi 2012; Davidson *et al.*, 2013)

Rempah atau Tanaman	Senyawa antimikroba	Mikroorganisme yang dihambat
Kemangi ( <i>Ocimum basilicum</i> )	d-linalool, methyl chavicol, methyl cinnamate	<i>Bacillus</i> , <i>Enterococcus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Salmonella Enteritidis</i> , <i>Shigella</i> sp., <i>Staphylococcus</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Candida</i> , <i>Mucor</i> , <i>Geotrichum candidum</i>
Kayu manis ( <i>Cinnamomum zeylanicum</i> )	Cinnamaldehyde, flavan-3-ols, p-coumaric acid, Eugenol, Camphor α-pinene, β-pinene, β-caryophyllene, γ-cadinene	<i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>E. coli</i> , <i>Endomyces fibuliger</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Listeria</i> , <i>S. enterica</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Streptococcus</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Candida</i> , <i>Penicillium commune</i> , <i>Penicillium roqueforti</i> , <i>S. cerevisiae</i>
Cengkeh ( <i>Syzygium aromaticum</i> )	Eugenol, eugenol, acetyl eugenol, quercetic acid, gallic acid, vanillin	<i>A. hydrophila</i> , <i>Bacillus</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>E. coli</i> , <i>Listeria</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> sp., <i>S. aureus</i>
Ketumbar ( <i>Coriandrum sativum</i> )	d-linalool, d-α-pinene, β-pinene	<i>L. monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>S. cerevisiae</i>
Cumin ( <i>Cuminum cyminum</i> )	Cuminaldehyde, p-cymene	<i>B. subtilis</i> , <i>E. coli</i> , <i>Erwinia</i> , <i>Xanthomonas</i> , <i>S. cerevisiae</i>
Bawang putih ( <i>Allium sativum</i> )	Allicin, diallylisothiocyanate, allicin, diallyl disulfide, diallyl trisulfide, alkenyl cysteine sulfoxide, ajoene, methyl allyl thiosulfinate	<i>Bacillus</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>E. coli</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>Salmonella</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Shigella</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Y. enterocolitica</i>
Sereh ( <i>Cymbopogon citratus</i> )	Myrcene, nerol, geranial, alkaloids, tannins, glycosides	<i>A. baumannii</i> , <i>A. veronii</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>E. coli</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. marcescens</i> , <i>S. aureus</i> , <i>A. Flavus</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>C. albicans</i> , <i>Microphomina phaseoli</i> , <i>Penicillium chrysogenum</i>
Pala ( <i>Myristica argentea</i> )	Sabinene, terpinen-4-ol, safrole, α-pinene, β-phellandrene, γ-terpinene	<i>B. subtilis</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. cerevisiae</i> , <i>Fusarium graminearum</i>
Onion ( <i>Allium cepa</i> )	Saponins, kampferol, ferulic acid, β-sitosterol, myritic acid, prostaglandins, quercetin, alkenyl cysteine sulfoxide	<i>B. subtilis</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. aureus</i> , <i>A. niger</i> , <i>P. cyclopium</i> , <i>S. cerevisiae</i>
Biji delima ( <i>Punica granatum</i> )	Punicic acid	<i>B. subtilis</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. cerevisiae</i>
Vanilla ( <i>Vanilla planifolia</i> , <i>V. pompona</i> , <i>V. tahilensis</i> )	Vanillin, vanillic, p-hydroxybenzoic, p-coumaric acids	<i>A. flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>A. parasiticus</i> , <i>Penicillium glabrum</i> , <i>P. digitatum</i> , <i>Penicillium italicum</i>

merupakan bakteriosin kelas I dan II. Aktivitas antimikroba bakteriosin tergantung pada pH, komponen pangan, adsorpsi pada protein sel, aktivitas

protease dan enzim lainnya (Balciunas *et al.*, 2013). Karena pada umumnya bakteriosin tidak dapat menghambat bakteri Gram negatif, maka aplikasinya untuk

menghambat bakteri Gram negatif dikombinasikan dengan metode pengawetan lain, terutama senyawa yang dapat mengganggu stabilitas membran luar Gram negatif, sehingga bakteriosin dapat berpenetrasi ke dalam sel.

Aplikasi pengawet yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat, selain ditambahkan dalam bentuk senyawa yang sudah diproduksi atau sudah dipurifikasi, juga dapat diaplikasikan dalam bentuk kultur penghasil bakteriosin (kultur bakteriogenik) sebagai kultur starter misalnya dalam fermentasi sosis. Namun demikian kultur harus dipilih berdasarkan kemampuannya beradaptasi dan menghasilkan bakteriosin pada lingkungan pangan.

### Pengawet alami asal tanaman

Diantara pengawet alami, rempah-rempah dan tanaman merupakan sumber yang telah banyak dieksplorasi. Rempah-rempah dan berbagai jenis tanaman secara tradisional telah digunakan dalam masakan dan telah diketahui memiliki aktivitas antimikroba. Penelitian tentang aktivitas antimikroba rempah-rempah dan berbagai jenis tanaman telah dilakukan dengan cukup intensif, baik menggunakan minyak atsiri maupun ekstrak rempah-rempah atau tanaman. Komponen utama yang berperan sebagai antimikroba dalam minyak atsiri atau ekstrak rempah-rempah dan tanaman antara lain saponin, flavonoid, carvacrol, thymol, citral, eugenol, linalool, terpenes, polifenol, tanin, alkaloid dan terpenoid (Jujenja *et al.*, 2012; Negi, 2012). Masing-masing rempah-rempah dan tanaman memiliki komposisi yang berbeda. Pada Tabel 2 disajikan contoh senya antimikroba yang terdapat pada rempah-rempah dan tanaman yang memiliki aktivitas antimikroba. Minyak atsiri dari rempah dan ekstrak tanaman memiliki spektrum antimikroba yang luas, baik terhadap bakteri Gram positif, Gram negatif, maupun terhadap kapang dan khamir. Keterbatasan pemakaian pengawet yang berasal dari rempah-rempah atau tanaman adalah pengaruhnya terhadap sifat sensori pangan. Sebagian besar konsentrasi yang efektif untuk mengawetkan pangan melebihi ambang batas penerimaan oleh konsumen.

Karena banyaknya senyawa dalam minyak atsiri maupun ekstrak tanaman, mekanisme penghambatan tidak disebabkan karena satu mekanisme namun dengan menyerang *multiple* target dalam sel mikroorganisme, misalnya terpenoid dan senyawa fenolik merusak membran sel, flavonoid dan fenol mengelat metal, koumarin dan alkaloid merusak material genetik. Senyawa polifenol teradsoprsi pada sel membran yang menyebabkan kebocoran membran sehingga material sitoplasma keluar sel.

# WACKER

CREATING TOMORROW'S SOLUTIONS

DO YOU WANT A  
HIGHLY BIOAVAILABLE  
FUNCTIONAL  
INGREDIENT?



CAVAMAX®

Would you like to increase the bioavailability of a functional ingredient such as curcumin? WACKER can offer you a ready-to-use, clinically proven highly bioavailable curcumin powder for dietary supplement applications. Recent clinical studies showed that CAVAMAX® W8 curcumin is up to forty-five times more efficiently absorbed compared to leading commercial curcumin supplement products or curcumin powder itself. Also the curcumin uptake was at least 4.5 times higher than the next-best commercial curcumin formulation in this study.

Wacker Chemie AG, Germany  
[info.biosolutions@wacker.com](mailto:info.biosolutions@wacker.com)

Indonesia Representative Office:  
Wacker Chemicals (South Asia) Pte. Ltd.  
Tel. +62 21 2953-2953

Please visit our centennial website at  
[www.wacker.com/100years](http://www.wacker.com/100years)

## Inovasi dalam aplikasi pengawet alami.

Sifat antimikroba, karakteristik pangan, target mikroorganisme yang dihambat perlu diperhatikan dalam mengaplikasikan pengawet alami. Ketahanan senyawa antimikroba (misalnya bakteriosin) terhadap enzim yang mungkin ada dalam bahan pangan, solubilitas, polaritas, volatilitas minyak atsiri dan ekstrak tanaman penting diketahui sebelum mangaplikasinya untuk mengawetkan pangan. Faktor-faktor yang terkait dengan sifat pangan yang akan diawetkan termasuk komposisi pangan, kondisi pengolahan, suhu penyimpanan, pH dan kemungkinan interaksi pengawet dengan ingridien yang ada pada bahan pangan juga perlu dipertimbangkan. Komponen pangan seperti protein, protease, lemak, garam dan ion metal dapat menghambat interaksi senyawa antimikroba dengan target mikroorganisme. Protease dalam bahan pangan dapat mendegradasi pengawet yang berbasis peptida, besi yang berlebihan dapat menginaktivasi laktoferrin, sebaliknya keberadaan senyawa fenolik lainnya dan antioksidan pada matriks pangan membantu menstabilisasi senyawa polifenol (Juneja *et al.*, 2012). Mutan mikroorganisme dan keragamannya yang ada dalam bahan pangan yang akan diawetkan, dapat menjadi faktor pembatas efektivitas penggunaan pengawet alami.

Untuk mengatasi keterbatasan aplikasi pengawet alami dan memperkuat efektivitas pengawetannya, saat ini banyak penelitian dengan menerapkan konsep *hurdle*, yaitu dengan mengombinasikan pengawet alami dengan teknik pengawetan lainnya atau mencampurkan pengawet lainnya. Sebagai contoh, kombinasi

pediosin dengan pengawet atau antimikroba lain seperti nisin, lisozim, asam organik, EDTA atau *sodium dodecyl sulfate* (SDS) memberikan efek sinergis dan memperluas spektrumnya (Juneja *et al.*, 2012). Penelitian telah banyak dilakukan dengan mengombinasikan pengawet alami dengan pemanasan ringan sehingga perubahan sensori karena pemanasan dapat dikurangi. Kombinasi pengawet alami dengan pendinginan dapat memperpanjang umur simpan. Kombinasi pengawet alami dengan *high hydrostatic pressure* atau dengan *pulsed electric field* dapat meningkatkan efek inaktivasi dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme selama penyimpanan (Davidson *et al.*, 2013).

Inovasi juga dilakukan dengan enkapsulasi pengawet alami yang ditujukan untuk menstabilkan senyawa antimikroba dan melindungi senyawa antimikroba dari pengaruh perlakuan fisik dan interaksinya dengan komponen pangan yang dapat menurunkan aktivitasnya. Selain itu dengan enkapsulasi, senyawa pengawet dilepaskan secara perlahan-lahan ke dalam bahan pangan dan dapat memberikan efek pengawetan yang lebih lama. Metode aplikasi pengawet pun dikembangkan, tidak hanya secara langsung dimasukkan ke dalam produk pangan, namun banyak penelitian yang menginkorporasikan pengawet alami ke dalam material polimer sebagai film kemasan yang dapat dimakan. Kitosan yang dikombinasikan dengan minyak atsiri atau nisin merupakan contoh material kemasan yang dapat dimakan dan berfungsi sebagai pengawet. Lapisan yang dapat dimakan (*edible coating*) yang mengandung minyak atsiri secara perlahan-lahan mendifusikan minyak atsiri ke dalam pangan sehingga efektivitasnya sebagai

pengawet dapat bertahan lama. Penggunaan *edible coating* yang berisi minyak atsiri atau pengawet alami lainnya dapat dikombinasikan dengan pendinginan sehingga dapat lebih memperpanjang umur simpan pangan.

Aplikasi pengawet alami pada bahan pangan umumnya memerlukan konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi yang diaplikasikan pada media laboratorium karena komponen pangan lebih kompleks, sehingga konsentrasi yang digunakan dapat menyebabkan efek negatif terhadap sifat sensori pangan. Oleh karena itu pemilihan pengawet alami untuk diaplikasikan sebagai pengawet pangan, tidak hanya berdasarkan pada aktivitas antimikroba, namun juga harus mempertimbangkan stabilitas selama pengolahan, penyimpanan dan pengaruhnya terhadap sifat sensori pangan yang diawetkan. Aplikasi konsep *hurdle* yang mengombinasikan pengawet alami dengan metode pengawetan lainnya, merupakan metode yang menjanjikan dalam aplikasi pengawet alami untuk memperpanjang umur simpan pangan.

## Referensi

- Balciunas, E.M., F.A.C. Martinez, S. D. Todorov, B. D. G. de Melo Franco, A. Converti dan Ri. P. de Souza Oliveira. 2013. Novel biotechnological applications of bacteriocins: A review. *Food Control* 32 :134-142
- Davidson, P.M., F.J. Critzer, dan T. Matthew Taylor. 2013. Naturally Occurring Antimicrobials for Minimally Processed Foods. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 4:163-90
- Juneja, V.K., H.P. Dwivedi, dan X. Yan. 2012. Novel Natural Food Antimicrobials. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 3:381-403
- Negi, P.S. 2012. Plant extracts for the control of bacterial growth: Efficacy, stability and safety issues for food application. *Int. J. Food Microbiol.* 156:7-17.