

## PEMANFAATAN MINYAK ATSIRI SEBAGAI ANTIMIKROBA

Sri Yuni Hartati

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat  
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111

### ABSTRAK

Minyak atsiri merupakan produk metabolit sekunder dari tanaman. Minyak atsiri pada umumnya mengandung berbagai jenis senyawa kimia yang mempunyai banyak manfaat, diantaranya adalah aktivitasnya sebagai antimikroba. Rahasia keampuhan minyak atsiri sebagai antimikroba terletak pada senyawa kimia yang dikandungnya seperti carvacrol, eugenol, cinnamaldehyde, cinnamic acid, perillaldehyde, thymol dsb. Secara tradisional minyak atsiri sering digunakan sebagai bumbu, flavour, dan bahan pewangi. Sehubungan dengan aktivitasnya sebagai antimikroba, minyak atsiri juga dapat digunakan sebagai bahan antiseptik, antiinflamasi, antioksidan, serta sebagai obat berbagai penyakit pada manusia dan hewan. Selain itu minyak atsiri juga memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan pestisida nabati. Pengembangan produk-produk derivat minyak atsiri pada skala industri dan komersial, diharapkan dapat meningkatkan pendapatan petani dan devisa negara serta dapat menggantikan produk-produk yang mengandung bahan kimia sintetik yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

**Kata kunci:** Minyak atsiri, antimikroba.

### ABSTRACT

#### *The Use of Essential Oils as Antimicrobial Agent*

*Essential oils are secondary metabolites produced by plants, which consist of complex mixtures of chemical compounds. It has many utilities such as antimicrobial agent. Antimicrobial activities of essential oils are due to their rich content of chemical compounds, such as carvacrol, eugenol, cinnamaldehyde, cinnamic acid, perillaldehyde, and thymol. Essential oils have been used traditionally as spices, flavors, raw material for perfumes and fragrances. Because of their antimicrobial properties, essential oils could be used as antiseptics, antiinflammation, antioxidant, medicines for human and animal diseases and botanical pesticides. Industrial and commercial development of derivative products of essential oils, hopefully could increase farmer income and foreign exchange and also reducing the use of synthetic chemical products that are hazardous for human and environment.*

**Keywords:** Essential oils, antimicrobial agent.

### PENDAHULUAN

#### Minyak atsiri

Minyak atsiri merupakan produk metabolit sekunder yang beraroma khas yang diproduksi oleh tanaman dari famili Asteraceae, Apocynaceae, Lauraceae, Rutaceae, Myristicaceae, Myrtaceae, Umbeliferae, Pinaceae, Rosaceae, dan Labiatae (Agusta 2000). Minyak atsiri yang diproduksi oleh tanaman tidak ditransfer ke seluruh bagian tanaman, namun disimpan di bagian tertentu yaitu di biji, bunga, buah, daun, kulit batang, kayu, dan akar. Minyak atsiri dapat diisolasi dari tanaman dengan beberapa cara yaitu melalui proses destilasi, ekstraksi, enfleurage, fermentasi, dan pengepresan (Ketaren 1985; ITC 1986; Burt 2004).

Dari sekitar 3.000 jenis minyak atsiri yang telah dikenal di dunia, 300 diantaranya telah diproduksi secara komersial untuk keperluan

berbagai jenis industri. Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai keanekaragaman (63) jenis tanaman penghasil minyak atsiri (Agusta 2000). Dari 300 jenis minyak atsiri yang telah diproduksi secara komersial tersebut di atas, 40 diantaranya telah diproduksi di Indonesia. Sebagian minyak atsiri Indonesia juga telah masuk dalam perdagangan Internasional dan telah diekspor untuk memenuhi kebutuhan dunia seperti minyak nilam (patchouli), akarwangi (vetiver), seraiwangi (citronella), pala (nutmeg), kenanga (cananga), cengkeh (clove leaf), kayu putih (cajaput) dan sebagainya (ITC 1986).

#### Komponen kimia minyak atsiri

Minyak atsiri mengandung campuran berbagai jenis senyawa kimia yang bervariasi tergantung dari jenis minyak atsirinya. Kandungan senyawa kimia minyak atsiri juga dipengaruhi oleh

beberapa faktor seperti jenis tanaman, kondisi iklim, jenis tanah, tempat tumbuh, umur panen, metode ekstraksi, dan cara penyimpanannya (Ketaren 1985). Komposisi kimia minyak atsiri dari bagian tanaman yang berbeda juga berbeda walaupun berasal dari tanaman yang sama. Contoh minyak atsiri yang diperoleh dari biji coriander (*Coriandrum sativum* L.) mempunyai komposisi yang berbeda dengan yang berasal dari daun mudanya (Agusta 2000; Burt 2004).

Minyak atsiri dapat mengandung lebih dari 60 dan tidak lebih dari 300 jenis komponen senyawa kimia yang terdiri dari komponen utama yang dapat mencapai 85%, sedang 15% yang lainnya merupakan komponen *trace* (Agusta 2000; Burt 2004). Minyak atsiri umumnya terdiri dari campuran persenyawaan kimia yang terbentuk dari unsur karbon, hidrogen, oksigen, dan persenyawaan kimia yang mengandung nitrogen dan sulfur. Pada umumnya minyak atsiri mengandung dua golongan senyawa, yaitu oleoptena dan stearoptena. Oleoptena merupakan bagian senyawa hidrokarbon yang berupa cairan. Sementara stearoptena adalah senyawa hidrokarbon yang teroksigenasi yang umumnya berwujud padat. Senyawa kimia minyak atsiri umumnya berbau wangi spesifik untuk setiap jenis minyak atsirinya. Selain itu minyak atsiri mengandung sedikit komponen yang tidak menguap seperti resin dan lilin (Agusta 2000; Ketaren 1985).

## KOMPONEN MINYAK ATSIRI SEBAGAI ANTIMIKROBA

Zat antimikroba adalah suatu senyawa biologis/kimia yang dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikroba. Beberapa penelitian membuktikan bahwa beberapa jenis minyak atsiri mempunyai aktivitas biologi terhadap mikroba (Abed 2007; Akin *et al.* 2010; Cosentino *et al.* 1999; Faraq *et al.* 1989; Hamedo 2009; Jansen *et al.* 1987; Koba *et al.* 2009; Martino *et al.* 2009; Randrianarivelo *et al.* 2009; Sartoratto *et al.* 2004). Sejumlah minyak atsiri mempunyai aktivitas terhadap bakteri (Baydar *et al.* 2004; Burt dan Reinders 2003; Gende *et al.* 2008; Goren *et al.* 2003; Inouye *et al.* 2001; Kan *et al.* 2006; Kotan *et al.* 2007; Mahboubi *et al.* 2007; Mohsenzadeh 2007; Upadhyay *et al.* 2010; Vasinauskiene *et al.* 2006). Minyak atsiri juga mempunyai aktivitas terhadap jamur (Bansod dan Rai 2008; Dubey dan Tripathi 1987; Prasad *et al.* 2010; Wilson *et al.* 1997; Zambonelli *et al.* 1996), dan terhadap virus (Bishop 1995; Koul *et al.* 2008; Reichling *et al.* 2009), serta terhadap nematoda (Mustika dan Rahmat 1994; Sangwan *et al.* 1990).

Keampuhan minyak atsiri sebagai antimikroba terletak pada zat yang dikandungnya yaitu senyawa fenolik seperti karvakrol, eugenol, sinamaldehida, asam sinamat, perilaldehida, dan timol (Agusta 2000; Armendariz *et al.* 2010; Burt

Tabel 1. Komponen kimia minyak atsiri yang mempunyai aktivitas antimikroba

| Jenis minyak atsiri | Jenis tanaman penghasil                     | Komponen kimia utama                                                                 | Komposisi %                         |
|---------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Cilantro            | <i>Coriandrum sativum</i> (daun muda)       | Linalool                                                                             | 26                                  |
| Coriander           | <i>Coriandrum sativum</i> (biji)            | E2decanal,<br>Linalool                                                               | 20<br>70                            |
| Cinnamon            | <i>Cinnamomum zeylanicum</i> (kulit batang) | Sinamat aldehyd,<br>asam sinamat                                                     | 65<br>-                             |
| Oregano             | <i>Origanum vulgare</i>                     | Karvakrol                                                                            | Trace 80                            |
| Rosemary            | <i>Rosmarinus officinalis</i>               | Timol, Terpene,<br>p-simen, Alfa pimen                                               | -<br>-                              |
| Sage                | <i>Salvia officinalis</i> L.                | Bornylasetat, Kamfor, 1, 8 sineol,<br>Alfa pimen, B pimen, alfa tujon,<br>1,8 sineol | -<br>-<br>-                         |
| Clove               | <i>Syzygium aromaticum</i>                  | Eugenol<br>Eugenol asetat,<br>Seskuiterpen                                           | 70/75-85<br>8-15                    |
| Thyme "organum"     | <i>Thymus vulgaris</i> L.                   | Timol<br>Karvakrol<br>Gama terpen<br>p-simen<br>Levopinen                            | 10-64<br>2-11<br>2-31<br>10-56<br>- |

Sumber: Burt (2004)

2004). Aktivitas biologi minyak atsiri terhadap mikroba dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH, temperatur, dan kadar oksigen. Kondisi pH, temperatur, dan kadar oksigen yang rendah akan meningkatkan aktivitas biologi minyak atsiri terhadap pertumbuhan mikroba. Pada umumnya efek antimikroba terbesar dimiliki oleh minyak atsiri dari herbal yang dipanen pada saat atau setelah pembungaan. Selain itu ada indikasi bahwa beberapa komponen minor mempunyai sifat antibakteri yang kuat. Hal ini mungkin karena adanya efek sinergis diantara komponen-komponennya. Sebagai contoh minyak sage, timus, dan oregano (Burt 2004).

Sebagai bahan yang bersifat antimikroba, minyak atsiri mempunyai beberapa target terhadap mikroba. Meskipun efek antimikroba dari minyak atsiri telah diketahui sejak lama, namun mekanismenya belum banyak dipelajari. Mekanisme antimikroba minyak atsiri antara lain mendegradasi dinding sel sehingga menyebabkan lisis, merusak permeabilitas membran sitoplasma sehingga menyebabkan kebocoran nutrisi dari dalam sel, mendenaturasi protein, pembekuan sitoplasma, dan menghambat kerja enzim di dalam sel sehingga mengganggu sistem metabolisme sel mikroba (Burt 2004).

#### KEGUNAAN MINYAK ATSIRI

##### Kegunaan bagi tanaman

Ada asumsi bahwa minyak atsiri merupakan bahan yang penting dan mempunyai fungsi tertentu bagi tanaman sebagai antioksidan dan donor hidrogen. Kemungkinan minyak atsiri juga digunakan sebagai sumber energi cadangan jika terjadi gangguan proses asimilasi pada tanaman. Minyak atsiri juga dapat berfungsi sebagai penghambat penguapan air pada tanaman dan dapat berpengaruh terhadap transpirasi (Ketaren 1985).

Minyak atsiri juga dihasilkan untuk membentuk sejenis ketahanan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh binatang maupun tanaman parasit. Minyak atsiri yang diproduksi oleh tanaman tertentu dapat berfungsi untuk menolak kehadiran binatang atau serangga (Dubey *et al.* 2010; Isman 2000; Kamsuk *et al.* 2006; Ketaren 1985; Koul *et al.* 2008). Selain itu beberapa jenis minyak atsiri berfungsi untuk menarik serangga yang

menguntungkan yang dapat membantu dalam proses penyerbukan (Abramson *et al.* 2006; Koul *et al.* 2008). Sejumlah minyak atsiri juga mempunyai aktivitas terhadap mikroba. Karakteristik ini mungkin juga berhubungan dengan fungsi dari komponen-komponen minyak atsiri terhadap tanamannya (Burt 2004).

##### Kegunaan bagi manusia

##### *Minyak atsiri sebagai bumbu, flavour, dan bahan pewangi*

Karena mempunyai citarasa dan aroma yang khas, sejumlah minyak atsiri dapat memberi rasa dan aroma pada bahan makanan dan minuman. Oleh karena itu sudah sejak beberapa abad yang lalu minyak atsiri digunakan secara tradisional sebagai bumbu penyedap dan flavour bahan makanan dan minuman. Minyak atsiri yang biasa digunakan sebagai bumbu dan flavour makanan adalah minyak atsiri daun salam, daun jeruk, kayumanis, serai, jahe, dan sebagainya (Agusta 2000; Burt 2004; Ketaren 1985).

Minyak atsiri juga sering digunakan sebagai bahan pewangi untuk kosmetik, parfum, sabun, dan produk-produk rumah tangga lainnya. Sebagai contoh minyak atsiri jeruk manis, nipis, dan lemon sering digunakan untuk memberi aroma pada berbagai produk sabun, pengharum ruangan, pasta gigi, dsb. Minyak atsiri dari bunga kenanga atau ylang-ylang yang mempunyai aroma menyejukkan dan menyegarkan sering dipakai dalam industri parfum dan beberapa produk lain yang bernilai jual tinggi (Agusta 2000; Ketaren 1985).

##### *Minyak atsiri sebagai antioksidan dan pengawet bahan makanan*

Pada saat ini terutama di negara-negara barat ada tren untuk hidup secara alami yang lebih sehat (*Back to Nature*). Masyarakat cenderung mengkonsumsi bahan-bahan makanan yang bebas dari bahan kimia dan mengurangi bahan-bahan aditif makanan sintetik, dengan menggunakan produk-produk yang kecil dampaknya terhadap lingkungan. Hal ini mendorong penggunaan dan pengembangan produk-produk yang berasal dari tanaman untuk mengganti bahan-bahan kimia sintetik yang membahayakan bagi kesehatan dan lingkungan.

Hasil beberapa penelitian membuktikan bahwa sejumlah minyak atsiri mempunyai aktivitas sebagai antioksidan (Deans *et al.* 1993; Suhirman 2006; Obame *et al.* 2008; Tensisika *et al.* 2003; Wijaya 1999). Selain itu minyak atsiri juga mempunyai aktivitas biologi terhadap patogen dan mikroba perusak bahan makanan (Adiguzel *et al.* 2007; Armendariz *et al.* 2010; Anonim 1999; Aureli *et al.* 1992; Burt dan Reinders 2003; Burt 2004; Canthaphon *et al.* 2008; Deans dan Richie, 1987; Elgayyar *et al.* 2001; Jansen 1989; Jenle *et al.* 1992; Knobloch *et al.*, 1989; Palmer *et al.* 1998). Minyak atsiri tertentu dapat menghambat pertumbuhan dan membunuh bakteri *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, dan *Shigella dysenteriae*. (Agusta 2000; Burt 2004). Oleh karena itu minyak atsiri dapat dimanfaatkan sebagai bahan antioksidan, aditif dan pengawet bahan makanan.

Diantara minyak atsiri yang mempunyai aktivitas terhadap mikroba patogen dan perusak bahan makanan yaitu minyak seraiwangi yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Proteus vulgaris*, serta bakteri gram positif *Bacillus subtilis* dan *Staphylococcus aureus* (Burt 2004). Minyak atsiri jenis *Citrus* spp. seperti jeruk sinensis, mandarin, grapefruit, lemon mempunyai aktivitas terhadap *Penicillium digitatum* dan *P. italicum*, *Aspergillus niger* (Chanthaphon 2008). Beberapa jenis minyak atsiri seperti olive (*Olea europaea*), citrus (*Citrus lemon*), neem (*Azadirachta indica*), bavchi (*Psoralea corylifolia*), ajwain (*Trachyspirum ammi*), almond (*Amygdalus communis*) juga terbukti efektif terhadap bakteri baik yang bersifat gram negatif maupun positif (Upadyay *et al.* 2010). Minyak daun salam juga mempunyai aktivitas terhadap jamur *Aspergillus* sp., *Euroticum* sp., *Pennicillium* sp. yang merupakan jamur kontaminan pada produk roti. Komponen sitronella dan geraniol dari minyak seraiwangi juga dikenal bersifat antijamur dan antibakteri (Burt 2004).

Jenis minyak atsiri lain yang berpotensi sebagai pengawet makanan dan antioksidan adalah minyak andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* D.C.). (Miftakhurohmah dan Suherman 2008; Mulia 2000). Menurut Parhusip (2005) dan Ardiansyah (2001) minyak andaliman mampu menghambat

pertumbuhan bakteri *B. cereus*, *S. aureus*, *S. typhimurium*, *E. coli*, *P. fluorescens*. Komponen minyak andaliman adalah alfa pinen, terpen seperti geraniol, linalool, limonen, sitronela. Alfa pinen dan limonen tersebut merupakan komponen yang bersifat antibakteri kuat.

Tabel 2. Jenis-jenis minyak atsiri yang mempunyai aktivitas terhadap mikroba perusak bahan makanan

| Tanaman asal minyak atsiri    | Jenis bakteri           | MIC (ul/ml) |
|-------------------------------|-------------------------|-------------|
| Rosemary                      | <i>E. coli</i>          | 4,5->10     |
|                               | <i>S. thypimurium</i>   | >20         |
|                               | <i>B. cereus</i>        | 0,2         |
|                               | <i>S. aureus</i>        | 0,4-10      |
| Oregano                       | <i>L. monocytogenes</i> | 0,2         |
|                               | <i>E. coli</i>          | 0,5-1,2     |
|                               | <i>S. thypimurium</i>   | 1,2         |
|                               | <i>S. aureus</i>        | 0,5-1,2     |
| Lemon graas                   | <i>E. coli</i>          | 0,6         |
|                               | <i>S. thypimurium</i>   | 2,5         |
|                               | <i>S. aureus</i>        | 0,6         |
| Sage                          | <i>E. coli</i>          | 3,5-5       |
|                               | <i>S. thypimurium</i>   | 10-20       |
|                               | <i>S. aureus</i>        | 0,75-10     |
| Clove                         | <i>L. monocytogenes</i> | 0,2         |
|                               | <i>E. coli</i>          | 0,4-2,5     |
|                               | <i>S. thypimurium</i>   | >20         |
|                               | <i>S. aureus</i>        | 0,4-2,5     |
| Thyme                         | <i>L. monocytogenes</i> | 0,3         |
|                               | <i>E. coli</i>          | 0,45-1,25   |
|                               | <i>S. thypimurium</i>   | 0,45->20    |
|                               | <i>S. aureus</i>        | 0,2-2,5     |
| Turmeric                      | <i>L. monocytogenes</i> | 0,156-0,45  |
|                               | <i>E. coli</i>          | 0,2         |
|                               | <i>B. cereus</i>        | 0,2         |
|                               | <i>E. coli</i>          | 2,5->80     |
| Tea bush ( <i>Lippia</i> sp.) | <i>S. dysenteriae</i>   | 5->80       |
|                               | <i>S. aureus</i>        | 0,6-40      |
|                               | <i>B. cereus</i>        | 5-10        |

Sumber : Burt (2004)

Bahan-bahan pengawet makanan yang mengandung minyak atsiri juga telah banyak dipasarkan, misalnya "DMC Base Natural" yang merupakan pengawet makanan yang diproduksi oleh DOMCA S. A., Alhendin, Granada, Spanyol yang mengandung 50% minyak atsiri rosemary, sage, jeruk citrus dan 50% gliserol. "Protecta one" dan "Protecta two" merupakan ekstrak herbal yang diproduksi oleh Bavaria Crop, Appopka, FL, USA dan telah dikenal sebagai food additif yang aman di USA. Ekstraknya mengandung satu atau lebih minyak atsiri yang dicampur dengan sodium sitrat dan sodium klorid (Burt 2004).

Tabel 3. Komponen kimia minyak atsiri yang mempunyai aktivitas terhadap mikroba perusak bahan makanan

| Bahan aktif minyak atsiri | Jenis bakteri           | MIC (ul/ml) |
|---------------------------|-------------------------|-------------|
| Alfa terpineol            | <i>E. coli</i>          | 0,45->0,9   |
|                           | <i>S. typhimurium</i>   | 0,225       |
|                           | <i>S. aureus</i>        | 0,9         |
|                           | <i>L. monocytogenes</i> | >0,9        |
|                           | <i>B. cereus</i>        | 0,9         |
| Karvakrol                 | <i>E. coli</i>          | 0,225-5     |
|                           | <i>S. typhimurium</i>   | 0,225-0,25  |
|                           | <i>S. aureus</i>        | 0,175-0,45  |
|                           | <i>L. monocytogenes</i> | 0,375-5     |
|                           | <i>B. cereus</i>        | 0,1875-0,9  |
| Sitral                    | <i>E. coli</i>          | 0,5         |
|                           | <i>S. typhimurium</i>   | 0,5         |
|                           | <i>S. aureus</i>        | 0,5         |
|                           | <i>L. monocytogenes</i> | 0,5         |
| Eugenol                   | <i>E. coli</i>          | 1,0         |
|                           | <i>S. typhimurium</i>   | 0,5         |
|                           | <i>L. monocytogenes</i> | >1,0        |
| Geraniol                  | <i>E. coli</i>          | 0,5         |
|                           | <i>S. typhimurium</i>   | 0,5         |
|                           | <i>L. monocytogenes</i> | 1,0         |
| Perilaldehid              | <i>E. coli</i>          | 0,5         |
|                           | <i>S. typhimurium</i>   | 0,5         |
|                           | <i>L. monocytogenes</i> | 1,0         |
| Timol                     | <i>E. coli</i>          | 0,225-0,45  |
|                           | <i>S. typhimurium</i>   | 0,056       |
|                           | <i>S. aureus</i>        | 0,14-0,225  |
|                           | <i>L. monocytogenes</i> | 0,450       |
|                           | <i>B. cereus</i>        | 0,450       |

Sumber : Burt (2004)

### Minyak atsiri sebagai bahan antiseptik, antiinflamasi, dan obat

Dari pengalaman empirik dan hasil penelitian terbukti bahwa beberapa jenis minyak atsiri juga mempunyai aktivitas terhadap jamur, bakteri, virus patogen dan parasit lain. Sejumlah minyak atsiri sering digunakan sebagai antiseptik, antiinflamasi, dan sebagai obat untuk terapi berbagai penyakit pada manusia dan hewan (Dubey *et al.* 2010; Burt 2004; Ketaren 1985; Koul *et al.* 2008; Rajkumar dan Jabenasan 2007; dan Reichling 2009).

Beberapa jenis minyak atsiri dapat digunakan untuk mengobati iritasi artritis dan rematik dan radang selaput lendir (Agusta 2000). Minyak atsiri juga sering digunakan sebagai bahan analgesik, hemolitik, antizimatis, sedatif, stimulan (Agusta 2000; Ketaren 1985).

Beberapa jenis minyak atsiri yang sering digunakan sebagai obat diantaranya minyak adas, cengkeh, pala, kayu putih dan sebagainya (Agusta 2000). Minyak atsiri tertentu dapat digunakan untuk

mengobati infeksi urogenital, menstimulir memperbaiki jaringan yang rusak pada hewan, memisahkan lendir pada trachea dan bronchea dan mengurangi rasa tegang pada perut dan kolik. Beberapa jenis minyak atsiri mempunyai sifat membius dan merangsang. Minyak atsiri jenis terpen mempunyai efek yang merangsang. Minyak atsiri yang dapat membius efek kerjanya hampir sama dengan kerja obat bius pada sel-sel hewan. Beberapa komponen terpen seperti kamfor dan mentol digunakan sebagai stimulan peredaran darah pada orang pingsan. Apabila kerja otot jantung tertekan maka kamfor dapat memperbaiki kembali fungsi otot jantung dan menghilangkan gejala *arrhythmia*. Aroma minyak atsiri yang merangsang dapat membantu pencernaan dengan merangsang sistem syaraf sekresi sehingga keluar getah lambung yang mengandung enzim pepsin, tripsin, lipase, amilase. Minyak atsiri tertentu juga mampu mempercepat gerak peristaltik usus halus kelinci (Ketaren 1985).

Minyak atsiri dan komponennya telah diproduksi dalam berbagai produk komersial seperti antiseptik dan penambal lubang gigi seperti minyak daun sirih, minyak adas, lavender, dan *Eucalyptus* (Burt 2004). Sementara minyak basil dari tanaman selasih banyak digunakan untuk aroma terapi berbagai jenis penyakit seperti asma, sakit kepala, dan batuk (Agusta 2000).

Minyak atsiri juga bersifat toksik terhadap bakteri dan jamur patogen pada hewan dan manusia (Agusta 2000; Elgayyar *et al.* 2001; Hendrajatin 2009; Jansen 1989; Knobloch *et al.* 1989; Lee *et al.* 2007; Luangnarumitchai *et al.* 2007; Upadhyay *et al.* 2010). Daya racun minyak atsiri dapat digunakan sebagai obat untuk berbagai jenis penyakit. Minyak Wormseed berpengaruh terhadap amuba saluran pencernaan. Namun penggunaan berlebihan pada hewan dapat menyebabkan depresi pada susunan pusat syaraf yang diikuti dengan gejala kejang. Demikian juga minyak *Chenopodium* sering digunakan sebagai obat cacing (Ketaren 1985).

### Minyak atsiri sebagai pestisida untuk bakteri, jamur, dan virus

Sejumlah minyak atsiri memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan pestisida nabati untuk mengendalikan bakteri (Hartati *et al.* 1994a; Hartati *et al.* 1994b; Isman 2000; Kotan 2007; Koul *et al.*

2008; Supriadi *et al.* 1999). Minyak atsiri juga dapat digunakan untuk mengendalikan jamur (Isman 2000; Hall & Fernandez 2004; Koul *et al.* 2008; Manohara *et al.* 1994; Miftakhurohmah 2008; Nakahara *et al.* 2003; Tombe *et al.* 1994; Wilson *et al.* 1997; Zambonelli *et al.* 1996). Selain itu minyak atsiri juga dapat untuk mengendalikan virus (Bishop 1995; Koul *et al.* 2008) serta nematoda (Mustika dan Rahmat 1994; Sangwan *et al.* 1990; Tariq 2010).

Hasil beberapa penelitian membuktikan bahwa sejumlah minyak atsiri efektif dapat mengendalikan bakteri patogen pada tanaman. Hasil penelitian Pradhanang *et al.* (2003 dan 2005) membuktikan bahwa senyawa timol dari minyak palmarosa, seraiwangi, dan seraidapur dapat mengurangi populasi *Ralstonia solanacearum* (bakteri penyebab penyakit layu pada tomat). Hasil penelitian secara *in vitro* yang dilakukan oleh Vasinauskiene *et al.* (2006), menunjukkan bahwa minyak atsiri dari *Origanum vulgare* L. (origano), *Achillea millefolium* L., *Achillea filipendulina* L., *Carum carvi* L. (caraway), *Mentha piperita* (peppermint) mempunyai aktivitas terhadap bakteri *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* 1122, *Xanthomonas vesicatoria* 67, *Pseudomonas marginalis* 1763, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* 1139, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* 1, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* 506, dan *Bacillus* sp. 1044, *Pseudomonas* spp. dan *Erwinia carotovora* sub sp. *carotovora*. Minyak atsiri dari tanaman rempah seperti *Thymus canoviridis*, *Satureja hortensis*, *Melissa officinalis inodora*, *Helichrysum plicatum*, *Thymus haussknechtii*, *Thymus sipyleus*, dan *Thymus siphyleus rosulans* serta senyawa komponennya (karvakrol dan timol) dapat menghambat pertumbuhan *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*, bakteri penyebab penyakit becak daun pada tanaman cabe dan tomat (Kotan *et al.* 2007).

Pradhanang *et al.* (2005) juga melaporkan bahwa minyak atsiri seraiwangi dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporium* f. sp. *vanillae* (penyebab penyakit busuk pangkal batang panili), *Fusarium oxysporium* f. sp. *lycopersici* (penyebab penyakit layu pada tomat), *Colletotrichum musae* (penyebab penyakit antraknose pada pisang), serta *Lasiodiplodia theobromae* dan *Fusarium proliferatum*. Menurut

Tombe *et al.* (1994), eugenol dari minyak cengkeh mampu menekan pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporium* penyebab penyakit busuk batang panili. Selain itu eugenol juga efektif terhadap jamur *Phytophthora* penyebab penyakit busuk pangkal batang lada, *Rigidoporus*, dan *Sclerotium* sp. (Manohara *et al.* 1994). Minyak atsiri cengkeh (*Syzygium aromaticum*), cedar wood, lemon grass (*Cymbopogon nardus*), peppermint (*Mentha piperita*), seraiwangi, dan pala juga dilaporkan dapat membunuh jamur *Phomopsis azadirachtae*, penyebab penyakit "die back" pada tanaman neem (Prasad *et al.* 2010). Menurut Batish *et al.* (2008), minyak *Eucalyptus* dapat digunakan untuk mengendalikan jamur tepung "mould" dan jamur pembusuk kayu. Minyak kunyit dan minyak jahe 0,2% dapat menghambat 86% pertumbuhan miselia jamur *Rhizoctonia solani*. Beberapa jenis minyak atsiri juga terbukti efektif terhadap jamur *Botrytis cinerea*, *Monilia fructicola*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium moniliforme* dan *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium oxysporum* (Koul *et al.* 2008), *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Typhium ultium*, dan *Colletotrichum lindemuthianum* (Zambonelli *et al.* 1996).

Hasil penelitian Bishop (1995) menunjukkan bahwa minyak *Melaleuca alternifolia* efektif dapat mengurangi infeksi virus TMV (*Tobacco Mosaic Virus*) pada tanaman tembakau. Minyak dari *Ageratum conyzoides*, *Callistemon lanceolatus*, *Carum copticum*, *Ocimum sanctum* dan *Peperomia pellucida* dapat menghambat infeksi virus Cow Pea Mosaic Virus (CPMV) pada tanaman cowpea, Bean Common Mosaic Virus (BCMV), Mung Bean Mosaic Virus (MBMV), dan Southern Bean Mosaic Virus (SBMV). Sementara minyak *Ocimum sanctum* dapat menghambat infeksi virus CMV, MBMV, BCMV, SBMV. Minyak *Tagetes minuta* juga dilaporkan efektif terhadap *Carnation Ring Spot* (CaVMV). Komponen geraniol dari minyak lemon grass (*Cymbopogon flexuosus*) dan tea tree (*Melaleuca alternifolia*) dapat mengurangi infeksi *Spotted Wilt Virus* pada tanaman tomat sebesar (32-51%) lebih rendah dibandingkan dengan pada perlakuan kontrol (Koul *et al.* 2008).

Menurut Sangwan *et al.* (1990), komponen minyak atsiri eugenol efektif terhadap nematoda parasit tanaman. Hasil penelitian Mustika dan Rahmat (1994) juga membuktikan bahwa eugenol

dari minyak cengkeh dapat menghambat pertumbuhan nematoda yang menginfeksi tanaman lada. Selain itu juga dilaporkan bahwa minyak atsiri selasih yang mengandung eugenol (30-60%) dapat digunakan untuk mengendalikan nematoda puru akar *Meloydogene javanica* dan *M. incognita*. Menurut Tariq (2010) minyak atsiri dari *Acorus calamus* (konsentrasi 0,25%) juga dapat mengendalikan infeksi nematoda puru akar pada tanaman kapas.

Pada saat ini minyak atsiri telah digunakan secara luas di berbagai jenis industri seperti industri rumah tangga, makanan dan minuman, kosmetik, parfum, sabun, farmasi obat-obatan, industri bahan perekat (*adhesive*), makanan ternak, mobil, kue dan roti, makanan kaleng, permen karet, bumbu, kembang gula, perlengkapan untuk keperluan gigi, insektisida, sari buah, industri pangan, es krim, bahan pemikat, disinfektan, pengepakan daging, cat, kertas dan printing, parfum dan toilet, kosmetik, farmasi, minyak bumi dan bahan kimia, pengawetan, minuman, karet, sabun, tekstil, tembakau, perlengkapan ternak, dan industri diversifikasi (Agusta 2000; Burt 2004; Guenther 1948; Ketaren 1985).

## PENUTUP

Minyak atsiri merupakan salah satu sumber bahan alami yang mempunyai aktivitas biologi terhadap mikroba. Oleh karena itu minyak atsiri berpotensi untuk digunakan sebagai bahan antioksidan, antiseptik, antiinflamasi, bahan pengawet makanan dan minuman, serta sebagai bahan obat berbagai jenis penyakit pada manusia, hewan, dan tanaman serta bahan pestisida alami. Minyak atsiri berpotensi untuk dikembangkan menjadi produk-produk derivat yang dapat menggantikan atau mengurangi penggunaan produk-produk yang mengandung bahan kimia sintetis yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

Abed, K.F. 2007. Antimicrobial Activity of Essential Oils of Some Medicinal Plants From Saudi Arabia. *Saudi J. of Biological Sciences*, 14 (1) : 53-60.

Abramson, C.I., P.A. Wanderley, M.J.A. Wanderley, A.J.S. Mina, dan O.B. Souza. 2006. Effect of Essential Oil From Citronella and Alfazema on Fennel Aphids *Hyadaphis foenicula* Passerini (Hemiptera:

Aphididae) and Its Predator *Cyclonedea sanguinea* L. (Coleoptera : Coccinelidae). *American J. of Environmental Sciences* 3 (1) : 9-10.

Adiguzel, A., H. Ozer, H. Kilic, and B. Cetin. 2007. Screening of Antimicrobial Activity of Essential Oils and Methanol Extract of *Satureja hortensis* on Foodborne Bacteria and Fungi. *Czech. J. Food Sci.*, Vol. 25 : 81-89.

Agusta, A. 2000. Minyak Atsiri Tumbuhan Tropika Indonesia. Penerbit ITB Bandung. 136 hlm.

Akin, M., A. Aktumsek, and A. Nostro. 2010. Antibacterial Activity and Composition of The Essential Oils of Eucalyptus *Camaldulensis* Dehn. and *Myrtus communis* L. Growing In Northern Cyprus. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 9 (4) : 531-535.

Anon. 1999. Cinnamon is Lethal Weapon Against *E. coli* O157 : H7. Institute of Food Technologies. <http://www.sciencedaily.com/releases/1999/03/990806074926.htm>.

Ardiansyah. 2001. Teknik Ekstraksi Komponen Antimikroba Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) dan Antarasa (*Litsea cubeba*). Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor.

Armendariz, A., I. Fernandez-Pan, dan J.I. Mate. 2010. Antimicrobial Activity of Zein Films With Essential Oils Incorporated. International Conference on Food Innovation. Food Innova 25-29 October. Universidad Politecnica De Valencia. pp. 25-29.

Aureli, P., A. Constantini, dan S. Zolea. 1992. Antimicrobial Activity of Some Plant Essential Oils Against *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection* 55 5, pp. 334-348.

Bansod, S. dan M. Rai. 2008. Antifungal Activity of Essential Oils From Indian Medicinal Plants Against Human Pathogenic *Aspergillus fumigatus* and *A. niger*. *Word Journal of Medical Sciences*, 3 (2) : 81-88.

Batish, D.R., H.P. Singh, dan R.K. Kohli. 2008. *Eucalyptus* Essential Oil As a Natural Pesticide. *Forest Ecology and Management*, 256 : 2166-2174.

Baydar, H., O. Sagdic, G. Ozkan, dan T. Karadogan. 2004. Antibacterial Activity and Composition of Essential Oils From *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* Species With Commercial Importance in Turkey. *Food Control*, 15 : 169-172.

Bishop, C.D. 1995. Antiviral Activity of The Essential Oil of *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betcher) Cheel (Teatree) Against *Tobacco Mosaic Virus*. *J.Essen. Oils Research*, 7 : 641-648.

Burt, S.A. dan R.D. Reinders. 2003. Antibacterial Activity of Selected Plant Essential Oils Against *Eschericia coli* O157: H7. Letter in *Applied Microbiology* 36 3, pp. 162-167. Full Tex via CrossRef I View Record in ScopusI Cited by in Scopus.

Burt, S.A. 2004. Essential Oils: Their Antibacterial Properties and Potential Applications in Food-a Review. *International Journal of Food Microbiology*. 94 : 223-253.

- Chanthaphon, S., S. Chanthachum, dan T. Han. 2008. Antimicrobial Activities of Essential Oils and Crude Extracts From *Citrus* spp. Against Food-related Microorganisms. *J. Sci. Tech.* 30 (Suppl 1) : 125-131.
- Cosentino, S., C.I.G. Tuberoso, B. Pisano, M. Satta, V. Masia, E. Arzedi, dan F. Palmas. 1999. *In vitro* Antimicrobial Activity and Chemical Composition of Sardinian Thymus Essential Oils. Letter In *Applied Microbiology* 29. pp. 130-135. Full Text via CrossRef | View Record In Scopus | Cited by In Scopus.
- Deans, S.G. dan G. Richie. 1987. Antibacterial Properties of Plant Essential Oils. *International Journal of Food Microbiology* 5. pp. 165-180. (Abstract).
- Deans, S.G., E. Simson, R. Noble, A. MacPherson, dan L. Panzes. 1993. Natural Antioxidants From *Thymus vulgaris* (thyme) Volatile Oil: The Beneficial Effect Upon Mammalian Lipid Metabolism. *Acta Horticulturae* 332, pp. 177-182.
- Dubey, P. dan C.C. Tripathi 1987. Studies on Antifungal Physico-Chemical and Phytotoxic Properties of Essential Oil of *Piper betle*. 2. *Pflkrankh, Pflschut* 2. 94 (3) : 235-241.
- Dubey, N.K., R. Shukla, A. Kumar, P. Singh, dan B. Prakash. 2010. Prospects of Botanical Pesticides In Sustainable Agriculture. *Current Science.*, Vol. 4 (25) : 479-480.
- Elgayyar, M., F.A. Draughon, D.A. Golden, dan J.R. Mount. 2001. Antimicrobial Activity of Essential Oils From Plant Against Selected Pathogenic and Saprophytic Microorganisms. *Journal of Food Protection* 64 7. pp. 1019-1024. View Record In Scopus | Cited by In Scopus.
- Faraq, R.S., Z.Y. Daw, F.M. Hewedi, G.S.A., dan El Baroty. 1989. Antimicrobial Activity of Some Egyptian Spice Essential Oils. *Journal of Food Protection* 529, pp. 665-667.
- Gende, L.B., I. Floris, R. Fritz, dan M.J. Eguaras. 2008. Antimicrobial Activity of Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) Essential Oil and Its Main Components Against *Paenibacillus larvae* from Argentine. *Bulletin of Insectology*. 61 (1) : 1-4.
- Goren, A.C., G. Bilsel, M. Bilsel, H. Demir, dan E.E. Kocabas. 2003. Analysis of Essential Oil of *Coridothymus capitatus* (L.) and Its Antibacterial and Antifungal Activity. *Z. Naturforsch* 58 c : 687-690.
- Hall, D.J. dan Y. Fernandez. 2004. *In vitro* Evaluation of Selected Essential Oils As Fungicides Against *Penicillium digitatum* Sacc. *Proc. Fla. State. Hort. Soc.* 117.
- Hamedo, H.A. 2009. Monitoring of Antimicrobial Activity of Essential Oils Using Molecular Markers. *The Open Biotech. Journal*. 3 : 103-107.
- Hammer, K.A., Carson, C.V., dan Riley, T.V. 1999. Antimicrobial Activity of Essential Oils and Other Plant Extracts. *Journal of Applied Microbiology* 86. pp. 985-990.
- Hartati, S.Y., E.M. Adhi, A. Asman, dan Nuri Karyani. 1994. Efikasi Minyak Cengkeh Terhadap Bakteri *Pseudomonas solanacearum*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati, Bogor. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balitro. hlm. 37-42.
- Hartati, S.Y., E.M. Adhi, A. Asman, dan N. Karyani. 1994. Efikasi Eugenol Terhadap Bakteri *Pseudomonas solanacearum*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati, Bogor. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balitro. hlm. 43-48.
- Hendradjatin, A.A. 2009. Efek Anti Bakteri Infusa Daun Salam (*Eugenia polyantha* Wight) Secara *In Vitro* Terhadap *Choleare* dan *E. coli* enteropatogen. *Majalah Kedokteran*. Bandung. Vol. 36. No. 2.
- Inouye, S., T. Takizawa, dan H. Yamaguchi. 2001. Antibacterial Activity of Essential Oils and Their Major Constituents Against Respiratory Tract Pathogens By Gaseous Contact. *J. of Antimicrobial Chemotherapy*. 47 : 565-573.
- Isman, M.B. 2000. Plant Essential Oils for Pest and Disease Management. *Crop Protection* 19 : 603-608.
- ITC. 1986. Essential Oils and Oleoresins. UNCTAD/GATT. Geneva. 208 p.
- Jansen, A.M., J.J. C. Scheffer, dan A.B. Svendsen, A. 1987. Antimicrobial Activity of The Essential Oils: a 1976-1986 Literature Review. *Aspects of The Test Methods*. *Planta Medica*. 53, pp. 396-398.
- Jansen, A.M. 1989. In : *Antimicrobial Activities of Essential Oils-A Pharmacological Study*, University of Leiden, Leiden, pp. 182.
- Jenie, B.S.L., K. Undriani, dan R. Dewanti. 1992. Pengaruh Konsentrasi Jahe dan Waktu Kontak Terhadap Aktivitas Beberapa Mikroba Penyebab Kerusakan Pangan. *Bul. Pen. Ilmu dan Tek. Pangan*. 3 (2) : 1-16.
- Kamsuk, K., W. Choochote, U. Chaitong, A. Jitpakdi, P. Tippawangkosol, D. Riyong, dan B. Pitasawat. 2006. Effectiveness of *Zanthoxylum piperitum* Derived Essential Oil As an Alternative Repellent Under Laboratory and Field Applications. Springer-Verlag 2006. Departement of Parasitology, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand. 7 p.
- Kan, Y., U.S. Ucan, M. Kartal, M.L. Altun, S. Aslan, E. Sayar, dan T. Ceyhan. 2006. GC-MS Analysis and Antibacterial Activity of Cultivated *Satureja Cuneifolia* Ten. Essential Oil. *Turk.J. Chem.* 30 : 253-259.
- Ketaren, S. 1985. Pengantar Teknologi Minyak Atsiri. Balai Pustaka. 426 hlm.
- Kim, J.M., M.R. Marshall, J.A. Cornell, J.F. Preston, dan C.I. Wei. 1995. Antibacterial Activity of Carvacrol, Citral, and Geraniol Against *Salmonella typhimurium* on Culture Medium and On Fish Cubes. *Journal of Food Science* 60 6. pp. 1364-1374.
- Kishore, G.K. dan Pande. 2007. Evaluation of Essential Oils and Their Components For Broad Spectrum

- Antifungal Activity and Control of Late Leaf Spot and Crown Rot Diseases In Peanut. *Plant Disease*. 91 : 375-379.
- Knobloch, K., A.B. Pauli, H. Iberl, Weigand, dan N. Weis. 1989. Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oils Components. *Journal of Essential Oil Research* 1. pp. 119-128.
- Koba, K., P.W. Poutouli, C. Raynaud, J.P. Chaumond, dan K. Sanda. 2009. Chemical Composition and Antimicrobial Properties of Different Basil Essential Oils Chemotypes From Togo. *Bangladesh J. Pharmacol.* 4 : 1-8.
- Kotan, R., F. Dadasoglu, S. Kordali, A. Cakir, N. Dikbas, dan R. Cakmakci. 2007. Antibacterial Activity of Essential Oils Extracted From Some Medicinal Plants, Carvacrol, and Thymol On *Xanthomonas axonopodis* P.v. *Vesicatoria* (Doidge) Dye Causes Bacterial Spot Disease On Pepper And Tomato. *J. of Agricultural Technology*. 3 (2) : 299-306.
- Koul, O., S. Walia, dan G.S. Dhaliwal. 2008. Essential Oils as Green Pesticides : Potential and Constrains. *Biopesticides. Int.* 4 (1): 63-84.
- Lee, S.B., K.H. Cha, S.N. Kim, S. Altantsetseg, S. Shatar, O. Sarangerel, dan C.W. Nho. 2007. The Antimicrobial Activity of Essential Oils From *Dracocephalum foetidum* Against Pathogenic Microorganisms. *The Journal of Microbiology*. 45 (1) : 53-57.
- Luangnarumitchai, S., S. Lamlertthong, dan W. Tiyaooonchai. 2007. Antimicrobial Activity of Essential Oils Against Five Strains of *Propionibacterium acnes*. *Mahidol University Journal of Pharmaceutical Sciences*. 34 (1-4) : 60-64.
- Mahboubi, M., S.M. Yeganeh, S. Bokaei, H. Dehdashti, dan M.M. Feizabadi. 2007. Antimicrobial Activity of Essential Oil from *Oliveria decumbens* and Its Synergy With Vancomycin Against *Staphylococcus aureus*. *Herba Polonica*. 53 (4) : 69-76.
- Manohara, D., D. Wahyuno, dan Sukanto. 1994. Pengaruh Tepung dan Minyak Cengkeh Terhadap *Phytophthora*, *Rigidoporus*, dan *Sclerotium*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati, Bogor. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balittro. hlm. 19-27.
- Martino, L.D., V.D. Feo, C. Formisano, E. Mignola, dan F. Senatore. 2009. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oils from Three Chemotypes of *Origanum vulgare* L. spp. *hirtum* (Link) Ietswaart Growing Wild in Campania (Southern Italy). *Molecules*. 14 : 2735-2746.
- Miftakhurohmah dan S. Suherman. 2008. Potensi Seraiwangi Sebagai Pestisida Nabati. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan*. 14 (3) : 27-29.
- Mohsenzadeh, M. 2007. Evaluation of Antibacterial Activity of Selected Iranian Essential Oils Against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* In Nutrient Broth Medium. *Pakistanian Journal of Biological Sciences*. 10 (20) : 3693-3697.
- Mustika, I. dan A. Rahmat. 1994. Efikasi Beberapa Macam Produk Cengkeh Terhadap Nematoda Lada. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati, Bogor. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balittro. hlm. 49-55.
- Mulia, L. 2000. Kajian Aktivitas Antimikroba Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodicum*) dan Antarasa (*Litsea cubeba*). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor.
- Nakahara, K., N. S. Alzoreky, T. Yoshihashi, H.T.T. Nguyen, dan G. Trakoontivakorn. 2003. Chemical Composition and Antifungal Activity of Essential Oil from *Cymbopogon nardus* (*Citronella grass*). *JARQ*: 37 (4) : 249-252.
- Obame, L.C., P. Edou, I.H.N. Bassole, J. Koudou, H. Agnani, F. Eba, dan A.S. Traore. 2008. Chemical Composition, Antioxidant, and Antimicrobial Properties of The Essential Oil of *Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam from Gabon. *African Journal of Microbiology Research*. 2 : 148-152.
- Palmer, A.S., J. Stewart, dan L. Fyle. 1998. Antimicrobial Properties of Plant Essential Oils and Essences Against Five Important Food-Borne Pathogens. *Letters in Applied Microbiology*. 26 : 118-122.
- Parhusip, A.J.N., B.S.L. Jenie, W. P. Rahayu, dan S. Yasni. 2005. Pengaruh Ekstrak Daun Andaliman Terhadap Permeabilitas dan Hidrofobisitas *Bacillus cereus*. *Jurnal Teknol. dan Industri Pangan*. Vol. XVI (1) : 24-61.
- Pradhanang, P.M., M.T. Momol, S.M. Olson dan J.B. Jones. 2003. Effects of Plant Essential Oils on *Ralstonia solanacearum* Population Density and Bacterial Wilt Incidence in Tomato. *Plant Disease*. 87: 423-427.
- Pradhanang, P.M., M.T. Momol, S.M. Olson, dan J.B. Jones. 2005. Management of Bacterial Wilt In Tomato With Essential Oils and Systemic Acquired Resistance Inducers. *Bacterial Wilt Disease and The Ralstonia solanacearum Species Complex*. C Allen, P. Prior and A. C. Hayward (editor) APS Pres, Minnesota USA : 113-138.
- Prasad, N.M.N., S.S. Bhat, dan M.Y. Sreenivasa. 2010. Antifungal Activity of Essential Oils Against *Phomopsis azadirachtae* The Causative Agent of Die Back Disease of Neem. *Jour. of Agric. Technology*, 6 : 127-133.
- Randrianarivelo, R., S. Sarter, E. Odoux, P. Brat, M. Lebrun, B. Romestand, C. Menut, H.S. Andrianolisoa, M. Raherimandimby, dan P. Danthu. 2009. Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oils of *Cinnamomum fragrans*. *Food Chemistry*. 114 (2) : 680-686.
- Rajkumar, S. dan A. Jebanesan. 2007. Repellent Activity of Selected Plant Essential Oils Against The Malarial Fever Mosquito *Anopheles stephensi*. *Tropical Biomedicine* 24 (2) : 71-75.
- Reichling, J., P. Schnitzler, U. Suschke, dan R. Saller. 2009. Essential Oils of Aromatic Plants With

- Antibacterial, Antifungal, Antiviral, and Cytotoxic Properties-An Overview. *Forsch Komplementmed.* 16 : 79-90.
- Sangwan, N.K., B.S. Verma, K.K. Verma, dan K.S. Dhindsa. 1990. Nematicidal Activity of Some Essential Plant Oils. *Pestic. Sci.*, 28 : 331-335.
- Sartoratto, A., A.L.M. Machado, C. Delarmelina, G.M. Figueira, M.C.T. Duarte, dan V.L.G. Rehder. 2004. Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oils From Aromatic Plants Used In Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology.* 35 : 275-280.
- Supriadi, C. Winarti, dan Hernani. 1999. Potensi Daya Antibakteri Beberapa Tanaman Rempah Dan Obat Terhadap *Rakstonia solanacearum* Asal Jahe. *Jurnal Hayati.* 6 (2) : 43-46.
- Suhrman, S. 2006. Mengenal Tanaman Antarasa (*Litsea cubeba*) Sebagai Antioksidan Dan Pengawet Alami pada Bahan Pangan. Warta. Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 12 (2) : 27-28.
- Tariq, R.M., S.N.H. Naqvi, M.I. Choudhary, dan A. Abbas. 2010. Importance and Implementation of Essential Oil of Pakistanian *Acorus calamus* Linn., As a Biopesticide. *Pakistanian J. Bot.* 42 (3) : 2043-2050.
- Tensiska, C.H. Wijaya, dan N. Andarwulan. 2003. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) dalam Beberapa Sistem Pangan dan Kestabilan Aktivitasnya Terhadap Kondisi Suhu dan pH. *Jurnal Teknol. dan Industri Pangan*, 14 : 29-39.
- Tombe, M.A. Nurawan, dan Sukamto. 1994. Penelitian Penggunaan Daun Cengkeh Dalam Pengendalian Penyakit Busuk Batang Panili. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati*, Bogor. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Balittro. hlm. 28-36.
- Trisawa, I.M. 2007. Komunikasi Kimiawi Serangga : Kasus Pemanfaatan Minyak *Melaleuca bracteata* Sebagai Atraktan Lalat Buah *Bactrocera dorsalis*, Peluang dan Tantangannya. Warta. Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 13 (3) : 24-28.
- Upadhyay, R.K., P. Dwivedi, dan S. Ahmad. 2010. Screening of Antibacterial Activity of Six Plants Essential Oils Against Pathogenic Bacterial Strains. *Asian Journal of Medical Sciences.* 2 (3) : 152-158.
- Vasinauskiene, M., J. Radusiene, I. Zitikaite, dan E. Surviliene. 2006. Antibacterial Activities of Essential Oils From Aromatic and Medicinal Plants Against Growth of *phytopathogenic bacteria*. *Agronomy Research* 4 (Special issue) : 437-440.
- Wijaya, C.H. 1999. Telaah Ringkas Rempah-rempah Tradisional Andaliman, Rempah Tradisional Sumatra Utara Dengan Aktivitas Antioksidan dan Antimikroba. *Bul. Teknol. dan Industri Pangan*, 10 (2) : 59-61.
- Wilson, C.L., J.M. Solar, A. Ghaouth, dan M.E. Wisniewski. 1997. Rapid Evaluation of Plant Extracts and Essential Oils For Antifungal Activity In *Botrytis cinerea*. *Plant Disease.* 81 : 204-210.
- Zambonelli, A., A. Zechini, D. Aulario, A. Bianca, dan A. Albasini. 1996. Effect of Essential Oils On *Phytopathogenic Mould In Vitro*. *Journal Phytopathology.* 144 : 491-494.