

MANFAAT EUGENOL CENGKEH DALAM BERBAGAI INDUSTRI DI INDONESIA

The Benefits of Cloves Eugenol in Various Industries in Indonesia

JUNIATY TOWAHA

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Indonesian Research Institute for Industrial and Beverage Crops

Jl. Raya Pakuwon - Parungkuda km.2, Sukabumi 43357, Jawa Barat - Indonesia
Telp. (0266) 7070941 Fax. (0266) 6542087 e-mail: juniaty_tmunir@yahoo.com

Diterima : 10 Maret 2012 ; Disetujui : 5 November 2012

ABSTRAK

Senyawa eugenol merupakan komponen utama yang terkandung dalam minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dengan kandungan dapat mencapai 70-96%. Dalam senyawa eugenol terkandung beberapa gugus fungsional, yaitu alil (-CH₂-CH=CH₂), fenol (OH) dan metoksi (-OCH₃). Gugus tersebut memungkinkan eugenol menjadi bahan dasar sintesis berbagai senyawa lain yang bernilai lebih tinggi seperti isoeugenol, eugenol asetat, isoeugenol asetat, benzil eugenol, benzil isoeugenol, metil eugenol, eugenol metil eter, eugenol etil eter, isoeugenol metil eter, vanilin dan sebagainya. Senyawa eugenol serta senyawa turunannya tersebut mempunyai berbagai manfaat dalam berbagai industri, seperti industri farmasi, kosmetika, makanan, minuman, rokok, pestisida nabati, perikanan, pertambangan, kemasan aktif dan industri kimia lainnya. Pengolahan isolasi senyawa eugenol dari minyak cengkeh di Indonesia masih sangat terbatas, oleh karena itu Indonesia sebagai negara penghasil utama minyak cengkeh di dunia diharapkan dapat meningkatkan diversifikasi industri hilirnya yang berdampak positif bagi pertumbuhan ekonomi Indonesia. Untuk itu pemerintah perlu memberikan regulasi yang kondusif untuk pengembangan industri hilir antara lain dalam bentuk kemudahan investasi, keringanan pajak serta terobosan kebijakan lainnya yang kondusif seperti transfer teknologi bagi pelaku industri skala Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM).

Kata kunci : Manfaat eugenol, cengkeh, industri agro, industri hilir, usaha mikro kecil menengah.

ABSTRACT

Eugenol is a major component contained in oil of cloves (*Syzygium aromaticum*) with content about 70-96%. Eugenol contains several functional groups are

allyl (-CH₂-CH=CH₂), phenol (-OH) and methoxy (-OCH₃), so the presence of these groups can enable the synthesis of eugenol as a base for a variety of other compounds with higher value such as isoeugenol, eugenolacetate, isoeugenolacetate, benzyl eugenol, benzylisoeugenol, methyleugenol, eugenolmethyl-ether, eugenolethylether, isoeugenolmethyl-ether, vanillin and so on. The eugenol and derivatives compounds that have a use in various industries, such as pharmaceuticals, cosmetics, food and beverages, cigarettes, pesticides, fishery, mining, active packaging and other chemical industries. Isolation processing of eugenol compound from cloves oil in Indonesia is still very limited, because of Indonesia as a main producer of clove oil the world is expected to increase the diversification of downstream industry which had a positive impact on economic growth in Indonesia. Therefore, the government needs to provide a conducive regulatory to the development of downstream industries such as easy investment, tax breaks and other conducive policies breakthrough such as technology transfer for UMKM scale industry.

Keywords : Benefits of eugenol, clove (*Syzygium aromaticum*), agro industry, downstream industry, small and medium enterprises.

PENDAHULUAN

Senyawa eugenol merupakan komponen utama yang terkandung dalam minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*), dengan kandungan dapat mencapai 70-96%, dan walaupun minyak cengkeh mengandung beberapa komponen lain seperti eugenol asetat dan β -caryophyllene (Alma *et al.*, 2007; US EPA, 2008; Bhuiyan *et al.*, 2010), tetapi yang paling penting adalah senyawa

eugenol, sehingga kualitas minyak cengkeh ditentukan oleh kandungan senyawa tersebut, semakin tinggi kandungan eugenolnya maka semakin baik kualitasnya dan semakin tinggi nilai jualnya. Dalam persyaratan mutu minyak daun cengkeh SNI 06-2387-2006 kandungan minimal senyawa eugenol adalah 78% (Badan Standardisasi Nasional, 2006).

Senyawa eugenol yang merupakan cairan bening hingga kuning pucat, dengan aroma menyegarkan dan pedas seperti bunga cengkeh kering, memberikan aroma yang khas pada minyak cengkeh, dimana senyawa ini banyak dibutuhkan oleh berbagai industri yang saat ini sedang berkembang (Kardinan, 2005). Walaupun Indonesia merupakan penghasil utama minyak cengkeh di dunia, tetapi kebutuhan eugenol Indonesia untuk berbagai industri sebagian besar masih harus dicukupi dari produk impor luar negeri. Hal tersebut terjadi, karena sebagian besar komoditi minyak cengkeh Indonesia yaitu \pm 90% diekspor keluar negeri masih dalam bentuk bahan mentah minyak (Hidayati, 2003) dan hanya dalam jumlah terbatas saja yang diolah di dalam negeri menjadi senyawa eugenol.

Senyawa eugenol yang mempunyai rumus molekul $C_{10}H_{12}O_2$ mengandung beberapa gugus fungsional yaitu alil ($-CH_2-CH=CH_2$), fenol ($-OH$) dan metoksi ($-OCH_3$), sehingga dengan adanya gugus tersebut dapat memungkinkan eugenol sebagai bahan dasar sintesis berbagai senyawa lain yang bernilai lebih tinggi seperti isoeugenol, eugenol asetat, isoeugenol asetat, benzil eugenol, benzil isoeugenol, metil eugenol, eugenol metil eter, eugenol etil eter, isoeugenol metil eter, vanilin dan sebagainya (Bulan, 2004; Mustikarini, 2007). Dimana senyawa eugenol serta berbagai senyawa turunannya mempunyai peran yang strategis dalam berbagai industri, seperti industri farmasi, kosmetika, makanan dan minuman, rokok, pestisida nabati, perikanan, pertambangan, kemasan aktif dan industri kimia lainnya (Ogata *et al.*, 2000; Durville dan Collet, 2001; Brechbill, 2005; Sumangat *et al.*, 2005; Han, 2005; Stanfill *et al.*, 2006; Wiratno, 2009; Pramod *et al.*, 2010).

Menurut Balitbang Pertanian (2007) pasokan minyak daun cengkeh Indonesia ke pasar dunia cukup besar, yaitu lebih dari 60% kebutuhan

dunia. Namun demikian, harga minyak daun cengkeh di pasar dunia relatif rendah, sehingga nilai tambah yang diperoleh dari komoditi tersebut juga rendah. Harga minyak daun cengkeh di pasaran dunia adalah US\$ 4,75/kg, harga eugenol US\$ 7,80/kg, harga isoeugenol US\$ 10,80/kg dan harga vanilin US\$ 11,40/kg (Balitbang Pertanian, 2007). Pada umumnya penyulingan minyak daun cengkeh di Indonesia merupakan industri yang dikelola petani cengkeh serta pelaku industri skala UMKM (Usaha Mikro Kecil dan Menengah) (Hidayati, 2003).

Oleh karena itu, mengingat peran strategis eugenol serta senyawa turunannya dalam berbagai industri yang membuat peluang pasar produk tersebut terbuka lebar dan didukung oleh ketersediaan bahan baku minyak cengkeh yang melimpah di Indonesia, maka untuk meningkatkan nilai tambah minyak cengkeh secara signifikan terutama bagi petani cengkeh dan pelaku UMKM, untuk itu pengolahan isolasi komponen eugenolnya serta sintesis berbagai senyawa turunannya harus segera dilakukan. Berkembangnya agroindustri pengolahan eugenol berikut senyawa turunannya, kedepan diharapkan Indonesia tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan industrinya sendiri, tetapi juga dapat menjadi pemasok utama kebutuhan dunia atas eugenol serta senyawa turunannya.

PEMANFAATAN EUGENOL DAN TURUNANNYA DALAM BERBAGAI INDUSTRI

Industri Farmasi

Senyawa eugenol mempunyai aktivitas farmakologi sebagai analgesik, antiinflamasi, antimikroba, antiviral, antifungal, antiseptik, antispasmodik, antiemetik, stimulan, anestetik lokal sehingga senyawa ini banyak dimanfaatkan dalam industri farmasi (Pramod *et al.*, 2010; Jirovetz, 2010). Begitupun dengan salah satu turunan senyawa eugenol, yaitu isoeugenol yang dapat dipergunakan sebagai bahan baku obat antiseptik dan analgesik (Sharma *et al.*, 2006).

Dalam bidang *dentistry* (ilmu kedokteran gigi) senyawa eugenol dalam bentuk campurannya dengan zinc oxide terutama berlaku sebagai *cementing agent*. Menurut Walton dan

Torabinejad (2008) senyawa eugenol secara biologis merupakan bagian yang paling aktif dari semen zinc oxide eugenol, dimana kemampuan eugenol dalam memblokir transmisi impuls syaraf sangat bermanfaat dalam mengurangi rasa nyeri pada pulpitis. Rovani *et al.* (2008) menyatakan bahwa semen zinc oxide eugenol memiliki kekuatan antibakteri yang lebih kuat dibandingkan dengan bahan penyemen gigi lainnya seperti polikarboksilat, zinc fosfat, silikofosfat, kalsium hidroksida dan resin komposit.

Aktivitas eugenol sebagai antimikroba dan antiseptik banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku obat kumur (*mouthwash*), pasta gigi, *toilet water*, cairan antiseptik, tissue antiseptik dan *spray* antiseptik (Jirovets, 2010). Nurdjannah (2004) mengemukakan bahwa obat kumur yang mengandung eugenol cengkeh dapat menghambat tumbuhnya bakteri *Streptococcus mutans* dan *Streptococcus viridans* yang dapat menyebabkan terjadinya *plaque* gigi. Disamping itu hampir semua mikroba mulut dapat ditumpas oleh senyawa eugenol (Rochyani *et al.*, 2007). Dikarenakan aktivitas analgesiknya, senyawa eugenol juga banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku obat gosok balsam yang dapat dipakai untuk mengurangi rasa sakit karena reumatik, serta sebagai bahan baku obat sakit gigi, *cologne*, dan produk aroma terapi (Jirovets, 2010).

Pramod (2010) dalam penelitian *in vitro* mendapatkan bahwa eugenol sebagai antioksidan mempunyai potensi yang baik dalam pengobatan penyakit parkinson maupun penyakit *cardiac hyperthripy* (sejenis penyakit jantung). Begitupun US EPA (2008) mengemukakan bahwa senyawa eugenol dapat menurunkan panas demam ketika diberikan secara intravena pada kelinci percobaan, dimana kemampuan penurun demamnya lebih efektif daripada acetaminophen, senyawa yang biasa dipergunakan untuk penurun demam.

Beberapa hasil penelitian *in vitro* maupun *in vivo* menunjukkan bahwa eugenol memiliki efek penghambatan terhadap perkembangan jamur *Candida albicans* penyebab penyakit candidiasis (Nunez *et al.*, 2001; Taguchi *et al.*, 2005; Nzeako dan Lawati, 2008; Ali *et al.*, 2009). Infeksi

candidiasis sering menyerang kulit, membran mukosa mulut, saluran pernapasan dan vagina, dimana nilai IC50 untuk menghambat pertumbuhan jamur tersebut adalah pada kadar eugenol 0,041-0,204 µg/ml (Taguchi *et al.*, 2005). Nilai IC50 adalah bilangan yang menunjukkan konsentrasi ekstrak yang mampu menghambat aktivitas jamur sebesar 50%. Jibril (2010) menyatakan bahwa sifat antivirus senyawa eugenol dapat dipergunakan dalam pengobatan kanker serviks (leher rahim), yang disebabkan virus HPV (Human Papilloma Virus)-16 dan HPV-18, yang merupakan jenis kanker nomor dua yang paling sering menyerang wanita di seluruh dunia serta merupakan kanker kedua yang paling berisiko menyebabkan kematian.

Kemudian menurut Benencia dan Courreges (2000) senyawa eugenol secara *in vitro* dan *in vivo* cukup efektif untuk mengobati penyakit herpes genital (kelamin) yang disebabkan oleh virus HSV (*Herpes Simplex Virus*)-1 dan HSV-2, dimana dari penelitiannya diperoleh nilai IC50 25,6 µg/ml untuk HSV-1 dan nilai IC50 16,2 µg/ml untuk HSV-2. Adapun Chaieb *et al.* (2007) menyatakan bahwa selain mempunyai aktivitas antivirus HSV, eugenol juga berkemampuan sebagai antivirus hepatitis-C.

Wulansari *et al.* (2010) menyatakan bahwa dari eugenol dapat disintesis senyawa 2-hidroksi-3-metoksi-5-propil asetofenon, dimana senyawa tersebut banyak dipergunakan sebagai senyawa intermediet dalam industri farmasi, diantaranya dalam sintesis senyawa flavon asam asetat yaitu senyawa yang bersifat anti kanker, serta dalam sintesis senyawa bromasetofenon dan chlorasetofenon yang merupakan bahan baku gas airmata. Selanjutnya dari senyawa vanili sintetis yang merupakan turunan eugenol dapat dibuat senyawa bibenzil yang mempunyai aktivitas sebagai antimitotik, antileukimia dan sedang dilakukan penelitian penggunaan senyawa ini sebagai agen sitotoksik pada sel kanker (Budimarwanti, 2007).

Industri Makanan, Minuman dan Rokok

Sumangat *et al.* (2005), Soesanto (2006) dan Nutritiondata (2010) mengemukakan bahwa eugenol dan senyawa turunannya isoeugenol, eugenol asetat, isoeugenol asetat, metil eugenol,

metil isoeugenol, eugenol metil eter dan benzil eugenol eter dapat dipergunakan sebagai zat aditif flavor pada produk minuman tidak beralkohol, es krim, permen karet, dan berbagai produk pangan lainnya.

Selanjutnya dari senyawa eugenol dapat dibuat senyawa vanili sintetis, dimana vanili (C₈H₈O₃) merupakan flavor penting sebagai bahan penyegar, penyedap makanan dan minuman seperti gula-gula, permen karet, kue, roti, dan es krim. Dalam bidang pengawetan pangan, senyawa vanili dipergunakan sebagai antimikroba dan antioksidan (Wibowo *et al.*, 2002). Secara alami, vanili diperoleh dari buah vanilla (*Vanilla planifolia*), tetapi seiring dengan laju pertumbuhan jumlah penduduk dunia dimana kebutuhan akan vanili terus meningkat, maka sebagian vanili dunia juga dibuat secara sintesis.

Vanili sintetis memiliki aroma yang sama persis dengan vanili alami sehingga banyak konsumen yang tidak dapat membedakannya apabila tidak diberitahu terlebih dahulu. Adapun sekitar 95% permintaan dunia terhadap vanilla flavor dipenuhi oleh vanili sintetis (Medicinal Spices Exhibit, 2010; Bilton, 2011; Free Press Release, 2012). Tingginya pangsa pasar vanili sintetis ini disebabkan oleh ketidakmampuan produsen vanili alami untuk mencukupi kebutuhan konsumen dan faktor harga yang sangat mahal, dimana saat ini perbandingan harga vanili sintetis dengan vanili alami adalah antara 1 : 10 sampai 1 : 15 (Bank Indonesia, 2007). Selain vanili sintetis, senyawa vanili asetat dapat juga dipergunakan sebagai bahan alternatif pengganti vanili alam dikarenakan memiliki sifat dan aroma yang mirip dengan vanili, dimana saat ini sudah banyak digunakan sebagai zat aditif penyedap rasa pada makanan (Rasasti, 2006). Menurut Kadarohman *et al.* (2010) senyawa vanili asetat dapat dibuat dari senyawa isoeugenol asetat yang dioksidasikan KMnO₄ dengan pemanasan gelombang mikro.

Senyawa eugenol mempunyai flavor rempah cengkeh dengan rasa yang pedas dan panas, sehingga banyak dipergunakan sebagai penambah flavor rajangan bunga cengkeh pada rokok keretek. Senyawa turunan eugenol yaitu

senyawa isoeugenol dan isoeugenol asetat yang memiliki aroma wangi *floral* yang enak dan lebih lembut dari eugenol tetapi masih memiliki aroma cengkeh yang lembut, sehingga cocok sebagai flavor pada sejumlah produk rokok filter (Soesanto, 2006; Stanfill *et al.*, 2006).

Industri Pestisida Nabati

Manohara dan Noveriza (1999) dan Wiratno (2009) mengemukakan bahwa eugenol cengkeh dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pestisida nabati, mengingat beberapa hasil penelitian menunjukkan senyawa eugenol efektif mengendalikan nematoda, jamur patogen, bakteri dan serangga hama. Oyedemi *et al.* (2008) menyatakan bahwa mekanisme antimikroba eugenol antara lain mengganggu fungsi membran sel, menginaktivasi enzim, menghambat sintesis kitin, sintesis asam nukleat dan protein serta menghambat produksi energi oleh ATP (adenosine triphosphate).

Pemanfaatan eugenol sebagai fungisida mampu menekan serangan *Pytophthora palmivora* pada tanaman lada, *Fusarium oxysporum* pada tanaman vanili, *Drechslera maydis* pada tanaman jagung, *Aspergillus spp* pada beras, *Callosobruchus maculatus* pada biji kacang hijau (Reddy *et al.*, 2006; Mujim, 2009; Wiratno, 2009 dan Sumadi *et al.*, 2010). Begitupun pemanfaatan eugenol sebagai nemasida mampu mengendalikan *Meloidogyne incognita* dan *Radhopolus similis* pada tanaman lada, maupun *Globodera rostochiensis* pada tanaman kentang (Nurdjannah, 2004; Asyiah *et al.*, 2007; Wiratno, 2009).

Adapun sebagai bakterisida mampu mengendalikan beberapa bakteri patogen seperti *Bacillus subtilis* pada tanaman jahe, *Staphylococcus aureus* pada tanaman nilam dan *Escheria coli* pada tanaman kentang (Wiratno, 2009). Sebagai insektisida efektif mengendalikan hama gudang seperti *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castanem* dan hama penting di pertanaman seperti *Aphis gossypii*, *Aphis craccivora*, *Ferissia virgata* dan *Valanga nigricornis*, serta dapat membasmi kecoa di rumah (Huang dan Ho, 2002; Bessete dan Beigler, 2008; Wiratno, 2009). Selain itu juga efektif sebagai moluskisida mengendalikan keong emas yang merupakan hama penting tanaman padi (Wiratno, 2009).

Menurut US EPA (2008) dan Hastutiningrum (2010) eugenol dapat dipergunakan sebagai larvasida karena memiliki efek terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles aconitus*, *Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti* dan *Culex quinquefasciatus*, serta mampu membasmi nyamuk dewasa jenis tersebut dalam waktu \pm 30 menit dengan dosis penyemprotan 7 liter/hektar. Eugenol juga merupakan herbisida yang efektif dalam mengendalikan gulma (Boyd dan Brennan, 2006; Evans *et al.*, 2009). Selanjutnya US EPA (2008) juga mengemukakan bahwa senyawa eugenol dapat berperan sebagai akarisida karena dapat membasmi tungau *Dermatophagoides farinae*, *Dermatophagoides pteronyssinus* dan *Tyrophagus putrescentiae*, serta sangat efektif sebagai termisida untuk mengendalikan rayap *Coptotermes formosanus*.

Senyawa metil eugenol merupakan turunan eugenol yang dapat dipergunakan sebagai atraktan (penarik/pemikat untuk datang) untuk menarik lalat jantan dalam pengendalian populasi lalat buah *Bactrocera dorsalis* (Kardinan *et al.*, 1998; US EPA, 2006; Reflin *et al.*, 2006; Tobing *et al.*, 2007). Menurut Vargas *et al.* (2010) dan Todd *et al.* (2010) penggunaan atraktan metil eugenol merupakan cara pengendalian yang ramah lingkungan dan telah terbukti efektif, dimana pengendalian hama lalat buah dilakukan dalam tiga cara yaitu : (1) mendeteksi atau memonitor populasi lalat buah, (2) menarik lalat buah kedalam perangkap kemudian disterilkan atau dimatikan, dan (3) mengacaukan lalat buah dalam perkawinan, berkumpul dan cara makan.

Kadarohman dan Sastrohamidjojo (2009) menyatakan bahwa dari eugenol atau isoeugenol dapat disintesis senyawa 1,2-dimetoksi-4-propilbenzena, suatu feromon (pemikat sex) lalat buah yang 50% lebih efektif dibanding senyawa metil eugenol. Senyawa eugenol dapat juga disintesis menjadi pestisida turunan karbamat berupa senyawa 4-allyl-2-metoksi-6-aminophenol (Sudarma, 2010). Menurut Audjaatmaka (2002) pestisida turunan karbamat daya toksisitasnya rendah terhadap mamalia dibandingkan dengan organofosfat, tetapi sangat efektif untuk membunuh insekta, disamping itu pestisida turunan karbamat bersifat selektif dan

mudah mengurai sehingga tidak berlarut-larut mencemari lingkungan.

Industri Kemasan Aktif

Bhat dan Bhat (2011) menyatakan bahwa kemasan yang baik merupakan kemasan yang dapat melindungi produk dari kerusakan fisik, kimia dan biologi. Kemasan aktif merupakan kemasan yang dirancang untuk dapat melepaskan komponen-komponen aktif ke dalam pangan, berupa antimikroba, antioksidan, aroma dan sebagainya yang berinteraksi aktif dengan bahan pangan yang dikemas, sehingga dapat menghambat pembusukan dan meningkatkan umur simpan, dimana produk pangan seperti buah-buahan menjadi lebih higienis serta tetap segar dalam waktu yang relatif lama (Han, 2005). Oleh karena itu, sifat antimikroba dari senyawa eugenol dapat di aplikasikan pada pelapisan karton pengemas makanan, dimana campuran 1,25 -2,5% eugenol cengkeh dalam larutan pati hidrofobik pelapis karton dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen penyebab kerusakan pangan seperti *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* dan *Staphylococcus aureus* (Vanit *et al.*, 2010).

Pemakaian senyawa antioksidan maupun antimikroba pada kemasan aktif dapat juga diaplikasikan berbentuk *edible coating* maupun *edible film* yang merupakan lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk melapisi produk pangan yang berfungsi sebagai penghalang terhadap perpindahan massa (kelembaban, oksigen, cahaya, karbon dioksida, zat terlarut) dan pembawa zat aktif (antioksidan, antimikroba, vitamin, colorant dan flavoring agent) serta untuk meningkatkan penanganan produk pangan (Pavlath dan Orts, 2009; Zaritzky, 2011). Menurut Ustunol (2009) *edible coating* langsung digunakan dan dibentuk diatas permukaan produk pangan seperti pada sosis, sedangkan *edible film* dibentuk secara terpisah terlebih dahulu, baru dipergunakan kemudian untuk mengemas produk.

Senyawa eugenol serta turunannya yang bersifat antioksidan dan antimikroba dapat dipergunakan sebagai bahan baku *edible coating* maupun *edible film*, dengan bahan pembentuk lainnya berupa polisakarida (tapioka/maizena),

gliserol, CMC (*carboxy methyl cellulose*) dan *plasticizer* (Ustunol, 2009; Bhat dan Bhat, 2011). Saat ini kemasan aktif *edible coating* dan *edible film* banyak dimanfaatkan sebagai kemasan untuk produk pangan berupa sosis, keju, daging beku, makanan semi basah, roti, buah-buahan, sayuran, produk hasil laut, produk konfeksionari (panganan) dan produk obat-obatan sebagai pelapis kapsul maupun tablet (Lacroix, 2009; Zaritzky, 2011).

Industri Kimia Lainnya

Manfaat lain dari senyawa eugenol dan turunannya adalah sebagai senyawa antioksidan. Selama ini untuk mencegah proses oksidasi dalam industri makanan mempergunakan antioksidan sintetis yang diolah dari minyak bumi seperti BHA (*butylated hydroxyanisole*), BHT (*butylated hydroxytoluene*) dan TBHA (*tert-butylated hydroxyanisole*) maupun TBHQ (*di-t-butyl hydroquinone*) yang sekarang sudah tidak direkomendasikan lagi oleh BPOM (Badan Pengawas Obat dan Makanan) karena diduga bersifat karsinogenik pada tubuh manusia (Lestari *et al.*, 2009). Oleh karena itu penggunaan antioksidan nabati seperti eugenol dan turunannya pada produk makanan merupakan alternatif yang sangat aman bagi kesehatan, seperti pada makanan yang mengandung lemak atau minyak, diantaranya minyak goreng, keju, margarine, saus tomat, roti, daging olahan dan sereal. Selain itu, antioksidan eugenol dan turunannya biasa juga dipergunakan pada produk kosmetik dan obat-obatan serta pada industri plastik maupun karet (Sharma *et al.*, 2006; Alma *et al.*, 2010).

Ogata *et al.* (2000), Laitupa dan Susane (2010) menyatakan senyawa eugenol dan turunannya memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Menurut Aini *et al.* (2007) urutan kekuatan antioksidan adalah BHT, isoeugenol, eugenol lalu vanilin. Sumiyati (2007) mendapatkan bahwa dari eugenol dapat disintesis senyawa antioksidan 2-metoksi-6-(dietilamino)metil-4-propenilfenol yang mempunyai kekuatan antioksidan lebih kuat dari BHT. Eugenol juga dapat disintesis menjadi senyawa flavon yang mempunyai aktivitas antioksidan lebih kuat daripada BHT (Redjeki dan Susanti, 2010).

Adapun menurut Runtuwene (2010) dari eugenol dapat disintesis 7 turunan senyawa kumarin yang mempunyai aktivitas antioksidan yang kuat, dimana 2 senyawa diantaranya yaitu etil 8-metoksi-6-propenil-4-kumarinkarboksilat dan metil 8-metoksi-6-[(2-fenilhidrazon)metil]-4-kumarinkarboksilat mempunyai aktivitas antioksidan yang lebih kuat daripada α -tokoferol.

Selanjutnya Rohman (2009) menyatakan bahwa turunan eugenol yaitu eugenol asetat dapat dipergunakan sebagai zat bioaditif bahan bakar solar, dimana senyawa eugenol asetat dapat meningkatkan bilangan setana solar, sehingga dapat meningkatkan kinerja bahan bakar solar.

PERAN STRATEGIS INDUSTRI BERBASIS EUGENOL CENGKEH

Senyawa eugenol dan turunannya yang dapat diolah di Indonesia mempunyai arti ekonomi yang sangat penting dalam berbagai industri, yaitu selain mampu meningkatkan perkembangan industri tersebut di Indonesia, juga akan mampu meningkatkan profit usaha industri mengingat harga eugenol produksi dalam negeri akan lebih rendah daripada produk impor.

Walaupun ada beberapa tanaman lain yang juga mengandung eugenol, seperti selasih, kayu manis, pala dan daun salam (Rismunandar dan Paimin, 2001; Kardinan, 2005; Dalimartha, 2006; Laitupa dan Susane, 2010) tetapi cengkeh merupakan sumber eugenol yang paling potensial dikarenakan kandungan eugenolnya yang paling tinggi. Atas manfaat senyawa eugenol dan turunannya dalam berbagai industri tersebut, maka eugenol cengkeh memiliki arti dan peran strategis yang penting dalam industri tersebut.

Pasokan minyak daun cengkeh Indonesia ke pasar dunia cukup besar yaitu lebih dari 60% kebutuhan dunia, akan tetapi harga minyak daun cengkeh di pasar dunia relatif rendah, sehingga nilai tambah yang diperoleh juga rendah. Oleh karena itu, pengolahan eugenol maupun senyawa turunannya dapat segera dilakukan dan ditingkatkan pengolahannya di Indonesia, agar lebih berdampak positif pada perkembangan

industri maupun perekonomian Indonesia. Peran strategis ini diharapkan : (1) mampu mendorong pertumbuhan industri berbahan baku eugenol serta turunannya; (2) meningkatkan perluasan lapangan kerja; (3) meningkatkan ekspor eugenol dan senyawa turunannya serta melakukan ekspor produk berbahan baku eugenol; (4) terjadi penurunan impor eugenol dan senyawa turunannya serta berbagai produk berbahan baku eugenol; (5) dengan meningkatnya ekspor serta menurunnya impor akan menghemat devisa negara; (6) meningkatkan nilai tambah pendapatan petani cengkeh maupun pelaku industri; dan (7) meningkatkan pertumbuhan ekonomi Indonesia.

Dalam hal industri senyawa eugenol cengkeh dan turunannya, yang dapat ditangani oleh petani cengkeh maupun pelaku industri skala UMKM adalah pemisahan eugenol dari minyak cengkeh, sedangkan industri turunan eugenol lainnya harus ditangani dalam skala pabrik, mengingat rumitnya teknologi pengolahan serta peralatan yang dipergunakan. Adapun cara pemisahan eugenol yang sederhana dan relatif murah adalah cara ekstraksi reaktif yang teknologinya mudah dikuasai (Hidayati, 2003), sehingga dapat diterapkan pada agroindustri skala UMKM. Balitbang Pertanian (2007) menyatakan bahwa nilai B/C ratio kelayakan usaha pengolahan isolasi eugenol dari minyak cengkeh adalah 1,15, sehingga usaha ini cukup menguntungkan.

Karenanya, pemerintah perlu mendorong terbentuknya usaha-usaha agroindustri pengolahan isolasi eugenol skala UMKM, melalui penumbuhan kelembagaan usaha petani khususnya di sentra-sentra produksi cengkeh. Sektor agroindustri skala UMKM merupakan industri padat karya, sehingga apabila agroindustri ini dapat dikembangkan terus-menerus, maka jumlah pengangguran akan terus menurun dan akan berdampak pada peningkatan ekonomi masyarakat maupun pertumbuhan ekonomi negara. Oleh karena itu, UMKM sering disebut sebagai tulang punggung perekonomian dan telah terbukti di Jepang, Korea Selatan dan China yang sangat kokoh perekonomiannya berkat dukungan UMKM, termasuk di Indonesia

dimana lebih 60% PDB (Produk Domestik Bruto) dihasilkan oleh UMKM (Neraca, 2012).

Namun dalam peningkatan agroindustri, terutama dalam skala UMKM terdapat beberapa masalah yang harus dibenahi, antara lain (1) lemahnya penguasaan teknologi produksi dan (2) masih lemahnya penguasaan permodalan (Sutardi, 2007). Tanpa sentuhan teknologi, agroindustri tidak akan berkembang dan tidak memberikan nilai tambah yang signifikan.

Dalam hal lemahnya permodalan, pemerintah harus memberikan bantuan modal kepada pelaku usaha melalui kredit, namun dalam hal ini perlu kebijakan pemerintah melalui penyempurnaan mekanisme perkreditan terutama penurunan bunga pinjaman, mengingat suku bunga kredit sektor UMKM saat ini berada di atas 15%, dengan skema KUR (Kredit Usaha Rakyat) tanpa jaminan suku bunga mencapai 20%, dengan memakai jaminan juga masih tinggi yaitu disekitar 14% sampai 16% (Abimanyu, 2012). Pada sisi lain pengusaha menengah besar/korporasi justru dikenai bunga yang lebih kecil yaitu berkisar 9% (Investor Daily, 2012). Di China perbankan memberikan bunga 3% pertahun bagi UMKM-nya (Liputan6, 2010), sehingga berbagai macam produk China dapat dijual murah. Oleh karena itu, agar produk Indonesia dapat bersaing, maka pengembangan agroindustri termasuk yang berbasis eugenol harus dibarengi dengan regulasi dan dukungan kebijakan perbankan pemerintah yang semakin kondusif.

KESIMPULAN

Adanya berbagai manfaat serta peran strategis senyawa eugenol serta turunannya dalam berbagai industri, maka Indonesia sebagai negara penghasil utama minyak cengkeh didunia diharapkan dapat meningkatkan diversifikasi industri hilirnya, agar nilai tambah yang tinggi dapat dinikmati di dalam negeri, yang akan berdampak positif pada perkembangan industri maupun perekonomian Indonesia.

Oleh karena itu, ke depan pemerintah perlu memberikan regulasi yang memadai untuk pengembangan industri hilir antara lain dalam bentuk kemudahan investasi, keringanan pajak

serta terobosan kebijakan lainnya yang kondusif. Termasuk dalam hal ini adalah upaya transfer teknologi bagi pelaku industri skala UMKM sehingga dapat memproduksi minyak cengkeh dan eugenol serta turunannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abimanyu, A.. 2012. Menurunkan suku bunga bank. <http://anggitoabimanyu.com>. (3 Agustus 2012)
- Aini, N., B. Purwono and I. Tahir. 2007. Structure antioxidant activities relationship analysis of isoeugenol, eugenol, vanillin and their derivatives. *Indo. J. Chem.* 7(1) : 61-66.
- Ali, H.S., M. Kamal and S.B. Mohamed. 2009. In vitro clove oil activity against periodontopathic bacteria. *Journal of Science Technology* 10(1) : 1-7.
- Alma, M.H., M. Ertas, S. Nitz and H. Kollmannsberger. 2007. Chemical composition and content of essential oil from the bud of cultivated Turkish clove (*Syzygium aromaticum* L.). *Bio Resources* 2(2) : 265-269.
- Asyiah, I.N., E. Yulinah, M. Sutisna dan Buchari. 2007. Pengaruh berbagai ekstrak metanol tumbuhan terhadap mortalitas juvenil instar-2 dan penetasan telur nematoda sista kentang (*Globodera rostochiensis*). <http://jurnal.pdii.lipi.go.id>. (1 April 2011).
- Audjaatmaka, A.H. 2002. Kamus Kimia. PT. Balai Pustaka, Jakarta. 935 hlm.
- Badan Standardisasi Nasional. 2006. Standar Nasional Indonesia Minyak Daun Cengkeh SNI 06-2387-2006.
- Balitbang Pertanian. 2007. Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Cengkeh. <http://www.libang.deptan.go.id>. (1 September 2010).
- Bank Indonesia. 2007. Sistem Informasi terpadu Pengembangan Usaha Kecil : Vanili. <http://www.bi.go.id>. (1 September 2010).
- Benencia, F. and M.C. Courreges. 2000. *In vitro* and *in vivo* activity of eugenol on human herpesvirus. *Phytotherapy Research* 14 : 495-500.
- Bessete, S.M. and M.A. Beigler. 2008. Pesticidal mixture containing eugenol. European Patent EP1458236. <http://www.freepatentsonline.com>. (1 September 2010).
- Bhat, Z.F. and H. Bhat. 2011. Recent trends in poultry packaging : a review. *American Journal of Food Technology* 6(7) : 531-540.
- Bhuiyan, M.Z.I., J. Begum, N.C. Nandi and F. Akter. 2010. Constituents of the essential oil from leaves and buds of clove (*Syzygium caryophyllatum* L.). *African Journal of Plant Science* 4(11) : 451-454.
- Bilton, P. 2011. Vanilla : history, extract, essence, synthetic vanilla and vanillism. <http://food-nutrition.knoji.com> (31 Oktober 2012).
- Boyd, N.S. and E.B. Brennan. 2006. Burning nettle, common purslane and rye response to a clove oil herbicide. *Weed Technology* 20 : 646-650.
- Brechbill, G.O. 2005. A Reference Book on Fragrance Ingredients. <http://www.perfumerbook.com> (26 April 2011).
- Budimarwanti, C. 2007. Sintesis senyawa bibenzil dari bahan awal vanilin melalui reaksi wittig dan hidrogenasi katalitik. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta : 34-39.
- Bulan, R. 2004. Reaksi asetilasi eugenol dan oksidasi metil iso eugenol. Program Studi Teknik Kimia, FMIPA, Universitas Sumatera Utara. <http://respository.usu.ac.id> (1 September 2010).
- Chaieb, K., H. Hajlaoui, T. Zmantar, A.B. Kahla-Nakbi, M. Rouabhia, K. Mahdouani and A. Bakhrouf. 2007. The chemical composition and biological activity of clove essential oil, *Eugenia caryophyllata* (*Syzygium aromaticum*) : a short review. *Phytotherapy Research* 21 : 501-506.

- Dalimartha, S. 2006. Atlas Tumbuhan Obat Indonesia. Jilid 2. Trubus Agriwidya, Jakarta. 214 hlm.
- Durville, P. and A. Collet. 2001. Clove oil used as an anaesthetic with juvenile tropical marine fish. SPC Live Reef Fish Information Bulletin 9 : 17-19.
- Evans, G.J., R. R. Bellinder and M. C. Goffinet. 2009. Herbicidal effects of vinegar and a clove oil product on redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). Weed Technology 23(2) : 292-299.
- Free Press Release. 2012. Vanilla bean-artificial vanilla beans extracts.** <http://www.free-press-release.com> (31 Oktober 2012).
- Han, J.H. 2005. New Technologies in Food Packaging : Overview. In : Innovations in Food Packaging, Han, J.H. (Ed.). Elsevier Academic Press, San Diego, California. pp : 3-11.
- Hastutiningrum, N.O. 2010. Efek minyak atsiri daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) terhadap mortalitas larva *Anopheles aconitus*. Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Hidayati, N. 2003. Ekstraksi eugenol dari minyak daun cengkeh. Jurnal Teknik Gelagar 14(2) : 108-114.
- Huang, Y and S.H. Ho. 2002. Insecticidal properties of eugenol. Isoeugenol and methyleugenol and their effects on nutrition of *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum*. Journal Stored Products Res. 38(5) : 403-412.
- Investor Daily. 2012. Menanti bunga kredit rendah. <http://www.investor.co.id> (3 Agustus 2012).
- Jibril, M. 2010. *Ocimsan Spray*: Inovasi agen terapi kanker serviks stage I dan II. <http://www.kedokteran.co> (1 April 2011).
- Jirovetz, L. 2010. Medicinal value of clove. University of Vienna, Departement Pharmacy and Diagnostics, Austria. <http://herbication.com> (1 September 2010).
- Kadarohman, A., H. Sastrohamidjojo dan M. Muchalal. 2009. Konversi eugenol dan isoeugenol menjadi 2-metoksi-4-propilfenol melalui reaksi hidrogenasi menggunakan katalis logam Pt, Pd dan Ni dalam zeolit. Jurnal Matematika dan Sains 14(4) : 101-106.
- Kadarohman, A., H. Siti H. dan M.S. Fareza. 2010. Konversi dan karakterisasi isoeugenol asetat menjadi vanilin asetat. Jurnal Sains dan Teknologi Kimia 1(2) : 177-181.
- Kardinan, A. 2005. Tanaman Penghasil Minyak Atsiri. Agromedia Pustaka, Jakarta. 74 hlm.
- Kardinan, A., M. Iskandar dan E.A. Wikardi. 1998. Pengaruh cara aplikasi minyak suling *Melaleuca bracteata* dan metil eugenol terhadap daya pikat lalat buah *Bactrocera dorsalis*. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia 4(1) : 38-45.
- Lacroix, M. 2009. Mechanical and permeability properties of edible films and coatings for food and pharmaceutical applications. Edible Films and Coatings for Food Applications 1 : 347-366.
- Laitupa, F. dan H. Susane. 2010. Pemanfaatan eugenol dari minyak cengkeh untuk mengatasi ranciditas pada minyak kelapa. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. <http://kimia.undip.ac.id> (1 April 2011).
- Lestari, U.R., Sulistiowati dan N. Zakiyah. 2009. Potensi Kayu Manis sebagai Antioksidan dan Antimikroba pada Kemasan Aktip Produk Jenang. Program Kreativitas Mahasiswa, FATETA, IPB, Bogor. 19 hlm.
- Liputan6. 2010. ACFTA Kado pahit di awal tahun. <http://berita.liputan6.com> (1 Juni 2010).
- Manohara, D. dan R. Novariza. 1999. Potensi tanaman rempah dan obat sebagai pengendali jamur *Phytophthora capsici*. Prosiding Forum Komunikasi Ilmiah Pemanfaatan Pestisida Nabati : 406-421.
- Mannopo, Y. 2010. Isolasi eugenol dari bunga cengkeh dan sintesia eugenil asetat. <http://nilacemistry.blogspot.com> (1 September 2010).
- Medicinal Spices Exhibit. 2010. Vanilla. <http://unitproj.library.ucla.edu> (1 September 2010).
- Mujim, S. 2009. Efikasi ekstraks air daun cengkeh dalam penekanan perkembangan

- Drechslera maydis* in vitro. Jurnal HPT Tropika 9(1) : 78-82.
- Mustikarini, S. 2007. Sintetis ionofor 5-kloro-2-4-2-trihidroksiazobenzena dan studi infregnasi resin kopoli (Eugenol-DVB) dengan ionofor. Skripsi. Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta. 51 hlm.
- Neraca. 2012. Perbankan lirik sektor riil, persaingan kucurkan kredit untungkan UMKM. <http://www.neraca.co.id>. (3 Agustus 2012).
- Nunez, L., M.D. Aquino and J. Chirife. 2001. Antifungal properties of clove oil in sugar solution. Brazilian Journal of Microbiology 32 : 123-126.
- Nurdjannah, N. 2004. Diversifikasi penggunaan cengkeh. Perspektif 3(2) : 61-70.
- Nutritiondata. 2010. Food additives. <http://nutritiondata.self.com>. (1 September 2010).
- Nzeako, B.C. and B.A. Lawati. 2008. Comparative studies of antimycotic potential of thyme and clove oil extracts with antifungal antibiotics on *Candida albicans*. African Journal of Biotechnology 7(11) : 1612-1619.
- Ogata, M., M. Hoshi, S. Mangala and T. Endo. 2000. Antioxidant activity of eugenol and related monomeric and dimeric compounds. Chem. Pharm. Bull. 48(10) : 1467-1469.
- Oyedemi, S.O., A.I. Okoh, L.V. Mabinya, G. Pirochenva and A.J. Afolayan. 2008. The proposed mechanism of bactericidal action of eugenol, α -terpinol and γ -terpinene against *Listeria monocytogenes*, *Streptococcus pyogenes*, *Proteus vulgaris* and *Escherichia coli*. African Journal of Biotechnology 8(7) : 1280-1286.
- Pavlath, A.E. and W. Orts. 2009. Edible film and coating: why, what and how?. Edible Films and Coating for Food Applications 1: 1-23.
- Pramod, K., S.H. Ansari and J. Ali. 2010. Eugenol: a natural compound with versatile pharmacological actions. Natural Product Communications 5(12) : 1999-2006.
- Rasasti, D. 2006. Oksidasi eugenol asetat dan uji aktivitas antioksidan senyawa turunannya. Skripsi Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Alam, UPI, Bandung. 52 hlm.
- Reddy, C.S., K.R.N. Reddy, U.N. Mangala and K. Muralidharan. 2006. Eugenol an antifungal component in clove that checks the contamination of *Aspergillus* in rice. <http://repository.unand.ac.id>. (26 April 2011).
- Redjeki, T. dan E. Susanti. 2010. Sintesis flavon dari eugenol hasil isolasi minyak cengkeh sebagai antioksidan. <http://lppm.uns.ac.id>. (26 April 2011).
- Reflin, Arneti dan F. Istiono. 2006. Penggunaan metil eugenol dari daun cengkeh untuk mengendalikan hama lalat buah pada tanaman cabai di Desa Luwuk Alung Kabupaten Padang Pariaman. Lembaga Pengabdian Masyarakat Universitas Andalas, Padang. <http://repository.unand.ac.id>. (20 Agustus 2010).
- Rismunandar dan F.B. Paimin. 2001. Kayu Manis Budidaya dan Pengolahan. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Rochyani, L., Aprilia dan M.W. Astuti. 2007. Daya anti bakteri bahan tumpatan sementara zinc oxide eugenol. DENTA Jurnal Kedokteran Gigi FKG-UHT 1(2) : 96-99.
- Rohman, I. 2009. Potensi minyak cengkeh, eugenol dan eugenil asetat sebagai bioaditif bahan bakar solar kendaraan bermotor. Fakultas Pendidikan Matematika dan IPA, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. <http://www.penelitianpendidikan.com>. (26 April 2011).
- Rovani, A.C., Kamizar dan M. Usman. 2008. Perbandingan sitotoksisitas endomethasone, AH plus dan apexit plus terhadap sel fibroblas dengan teknik root dipping. Dentofosial 7(2) : 70-79.
- Runtuwene, M.R.J. 2010. Sintesis turunan kumarin dari eugenol dan uji aktivitas antioksidan masing-masing turunan. Tesis Fakultas Pascasarjana Universitas Airlangga, Surabaya. <http://alumni.unair.ac.id>. (26 April 2011).

- Sharma, S.K., V.K. Srivastava and R.V. Jasra. 2006. Selective double bond isomerization of allyl phenylmethers catalyzed by ruthenium metal complexes. *Journal of Molecular Catalysis A : Chemical* 245 : 200-209.
- Soesanto, H. 2006. Pembuatan isoeugenol dari eugenol menggunakan pemanasan gelombang mikro. Skripsi Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB Bogor. 90 hlm.
- Stanfill, S.B., C.R. Brown, X.J. Yan, C.H. Watson and D.L. Ashley. 2006. Quantification of flavor-related compounds in the unburned contents of bidi and clove cigarettes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54 : 8580-8588.
- Sudarma, I.M. 2010. Rekayasa dan sintesis pestisida turunan karbamat dari senyawa bahan alam eugenol. FMIPA, Universitas Indonesia, Jakarta. <http://www.lontar.ui.ac.id>. (26 April 2011).
- Sumadi, A. Nuraini and A. Amalia. 2010. The effect of clove oil dosage on population of *Callosobruchus maculatus* F., seed viability and vigor of two soybean cv after three months storage duration. Paper presented at Biotechnology International Seminar, Padjadjaran University, Bandung. <http://pustaka.unpad.ac.id>. (1 September 2010).
- Sumangat, D., M. P. Laksmanahardja, Hernani, N. Nurjannah, dan Mamun. 2005. Penelitian pengolahan iso-eugenol dari minyak daun cengkeh. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* Volume 1(1). <http://www.pascapanen.litbang.deptan.go.id>. (26 April 2011).
- Sumiyati, T. 2007. Sintesis senyawa antioksidan 2-metoksi-6-(dietilamino)metil-4-propenilfenol dari isoeugenol melalui reaksi mannich. Skripsi Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta. <http://eprints.uny.ac.id>. (1 April 2011).
- Sutardi. 2007. Pembangunan agroindustri hilir hasil pertanian dalam perspektif usaha mikro kecil dan menengah. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. 23 hlm.
- Taguchi, Y., H. Ishibashi, T. Takizawa, S. Inoue, H. Yamaguchi and S. Abe. 2005. Protection of oral or intestinal candidiasis in mice by oral or intragastric administration of herbal food, clove (*Syzygium aromaticum*). *Japan J. Med. Mycol* 46 : 27-33.
- Tobing, M. C., Marhaeni, Mariati dan R. Sipayung. 2007. Pengaruh metil eugenol dalam pengendalian lalat buah (*Bactrocera dorsalis*) pada pertanaman jeruk. *Jurnal Natur Indonesia* 9(2) : 127-130.
- Todd, E.S., J. Edu and D. McInnis. 2010. Pre-release consumption of methyl eugenol increases the mating competitiveness of sterile males of the oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* in large field enclosures. *Journal of Insect Science* 10(8):1-6.
- US EPA. 2008. Clove oil (eugenol), marin municipal water district vegetation management plan, herbicide risk assessment. <http://www.epa.gov>. (1 September 2010).
- Ustunol, Z. 2009. Edible films and coatings for meat and poultry. *Edible Films and Coating for Food Applications* 1: 245-268.
- Vanit, S., P. Suppakul and T. Jinkarn. 2010. Antimicrobial effects of coating solution containing clove oil and hydrophobic starch for coating paper board. *Asian Journal of Food and Agro-Industry* 3(2) : 204-212.
- Vargas, R.I., Shelly T.E., Leblanc L. And Pinero J.C. 2010. Recent advances in methyl eugenol and cue-lure technologies for fruit fly detection monitoring control in Hawaii. *Vitam Horm.* 83 : 575-595.
- Walton, R.E. and M. Torabinejad. 2008. Principles and Practise of Endodontics. Terjemahan N. Sumawinata. Penerbit EGC, Jakarta. 650p.
- Wibowo, W., W.P. Suwarso, T. Utari dan H. Purwaningsih. 2002. Aplikasi reaksi katalisis heterogen untuk pembuatan vanili sintetik (3-hidroksi-2-metoksibenzaldhida) dari eugenol (4-allil-2-metoksifenol) minyak cengkeh. *Makara Sains* 6(3) : 142-148.

Wiratno. 2009. Cengkih berpotensi sebagai pestisida nabati. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 31(6) : 5-7.

Wulansari, F.D., S. Matsjeh dan C. Anwar. 2010. Sintesis 2-hidroksi-3-metoksi-5-propil asetofenon dari eugenol. Makalah Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, Jurusan

Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
<http://kimia.undip.ac.id>. (26 April 2011).

Zaritzky, N. 2011. Edible coating to improve food quality and safety. *Food Engineering Series* 5 : 631-659.