

FEROMON DAN METILEUGENOL, PENGENDALI HAMA TANPA MERUSAK LINGKUNGAN

Oleh:
Cornelia Budimarwanti

Abstrak

Kimia berwawasan lingkungan merupakan arah perkembangan ilmu kimia dalam mensejahterakan umat manusia di masa yang akan datang. Untuk tujuan tersebut maka penggunaan bahan-bahan kimia dalam kehidupan sehari-hari harus dipertimbangkan dampaknya pada lingkungan hidup, khususnya pada manusia.

Pestisida memegang peranan penting dalam penyediaan bahan pangan bagi umat manusia, tetapi di sisi lain penggunaan pestisida menimbulkan masalah yang cukup serius. Penggunaan pestisida cenderung merusak kesetimbangan alam, seperti penggunaan pestisida klorohidrokarbon sebagai pembunuh serangga perusak tanaman sayur-sayuran, pestisida ini dalam jangka beberapa tahun akan tertinggal di dalam lingkungan (air dan tanah), karena pestisida ini tidak dapat terdegradasi secara biologis. Di samping itu penggunaan pestisida secara langsung atau tidak langsung dapat mengakibatkan bahan pangan terkontaminasi oleh residu pestisida yang ditinggalkan. Apabila bahan pangan tersebut dikonsumsi oleh manusia maka pestisida akan masuk ke dalam jaringan tubuh. Diperkirakan di dalam jaringan tubuh manusia terdapat residu pestisida 5 ppm sampai 10 ppm, bahkan lebih fatal lagi pestisida dapat mencemari air susu ibu.

Feromon dan metileugenol merupakan zat kimia yang menarik untuk dipelajari karena dapat mengendalikan hama tanaman tanpa mengganggu kesetimbangan lingkungan.

Pendahuluan

Dewasa ini pestisida banyak digunakan di bidang pertanian untuk memberantas atau mencegah hama dan penyakit tanaman. Pestisida yang diperkenalkan sejak tahun 1940 adalah golongan klorohidrokarbon, organofosfat karbamat, dan piretroid. Penggunaan pestisida, bila ditinjau dari penyediaan pangan bersifat menguntungkan, karena dapat meningkatkan jumlah bahan pangan. Di sisi lain penggunaan pestisida dapat merugikan, karena cenderung dapat merusak kesetimbangan alam. Selain itu, penggunaan pestisida secara langsung atau tidak langsung dapat mengakibatkan bahan pangan terkontaminasi oleh residu yang ditinggalkan. Sebagai contoh adalah penggunaan DDT (diklorodifeniltrikloroetana), merupakan pestisida pembunuh serangga (insektisida) perusak tanaman sayur-sayuran. Insektisida ini tidak hanya meracuni serangga tetapi juga dapat meracuni hewan dan manusia. Dalam jangka beberapa tahun, DDT akan tertinggal di dalam lingkungan (air dan tanah), karena DDT tidak dapat terdegradasi secara biologis, artinya secara alami DDT tidak dapat terdekomposisi. Karena hal tersebut maka diperkirakan di dalam jaringan

manusia rata-rata mengandung sekitar 5 ppm sampai 10 ppm, bahkan di dalam ASI (air susu ibu) dimungkinkan tercemar DDT (Bettelheim dan March, 1990: 111).

Mempertimbangkan peran feromon dan metileugenol dalam pengendalian hama dan pengaruhnya terhadap lingkungan relatif kecil, maka feromon dan metileugenol merupakan senyawa kimia yang menarik untuk dipelajari. Di samping itu sintesis feromon dan metileugenol dapat dengan mudah dilakukan di laboratorium maka dalam tulisan ini akan dibahas tentang feromon dan metileugenol, baik fungsinya untuk pengendalian hama maupun prosedur sintesisnya. Tulisan ini diharapkan dapat sebagai sumbang saran dalam mengatasi pencemaran lingkungan oleh pestisida.

A. Feromon dan Metileugenol sebagai Pengendali Hama

Penggunaan pestisida sebagai pemberantas hama tanaman ternyata menimbulkan efek samping yang merugikan. Pestisida yang disemprotkan cenderung dapat merusak kesetimbangan alam, di samping itu pestisida yang digunakan dapat meninggalkan residu pada bahan pangan. Dengan demikian secara langsung maupun tidak langsung residu pestisida tersebut akan meracuni manusia. Buah impor, yang saat ini mendominasi perdagangan buah di Indonesia jelas-jelas tercemar pestisida. Menurut siaran pers Himpunan Perbuahan Indonesia (HPI) menyebutkan bahwa beberapa buah-buahan impor seperti anggur, apel dan jeruk, berdasarkan penelitian Sucofindo dan majalah *Trubus* pada tahun 1994 terbukti mengandung residu 11 macam pestisida. Berdasarkan aturan pengukuran ambang batas dari Australia dan India, kesebelas pestisida yang terdapat dalam buah-buahan yang diteliti itu memang masih di bawah ambang batas. Namun yang mengejutkan bahwa negara-negara maju penghasil buah yang diuji itu masih menggunakan bahan aktif karbofuran yang di Indonesia pun sudah tidak digunakan karena dilarang secara internasional (Bernas, 20 Agustus 1996: 5). Berdasarkan penemuan tersebut dapat sebagai indikasi bahwa kemungkinan pada bahan pangan lain juga sudah tercemar pestisida.

Berbagai usaha dapat dilakukan untuk mengurangi residu pestisida misalnya dengan pemilihan jenis pestisida yang tepat, dosis penggunaannya tepat dan mengurangi frekuensi penyemprotan. Tetapi kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa masih terdapat jenis-jenis pestisida terlarang yang beredar di pasaran. Hasil pengamatan Lembaga Pembinaan dan Perlindungan Konsumen (LP2K) Semarang menemukan bahwa masih terdapat 11 merk pestisida terlarang yang terdapat di empat lokasi pengamatan, yaitu di Kodya Semarang, Kabupaten Semarang, Demak dan Kendal. Bahan aktif yang dikandung oleh ke-11 pestisida tersebut termasuk

dalam 28 bahan aktif pestisida yang telah dilarang oleh Pemerintah berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor 473/Kpts/TP.270/6/-96. Salah satu pertimbangan dikeluarkannya larangan tersebut adalah bahwa bahan aktif tersebut dapat mengganggu kesehatan, keamanan serta kelestarian lingkungan (Bernas, 19 Juli 1996: 8). Dari hasil penemuan tersebut dapat sebagai indikasi bahwa kemungkinan di daerah-daerah lain juga masih beredar jenis-jenis pestisida terlarang.

Feromon dan metileugenol merupakan suatu contoh senyawa kimia yang dapat digunakan sebagai pengendali hama. Penggunaan feromon dan metileugenol di sini tanpa disemprotkan ke tanaman, sehingga bahaya residu yang ditinggalkan dapat dihilangkan.

Feromon dapat mengontrol hama tanpa menggunakan pestisida. Feromon dapat menjaga populasi hama di bawah tingkat yang tidak mengganggu, hal ini dapat dilakukan dengan menjebak serangga jantan sehingga tidak terjadi perkembangbiakan selanjutnya. Sejumlah kecil feromon dapat digunakan sebagai penarik seks (*sex attractant*) serangga jantan, sehingga serangga jantan akan terjebak dan dapat dimatikan. Tanpa serangga jantan, serangga betina tidak dapat berkembang biak. Penggunaan feromon sebagai pengendali hama telah dilakukan di Jepang, yaitu digunakan untuk memberantas kumbang Jepang (Japanese beetles), dan hal ini akan terus dikembangkan (Bettelheim dan March, 1990: 59).

Feromon sebagai penjebak serangga jantan, dalam hal ini feromon berfungsi sebagai penarik seks. Feromon dalam jumlah yang sangat kecil dapat menimbulkan rangsangan yang diinginkan. Seekor serangga betina yang mengeluarkan hanya 10-8 gram feromon dapat menarik lebih dari satu milyar serangga jantan yang bermil-mil jauhnya. Seekor ngengat jantan dapat mencium bau seekor ngengat betina pada jarak 7 mil (Fessenden, 1982: 904). Dengan demikian serangga jantan dapat diumpun dengan suatu feromon penarik seks, dijebak, dan kemudian disterilkan atau dimatikan. Apabila hanya disterilkan, maka apabila serangga jantan dilepas dan bergaul dengan serangga betina tidak dapat berkembang biak.

Senyawa kimia lain yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama adalah metileugenol. Metileugenol merupakan senyawa kimia turunan dari eugenol. Eugenol sendiri merupakan komponen terbesar dari minyak daun cengkeh, yaitu antara 80-90% (Guenther, 1950). Metileugenol dapat diperoleh dengan melakukan reaksi metilasi terhadap eugenol. Metileugenol dapat digunakan sebagai penarik seks bagi lalat buah seperti *Dacus dorsalis*, hal ini telah diteliti juga di laboratorium kimia organik FMIPA UGM. Sebagai penarik seks hanya diperlukan metileugenol dalam jumlah sedikit (Chairil, 1994). Seperti halnya feromon, metileugenol dapat menjebak lalat buah sehingga perkembangbiakannya dapat dikendalikan.

Metileugenol sebagai penjebak lalat buah cukup diletakkan di dalam suatu botol plastik, misalnya botol aqua. Metileugenol yang digunakan cukup dengan konsentrasi kecil. Botol-botol aqua yang telah diisi air dan metileugenol kemudian digantung pada dahan pohon buah-buahan. Beberapa saat kemudian lalat buah jantan akan berdatangan masuk ke dalam botol dan terjebak. Dengan menjebak lalat buah jantan tersebut maka perkembangbiakannya dapat dikendalikan sehingga bahaya busuk buah dapat diatasi.

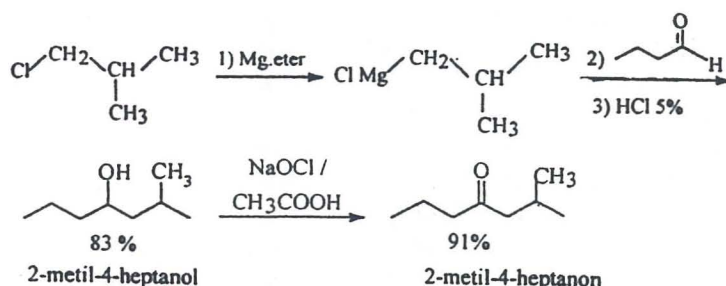
Berdasarkan uraian di atas maka dapat dipertimbangkan penggunaan feromon dan metileugenol sebagai alternatif pengganti peran pestisida. Dengan demikian penggunaan feromon dan metileugenol dapat sebagai salah satu upaya untuk mengurangi residu pestisida dalam bahan pangan, dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat pestisida.

B. Sintesis Feromon

Senyawa 2-metil-4-heptanon merupakan salah satu feromon (feromon tanda bahaya semut, yang selanjutnya dalam tulisan ini disingkat dengan feromon), merupakan senyawa kimia yang dihasilkan oleh jenis semut *Tapinoma niggerium* dan *Tapinoma simrothi* yang berada di daerah Mediterania. Feromon ini dikeluarkan melalui kelenjar yang terdapat dalam dubur (*anal gland*) yang terletak pada ujung perut semut.

Feromon merupakan senyawa kimia yang digunakan untuk berkomunikasi antara satu individu dengan individu lain dari spesies yang sama. Definisi lain menyatakan bahwa feromon merupakan senyawa yang dikeluarkan oleh satu individu dan diterima oleh individu dari jenis yang sama mendorong timbulnya suatu reaksi khusus, biasanya berhubungan dengan perilaku atau perkembangan. Feromon berasal dari bahasa Greek, yaitu: *pherein* (*to transfer*, pindah) dan *harmone* (*to excite*, merangsang).

Feromon 2-metil-4-heptanon, selain dihasilkan oleh jenis semut *Tapinoma niggerium* dan *Tapinoma simrothi* juga telah berhasil disintesis oleh Jong dan Feringa (1991). Jong dan Feringa melakukan tiga tahap reaksi, yaitu pembuatan pereaksi Grignard, mereaksikan pereaksi Grignard dengan suatu aldehid menjadi alkohol sekunder, dan selanjutnya adalah oksidasi alkohol sekunder menjadi keton. Reaksi kimianya dapat dituliskan sebagai berikut:



Sintesis melalui cara ini sedikit memberikan hasil samping dan hasilnya banyak (83% untuk pembuatan 2-metil-4-heptanol dan 91% untuk pembuatan 2-metil-4-heptanon). Senyawa 2-metil-4-heptanol dibuat melalui reaksi antara pereaksi Grignard dengan butanal. Pereaksi Grignard dibuat dari 1-kloro-2-metilpropana dengan logam magnesium. Dalam hal ini digunakan alkil halida primer untuk mengurangi terjadinya reaksi kopling Grignard. Alkil halida yang digunakan adalah alkil klorida dan bukan alkil bromida, karena alkil klorida kurang reaktif dibandingkan dengan alkil bromida. Senyawa 2-metil-4-heptanol selanjutnya dapat dioksidasi untuk menghasilkan senyawa 2-metil-4-heptanon.

Hasil 2-metil-4-heptanol dapat diidentifikasi dengan mengukur indeks bias, analisis spektrum IR, NMR ¹H dan NMR ¹³C. Posisi signal OH dalam spektrum NMR diyakinkan dengan menambahkan beberapa tetes D₂O pada sampel dan mengocoknya dengan kuat, maka spektrum NMR tidak menunjukkan signal OH. Demikian juga untuk senyawa 2-metil-4-heptanon yang dihasilkan dari reaksi oksidasi alkohol sekunder menggunakan natrium hipoklorid, dapat diidentifikasi dengan mengukur indeks biasnya, analisis spektrum IR, NMR 1H dan NMR 13C.

Sintesis feromon 2-metil-4-heptanon dibagi menjadi dua langkah reaksi, yaitu pertama adalah sintesis senyawa 2-metil-4-heptanol, dan kedua adalah reaksi oksidasi senyawa 2-metil-4-heptanol menjadi senyawa 2-metil-4-heptanon (Jong dan Feringa, 1991: 71- 72).

1. Prosedur sintesis senyawa 2-metil-4-heptanon

Ke dalam labu leher tiga kapasitas 250 mL. yang dilengkapi dengan pendingin bola, corong penetes, pengaduk magnet, tabung CaCl₂ dan pipa pengalir gas nitrogen dimasukkan 1,9 gram (78 mmol) Mg yang telah diaktifkan dan sedikit kristal I₂. Ke dalam corong penetes dimasukkan 4,81 gram (5,45 mL; 52 mmol) 1-kloro-2- metilpropana dalam 30 mL eter kering. Kemudian dialirkan gas N₂ sampai diperkirakan semua udara dalam sistem reaksi keluar, setelah itu aliran gas N₂ dihentikan. Labu dipanaskan secara perlahan-lahan untuk mempercepat penyubliman I₂ pada permukaan logam Mg. Setelah semua permukaan logam Mg tertutupi uap I₂, pemanasan

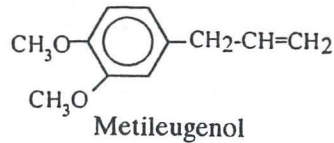
dihentikan. Kemudian larutan 1-kloro-2-metilpropana dimasukkan tetes demi tetes ke dalam labu sambil refluks dijalankan. Reaksi awal ditunjukkan oleh adanya busa mengkilap/terang pada permukaan logam Mg. Campuran reaksi berwarna abu-abu atau coklat. Apabila semua logam Mg dalam labu sudah terendam cairan, pengadukan dimulai. Setelah semua 1-kloro-2-metilpropana masuk (lama penetesan sekitar 20 menit) refluks dilanjutkan selama 20 menit dengan menggunakan pemanas listrik. Kemudian larutan didinginkan pada suhu kamar. Setelah larutan dingin dimasukkan 2,4 gram (2,94 mL; 33,3 mmol) butanal yang dilarutkan dalam 10 mL eter kering ke dalam corong penetes. Gas N_2 dialirkan sampai diperkirakan semua udara dalam sistem reaksi keluar. Kemudian butanal dalam corong penetes dimasukkan tetes demi tetes ke dalam labu yang mengandung larutan pereaksi Grignard sambil diaduk dan direfluks. Setelah semua butanal masuk refluks diteruskan selama 20 menit. Setelah itu sambil diaduk, dengan hati-hati dimasukkan tetes demi tetes 5 mL air, kemudian ditambahkan juga tetes demi tetes 35 mL HCl 5%. Larutan hasil reaksi didekantasi, logam magnesium yang tersisa dicuci dengan eter, filtrat dipisahkan dengan menggunakan penyaring gravitasi. Larutan hasil dekantasi disatukan dengan filtrat hasil penyaringan gravitasi, kemudian lapisan atas dipisahkan. Lapisan eter dicuci dengan 30 mL NaOH 5% dan dikeringkan dengan Na_2SO_4 anhidrous. Eter diuapkan dengan evaporator secara hati-hati. Cairan tak berwarna yang tersisa merupakan 2-metil-4-heptanol.

2. Sintesis 2-metil-4-heptanon

Ke dalam labu alas bulat kapasitas 100mL yang dilengkapi corong penetes, tabung $CaCl_2$, pengaduk magnet dimasukkan 2 gram (15,3 mmol) larutan 2-metil-4-heptanol dalam 10mL asetat. Kemudian labu ditutup dengan tutup gelas dan ditempatkan dalam penangas air dingin. Kemudian dimasukkan tetes demi tetes 14,5 ml larutan NaOCl 2,1 M (2 ekivalen) melalui corong penetes bertekanan sama selama 30 menit pada suhu 15-25°C sambil diaduk. Sesudah semua larutan NaOCl ditambahkan, penangas air dingin dipindah dan pengadukan diteruskan selama 1,5 jam. Larutan hasil reaksi akan berwarna kuning, kemudian ditambahkan 50 mL air dan diekstrak dengan 2x60 mL diklorometana. Hasil dari kedua ekstraksi dicampur, kemudian diekstrak dengan larutan $NaHCO_3$ jenuh sebanyak dua kali (hati-hati karena akan timbul busa). Ekstraksi dilanjutkan menggunakan larutan $NaHSO_3$ 5% sebanyak dua kali. Setelah itu dites dengan larutan kalium iodida-amilum, apabila negatif larutan dikeringkan dengan Na_2SO_4 anhidrous. Diklorometana diuapkan dengan evaporator secara hati-hati. Cairan tak berwarna yang tertinggal merupakan 2-metil-4-heptanon.

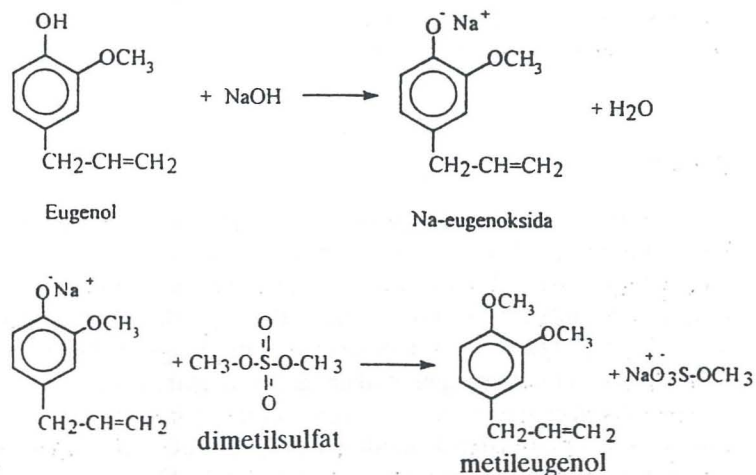
C. Sintesis Metileugenol [3-(3,4-dimetoksifenil)propena]

Metileugenol merupakan senyawa turunan dari eugenol. Metileugenol berupa cairan kental, jernih, tidak berwarna dengan bau yang sama dengan eugenol, tetapi metileugenol digunakan cukup luas sebagai komposisi parfum jenis carnation dan bouquets, dan juga telah diketahui bahwa metileugenol sebagai penarik seks bagi lalat buah. Struktur metileugenol adalah sebagai berikut:



Metileugenol dikenal pula dengan nama eugenil metil eter, 1,2-dimetoksi-4-alil benzen, atau 3-(3,4-dimetoksifenil)propena. Metileugenol dapat disintesis dengan metoda Williamson. Sintesis Williamson dikenal sebagai metoda umum untuk mengubah alkohol atau fenol menjadi eter. Pada sintesis ini mula-mula alkohol atau fenol diubah menjadi alkoksida atau fenoksida. Eter terbentuk melalui reaksi antara alkoksida atau fenoksida dengan alkil halida. Untuk pembuatan metil aril eter (metileugenol) sering digunakan dimetilsulfat, $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{SO}_2$, sebagai pengganti metilhalida yang lebih mahal, reaksi ini dikenal dengan reaksi metilasi terhadap eugenol.

Chairil (1994) telah melakukan metilasi terhadap eugenol dengan menggunakan dimetil sulfat (DMS) sebagai reagen untuk metilasi. Dalam larutan busa maka DMS akan bereaksi dengan anion eugenolat (na-eugenoksida) memberikan hasil metileugenol. Hasil yang didapatkan adalah 90,5%. Reaksi metilasi eugenol dapat dituliskan sebagai berikut:



Prosedur sintesis metileugenol dapat dilakukan dengan bahan dasar eugenol atau langsung dengan bahan dasar minyak daun cengkeh. Apabila sintesis metileugenol dilakukan dengan bahan dasar eugenol, maka terlebih dahulu harus dilakukan isolasi eugenol dari minyak daun cengkeh. Prosedur dengan isolasi eugenol terlebih dahulu kurang praktis, di samping langkahnya panjang juga memerlukan reagen yang lebih banyak. Prosedur di bawah adalah sintesis metileugenol langsung dengan bahan dasar minyak daun cengkeh) (Dwi Astuti, 1994).

Secara rinci prosedur sintesis metileugenol adalah sebagai berikut :

Sebanyak 231 gram minyak daun cengkeh dimasukkan ke dalam gelas beker kapasitas 2 L, diaduk dengan 54 gram (1,35 mol) NaOH yang dilarutkan dalam 400 mL akuades. Setelah didiamkan beberapa saat akan terbentuk dua lapisan. Lapisan atas (A₁) mengandung kariofilena dan lapisan bawah (B₁) adalah larutan Na-eugenolat. Lapisan bawah (B₁) diambil dan dimasukkan ke dalam labu leher tiga kapasitas 2 L yang dilengkapi dengan corong penetes, pendingin bola, termometer dan pengaduk magnet. Kemudian 170 gram (1,35 mol) DMS dimasukkan tetes demi tetes, pengadukan dilakukan terus. Campuran reaksi direfluks selama 2 jam. Hasil refluks didinginkan, kemudian ditambahkan 600 mL akuades sambil diaduk. Setelah didiamkan beberapa saat akan terbentuk dua lapisan yaitu lapisan atas (A₂) dan lapisan Bawah (B₂). Lapisan bawah (B₂) diekstrak dengan petroleum eter 3x100 mL. Dua lapisan yang terbentuk yaitu lapisan atas (A₃) dan lapisan bawah (B₃) dipisahkan. Lapisan atas (A₃) digabung dengan lapisan atas (A₂), kemudian diekstraksi dengan NaOH 10% 3x75 mL. Dua lapisan yang terbentuk yaitu lapisan atas (A₄) dan lapisan bawah (B₄) dipisahkan. Lapisan atas (A₄) dicuci dengan akuades sampai netral dan dikeringkan dengan Na₂SO₄ anhidrous. Petroleum eter diuapkan dengan evaporator, residu kemudian didestilasi fraksinasi dengan pengurangan tekanan.

Penutup

Feromon dan metileugenol merupakan senyawa kimia yang menarik untuk dipelajari karena dapat mengendalikan hama tanaman tanpa mengganggu kesetimbangan alam. Penggunaan feromon dan metileugenol sebagai pengendali hama tidak dengan disemprotkan ke tanaman, sehingga risiko bahan pangan terkontaminasi dapat dihilangkan. Fungsi feromon dan metileugenol untuk mengendalikan hama adalah kemampuannya sebagai penarik seks (*sex attractant*), sehingga serangga jantan atau pun lalat buah jantan akan terjebak dan kemudian disterilkan atau dimatikan. Di samping itu sintesis feromon dan metileugenol mudah dilakukan di laboratorium

kimia sehingga senyawa kimia tersebut dapat diproduksi dalam jumlah besar, dan dapat digunakan sebagai alternatif menggantikan peran pestisida.

Daftar Pustaka

- Nernas, 1996, **11 Pestisida Terlarang Masih Beredar di Pasar**, Jumat Kliwon, 19 Juli.
- Bernas, 1996, **Buah Impor Tercemar Pestisida**, Selasa Pahing, 20 Agustus.
- Bettelheim, F.A., Jerry March, 1990, **Introduction to Organic & Biochemistry**, Philadelphia: Saunders Coolege Publishing.
- Chairil Anwar, 1994, **The Conversion of Eugenol into More Valuable Substances**, Disertasi, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Dwi Astuti, 1994, **Reaksi Oksimerkusi-Demerkurasi Metileugenol dan Oksidasi Hasilnya**, Skripsi, Yogyakarta: FMIPA UGM.
- Fessenden, R.J., Joan S. Fessenden, 1982, **Organic Chemistry**, Edisi kedua, California: PWS Publisher.
- Guenther, E., 1950, **The Essential Oils**, Volume IV, New York: D. Van Nostrand Company, Inc.
- Jong, E.A. de; Feringa, B.L., 1991, The Synthesis of 2-Methyl- 4Heptanone, **J. of. Chem. Educ.**, vol. 68, no. 1, 71-72.