

SYNTHESIS OF 4-(3,4-DIMETOXY-PHENYL)-3-BUTENE-2-ON AND ACTIVITY IT'S TEST AS A FRUIT FLIES ATTRACTANT

Sintesis 4-(3,4-Dimetoksi-Fenil)-3-Buten-2-On dan Uji Aktivitasnya sebagai Atraktan Lalat Buah

Deni Pranowo^{a,*}, Suputa^b and Tutik Dwi Wahyuningsih^a

^aDepartment of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Gadjah Mada University, Sekip Utara Yogyakarta 55281

^bFaculty of Agriculture, Gadjah Mada University, Bulaksumur Yogyakarta 55281

Received 24 March 2006; Accepted 31 March 2006

ABSTRACT

4-(3,4-dimethoxyphenyl)-3-buten-2-on has been synthesized from veratraldehyde and acetone via aldol condensation. The reaction was performed at room temperature under basic condition for 24 hours to give brown solid of product (m.p 64-6 5°C) in 73.7% yield. Veratraldehyde itself was produced from alkylation of vanillin by the use of dimethylsulfate. The structure of the products was analyzed by FTIR, ¹H NMR and GC-MS. Activity test of 4-(3,4-dimethoxyphenyl)-3-buten-2-on as an attractant was carried out in Sleman, Bantul and Kulon Progo with methyl eugenol as a reference. The result showed that 4-(3,4-dimethoxyphenyl)-3-buten-2-on was inactive compound as a fruit flies attractant and some of fruit flies, i.e. *Bactrocera papayae*, *B. carambolae*, *B. umbrosa* and *B. abdolonginqua* was found on the test area.

Keywords: 4-(3,4-dimethoxy-phenyl)-3-buten-2-on, *Bactrocera spp.*, attractant.

PENDAHULUAN

Hama lalat buah (*Bactrocera spp.*) merupakan hama utama tanaman buah dan hortikultura. Kerugian kuantitatif yang ditimbulkan oleh serangan hama ini adalah pengurangan produksi buah sebagai akibat kerontokan buah karena terserang hama sewaktu masih muda atau buah rusak bahkan busuk, yang berakibat tidak layak konsumsi. Kerugian kualitatif yaitu penurunan kualitas buah karena cacat, berupa bercak, busuk, berlubang, dan berbelatung sehingga tidak layak konsumsi [1]. Hal ini menyebabkan buah atau hasil pertanian di Indonesia tidak dapat diekspor. Salah satu syarat buah dapat diekspor ke luar negeri adalah terbebas dari serangan hama lalat buah, sehingga pada umumnya dilakukan tindakan karantina yang dapat menjamin 100 % buah yang diekspor terbebas dari lalat buah. Cara yang dilakukan oleh karantina adalah fumigasi, penyimpanan pada suhu rendah, suhu tinggi, atau dengan radiasi radio aktif.

Bactrocera spp. kurang lebih terdiri dari 440 spesies yang tersebar di negara kawasan Asia Tenggara, Pasifik Selatan, dan Australia. Lalat buah yang telah teridentifikasi di Indonesia sebanyak 16 spesies. Alfari [2] menyebutkan bahwa lalat buah merupakan salah satu hama yang sering merusak komoditas pertanian Indonesia, untuk itu, saat ini Departemen Pertanian tengah melakukan berbagai upaya untuk lepas dari serangan hama tersebut. Pengendalian hama ini dilakukan dengan penyemprotan menggunakan pestisida, namun berakibat terdapatnya

residu pestisida pada buah yang bersifat racun bagi manusia. Cara lain adalah dengan menurunkan populasi lalat dengan melepas lalat jantan mandul (steril) dalam jumlah yang banyak, agar kemungkinan keberhasilan perkawinan dengan lalat fertile di alam dapat berkurang. Selain itu dapat pula dengan pemanfaatan musuh alami antara lain *Biosteres sp.*, *Opius sp.* (*Braconidae*), semut (*Formicidae*), laba-laba (*Arachnida*), kumbang (*Staphylinidae*) atau cocopet (*Dermaptera*). Cara paling murah dan efektif adalah menggunakan perangkap yang diberi umpan atau atraktan. Beberapa lalat buah jantan spesies *Bactrocera spp.* tertarik pada atraktan metil eugenol (4-alil-1,2-dimetoksibenzena) atau cue lure (4-(4-asetoksifenil)-2-butanon) [3], lalat buah yang menyerang buah melon (*B. cucurbitae*) jantan tertarik pada 4-(4-hidroksifenil)-3-buten-2-on yaitu produk antara cue lure [4]. Lalat buah tertentu tertarik pada atraktan tertentu pula, yang merupakan senyawa penarik (atraktan) jantan atau paraferomon yang sesuai. Senyawa atraktan ini secara alami dihasilkan oleh tanaman. Diduga masih cukup banyak spesies lalat buah yang belum diketahui senyawa atraktannya atau paraferomonnya.

Pada penelitian ini dilakukan sintesis senyawa yang memiliki struktur mirip dengan cue lure dan menguji aktivitas atraktannya. Veratraldehid hasil sintesis dari vanilin digunakan sebagai bahan dasar untuk sintesis senyawa 4-(3,4-dimetoksi-fenil)-3-buten-2-on. Struktur senyawa 4-(3,4-dimetoksi-fenil)-3-buten-2-on mirip dengan struktur turunan cuelure (4-(4-

* Corresponding author.

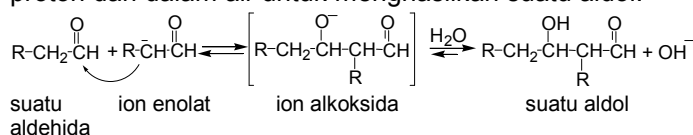
Email address : maspranowo@ugm.ac.id (D. Pranowo)

hidroksifenil)-3-buten-2-on) yang memiliki aktivitas sebagai atraktan.

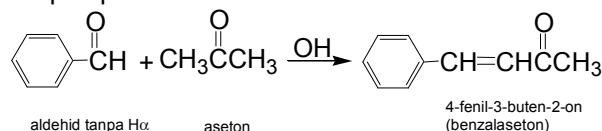
Veratraldehida (3,4-dimetoksi benzaldehida) memiliki rumus molekul $C_9H_{10}O_3$, merupakan bahan dasar pembuat parfum dan flavor dengan aroma yang khas dan sedap. Veratraldehida berbentuk kristal dengan titik lebur $42-43\text{ }^\circ\text{C}$, titik didih $285\text{ }^\circ\text{C}$, sedikit larut dalam air panas dan larut dalam alkohol dan eter serta mudah teroksidasi bila terkena cahaya. Veratraldehid dapat dihasilkan dari metilasi vanilin berdasar pada sintesis Williamson, menggunakan dimetilsulfat dalam kondisi basa atau dari oksidasi metilisoegenol [5]. Sintesis veratraldehida dengan cara ini telah dilakukan oleh Wibowo menggunakan pereaksi DMS dan larutan NaOH 20% pada suhu refluks selama 2,5 jam dengan hasil 82% [6] sedangkan hasil oleh Rinasih menghasilkan rendemen 76% [7].

Veratraldehida merupakan senyawa yang memiliki gugus aldehida. Gugus aldehida dapat dikenai reaksi kondensasi dengan senyawa aldehid atau keton. Kondensasi antara senyawa aldehid dengan aldehida atau keton dengan keton lain dikenal sebagai reaksi kondensasi aldol.

Bila aldehida diberikan suasana basa seperti dengan NaOH dalam air maka akan terbentuk ion enolat yang dapat bereaksi dengan gugus karbonil dari molekul aldehida yang lain. Hasilnya adalah adisi suatu molekul aldehida ke dalam molekul aldehida lain. Ion enolat bereaksi dengan suatu molekul aldehida lain dengan cara mengadisi pada karbon karbonil untuk membentuk suatu ion alkoksida, yang kemudian menarik sebuah proton dari dalam air untuk menghasilkan suatu aldol.



Pada awal reaksi kondensasi aldol suatu aldehida atau keton harus memiliki H_α terhadap atom C karbonil sehingga aldehida atau ion tersebut dapat membentuk ion enolat pada kondisi basa. Suatu aldehida yang tidak memiliki hidrogen α tidak dapat membentuk ion enolat dengan demikian tidak dapat berdimerisasi dalam suatu kondensasi aldol. Namun jika aldehid ini dicampur dengan aldehida yang memiliki H_α maka kondensasi dapat terjadi yang disebut sebagai kondensasi aldol silang. Suatu kondensasi aldol silang sangat berguna bila hanya satu senyawa karbonil yang memiliki hidrogen α , bila tidak maka akan diperoleh hasil berupa campuran. Metil keton dapat digunakan dengan sangat baik untuk kondensasi aldol silang dengan aldehida yang tidak mengandung hidrogen α , seperti tampak pada reaksi berikut :



METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah alat gelas laboratorium, pengaduk magnetik, corong Buchner, evaporator Buchii, penentu titik lebur (Electrothermal 9100), GC-MS (Shimadzu-QP 5000), FTIR (Shimadzu FTIR-8201PC) dan ^1H NMR (Jeol JNM-MY60). Bahan-bahan yang digunakan seperti vanilin, dimetilsulfat, dan aseton memiliki kualitas analitik dari Merck. Alat untuk uji aktivitas adalah : perangkap Steiner, jarum preparat, gabus preparat, kotak spesimen voucher, mikroskop, cawan petri dan kamera mikroskop.

Prosedur Penelitian

Sintesis veratraldehid dari vanilin

Ke dalam labu leher tiga kapasitas 250 mL dimasukkan 10 g (0,065 mol) vanilin dan 25 mL H_2O , kemudian campuran dipanaskan dan diaduk hingga larut. Sebanyak 9,8 g 0,25 mol (NaOH) dilarutkan dalam 50 mL aquades, kemudian 24 mL larutan tersebut dimasukkan secara bertetes-tetes. Selanjutnya campuran dipanaskan hingga temperatur $100\text{ }^\circ\text{C}$. Ke dalam corong pisah yang lain dimasukkan dimetil sulfat sebanyak 9,2 mL (0,097 mol) dan dimasukkan secara bertetes-tetes. Setelah dipanaskan selama 45 menit, diteteskan lagi larutan NaOH sebanyak 6 mL. campuran dipanaskan kembali selama 15 menit, selanjutnya ditambahkan 2,6 mL dimetil sulfat secara bertetes-tetes lagi. Selanjutnya penambahan larutan NaOH dan dimetil sulfat dilakukan secara bergantian lebih dari dua kali sehingga dimetil sulfat yang ditambahkan sebanyak 16,8 mL (0,18 mol). Setelah 15 menit dari penambahan dimetil sulfat terakhir, pemanasan dihentikan. Ke dalam campuran hasil reaksi ditambahkan 8 mL larutan NaOH. Setelah itu campuran diaduk terus hingga dingin. Kemudian campuran diekstrak dengan diklorometana 30 mL sebanyak 3 kali. Lapisan organik digabung dan dicuci dengan 25 mL air sebanyak 3 kali, dikeringkan dengan Na_2SO_4 anhidrat, pelarut dievaporasi, sehingga diperoleh padatan putih-kecoklatan sebanyak 8,95 g (89,2%), t.l. $42-43\text{ }^\circ\text{C}$, ν_{maks} : 3078, 2997, 2754, 1685, 1589, 1512 1469, 1272, 1137, 1018 cm^{-1} . ^1H NMR (60MHz, CDCl_3) : δ 3,73 (6H, s, OMe), 6,85 (1H, d, ArH), 7,21 (1H, s, ArH), 9,87 (1H, s, CHO). Spektrum Massa (EI) : m/z 166 (M^+), 151, 137, 95, 77.

Sintesis 4-(3,4-dimetoksi-fenil)-3-buten-2-on dari veratraldehid

Ke dalam labu alas bulat 500 mL yang telah dilengkapi dengan pengaduk magnet dan penangas es, dimasukkan 250 mL NaOH 20% dan 34,03 g (0,21 mol) veratraldehid. Selanjutnya 15 mL (0,21 mol)

aseton ditambahkan secara bertetes-tetes disertai dengan pengadukan dan campuran diaduk selama 24 jam pada suhu kamar. Kemudian ke dalam campuran ditambahkan H₂O dan dinetralkan dengan HCl 10%. Kristal yang diperoleh disaring, dicuci dengan H₂O dan direkristalisasi dengan pelarut benzena menghasilkan padatan kuning sebanyak 8,20 g (73,7%), t.l. 64-65 °C, ν_{maks} : 3078, 2997, 2754, 1685, 1589, 1512 1469, 1272, 1137, 1018 cm⁻¹. ¹H NMR (60MHz, CDCl₃) : δ 2,23 (6H, s, OMe), 6,85 (1H, d, ArH), 7,21 (1H, s, ArH), 9,87 (1H, s, CHO). Spektrum Massa (EI) : m/z 206 (M⁺), 191, 163, 91, 77, 43.

Uji Aktivitas 4-(3,4-dimetoksi-fenil)-3-buten-2-on dan 4-(4-hidroksi-3-metoksi-fenil)-3-buten-2-on sebagai Atraktan Lalat Buah

Disiapkan perangkap lalat buah model Steiner sebanyak 15 buah. Setiap atraktan diteteskan pada kapas dan dipasang pada 3 perangkap steiner dan ditambahkan insektisida kontak sebanyak 0,3 mL. masing-masing jenis atraktan di dalam perangkap lalat buah dipasang pada areal pertanaman hortikultura (cabe, mentimun, melon, semangka) dan di pekarangan yang terdapat tanaman mangga, jambu air, jambu biji, belimbing, sawo, nangka, dan rambutan di daerah Ngaglik Sleman, Kecamatan Lendah, Kulonprogo dan Sewon, Bantul. Pemasangan lima atraktan pada perangkap steiner dilakukan secara bersamaan selama 14 jam (pukul 05.00 WIB s/d 19.00 WIB) dengan jarak 2 m antar perangkap, pemasangan diulang sebanyak 3 kali untuk masing-masing jenis atraktan. Lalat buah yang terperangkap dihitung jumlah populasinya untuk masing-masing spesies pada tiap-tiap jenis atraktan, kemudian dimasukkan ke dalam kotak kertas karton kecil berlabel yang di dalamnya telah diberi alas kertas tisu kemudian dibawa ke Laboratorium Entomologi Dasar FAPERTA. Spesimen lalat buah tersebut selanjutnya diawetkan dengan cara dikarding. Spesimen awetan lalat buah disimpan sementara di Laboratorium Entomologi Dasar sampai dilakukan identifikasi. Identifikasi dilakukan dengan cara diamati morfologi secara eksternal dan internal di bawah mikroskop serta dipotret ciri-ciri karakteristik penting masing-masing spesies.

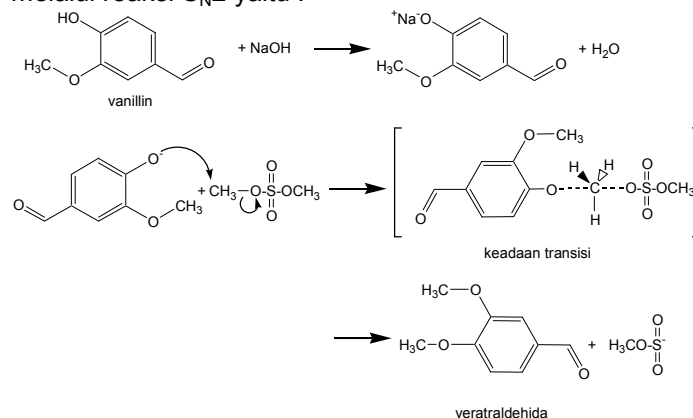
Pengamatan morfologi eksternal dilakukan dengan cara menghitung jumlah *bristle* pada bagian *mesonotum* dan *scutellum*, mengamati pola sayap dan keberadaan *vittae* pada *mesonotum*. Pengamatan morfologi internal dilakukan dengan cara bagian posterior abdomen lalat buah ditarik menggunakan pinset hingga keluar *aedeagus*nya kemudian diamati dan diukur panjangnya menggunakan mikrometer. Ciri-ciri morfologi internal dan eksternal dicocokkan dengan buku manual kunci identifikasi lalat buah [8-10], dan dua buah CD khusus identifikasi lalat buah yaitu CABI Dacini tahun 2000 dan LUCID Dorsalis Complex tahun 2000. Spesimen lalat buah yang telah diidentifikasi dideskripsi dan diberi label

serta diletakkan pada kotak spesimen *voucher* dan disimpan di Museum Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian sebagai spesimen *voucher*. Spesimen *voucher* masing-masing spesies lalat buah yang tertangkap di foto dengan kamera mikroskop dan disimpan dalam bentuk file jpg di dalam CD sebagai dokumentasi hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis Veratraldehid dari Vanilin

Dalam suatu reaksi kimia dapat terjadi reaksi secara selektif pada salah satu dari beberapa gugus fungsional yang ada dalam molekul, bagian reaktif yang diharapkan tidak mengalami reaksi sebaiknya dilindungi untuk sementara dengan menggunakan gugus pelindung. Sintesis veratraldehida dilakukan untuk mengganti atom H pada gugus hidroksi dengan metil sehingga gugus tersebut tidak bereaksi terlebih dahulu. Pada penelitian ini telah berhasil dilakukan sintesis veratraldehida dari vanilin dan dimetil sulfat dalam suasana basa. Produk yang dihasilkan berupa padatan putih-kecoklatan, seberat 8,95 g (82,9%) dengan titik lebur 42-43 °C Mekanisme yang terjadi melalui reaksi S_N2 yaitu :



Analisis menggunakan spektrofotometer FTIR menunjukkan bahwa veratraldehida telah terbentuk. Hal ini terbukti oleh hilangnya serapan yang karakteristik untuk gugus hidroksi pada 3400 cm⁻¹ yang terdapat pada vanilin dan adanya serapan khas untuk senyawa aromatis pada 1512 dan 1589 cm⁻¹, gugus metoksi pada daerah 1100-1300 cm⁻¹, serta serapan gugus aldehida pada 1685 dan 2754 cm⁻¹. Analisis dengan ¹H NMR juga menunjukkan bahwa gugus metoksi telah menggantikan gugus hidroksi. Hal ini ditunjukkan oleh adanya puncak pada $\delta=3,73$ ppm untuk 6 proton dan puncak yang karakteristik untuk proton aldehida yang tetap ada pada $\delta=9,87$.

Sintesis 4-(3,4-dimetoksi-fenil)-3-buten-2-on

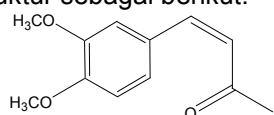
Sintesis 4-(3,4-dimetoksi-fenil)-3-buten-2-on dari veratraldehida dan aseton dalam suasana basa menghasilkan padatan berwarna coklat tua dengan rendemen 73,7% (8,2 g) dan mempunyai titik lebur 64-65°C.

Hasil analisis dengan GC-MS menunjukkan adanya 1 puncak pada waktu retensi 16,42 menit untuk senyawa 4-(3,4-dimetoksi-fenil)-3-buten-2-on. Hal ini dibuktikan oleh spektrum massa pada m/z 206 yang merupakan ion molekularnya, fragmentasi pada m/z 191 (M-15) dan puncak dasar m/z 43 yang karakteristik untuk fragmen asetil.

Serapan sekitar 1100-1300 cm^{-1} menunjukkan vibrasi rentangan C-O-C (gugus eter). Serapan pada 2835 cm^{-1} menyatakan senyawa ini mengandung gugus metoksi yang terikat pada cincin aromatis. Munculnya serapan pada 1666 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus karbonil, dimana gugus aldehida yang ditunjukkan oleh serapan kembar pada 2754 cm^{-1} dan 2842 cm^{-1} telah tidak muncul, yang berarti gugus aldehida telah berubah menjadi gugus lain. Dimungkinkan muncul gugus baru yaitu gugus keton yang ditunjukkan oleh munculnya serapan pada daerah 1230-1100 cm^{-1} , yaitu dengan munculnya serapan pada 1141 cm^{-1} . Dan ikatan rangkap dua (C=C) alifatis ditunjukkan adanya serapan pada 1596 cm^{-1} yang merupakan serapan regangan dari (C=C) asimetris. Serapan tajam pada 1515 cm^{-1} dan 1596 cm^{-1} serta munculnya serapan sekitar 3001 cm^{-1} menunjukkan serapan dari gugus aromatis. Dari spektra ini dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa veratraldehida sudah bereaksi berubah menjadi hasil, yang berdasarkan serapan yang ada menunjukkan adanya gugus-gugus metoksi, aromatis, ikatan eter, metil, dan keton, dimana gugus-gugus ini merupakan gugus-gugus yang ada pada molekul senyawa 4-(3,4-dimetoksi-fenil)-3-buten-2-on.

Spektra ^1H NMR hasil reaksi kondensasi aldol silang antara veratraldehida dengan aseton pada suasana basa. Tampak pada spektra muncul puncak singlet pada $\delta=2,30$ ppm yang menunjukkan adanya tiga proton pada gugus metil pada atom C paling dekat dengan gugus karbonil. Puncak singlet pada $\delta=3,73$ ppm yang menunjukkan adanya enam proton pada dua buah gugus metoksi. Puncak multiplet pada $\delta=6,7-7,3$ ppm menunjukkan adanya proton-proton pada gugus aromatis benzena dan pada ikatan rangkap etilena.

Berdasarkan analisis GC-MS, FTIR dan ^1H NMR tersebut dapat disimpulkan bahwa senyawa hasil reaksi veratraldehida dengan aseton pada suasana basa menghasilkan senyawa 4-(3,4-dimetoksi-fenil)-3-buten-2-on dengan struktur sebagai berikut:



Tabel 1 Hasil identifikasi lalat buah yang tertarik ME di tiga kabupaten

No	Kabupaten	Spesies lalat buah	Jumlah individu
1.	Sleman	<i>B. papayae</i>	310
		<i>B. carambolae</i>	58
		<i>B. umbrosa</i>	29
2.	Kulon Progo	<i>B. papayae</i>	263
		<i>B. carambolae</i>	93
		<i>B. umbrosa</i>	40
3.	Bantul	<i>B. papayae</i>	278
		<i>B. carambolae</i>	67
		<i>B. umbrosa</i>	71
		<i>B. abdulonginqua</i>	15

Hasil Identifikasi Lalat buah yang Tertangkap Atraktan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa atraktan yang mampu menarik lalat buah adalah ME sedangkan atraktan yang lain tidak. Data spesies lalat buah yang tertarik ME direkapitulasi pada Tabel 1.

Jumlah spesies *B. papayae* tertinggi pada hasil tangkapan dengan ME di seluruh tempat pemasangan perangkap. Hal ini menunjukkan bahwa populasi *B. papayae* di Yogyakarta sangat tinggi. Menurut White and Harris [10], *B. papayae* merupakan lalat buah yang bersifat polifag dan mampu menyerang berbagai jenis buah seperti mangga, pisang, cabai, belimbing, jambu biji, dan jambu air. Menurut penelitian pendahuluan dengan menggunakan metode *host rearing* menunjukkan bahwa *B. papayae* preferensi inangnya lebih pada buah mangga. Populasi tertinggi kedua adalah *B. carambolae* yang preferensi inangnya pada buah belimbing, sedangkan populasi ketiga adalah *B. umbrosa* yang menyerang pada buah cempedak, sukun, dan nangka. Pemasangan perangkap di daerah Bantul mendapatkan *B. abdulonginqua* yang tidak terdapat di daerah penangkapan yang lain. Inang *B. abdulonginqua* belum diketahui secara pasti, hal ini diduga inangnya adalah buah-buah liar yang tidak dibudidayakan secara komersial.

Jenis atraktan lain selain ME tidak mampu menarik lalat buah hal ini dikarenakan kemungkinan karena tidak ada populasi lalat yang memerlukan atau tertarik senyawa hasil sintesis atau kemungkinan lain adalah memang senyawa tersebut tidak memiliki aktivitas sebagai atraktan. Oleh karena zat yang ada tidak dibutuhkan oleh lalat buah untuk mendukung pembentukan feromon sex.

KESIMPULAN

1. Telah berhasil dilakukan sintesis senyawa 4-(3,4-dimetoksi-fenil)-3-buten-2-on dari veratraldehida dan aseton pada suasana basa, dengan rendemen 73,7%.

2. Hasil uji aktivitas terhadap kedua senyawa tidak menunjukkan hasil yang positif sebagai senyawa atraktan untuk lalat buah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Suratmanto, Ahmad Taufiq dan Ika Puji Rahmawati yang telah membantu secara teknis di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Asri, A., 2003, *Membuat Perangkap Lalat Buah*, Tabloid Sinar Tani, edisi 9 April 2003.
2. Alfarini, P., 2003, *Produk Hortikultura Indonesia Terancam Ditolak Taiwan*, www.tempointeraktif.com, diakses pada 25 Maret 2005.
3. Shelly, T.E., Pahio, Elaine, dan Edu James, 2004, *J. Florida Entomologist*, 87(4), 481-48
4. Jacobson, M., Keiser, I., Harris, E.J., and Miyashita, H., 1976, *J. Agric. Food Chem.*, 24(2), 782-783.
5. Rosilawati, I., 2000, *Pemanfaatan Vanilin Untuk Sintesis Veratral Sianida Sebagai Senyawa Antara Dalam Pembuatan Turunan Antibiotik C9154*, Tesis S2, Program Pascasarjana FMIPA UGM.
6. Wibowo, E., 1998, *Sintesis Turunan Etil Ferulat Dari Vanilin Berdasarkan Reaksi Claisen*, Skripsi, FMIPA UGM Yogyakarta.
7. Rinasih, I., 1998, *Sintesis Senyawa 3,4 Dimetoksi Benzaldehida dari Vanilin dalam Suasana Basa*, Skripsi, FMIPA UGM, Yogyakarta
8. Drew, R.A.I., 1989, *The Tropical Fruit Flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) of the Australasian and Oceanian Regions. Memoirs of the Queensland Museum. Volume 26, the Board.* Brisbane. Australia.
9. Drew, R.A.I. and Hancock D.L., 1994, *Bull. Entomol. Res.. Supplement.*, 2,1-68.
10. White, I.M. and Elson-Harris, M.M., 1992, *Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics*. CAB International in association with ACIAR. Printed and Bound in the UK by Redwood Press Ltd. Melksham.