

	Halaman
Pengantar Redaksi	i
✓ 1. Resistensi <i>Musca domestica</i> terhadap Insektisida dan Mekanismenya <i>Poedji Hastutiek dan Loeki Enggar Fitri</i>	1
2. Studi Komparatif Pemeriksaan Kultur <i>Mycobacterium tuberculosis</i> pada Media Lowenstein-jensen dan Middlebrook 7h10 Komersial <i>Bambang Susilo</i>	19
3. Pembentukan Kelembagaan Kader Pemberantas Tuberkulosis untuk Peningkatan Cakupan Passive Case Finding melalui Penerapan Participatory Rural Appraisal <i>Djohar Nuswantoro, I.B. Wirawan, Ni Made Mertaniasih, Hariadi Soeparto, Achmad Djaeli</i>	28
4. Deteksi Antibodi terhadap Antigen Tuberkulosis dengan Metode Imunokromatografi pada Penderita Tuberkulosis Paru <i>Aryati, Kadek Mulyantari</i>	39
5. Nilai Diagnostik Imunokromatografi Cassette untuk Menunjang Diagnosis Kasus Demam Berdarah Dengue pada Penderita Dewasa <i>R. Haryanto Aswin, Kusuma Pinadayani</i>	47
6. Deteksi <i>Salmonella typhi</i> pada Penderita Tifus Abdominalis dengan Teknik PCR di Kabupaten Tuban <i>Supiana Dian Nurtjahyani, Retno Handajani</i>	54
7. Vektor Demam Berdarah Dengue di Kecamatan Tambaksari, Surabaya <i>Subagyo Yotopranoto, Kusmartisnawati, Machfudz, Heny Arwati, Ratna Sofaria, Suwandito, Rita M. Rehata</i>	62

ISSN 0215 - 8094

MAJALAH KEDOKTERAN TROPIS INDONESIA
(Indonesian Journal of Tropical Medicine)

Pelindung : Dekan Fakultas Kedokteran Universitas
Airlangga

Prof. DR. Dr. Muhammad Amin, Sp.P(K)

Penanggung Jawab / : Prof. Dr. Soedarto, DTM&H., Ph.D.
Pemimpin Redaksi

Wakil Pemimpin Redaksi :

Prof. DR. Dr. Yoes Prijatna Dachlan, M.Sc.

Dewan Redaksi : Prof. DR. Dr. Ismudijanto, DTM&H, DSA
Prof. Dr. Eddy Soewandojo, DSPD
Dr. Machfudz, DTM&H, M.S.
Dr. Subagyo Yotopranoto, DAPE

Alamat Redaksi / Administrasi :

Laboratorium Parasitologi
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
Jl. Prof. Dr. Moestopo 47 Surabaya 60131
Telepon : 031 – 5020251 Pesawat 116

S.K. Rektor Universitas Airlangga :

Tgl. 4 April 1988 No. 2975/PT03.H3/0/1988

S.K. Akreditasi Dirjen Dikti Depdiknas RI :

Tgl. 12 Nopember 2002 No. 52/DIKTI/Kep/

2002

RESISTENSI *Musca domestica* TERHADAP INSEKTISIDA DAN MEKANISMENYA

Poedji Hastutiek * Loeki Enggar Fitri**

*Bagian Parasitologi Fakultas Kedokteran Hewan universitas Airlangga Surabaya

**Bagian Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang

ABSTRAK

Pengendalian *Musca domestica* dengan insektisida merupakan cara yang praktis dan cepat menurunkan populasi lalat, namun penggunaan insektisida yang tidak tepat dan digunakan dalam jangka waktu lama akan menimbulkan resistensi.

Mekanisme resistensi insektisida dalam tubuh *M. domestica* dapat terjadi melalui 2 jalan yaitu *target-site mechanisms* dan *detoxifications mechanisms*. Aplikasi rotasi insektisida dan sinergis penting dalam pencegahan terjadinya resistensi.

Kata kunci : *M. domestica*, insektisida, resistensi

RESISTANCE OF *Musca domestica* TO INSECTICIDE AND ITS MECHANISMS

ABSTRACT

Controlling of *M. domestica* with insecticide represent a practice and quick method to decrease the population of flies, but longterm and unproperty use of insecticide may lead to resistance.

Mechanism of insecticide resistance of *M. domestica*'s may through two pathways those are *target-site mechanisms* and *detoxifications mechanisms*. Rotation application of insecticide and sinergis are important in preventing occurrence of resistance.

Key words: *Musca domestica*, insecticide, resistance

PENDAHULUAN

Musca domestica atau *housefly* atau sering disebut lalat rumah adalah spesies lalat yang merupakan vektor mekanis (Harwood dan James, 1979; Levine dan Levine, 1991) dan vektor biologis dari agen penyakit yaitu *Helicobacter pylori* (Grubel *et al.*, 1997) dan *Escherichia coli* O157:H7 (Sela *et al.*, 2005). Lalat ini banyak terdapat diseluruh dunia (Ferreira dan Lacerda, 1993). Seekor *M. domestica* dapat membawa sekitar lebih dari 100 macam organisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia dan hewan (Arroyo, 1998).

Beberapa agen infeksi penyebab *emerging diseases* yaitu *Giardia lamblia* (Doiz *et al.*, 2000) ; *Yersinia pseudotuberculosis* (Zurex *et al.*, 2001) ; *Campylobacter* spp dan *Escherichia coli* (Szalanski *et al.*, 2004), *reemerging diseases* yaitu *Cryptosporidium parvum* (Graczyk *et al.*, 1999) ; *Helicobacter pylori* (Grubel *et al.*, 1997) dan *new emerging disease* yaitu H5N1 penyebab Avian Influenza (Wasito., 2005) dapat ditularkan oleh *M. domestica*. Agen penyakit dipindahkan oleh *M. domestica* melalui regurgitasi, eksreta dan eksoskeleton (Graczyk *et al.*, 1999). Potensi tinggi dari *M. domestica* dalam penyebaran agen penyakit didukung oleh kemampuan reproduksi yang tinggi (Arroyo, 1998) jarak terbang yang jauh (Schoof dan Siverly, 1954 dalam Zurex *et al.*, 2001), daya tahan agen penyebab penyakit terhadap pengaruh lingkungan dan kemampuan memperbanyak diri dari agen infeksi (Bowman, 1995).

M. domestica mampu menyebarkan penyakit yang termasuk dalam kelompok *water borne disease* dan *food borne disease*, diantaranya *Campylobacter* spp penyebab utama enteritis. Penyakit tersebut diperkirakan menyebabkan 2,45 juta orang terserang penyakit ini, mengakibatkan kematian 124 orang tiap tahun (Mead *et al.*, 1999 dalam Szalanski *et al.*., 2004). *Escherichia coli* O157 : H7 penyebab utama *haemorrhagic colitis* yang menjadi salah satu penyakit *food borne-human pathogen of animal origin* yang penting (Altektrus *et al.*, 1997 dalam Szalanski *et al.*, 2004). Penyakit *haemorrhagic colitis* ini diperkirakan menyerang 73.480 orang, 62.458 diantaranya dirawat di rumah sakit dan mengakibatkan kematian 61 orang tiap tahun di Amerika Serikat (Mead *et al.*, 1999 dalam Szalanski *et al.*, 2004).

Beberapa program kesehatan telah dilakukan untuk mencegah dan menanggulangi penyakit yang timbul (*emerging diseases*) salah satunya diantaranya adalah pengendalian terhadap *M. domestica* (Griffiths, 1991 ; Purnama. 2002; Sudardjat dan Pambudy, 2003).

Pengendalian terhadap *M domestica* yang umum dilakukan adalah perbaikan sanitasi di sekitar rumah dan kandang. Sanitasi yang baik merupakan langkah dasar dalam seluruh penanganan *M. domestica*. William *et al.*, (1985), menyebutkan bahwa meskipun pengendalian *M. domestica* sulit, namun sangat penting dilakukan sebagai bagian dari sistem manajemen lingkungan.

Berbagai upaya pengendalian *M. domestica* telah dilakukan, bahkan dengan mengeluarkan biaya yang cukup besar. Pengendalian *M. domestica* selama 30-40 tahun terakhir ini dilakukan dengan menggunakan insektisida hasil yang dicapai cukup memuaskan, tetapi lalat mampu beradaptasi dengan baik dan tingkat reproduksi tinggi sehingga timbul resistensi atau kekebalan terhadap insektisida yang digunakan. Faktor ini merupakan kendala dalam pengendalian *M. domestica* (Clark *et al.*, 1982 ; Mac Donal *et al.*, 1983 ; Slamet 1996), didukung kenyataan di lapangan bahwa populasi *M. domestica* masih tinggi dan beberapa penyakit yang disebarkan oleh lalat tersebut tingkat kejadiannya cukup banyak.

PERMASALAHAN

Berdasarkan latarbelakang tersebut di atas, maka permasalahan yang muncul adalah apakah sudah terjadi resistensi *M. domestica* terhadap insektisida dan bagaimana mekanismenya ?.

PEMBAHASAN

INSEKTISIDA

Jenis Insektisida

Insektisida adalah semua bahan atau campuran bahan kimia atau non kimia yang digunakan untuk mencegah, merusak, menolak atau mengurangi populasi serangga (Wirawan, 2006).

Jenis insektisida yang umum digunakan dalam pengendalian *M. domestica* dikelompokkan dalam : 1). Inorganik adalah insektisida yang dalam struktur kimianya

tidak mengandung atom C (belerang, arsen, sulfur dan silika) , 2). Nabati adalah insektisida yang berasal dari tanaman (piretrum, nikotin, rotenon, limonene dan azadirachtin) 3). organik (organoklorin, organofosfor, karbamat, piretroid, neonikotinoid fenilpirasol, pirol dan avermektin) dan 4). Mikroba atau bio-insektisida yaitu insektisida berasal dari mikroba yang dipergunakan untuk mengendalikan serangga (*Bacillus thuringiensis*, *B. Sphaericus*) (Wirawan., 2006).

Menurut sasaran (stadia) penggunaan insektisida dalam pengendalian *M. domestica* meliputi pembunuhan telur (ovisida), larva (larvisida), dan dewasa (adultisida) (Wirawan, 2006). Program pengendalian yang tepat adalah pengendalian *M. domestica* secara keseluruhan, baik membunuh larva maupun bentuk lalat dewasa dengan menggunakan dosis dan aturan pakai insektisida yang tepat dan *rolling* dengan jenis insektisida lain. Pemakaian dosis tidak tepat dengan cara mengurangi dosis insektisida yang biasanya dilakukan untuk menekan biaya sebaiknya dihindarkan (Slamet, 1996).

Cara Masuk (*Mode of Entry*) Insektisida dalam Tubuh *M. domestica*

Cara kerja insektisida dalam tubuh lalat dengan mengganggu/mengacaukan proses penting dalam kehidupannya. Menurut Wirawan (2006), *M. domestica* dapat terpapar oleh insektisida melalui beberapa cara yaitu : **a). insektisida sebagai racun kontak**, insektisida diaplikasikan langsung menembus kutikula, trakhea atau kelenjar sensorik atau organ lain yang terhubung dengan kutikula lalat. Minyak atau komponen lain pada formulasi insektisida ”membasahi” lemak atau lapisan lilin pada kutikula dan mengakibatkan bahan aktif mampu menembus tubuh *M. domestica*. Bahan aktif insektisida dapat larut pada lapisan lemak kutikula dan masuk ke dalam tubuh *M. domestica*. **b). insektisida sebagai racun perut**, insektisida masuk dalam tubuh *M. domestica* melalui sistem pencernaan, bahan aktif harus tertelan/termakan oleh lalat tersebut. **c). insektisida sebagai racun pernafasan**, insektisida masuk ke dalam tubuh *M. domestica* melalui jalan pernafasan. Insektisida aktif karena keberadaannya dalam bentuk gas di udara yang tertutup pada saat aplikasi.

Keberhasilan suatu pengendalian memerlukan pengetahuan tentang serangga, jenis formulasi insektisida serta aplikasinya. Pemilihan jenis formulasi sangat berperan

penting dalam keberhasilan pengendalian. Formulasi adalah proses pengolahan bahan teknis untuk memperbaiki efektivitas, penyimpanan, kemudahan aplikasi, keamanan dan biaya. Jenis formula insektisida yang digunakan dalam pengendalian yaitu : Oil miscible (OL) atau *oil concentrate* (OC), *Emulsifiable concentrate* (EC), *microemulsifiable concentrate* (MEC) atau *microemulsion* (ME), *emulsion (oil in water)* (EW), *wettable powder* (WP), *water dispersible granule* (WG), *water soluble powder* (SP), *suspension concentrate* (SC), *suspo-emulsion* (SE), *capsule suspension* (CS), *solution* atau *soluble liquid* (SL), *dust* (D), *granul* (GR), *bait* (B), *ultra-low volume* (UL), *aerosol* (AE), *vaporizer* dan *lotion* (Wirawan, 2006).

Beberapa cara untuk mendistribusikan insektisida agar dapat kontak dengan *M. domestica* secara maksimal hingga mendapatkan hasil yang diinginkan yaitu : penyemprotan ruang (*space spray*), penyemprotan permukaan (*surface spray*), fumigasi dan pengumpanan/baiting (Wirawan, 2006).

Cara Kerja Insektisida dalam Tubuh *M. domestica*

Cara kerja insektisida (*mode of action*) adalah cara insektisida mempengaruhi suatu titik tangkap (*target site*) spesifik dalam tubuh *M. domestica*. Titik tangkap pada *M. domestica* biasanya berupa enzim atau protein. Cara insektisida memberikan pengaruh berdasarkan aktivitas insektisida di dalam tubuh *M. domestica*. Cara kerja insektisida terbagi dalam lima kelompok yaitu :1). mempengaruhi sistem saraf, 2). menghambat produksi energi, 3). mempengaruhi sistem endokrin, 4). Menghambat produksi kutikula dan 5). Menghambat keseimbangan air (Valles dan Koehler, 1997).

A. Insektisida sintetik yang cara kerjanya **mempengaruhi sistem saraf** antara lain :

- 1) **Piretroid** adalah racun axonik, beracun pada serabut saraf. Insektisida ini terikat pada suatu protein dalam saraf yang dikenal sebagai *voltage-gated sodium channel*. Pada keadaan normal protein ini membuka untuk memberikan rangsangan pada saraf dan menutup untuk menghentikan sinyal saraf. Insektisida terikat pada gerbang ini dan mencegah penutupan secara normal yang menyebabkan rangsangan saraf berkelanjutan, hal ini mengakibatkan tremor dan gerakan inkoordinasi pada lalat rumah yang keracunan.
- 2). **Organofosfor** dan **karbamat** adalah racun sinaptik. Sinaps adalah suatu persimpangan antara dua saraf atau suatu titik penghubung saraf. Insektisida ini terikat

pada suatu enzim pada sinaps yang dikenal dengan asetilkholinesterase. Enzim ini dibentuk untuk menghambat suatu impuls saraf setelah melewati sinaps. Insektisida terikat pada enzim dan menghambat kerjanya sehingga sinaps yang keracunan tidak mampu menghentikan impuls saraf yang berakibat terjadi rangsangan saraf yang berkelanjutan.

3). **Makrolakton**, misalnya abamektin, fenilpirazol dan siklodien adalah racun axonik. Insektisida terikat pada serabut saraf yang disebut *GABA-gated chloride channel*. Protein membentuk sebuah celah di dalam saraf yang melemahkan beberapa impuls saraf. Insektisida memblok celah yang mengakibatkan terjadi hipereksitasi.

4). **Neonikotinoid** adalah racun sinaptik. Kerja insektisida ini mirip sebuah *neurotransmitter* yang disebut asetilkholin. Pada kondisi normal, asetilkholin merangsang impuls saraf pada sinaps sehingga berhenti dengan cepat. Insektisida merangsang impuls saraf tapi tidak bisa berhenti (*over-excited*).

B. Beberapa kelas insektisida yang cara kerjanya **menghambat produksi energi** yaitu fluoroalifatik berklor (amidinohirazon, fluoroalifatik sulfonamid), pirol dan sulfuril fluorida. Insektisida ini terikat pada sitokrom pada sistem transportasi elektron pada mitokondria. Ikatan ini memblok produksi ATP yang mengakibatkan lalat rumah mati kehabisan tenaga.

C. Insektisida yang cara kerjanya **mempengaruhi sistem endokrin** adalah zat pengatur tumbuh (ZPT) atau *insect growth regulator* (IGR). Insektisida ini adalah mimik hormon kemudaan (*juvenile hormon*). Lalat rumah yang terpapar dengan insektisida ini tidak mampu berganti kulit secara sempurna dan tidak mampu bereproduksi. Contoh insektisida ini antara lain hidropen, metopren, fenoksikarb dan piriproksifen.

D. Kelompok insektisida yang **menghambat produksi sintesa kitin** (PSK) atau *chitin synthesis inhibitor* (CSI) yang merupakan komponen utama dari eksoskeleton, antara lain triflumuron, diflubenzuron, heksaflumuron, flufenoksuron dan noviflumuron. Lalat rumah yang terpapar oleh PSK/CSI tidak mampu mensintesa kitin baru sehingga proses ganti kulit menuju stadia berikutnya menjadi gagal.

E. Insektisida yang dapat **mengganggu keseimbangan air** adalah asam borat, ditomaceous earth (DE) dan tepung batuan sorptif. Cara kerja insektisida ini dengan menyerap lapisan lilin yang melindungi permukaan kutikula hingga lalat rumah

kehilangan air secara cepat mengakibatkan lalat tersebut mati karena desikasi atau kekeringan.

Pengendalian *M. domestica* secara Kimiawi

Ada beberapa cara yang dipergunakan untuk mengendalikan *M. domestica* secara umum yaitu menggunakan bahan nabati, kimia/insektisida, biologi, mekanik, fisik, genetik dan pengendalian hama terpadu. Diantara beberapa alternatif tersebut pengendalian dengan insektisida dianggap yang terbaik, karena cepat menurunkan populasi, mudah dilakukan/praktis, relatif murah dan aman, serta dapat diterima oleh masyarakat (Sigit dkk., 2006).

Pengendalian dengan menggunakan metode kimiawi dilakukan untuk menghindari kerugian ekonomi yang lebih besar. Cara yang dapat dilakukan adalah menggunakan bahan insektisida atau bahan kimia untuk mengendalikan *M. domestica* dewasa (Lancaster dan Meisch, 1986). Berbagai jenis insektisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan lalat rumah dewasa disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Contoh Beberapa Jenis Insektisida untuk Mengendalikan *M. domestica*

Cara Aplikasi	Insektisida	Formulasi	Konsentrasi aplikasi
Larvisida: <i>Surface spray</i> (insektisida residual)	Bendiokarb Diazinon Diklorvos Trilorfon	80 % WP 20 % EC 50 % EC 80 % WP	2,4 g/l + gula 5,0 g/l 5,0 g/l 1,0 g/l
Larvisida : <i>Dusting</i>	Fention	3 % dust	30 g/kg
Larvisida: <i>Baiting</i>	Triklorfon/diklorfos	Umpan siap pakai	2,0 % dan 0,25%
Adultisida : <i>Space spray</i> (insektisida non residual)	Diklorvos Piretroid dan Piperonil butoksida	Aerosol tekanan tinggi atau fogging	
Adultisida : <i>Space spray</i> (insektisida residual)	Azametinfos Bendiokarb Klorpirifos Klorpirifos	50 % WP 80 % WP 30 % EC 48 % EC	1,25-5 g/l 2,4 g/l 5,1 g/l 4,8 g/l

	Deltametrin Diazinon Diklorvos Permetrin Propoksur Propoksur Propoksur dan diklorvos Triklorfon	1 % 20 % EC 50 % EC 25 % WP 20 % EC 80 % WP Siap pakai 80 % WP	0,3 g/l 5 g/l 5 g/l 12,5-2,5 g/l 10 g/l 10 g/l 10 dan 3,5 g/l 9,5 g/l
Adultisida : <i>Baiting</i>	Bendiokarb Doklorfos Metomil Trikorfon dan diklorvos	80 % WP 50 % EC Umpan siap pakai Umpan siap pakai	2,4g/l 5,0 g/l 10 g/kg 20 g/kg dan 2,5g/kg

Sumber : Wirawan (2006).

Resistensi *M. domestica* terhadap Insektisida

Perkembangan Resistensi *M. domestica* pada Beberapa Insektisida

Resistensi adalah meningkatnya daya tahan/ketahanan *M. domestica* terhadap insektisida. Resistensi *M. domestica* terhadap insektisida menyebabkan gagalnya usaha pengendalian (Sigit dkk., 2006).

Faktor yang mempengaruhi terjadinya resistensi adalah : 1. Genetik (mutasi gen), 2. Reproduksi (generasi per tahun dan laju peningkatan serta fluktuasi dalam populasi), 3. Perilaku dalam lingkungan (migrasi kedalam dan keluar pada populasi terbuka, menghindari dari insektisida, kondisi ekologi yang bervariasi (tempat dan waktu) serta monofagi/polifagi) 4. Operasional (hubungan antara bahan kimia pada penggunaan awal insektisida, dosis, persistensi, rute dan stadia pada saat terpapar (sebelum atau setelah mating/oviposisi) (WHO, 1980 ; Wood dan Bishop,1981).

Metode untuk mendeteksi adanya resistensi *M. domestica* terhadap insektisida adalah : 1. WHO bioassay, 2. Biochemical dan Immunological bioassay, 3. DNA dan RNA probe (WHO, 1980).

Faktor yang menyebabkan munculnya galur *M. domestica* yang resisten terhadap insektisida adalah pada pasangan gen monofaktor (*single resistance alleles*). Model resistensi ini berdasarkan pada teori genetika populasi, suatu galur menjadi resisten akibat berubahnya frekuensi gen dari peka ke arah resisten (Pranata, 1986).

Suatu populasi telah berkembang menjadi galur yang resisten, apabila diperlukan dosis insektisida yang lebih tinggi untuk mencapai suatu prosentase kematian tertentu

daripada yang diperlukan sebelumnya. Menghitung besarnya resistensi maka dikenal istilah *Resistant Factor* (RF), yaitu *Lethal Dose* 50 (LD_{50}) generasi II dibagi LD_{50} generasi I (Pranata, 1986). Resistensi dikategorikan rendah, bila $RF < 10$; sedang $RF = 11-40$; tinggi $RF = 41-160$ dan amat tinggi $RF > 160$ (Kocisova *et al.*, 2002).

Pada pemakaian insektisida yang tidak terkontrol atau pengendalian serangga terjadual tanpa mengamatan ada tidaknya peningkatan populasi di lapangan akan menimbulkan kerugian antara lain matinya organisme bukan sasaran, toksik, residu dalam makanan/pakan, pencemaran lingkungan dan timbulnya galur *M. domestica* yang resisten (Slamet, 1996).

Resistensi dapat timbul akibat ketidak-tepatan penggunaan, dosis dan pemakaian dalam jangka waktu lama tanpa mengganti bahan aktif insektisida tersebut. Tindakan khusus perlu dilakukan, bila penggunaan insektisida terlalu sering sehingga dapat menyebabkan pencemaran atau jumlah populasi *M. domestica* yang meningkat secara tajam (Slamet 1996).

Sejak tahun 1948 di Swedia dan Denmark dilaporkan telah terjadi resistensi pemakaian DDT pada lalat rumah akibat penggunaan yang tidak terkontrol (Metcalf dan Luckmann, 1982). Pada Tabel 2 dibawah ini Jespersen dan Kristensen (2001) melaporkan kejadian resistensi *M. domestica* pada beberapa insektisida sejak tahun 1948 sampai dengan 1997.

Tabel 2. Perkembangan Resistensi *M. domestica* terhadap Insektisida

Strain	Origin	Year	Remarks	Lab pressure
1. Strain subjected to periodic insecticidal pressure (adult dipping, exposure, or feeding with treated sugar) from compound to which at of the population showed clear resistance at the time of collection				
17 e	DK	1950	High OP-R (not kdr)	lindane
150 b	DK	1955		diazinon
39 m2b	DK	1969		tetrachlorvimphos
49 r2b	DK	1970		dimethionate
381 zb	DK	1978		permethrin+dimethionate
690 ab	DK	1984		methomyl
594 vb	DK	1988		azamethiphos
571 ab	Japan	1980		fenitrothion
698 ab	Burma	1985		DDT
790 bb	DK	1997		diflubenzuron
802 ab	DK	1997		cyromazin
807 ab	DK	1997		diflubenzuron
2. Original resistants field strains kept without insecticidal pressure				

7	DK	1948	Reverted DDT-R	None
772 a	DK	1989	Common lab. test	None
791 a	DK	1997	strain	None
Multi-R				
3. Susceptible strains				
BPM	Leiden	1955		None
WHO Ij 2	Pavia	1988		None
NAIDM	Texas	1991		None
4. Strains with resistance mechanisms isolated				
A2 bb	DK	1982	Super -kdr	None
LPR	DK	1995	Chr 1,2 and 3 with marker genes Pyr-R kdr, P450 monooxygenase	None

Keterangan : DK : Denmark ; kdr : knock down resistance ; Chr : Chromosom

OP-R : Organophosphat resistance Pyr-R : Pyrethroid resistance.

Sumber : (Jespersen dan Kristensen, 2001).

Dilaporkan bahwa sejak tahun 1990-1992 telah terjadi resistensi *M. domestica* terhadap methomyl, azamethiphos dan pyrethrins-piperonyl butoxide. *M. domestica* menunjukkan resistensi terhadap methomyl pada level yang tinggi ($RF_{95} = 3,5-80$), tapi resistensi terhadap azamethiphos jauh lebih tinggi dengan $RF_{95} = 4,4 - 330$ (Learmout *et al.*, 1996).

Resistensi *M. domestica* terhadap azamethiphos, pirimiphos-methyl, bendiocarb, permethrin, cypermethrin dan deltamethrin terutama terjadi pada peternakan babi. Penggunaan yang terus menerus dari insektisida dengan bahan aktif yang sama mendorong timbulnya resistensi yang cepat dalam kurun waktu 1998-2001 (Kocisova *et al.*, 2002)

M. domestica menunjukkan terjadi peningkatan 7 kali lipat nilai RF-nya terhadap azamethiphos selama empat tahun dari nilai $RF = 7,3$ menjadi $RF = 49$, sedang pirimiphos-methyl, bendiocarb dan cypermethrin pada penggunaan dua sampai tiga tahun menunjukkan peningkatan nilai RF yang tinggi ($RF = 2.1$ menjadi $RF = 131,8$). (Tabel 3).

Tabel 3. Perkembangan Resistensi Populasi *M. domestica* dengan cara Penyemprotan Insektisida

Insektisida	Faktor Resistensi (RF) pada LC ₅₀ (Lethal concentration) selama 4 tahun				
	Sebelum aplikasi	1998	1999	2000	2001
Azamethiphos	7.3 ± 1.15	12 ± 2.3	22.8 ± 2.7	33 ± 4.1	49 ± 2.1
Pirimiphos-methyl	2.1 ± 0.7	27.6 ± 4.2	79.4 ± 15.9	-	-
Bendiocarb	9.2 ± 1.28	21.2 ± 5.09	84.6 ± 2.1	131.8 ± 2.9	-
Permethrin	5.6 ± 0.5	10.2 ± 1.65	22.2 ± 2.13	35.4 ± 2.2	64 ± 6.3
Cypermethrin	9.4 ± 0.92	11.8 ± 1.88	38.8 ± 4.39	107 ± 2.9	-
Deltamethrin	11.6 ± 0.92	26 ± 4.18	51.4 ± 3.95	-	-

Sumber : Kocisova *et al.*, (2002).

Cyromazine adalah suatu *insect growth regulator* yang digunakan pertama kali pada peternakan ayam tahun 1980 di USA, dilaporkan telah terjadi resistensi dan toleransi terhadap cyromazine pada populasi lalat *M. domestica* (Iseki dan Georghiou, 1986 ; Bloomcamp *et al.*, 1987 ; Sheppard *et al.*, 1989 ; 1992). Resistensi terjadi pada tiga populasi lalat *M. domestica* terhadap cyromazin dengan *Resistance Ratios* (RR), yaitu LC₅₀ untuk populasi perlakuan/LC₅₀ galur WHO yang peka = 6,5-12,8 sedang dua populasi lalat yang lain lebih peka dengan RR = 0,24 dibawah lalat *M. domestica* galur WHO dengan RR = 0,25 (Pinto and Prado, 2001).

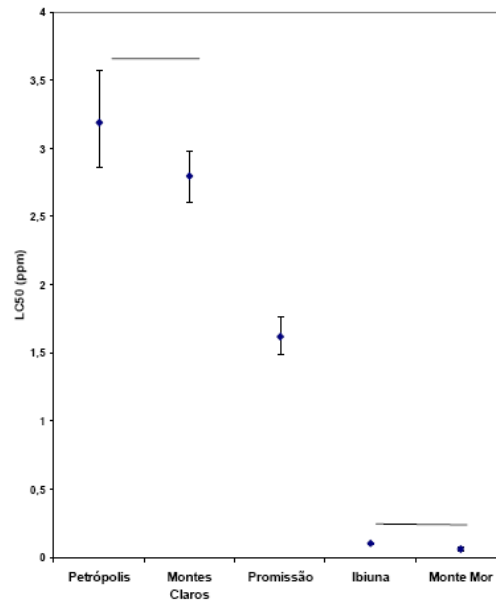
Tabel 4. LC₅₀, LC₉₅ (± CI) dan *Resistance Ratios* (RR) terhadap Cyromazin dari Lima Populasi *Musca domestica*

Populasi	LC ₅₀ ^a	LC ₉₅	RR ^b
Petropolis	3,19 (2,86-3,57)	12,90 (10,81-15,41)	12,8
Montes Claros	2,80 (2,60-2,98)	7,28 (6,70-7,91)	11,2
Promissao	1,62 (1,49-1,76)	2,91 (2,67-3,16)	6,5
Ibiuna	0,10 (0,09-0,11)	0,29 (0,25-0,30)	0,40
Monte Mor	0,06 (0,05-0,07)	0,29 (0,25-0,30)	0,24

a: konsentrasi dalam ppm ; b: LC₅₀ untuk populasi perlakuan/0,25-galur WHO yang peka

Sumber : Pinto dan Prado (2001).

Interval pada LC_{50} dari dua populasi *M. domestica* yang resisten terhadap cyromazin, asal Petrópolis-Montes Claros dan Ibiuna-Monte Mor, mengindikasikan terletak pada level resistensi yang sama, sedang populasi lalat rumah dari daerah Promissao berada pada level resistensi pertengahan (Gambar 1).



Gambar 2. LC_{50} ($\pm$ CI) dari Cyromazine dari lima populasi *M. domestica* di daerah Petrópolis-Montes Claros dan Ibiuna-Monte Mor menunjukkan berada pada level Resistansi yang sama (Pinto dan Prado, 2001).

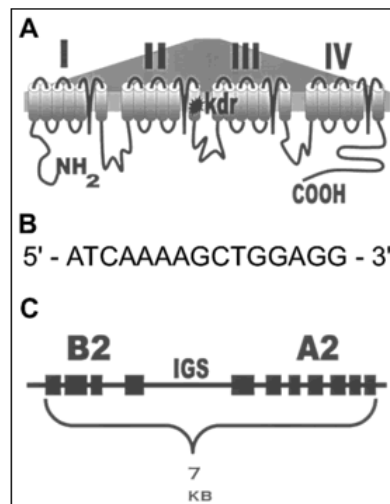
Mekanisme Resistensi *M. domestica* pada Beberapa Insektisida

Mekanisme resistensi *M. domestica* terhadap insektisida menurut Foster *et al*, (2003) melalui dua cara yaitu 1). *target-site mechanisms* dan 2). *Detoxifications mechanisms*.

Target-site mechanisms apabila insektisida tidak dapat berikatan dengan *target site*, hal ini disebabkan adanya mutasi gen pada protein *target site* jaringan saraf hingga menjadi resisten (*knockdown resistance* = *kdr*). DDT dan piretroid adalah racun axonik pada serabut saraf. Insektisida ini terikat pada protein saraf yang dikenal sebagai *voltage-gated sodium channel*. Satu asam amino dari protein gen *voltage-gate sodium channel* mengalami mutasi pada IIS6 di daerah *membrane-spanning target-site*, sehingga *M. domestica* menjadi resisten terhadap insektisida DDT/piretroid (Foster *et al.*, 2003)

(Gambar 2 A), sedangkan resistensi *M. domestica* terhadap cyclodiene (dieldrin) terjadi karena ada perubahan satu nucleotida dalam gen kodon yang sama pada reseptor γ -aminobutyric acid (GABA) (Brogdon dan McAllister, 1998).

Detoxifications mechanisms, terjadi apabila enzim sitokrom P450 monogenes (P 450 S), esterase dan glutathion S-transferase (GST) mengalami peningkatan aktivitas sehingga mencegah masuknya insektisida untuk berikatan dengan *target site* (Foster *et al*, 2003). Organofosfor dan karbamat adalah racun sinaptik pada saraf. Sasaran organofosfor (malathion, fenitrothion, parathion dan diazinon) dan karbamat (propoksur, sevin, delthametrin) adalah acetylcholinesterase dalam sinap saraf. Resistensi *M. domestica* terhadap organofosfor (parathion/diazinon) akibat adanya mutasi gen carboxylesterase (Taskin *et al.*, 2004) sehingga acetylcholinesterase (AChE) menjadi tidak peka terhadap organofosfor dan karbamat sebagai faktor utama terjadinya resistensi *M. domestica* terhadap insektisida tersebut.



Gambar 2. Mekanisme Resistensi Insektisida secara Biokimia pada Tingkat Molekuler.

- A. Satu asam amino mengalami mutasi pada IIS6 di daerah *membrane-spanning* dari *voltage-gated sodium channel gene* sebagai *target-site* dari DDT-pirethroid yang mengalami resistensi dalam tubuh *M. domestica*.
- B. Urutan asam amino gen enzim oksidase dan esterase lalat yang resisten terhadap insektisida
- C. Esterase A2-B2, gen enzim esterase yang resisten. (Brogdon dan McAllister 1998).

Resistensi *M. domestica* terhadap organofosfor dan karbamat terjadi pada lima titik mutasi gen acetylcholinesterase, menyebabkan meningkatnya kemampuan

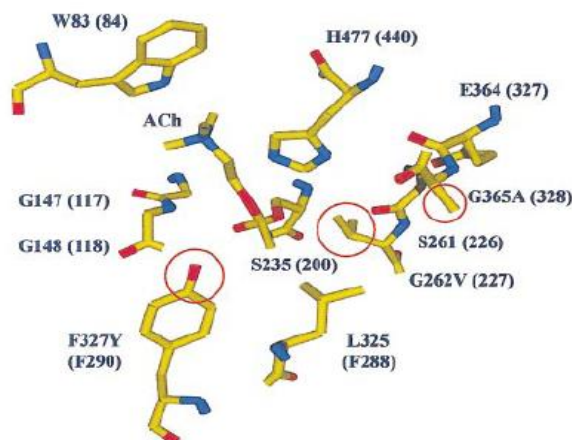
metabolisme enzim ini sehingga mengurangi *target site* dalam tubuh *M. domestica* terhadap insektisida (Taskin *et al.*, 2004; Li *et al.*, 2006).

Pada Tabel 5 dan Gambar 3, ada lima mutasi gen asam amino yang terjadi pada empat galur *M. domestica* yang resisten yaitu Val-180 → Leu, Gly-262 → Ala, Gly 262 → Val, Phe-327 → Tyr dan Gly365 → Ala (Walsh *et al.*, 2001).

Tabel 5. Analisis Distribusi Mutasi dari Empat Galur *M. domestica*.
Sejumlah *Equivalent residue* dari AchEs pada *Torpedo californica* (7)
dan *Drosophila melanogaster* (6) sebagai Perbandingan

Housefly strain	Amino acid substitutions arising from mutations in the acetylcholinesterase gene				
49 R CH 2 77 M 690 ab	V180L	G262A G262A	G262V	F327Y F327Y F327Y	G365A
Species	Residue no.				
<i>Torpedo</i> no.	150	227	227	290	328
<i>Drosophila</i> no.	220	303	303	368	406

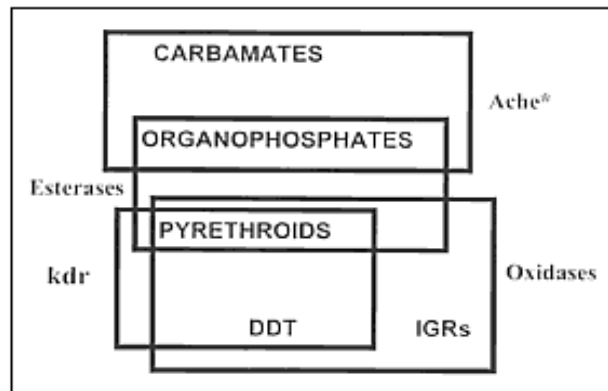
Sumber : Walsh *et al.*, (2001)



Gambar 3. Lokasi Gen *M. domestica* yang Mengalami Mutasi dengan *active site* AchE (Walsh *et al.*, 2001).

Resistensi *M. domestica* terhadap DDT dapat menghasilkan *cross-resistance* pada pyrethroid, kedua insektisida ini mempunyai *target site* yang sama yaitu di dalam axonal *voltage-gated sodium channel* sebagai tempat berikatan dengan insektisida. Munculnya

resistensi terhadap piretroid dikarenakan semakin luasnya pemakaian DDT. Satu piretroid biasanya memberikan *cross-resistance* terhadap piretroid-piretroid yang lainnya. (Brogdon dan McAllister 1998) (Gambar 4).



Gambar 4. *Cross-resistance* yang Terjadi pada Penggunaan Insektisida (Brogdon dan McAllister 1998).

Pencegahan Resistensi *M. domestica* terhadap Insektisida

Pencegahan resistensi lalat terhadap insektisida dapat dilakukan dengan cara :

Rotasi penggunaan insektisida

Pengendalian secara terintegrasi yang dilakukan dengan aplikasi secara rotasi (selang-seling) antara organophosphat, pirethroid, karbamat, piretroid, organophosphat ternyata menimbulkan resistensi yang rendah. Aplikasi rotasi azamethiphos dan permethrin atau cypermethrin menimbulkan tingkat resistensi yang rendah dalam waktu empat tahun. Meskipun penggunaan rotasi insektisida tidak dapat mencegah resistensi, tetapi cara ini berhasil menurunkan populasi lalat yang resisten (Kocisova *et al.*, 2002).

Pada beberapa negara yang mengalami resistensi perlu membatasi penggunaan insektisida, namun yang terpenting adalah penerapan aturan yang terintegrasi yaitu penggunaan kombinasi insektisida, metode aplikasi dan cara kontrol lalat (Kocisova *et al.*, 2002).

Pada sisi yang lain, rotasi yang didasarkan pada penggunaan komposisi bahan aktifnya (organophosphat-karbamat-piretroid-organophosphat) menurunkan resistensi (Tabel 6). Walaupun penggunaan insektisida diselang-seling tapi tidak dapat mencegah perkembangan resistensi lalat (Kocisova *et al.*, 2002). Salah satu cara untuk mencegah

terjadinya resistensi dengan menggunakan insektisida yang mengandung bahan kimia berbeda.

Tabel 6. Perkembangan Resistensi Populasi *M. domestica* pada Pengendalian Terpadu dan Rotasi Insektisida (Kocisova *et al.*, 2002)

Insektisida	Faktor Resistensi (RF) pada LC ₅₀ selama 4 tahun				
	Sebelum aplikasi	1998	1999	2000	2001
Azamethiphos	8.2 ± 2.65	7.6 ± 0.67	11.4 ± 1.3	7 ± 1.2	7.4 ± 1.28
Permethrin	6.4 ± 1.5	9.4 ± 1.8	13.8 ± 1.56	10.4 ± 1.1	14 ± 1.14
Cypermethrin	10.6 ± 1.72	13 ± 3.1	21 ± 1.09	18.4 ± 2.63	28.8 ± 0.86

Sinergis

Sinergis adalah bahan kimia yang tidak memiliki sifat sebagai insektisida, tapi bila digunakan bersama insektisida dapat meningkatkan potensi insektisida dari bahan yang ditambahkan, misalnya piperonil butoksida (PBO) (Wirawan, 2006).

Resistensi lalat terhadap insektisida dapat dikurangi dengan menggunakan campuran bahan kimia yang merupakan interaksi antara keduanya sehingga dapat meningkatkan daya racunnya yang disebut sinergisme. *M. domestica* sangat resisten terhadap carbamat, tapi masih sangat peka terhadap campuran carbamat dan piperonil butoksida, penggunaan campuran ini bila diberikan pada lalat rumah yang peka daya racun meningkat sebesar 37 kali, tapi bila diberikan pada lalat rumah yang resisten peningkatan daya racun yang mencapai 209 kali (Priyono, 1983).

KESIMPULAN

1. *Musca domestica* dapat dikendalikan dengan menggunakan insektisida, namun telah terjadi resistensi.
2. Mutasi gen sebagai faktor utama terjadinya resistensi *M. domestica* terhadap insektisida.
3. Mekanisme resistensi *M. domestica* terhadap insektisida melalui dua cara *target-site mechanism* dan *detoxification mechanism*.
4. Aplikasi rotasi insektisida dan sinergis mampu menurunkan populasi *M. domestica* yang resisten.

DAFTAR PUSTAKA

- Arroyo, H. S. 1998. Distribution and Importance – Life Cycle and descriptin-Damage-Economic Injury Level- Management - selected references. Univ. of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. Depart. of Entomology Nematology. http://www.house_fly-Musca_domestica-Linnaeus.htm.
- Bloomcamp, C.L., R.S. Peterson and P.G. Koehler. 1987. Cyromazine resistance in the housefly (Diptera : Muscidae). J. Econ. Entomol. 80 : 352-357.
- Bowman, D.O. 1995. Parasitology for Veterinarians. W.B. Saunders Company. Philadelphia.
- Brogdon, W. G. and J.C. McAllister. 1998. Insecticide Resistance and Vector Control. Emerg. Infect. Dis. 4(4) : 1-18.
- Clark, L.R., P.W. Geier, R.D. Hinges and R.F.Morris. 1982. The Ecology of Insect Population in Theory and Practise. Chapman and Hall Ltd. London New York. 10-21.
- Doiz O., A. Clavel, S. Morales, M. Varea, Castillo F.J. C. Rubio and R. Gomes-Lus. 2000. House Fly (*MUSCA DOMESTICA*) as Transport Vector of *GIARDIA LAMBLIA*. Folia Parasitol. 47 : 330-331.
- Foster, S.P., S. Young, M.S. Williamson, I. Duce, I. Denholm and G.J. Devine. 2003. Analogous pleiotropic effects of insecticide resistance genotypes in peach-potato aphids and houseflies. Heredity. 91 (2) : 98-106.
- Graczyk, T.K., M.R. Cranfield, F. Ronal and H. Bixler. 1999. House Flies (*MUSCA DOMESTICA*) as transport host of *CRYPSTOSPORIDIUM PARVUM*. Am. J. Trop. Med. Hyg. 61(3): 500-504.
- Griffiths, R.B. 1991. Manual untuk Paramedis Kesehatan Hewan. Penerbit PT. Tiara Wacana. Yogyakarta. 54-55.
- Grubel, P., J.S. Hoffman, F.K. Chong, N.A. Burstein, C. Mepani and D.R. Cave. 1997. Vector Potensial of Houseflies (*Musca domestica*) for *Helicobacter pylori*. J. of Clinical Microbiol. 35 (6): 1300-1303.
- Harwood, R.F. and M.T. James. 1979. Entomology in Human and Animal Health. 7th Ed. Macmillan Publishing Co., Inc. New York. 257-260.
- Iseki, A and G.P. Georghiou. 1986. Toxicity of cyromazine to populasi of housefly (Diptera : Muscidae) variously resistanstoinsecticides. J. Econ. Entomol. 79 : 1192-1195.

- Jespersen, J.B. and M. Kristens, 2001. Insecticide resistance in *Musca domestica*. Danish Pest Infestation Laboratory. Annual Report.
- Kocisova, A., P. Novak, J. Toporvak and M. Petrovsky. 2002. Development of Resistance in Field Housefly (*Musca domestica*) : Comparison of Effects of Classic Spray Regimes versus Integrated Control Methods. ACTA VET. BRNO 71 : 401-405.
- Lancaster, J.L. and M.V. Meisch, 1986. Arthropods in livestock and poultry production. The first Ed. John Wiley & Sons. New York.
- Learmount, J., P. A. Chapman, A.W. Morris and D.B. Pinniger. 1996. Response of strain of housefly, *Musca domestica* (Diptera : Muscidae) to commercial bait bait formulations in the laboratory. Bull. Entomol. Res. 86 : 541-546.
- Levine, O. S. and M. M. Levine. 1991. Houseflies (*Musca domestica*) as mechanical vector of shigellosis. Infect. Immun. 31: 445-452.
- Li, X., M.A. Schuler and M.R. Berenbaum. 2006. Molecular Mechanisms of Metabolic Resistance to Synthetic and Natural Xenobiotics. An. Rev. Entomol. 52 : 231-253.
- Mac Donald, R. S., G. A. Surgeoner and K. R. Solomon. 1983. Development of Resistance to Permethrin and Dieldrin by the House Fly (Diptera : Muscidae) Following Continuous and Alternating Insecticide Use on Four Farms. Can. Entomol. 115: 1555-1561.
- Metcalf, R.L. and W.H. Luckmann. 1982. Introduction to Insect Pest Management. 2nd. A Wiley-Interscience Pub. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore.
- Pinto, M.C. and A.P. Prado. 2001. Resistance of *Musca domestica* L. Population to Cyromazine (Insect Growth Regulator) in Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz. 96(5) : 729-732.
- Pranata, R.I. 1986. Mengendalikan Resistensi Serangga terhadap Insektisida. Berita Entomol. 3 : 11-14.
- Prijono, D. 1983. Sinergis Meningkatkan Daya Racun Insektisida. Media Pesticida 6 : 4-5.
- Purnama, F.A. 2002. Novartis, Perintis Farm Fly Control Program. Infovet. Majalah Peternakan dan Kesehatan Hewan. 1 September. Edisi 98. Tahun ke 9. Hal 90.
- Sela, E. 2005. Transmission of *E. coli* by Mediterranean Fruit Fly. Appl. Environ. Microbiol. 71 : 4055-4056.

- Sheppard D.C., N.C. Ninkle, J.S.I.I.I. Hunter and D.M. Gaydon. 1989. Resistance in constant exposure livestock insect control systems : a partial review with some original findings on cyromazine resistance in house flies. Fla Entomol. 72 : 360-369.
- Sheppard D.C., D.M. Gaydon and R.W. Miller. 1992. Resistance in house flies (Diptera : Muscidae) selected with 5,0 ppm feed-through cyromazine. J. Econ. Entomol. 9: 257-260.
- Sigit, H.S., F.X. Koesharto, U.K. Hadi, D.J. Gunandini dan S. Soviana. 2006. Hama Pemukiman Indonesia, Pengenalan, Biologi dan Pengendalian. Unit Kajian Pengendalian Hama Permukiman (UKPHP), Fakultas Kedokteran Hewan IPB.
- Slamet, J.S. 1996. Kesehatan Lingkungan. Edisi Ketiga. Universitas Gajah Mada. Press. Yogyakarta. 180-182.
- Sudardjat, S dan R. Pambudy. 2003. Peduli Peternak Rakyat. Cetakan Pertama. Yayasan Agrindo Mandiri. Jakarta. 367-414.
- Szalanski A.L., C.B. Owena., T. McKay and C.D. Steelman. 2004. Detection of *Campylobacter* and *Escherichia coli* O157:H7 from Filth flies by Polymerase Chain Reaction. Medical and Veterinary Entomol. 18: 241-246.
- Taskin, V., M. Kence and B. Gocmen. 2004. Determination of malathion and diazinon resistance by sequencing the Md alpha E7 gene from Guatemala, Colombia, Mahattan and Thailand housefly (*Musca domestica*). Genetica. 40 (4) : 478-481. x
- Valles, S.M. and P.G. Koehler, 1997. Insecticide used urban environment : Mode of action. Doc. No. ENY-282. Comparative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, USA.
- Walsh, S.B., T.A. Dolden, G.D. Moores, M. Kristensen, T. Lewis, A.L. Devonshire and M. S. Williamsom. 2001. Identification and characterization of mutations in housefly (*Musca domestica*) acetylcholinesterase involved in insecticide resistance. J. Biochem. 359 : 175-181.
- Wasito, R. 2005. *M. domestica* sebagai Vektor Pembawa Virus H5N1. Data tidak dipublikasi.
- WHO. 1980. Monitoring of Insecticide Resistance in Malaria Vectors.
- Wood, R. J. and R.J. Bishop. 1981. Insecticide resistance : populations and evolution. In : Genetic of consequences of man made change. Bishop, J.A. & Cook, L.M (eds). Academic. Press. Pp. 400.
- Williams, R.E., R.D. Hall., A.B. Broce and P.J. Scholl. 1985. Livestock Entomology. A

Wiley.-Interscience Publication, John Wiley and Sons. New York.

Wirawan, I. A, 2006. Insektisida Permukiman dalam Hama Permukiman Indonesia. Pengenalan, Biologi dan Pengendalian Unit Kajian Pengendalian Hama Permukiman (UKPHP), Fakultas Kedokteran Hewan IPB.

Zurex, L., S.S. Denning., C. Schal and D.W. Watson. 2001. Vector Competence of *Musca domestica* (Diptera : Muscidae) for *Yersinia pseudotuberculosis*. J. Med. Entomol. 38 (2) : 333-335.