

Perbedaan Kadar Malondialdehid (MDA) Plasma pada Petani yang Menggunakan Pestisida Kimia dan Petani yang Menggunakan Pestisida Organik

The Difference of Plasma Malondialdehyde (MDA) Level in Farmers Using Chemical Pesticides and Farmers Using Organic Pesticides

Nikmatul Maula Nur Rahmadani¹, Dwita Aryadina Rachmawati², Ulfa Elfiah³

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran Universitas Jember

²Laboratorium Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran Universitas Jember

³Laboratorium Anatomi, Fakultas Kedokteran Universitas Jember

e-mail korespondensi: dwita_dr@unej.ac.id

Abstrak

Penggunaan pestisida kimia masih banyak dilakukan oleh petani. Pestisida kimia yang masuk ke dalam tubuh akan membentuk radikal bebas yang akan berikatan dengan asam lemak tidak jenuh (struktur membran sel) yang menyebabkan terjadinya peningkatan kadar malondialdehid (MDA). Penggunaan pestisida organik dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengendalikan hama. Pestisida organik tidak meninggalkan residu yang berbahaya bagi tanaman dan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kadar malondialdehid (MDA) plasma pada petani yang menggunakan pestisida kimia di Desa Dawuhan Kecamatan Tenggarang Kabupaten Bondowoso dan petani yang menggunakan pestisida organik di Desa Lombok Kulon Kecamatan Wonosari Kabupaten Bondowoso. Jenis penelitian ini adalah analitik observasional dengan desain penelitian *cross sectional* yang dilakukan pada 30 petani yang menggunakan pestisida kimia dan 30 petani yang menggunakan pestisida organik. Pengambilan sampel darah dilakukan di *Vena Mediana cubiti*. Pengukuran kadar malondialdehid (MDA) plasma dilakukan dengan metode TBARS. Berdasarkan hasil uji *Unpaired T-test* didapatkan bahwa $p < 0,001$ yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada kadar malondialdehid (MDA) plasma pada petani yang menggunakan pestisida kimia dan petani yang menggunakan pestisida organik. Kadar malondialdehid (MDA) plasma pada petani pengguna pestisida kimia lebih tinggi daripada petani pengguna pestisida organik.

Kata kunci: Pestisida Kimia, Pestisida Organik, Malondialdehid Plasma

Abstract

Many farmers still use chemical pesticides. Chemical pesticides inside the body will form free radicals that will bind to unsaturated fatty acids (cell membrane structures) that cause increased levels of malondialdehyde (MDA). Organic pesticides can be used as an alternative to control pests. Organic pesticides leave no residues to plants and the environment. This study aims to determine the difference of plasma malondialdehyde (MDA) levels in farmers who use chemical pesticides in Dawuhan Village, Tenggarang Subdistrict, Bondowoso Regency and farmers who use organic pesticides in Lombok Kulon Village, Wonosari Sub-district, Bondowoso District. This was an observational analytic research with cross sectional research design conducted on 30 farmers who use chemical pesticides and 30 farmers who use organic pesticides. Blood sampling was taken from Mediana cubiti vein. Measurements of plasma malondialdehyde (MDA) were performed using the TBARS method. Based on the result of Unpaired T-test, it was found that $p < 0.001$ which showed significant difference in plasma malondialdehyde (MDA) level in farmers using chemical pesticides and farmers using organic pesticides. The plasma malondialdehyde (MDA) level average were higher in farmers using chemical pesticides.

Keywords: Chemical Pesticide, Organic Pesticide, Plasma Malondialdehyde

Pendahuluan

Kabupaten Jember dan Kabupaten Bondowoso memiliki lahan pertanian seluas 108.672 ha (Kementerian Pertanian, 2014). Lahan padi seluas 4000 ha di Kabupaten Jember dan 2700 ha di Kabupaten Bondowoso dilaporkan terkena serangan hama dan penyakit (Mahfud *et al.*, 2012). Hal ini menyebabkan petani tidak bisa lepas dari penggunaan pestisida, khususnya pestisida kimia.

Desa Dawuhan Kecamatan Tenggarang Kabupaten Bondowoso merupakan daerah dengan tingkat serangan hama dan intensitas penyemprotan pestisida kimia paling tinggi di Kabupaten Bondowoso (Dinas Pertanian Bondowoso, 2016). Frekuensi penyemprotan pestisida dalam satu periode tanam bisa sampai lebih dari 10 kali. Pestisida kimia yang sering digunakan petani di Kabupaten Bondowoso adalah pestisida golongan organofosfat, piretroid, dan beberapa golongan herbisida dan fungisida (Dinas Pertanian Bondowoso, 2016).

Paparan pestisida kimia mampu menyebabkan ketidakseimbangan jumlah radikal bebas dan antioksidan (Lee *et al.*, 2017). Pestisida kimia yang masuk ke dalam tubuh akan bereaksi dengan sitokrom P450 monooksigenase menghasilkan radikal triklorometil (CCl_3) dan triklorometil peroksil (CCl_3O_2) (Winarsi, 2007). Radikal bebas yang terbentuk akan berikatan dengan asam lemak tidak jenuh (PUFA = *Poly Unsaturated Fatty Acid*) yang merupakan struktur dari membran sel membentuk malondialdehid (MDA) yang merupakan indikator adanya stress oksidatif (Ramatina, 2011).

Desa Lombok Kulon Kecamatan Wonosari Kabupaten Bondowoso merupakan desa yang sudah mengembangkan pertanian organik dan sudah mendapatkan sertifikat organik dari Lembaga Sertifikat Organik Seloliman (LeSOS) (Desa Wisata Organik Lombok Kulon, 2017). Pengelolaan untuk mengurangi hama dilakukan dengan memberikan pestisida organik yang merupakan pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuhan maupun hewan yang berfungsi mengendalikan hama (Kementerian Pertanian, 2012). Pestisida organik yang digunakan terbuat dari daun mahoni, daun sirsat, daun kluwih, brotowali, buah maja, daun bintaro, daun mahkota, daun mimba, daun mindi, bawang putih, meniran, bawang merah, empon-empon, cabai, dan sirih. Pestisida organik mudah terdegradasi di alam sehingga tidak meninggalkan residu yang berbahaya pada tanaman maupun lingkungan (Kementerian Pertanian, 2012).

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbedaan kadar malondialdehid (MDA) plasma pada petani yang menggunakan pestisida kimia di Desa Dawuhan dan petani yang menggunakan pestisida organik di Desa Lombok Kulon Kabupaten Bondowoso dan mengetahui karakteristik sampel pada kedua kelompok.

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah analitik observasional dengan metode *cross sectional*. Penelitian dilaksanakan di Desa Dawuhan Kecamatan Tenggarang dan Desa Lombok Kulon Kecamatan Wonosari Kabupaten Bondowoso serta Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Jember pada bulan September-Desember 2017. Penelitian ini telah mendapatkan perijinan *ethical clearance* dari komisi etik Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

Tabel 1. Karakteristik Petani yang Menggunakan Pestisida Kimia

Petani yang Menggunakan Kimia	Jumlah (n)	Persentase (%)
Usia		
21-30 tahun	6	20
31-40 tahun	8	26,67
41-50 tahun	16	53,33
Masa Kerja		
6-10 tahun	6	20
>10 tahun	24	80
Tingkat Pendidikan		
SD/ sederajat	11	36,67
SMP/ sederajat	10	33,33
SMA/ sederajat	7	23,33
S1/ sederajat	2	6,67
Konsumsi Rokok		
Tidak merokok	12	40
Merokok	11	36,67
batang/hari	7	23,33
Merokok	11-24	
batang/hari		

Sampel penelitian adalah 60 petani yang terdiri dari 30 sampel petani yang menggunakan pestisida kimia dan 30 sampel petani yang menggunakan pestisida organik. Pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* berdasarkan kriteria inklusi yaitu berusia 20-50 tahun, bekerja menggunakan pestisida kimia ataupun pestisida organik selama minimal 5 tahun, serta bersedia menjadi sampel penelitian dengan menandatangani *informed consent*; dan kriteria eksklusi yaitu penderita yang sedang sakit saat penelitian dilakukan, dan menderita penyakit

kronis (diabetes mellitus, disfungsi liver, jantung, dan kanker).

Data diperoleh dari pengisian kuesioner untuk mengetahui data umum sampel (usia, masa kerja, tingkat pendidikan, konsumsi rokok) dan pengambilan sampel darah. Sampel darah diambil pada *Vena Mediana cubiti* oleh tenaga medis yang berkompeten. Sampel darah dimasukkan ke dalam tabung EDTA dan ditempatkan dalam *cool box*. Plasma didapatkan setelah sampel darah disentrifugasi dengan kecepatan 1000 rpm selama 15 menit. Pengukuran kadar malondialdehid (MDA) plasma dilakukan dengan metode TBARS menggunakan QuantiChrom™ TBARS Assay Kit (DTBA-100) dan absorbansinya dibaca pada panjang gelombang 535 nm.

Analisis data untuk mengetahui perbedaan antara rerata kadar malondialdehid (MDA) plasma pada petani yang menggunakan pestisida kimia dan pestisida organik adalah dengan uji *unpaired t-test* dengan tingkat kemaknaan $p < 0,05$. Software yang digunakan adalah program komputer pengolahan statistik *Statistical Package for Social Science (SPSS) 16.0*.

Tabel 2. Karakteristik Petani yang Menggunakan Pestisida Organik

Petani yang Menggunakan Pestisida Kimia	Jumlah (n)	Persentase (%)
Usia		
21-30 tahun	2	6,67
31-40 tahun	8	26,67
41-50 tahun	20	66,66
Masa Kerja		
6-10 tahun	30	100
>10 tahun	0	0
Tingkat Pendidikan		
SD/ sederajat	14	46,67
SMP/ sederajat	8	26,67
SMA/ sederajat	5	16,66
S1/ sederajat	3	10
Konsumsi Rokok		
Tidak merokok	9	30
Merokok 1-10 batang/hari	11	36,67
Merokok 11-24 batang/hari	10	33,33

Hasil Penelitian

Didapatkan 60 sampel dengan masing-masing 30 sampel petani yang menggunakan pestisida kimia dan 30 sampel yang menggunakan pestisida organik yang memenuhi kriteria inklusi dan kriteria eksklusi. Karakteristik umum sampel pada petani yang menggunakan pestisida kimia dapat dilihat pada Tabel 1.

Karakteristik umum sampel pada petani yang menggunakan pestisida organik dapat dilihat pada Tabel 2.

Kadar malondialdehid (MDA) plasma berdasarkan karakteristik sampel pada kedua kelompok dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar Malondialdehid berdasarkan Karakteristik

Karakteristik	Petani yang Menggunakan Pestisida Kimia (nmol/ml)	Petani yang Menggunakan Pestisida Organik (nmol/mL)
Usia		
21-30 tahun	9,37 ± 1,02	3,24 ± 1,15
31-40 tahun	8,88 ± 0,78	3,10 ± 0,54
41-50 tahun	9,27 ± 0,88	3,36 ± 0,72
Masa Kerja		
6-10 tahun	9,37 ± 1,02	3,29 ± 0,69
>10 tahun	9,14 ± 0,86	
Tingkat Pendidikan		
SD/ sederajat	9,36 ± 0,89	3,31 ± 0,80
SMP/ sederajat	9,07 ± 1,00	3,22 ± 0,64
SMA/ sederajat	9,15 ± 0,62	3,68 ± 0,39
S1/ sederajat	8,78 ± 1,25	2,70 ± 0,29
Konsumsi Rokok		
Tidak merokok	9,17 ± 0,87	3,17 ± 0,71
Merokok 1-10 batang/hari	9,39 ± 0,88	3,38 ± 0,83
Merokok 11-24 batang/hari	8,88 ± 0,92	3,29 ± 0,53

Rata-rata kadar malondialdehid (MDA) plasma pada petani yang menggunakan pestisida kimia dan petani yang menggunakan pestisida organik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar Malondialdehid (MDA) Plasma

	Rata-rata ± SD (nmol/mL)
Petani yang Menggunakan Pestisida Organik	3,29 ± 0,69
Petani yang Menggunakan Pestisida Kimia	9,18 ± 0,88

Hasil analisis data dengan uji *unpaired t-test* dapat dilihat pada Tabel 5.

Pembahasan

Kadar malondialdehid (MDA) normal adalah $< 3,5$ nmol/mL (Sengsuk *et al.*, 2013). Kelompok usia 41-50 tahun pada petani yang menggunakan pestisida organik memiliki kadar malondialdehid (MDA)

plasma yang lebih tinggi daripada kelompok usia lainnya. Kadar malondialdehid cenderung meningkat seiring bertambahnya usia tetapi tidak ada perbedaan yang signifikan berdasarkan kelompok usia (Yagi, 1982). Pada petani yang menggunakan pestisida kimia, kelompok usia 21-30 tahun memiliki kadar malondialdehid (MDA) yang lebih tinggi daripada kelompok usia lainnya. Budiman *et al.* (2016) menyebutkan terdapat hubungan antara usia dengan kelelahan pada pekerja. Semakin tua usia petani, aktivitas di lahan semakin menurun dan bisa mempengaruhi paparan pestisida kimia yang didapat (Budiman *et al.*, 2016; Sungkawa, 2008).

Tabel 5. Uji *Unpaired T-Test*

	Rata-rata ± SD (nmol/mL)	P Value
Petani yang Menggunakan Pestisida Organik	3,29 ± 0,69	0,000
Petani yang Menggunakan Pestisida Kimia	9,18 ± 0,88	

Pada petani dengan masa kerja 6-10 tahun, kelompok petani yang menggunakan pestisida kimia memiliki kadar malondialdehid (MDA) lebih tinggi daripada petani yang menggunakan pestisida organik. Peningkatan kadar malondialdehid (MDA) terjadi karena ada peningkatan radikal bebas akibat paparan pestisida kimia (Patil *et al.*, 2009). Pada kelompok petani yang menggunakan pestisida kimia, petani dengan masa kerja 6-10 tahun memiliki kadar malondialdehid (MDA) yang lebih tinggi daripada petani dengan masa kerja lebih dari 10 tahun. Masa kerja yang lama dapat menyebabkan kejenuhan pada pekerja (Budiman *et al.*, 2016). Semakin lama masa kerja petani maka aktivitas yang dilakukan juga berkurang yang menunjukkan paparan pestisida kimia secara langsung juga berkurang (Daniyanto *et al.*, 2013; Sungkawa, 2008).

Kadar malondialdehid (MDA) plasma pada petani dengan pendidikan terakhir S1/ sederajat lebih rendah daripada petani dengan pendidikan terakhir yang lebih rendah, baik pada kelompok petani yang menggunakan pestisida kimia maupun yang menggunakan pestisida organik. Semakin tinggi tingkat pendidikan, petani akan berusaha untuk lebih protektif dan berusaha mengetahui informasi sehingga pengetahuan akan semakin meningkat yang pada akhirnya perlindungan diri terhadap pestisida kimia akan lebih baik

(Budiawan, 2014). Tingkat pendidikan berhubungan dengan status kesehatan, di mana tingkat pendidikan yang tinggi mampu menambah pengetahuan seseorang sehingga dapat mengontrol diri dan bergaya hidup sehat (Pradono dan Sulistyowati, 2013).

Pada petani yang merokok, kadar malondialdehid (MDA) pada kelompok yang menggunakan pestisida kimia lebih tinggi daripada kelompok yang menggunakan pestisida organik. Pestisida dan rokok mampu meningkatkan jumlah radikal bebas dalam tubuh yang dapat menimbulkan stress oksidatif (Abdalla *et al.*, 2013; Patil *et al.*, 2009).

Kadar malondialdehid (MDA) plasma pada petani yang menggunakan pestisida kimia lebih tinggi daripada petani yang menggunakan pestisida organik. Rerata kadar malondialdehid (MDA) plasma pada petani yang menggunakan pestisida kimia dan yang menggunakan pestisida organik memiliki perbedaan yang signifikan dengan nilai $p < 0,001$. Meccdad *et al.* (2011) menunjukkan bahwa kadar malondialdehid (MDA) pada pengguna insektisida dan pengguna fungisida memiliki perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan kontrol (orang yang tidak menggunakan pestisida kimia dan tinggal di lingkungan yang sama), di mana kadar malondialdehid (MDA) pada kelompok pengguna insektisida dan fungisida lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Pestisida kimia yang masuk ke tubuh akan bereaksi dengan sitokrom P450 monooksigenase dan akan menghasilkan radikal triklorometil (CCl_3) dan triklorometil peroksil (CCl_3O_2) (Winarsi, 2007). Pestisida kimia menimbulkan ketidakseimbangan antara oksidan dan antioksidan dalam tubuh yang akhirnya akan menimbulkan stress oksidatif (Ahmed *et al.*, 2000). Pembentukan lipid peroksida merupakan salah satu mekanisme yang terjadi pada paparan organofosfat (Vidyasagar *et al.*, 2004). Organofosfat dilaporkan dapat mengganggu sistem sitokrom P450 di hepar dan mengganggu proses transfer pada mitokondria (Singh *et al.*, 2007). Organofosfat menyebabkan stress oksidatif dengan cara menghambat kerja antioksidan endogen dan eksogen (Lukaszewics-Hussain, 2010). Keracunan organofosfat jenis malathion menyebabkan peningkatan kadar MDA dengan cara meningkatkan produksi radikal superoksida, hidrogen peroksida, dan hidroksil (Hinkley *et al.*, 2015).

Pada paparan jangka panjang, aktivitas antioksidan endogen di dalam tubuh akan mengalami penurunan karena terjadi ketidakseimbangan jumlah antioksidan dan radikal bebas, sehingga

antioksidan yang ada tidak mampu mengatasi jumlah radikal bebas yang ada (Mishra *et al.*, 2013). Penggunaan phosalone (salah satu jenis organofosfat) terbukti meningkatkan kadar malondialdehid (MDA) yang merupakan marker lipid peroksidasi dan penurunan fungsi kerja dari *catalase* (CAT), *superoxide dismutase* (SOD), serta *glutathione peroxidase* (GSH-Px) (Ogut *et al.*, 2014).

Pengguna pestisida kimia golongan organoklorin dan karbamat mengalami peningkatan stress oksidatif (Prakasam *et al.*, 2001). Organoklorin jenis lindane mampu memicu penurunan kadar GSH dan peningkatan produksi radikal superoksida, hidrogen peroksida, dan hidrosil yang akan menimbulkan stress oksidatif dan meningkatkan kadar malondialdehid (MDA) (Hinkley *et al.*, 2015). Karbamat juga mampu memicu penurunan kadar GSH dan mengacaukan proses yang terjadi antara antioksidan dan radikal bebas (Hinkley *et al.*, 2015).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan yaitu: Petani paling banyak berada pada usia 40-50 tahun dengan masa kerja pada petani yang menggunakan pestisida kimia rata-rata lebih dari 10 tahun dan pada petani yang menggunakan pestisida organik antara 6-10 tahun. Petani paling banyak menempuh pendidikan terakhir SD/ sederajat dan memiliki kebiasaan merokok yang bermacam-macam; Terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar malondialdehid (MDA) plasma pada kelompok petani yang menggunakan pestisida kimia dan petani yang menggunakan pestisida organik.

Daftar Pustaka

- Abdalla, M. S., A. S. Hussein, K. S. Ibrahim, H. A. El-mezayen, N. F. A. Oman. 2013. Effect of Smoking on The Oxidant/Antioxidant Balance and The Blood Lipid in Pesticide Sprayers. *Toxicology and Industrial Health*. 1-6.
- Ahmed, R. S., S. Vandana, S. T. Pasha, B. D. Banerjee. 2000. Influence of Dietary Ginger (*Zingiber officinalis Rosc*) on Oxidative Stress Induced by Malathion in Rats. *Food Chem Toxicol*. 38: 443-450.
- Budiawan, A. R. 2014. Faktor Risiko yang Berhubungan dengan Cholinesterase pada Petani Bawang Merah di Ngurensiti Pati. *Unnes Jurnal of Public Health*. 3(1).
- Budiman, A. Husaini, S. Arifin. 2016. Hubungan antara Umur dan Indeks Beban Kerja dengan Kelelahan pada Pekerja di PT. Karias Tabing Kencana. *Jurnal Berkala Kesehatan*. 1(2): 121-129.
- Daniyanto. 2013. Analisis Faktor Individu dengan Kelelahan Pada Petani di Desa Curut Kecamatan Grobogan Kota Purwodadi. *Skripsi*. Semarang: Fakultas Kesehatan Universitas Dian Nuswantoro.
- Dinas Pertanian Bondowoso. 2016. *Data Serangan Penyakit dan Hama Kabupaten Bondowoso Tahun 2016*. Bondowoso: Diperta Bondowoso.
- Desa Wisata Organik Lombok Kulon. 2017. Profil Desa Wisata Organik Lombok Kulon. <http://www.desawisataorganik.or.id/2017/04/desa-wisata-organik-lombok-kulon.html>. [Diakses pada 20 September 2017].
- Hinkley, G. K., dan S. M. Roberts. 2015. *Insecticides and Herbicides*. Springer International Publishing Switzerland.
- Kementerian Pertanian. 2014. *Statistik Lahan Pertanian Tahun 2009-2013*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Kementerian Pertanian. 2012. *Pestisida Organik*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Lee, K. M., S. Y. Park, K. Lee, S. S. Oh, S. B. Ko. 2017. Pesticide Metabolite and Oxidative Stress in Male Farmers Exposed to Pesticide. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*. 29:5.
- Lukaszewics-Hussain, A. 2010. A Role of Oxidative Stress in Organophosphate Insecticide Toxicity-Short Review. *Pest Biochem Physiol*. 98: 145-150.
- Mahfud, M. C., Sarwono, dan G. Kustino. 2012. Dominasi Hama Penyakit Utama Pada Usaha Tani Padi di Jawa Timur. *Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur*.
- Meccad, A. A., M. H. Ahmed, M. E. A. ElHalwagy, dan M. M. M. Afifiy. 2011. A Study on Oxidative Stress Biomarkers and Immunomodulatory Effects of Pesticides in Pesticide-Sprayers. *Egyptian Journal of Forensics Science*. 1: 93-98.

- Mishra, B. P., Z. G. Badode, S. K. Rastogi, S. Singh. 2013. Antioxidant Status and Oxidative Stress in Organophosphate Pesticide Poisoning. *IOSR Journal of Dental and Medical Science*. 7: 20-24.
- Ogut, S., E. Kucukoner, F. Gultekin, dan N. Gurbuz. 2014. A Study Long-term Pesticide Application amongst Agricultural Workers: Total Antioxidant Status, Total Oxidant Status and Acetylcholinesterase Activity in Blood. *The National Academy of Sciences*. 85(1):155-159.
- Patil, J. A., A. J. Patil, A. V. Santakke, S. P. Govindwar. 2009. Oxidative Stress and Antioxidants Status of Occupational Pesticide Exposed Sprayers of Grape Garden of Western Maharashtra (India). *Journal of Environmental Health Research*. 9(2): 81-87.
- Pradono, J. dan N. Sulistyowati. 2013. Hubungan Antara Tingkat Pendidikan, Pengetahuan Tentang Kesehatan Lingkungan, Perilaku Hidup Sehat dengan Status Kesehatan. *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*. 17(1): 89-95.
- Prakasam, A., S. Sethupathy, dan S. Lalitha. 2001. Plasma and RBCs Antioxidant Status in Occupational Male Pesticide Sprayers. *Clinica Chimia Acta*. 310: 107-112.
- Ramatina. 2011. Efektivitas Berbagai Suplemen Antioksidan terhadap Penurunan Status Oksidatif (Malondialdehid (MDA) Plasma) pada Mahasiswa Alih Jenis IPB. *Skripsi*. Bogor: Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia Institut Pertanian Bogor.
- Sengsuk, C., O. Tangvarasittichai, P. Chantanaskulwong, A. Pimanprom, S. Wantaneeyawong, A. Choowet, S. Tangvarasittichai. 2013. Association of Iron Overload with Oxidative Stress, Hepatic Damage and Dyslipidemia in Transfusion-Dependent β -Thalassemia/HbE Patients. *Ind J Clin Biochem*. 29(3): 298-305.
- Singh, V. K., Jyoti, M. M. K. Reddy, C. Kesavachandran, S. K. Rastogi, M. K. Siddiqui. 2007. Biomonitoring of Organochlorines, Glutathione, Lipid Peroxidation, and Cholinesterase Activity among Pesticide Sprayers in Mango Orchads. *Clinica Chimia Acta*. 377: 268-272.
- Sungkawa, H. B. 2008. Hubungan Riwayat Paparan Pestisida dengan Kejadian Goiter pada Petani Hortikultura di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang. *Tesis*. Semarang: Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- Vidyasagar, J., N. Karunakar, M. S. Reddy, K. Rajnarayana, T. Surender, D. R. Krishna. 2004. Oxidative Stress and Antioxidant Status in Acute Organophosphorus Insecticide Poisoning. *Indian J Pharamcol*. 36(2): 76-79
- Winarsi H. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas Potensi dan Aplikasinya dalam Kesehatan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Yagi, K. 1982. *Lipid Peroxides in Biology and Medicine*. New York: Academic Press.