



RESIDU PESTISIDA DIAZINON DALAM SAYURAN KUBIS (*Brassica oleracea*)

[*Diazinon Pesticide Residue In Cabbage Vegetables (Brassica oleracea)*]

Thamrin Azis¹, Sri Wahyuni², Muh. Zakir Muzakkar¹

¹Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Halu Oleo, Kendari

²Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo, Kendari,

Email: thamrinazis06@gmail.com; Telp : (085397827279)

Diterima tanggal 19 Mei 2020

Disetujui tanggal 31 Mei 2020

ABSTRACT

The presence of pesticide residues in vegetables is a food safety problem. This research aimed to analyze the performance of biosensor made of platinum (Pt) coated with active ingredient butyrylcholinesterase enzymes in detecting diazinon residues in cabbages. This research used supporting materials of cellulose acetate (SA) and glutaraldehyde (GA) in various compositions. This study evaluated the absorption (potential) of each electrode composition to the time of the last spraying of the diazinon residue in cabbages. Diazinon residual levels were measured in cabbages at the last spraying time interval (0 days, 5 days, 10 days, 15 days) of each electrode composition.

The results of absorption measurements (potential) of each electrode against time intervals (0 days, 5 days, 10 days, 15 days) show that the lowest levels of diazinon residue were found in samples on electrodes SA 5.0% GA (10%, 15%, and 20%) with the last spraying interval of 0 days before harvest of 0.390 ppm, 1,620 ppm, and 0.026 ppm, respectively. Meanwhile, the highest residue was found in cabbage samples with the last spraying interval of 5 days before harvest, which were 28.80 ppm, 27.0 ppm, and 17.0 ppm. The results show that the designed biosensors can detect diazinon residues in cabbages.

Keywords: Pesticide, Biosensor, potentiometric, enzyme butyrylcholinesterase

ABSTRAK

Keberadaan residu pestisida dalam sayuran merupakan masalah keamanan pangan. Penelitian ini bertujuan menganalisis hasil aplikasi desain biosensor terbuat dari kawat platina (Pt) terlapis bahan aktif enzim butirilkolinesterase dalam mendeteksi residu diazinon pada sayuran kubis. Penelitian ini menggunakan bahan pendukung membran selulosa asetat (SA) dan glutaldehid (GA) berbagai komposisi. Penelitian ini mengevaluasi serapan (potensial) dari masing-masing komposisi elektroda biosensor terhadap waktu penyeprotan terakhir residu diazinon pada sayuran kubis. Kadar residu diazinon diukur dalam sayuran kubis dengan interval waktu penyemprotan terakhir (0 hari, 5 hari, 10 hari, 15 hari) dari masing-masing komposisi elektroda.

Hasil pengukuran serapan (potensial) setiap elektroda biosensor terhadap interval waktu (0 hari, 5 hari, 10 hari, 15 hari) adalah kadar residu diazinon terendah terdapat sampel sayuran kubis pada elektroda SA 5,0 % GA (10 % , 15 % dan 20 %) dengan interval waktu penyemprotan terakhir 0 hari sebelum panen sebesar 0,390 ppm, 1,620 ppm, dan 0,026 ppm. Sementara nilai kadar residu tertinggi terdapat pada sampel kubis dengan interval waktu penyemprotan terakhir 5 hari sebelum panen yaitu sebesar 28,80 ppm, 27,0 ppm dan 17,0 ppm. Hasil penelitian membuktikan biosensor yang didesain mampu mendeteksi residu diazinon pada sayuran kubis.

Kata Kunci: Pestisida, Biosensor, Potensiometri, enzim Butirilkolonesterase.



PENDAHULUAN

Sayuran sebutan umum bagi bahan pangan asal tumbuhan yang mengandung kadar air tinggi dan dikonsumsi dalam keadaan segar. Peningkatan konsumsi sayuran dapat memberikan dampak positif terhadap kesehatan. Sayuran dapat diolah menjadi berbagai hidangan yang lezat dan merupakan salah satu sumber mineral, vitamin dibutuhkan oleh manusia. Salah satu sayuran yang sering dikonsumsi oleh masyarakat adalah kubis (*Brassica oleracea var capitata*). Kubis mempunyai kandungan antioksidan yang tinggi yang dapat mengurangi resiko terkena penyakit. Keunggulan lain dari sayuran kubis yaitu murah, sangat mudah dijumpai dan dapat dikonsumsi dalam keadaan mentah.

Pengembangan produk hortikultura kubis, banyak kendala yang dijumpai para petani, salah satu kendala yang dihadapi adalah serangan organisme pengganggu (OPT). Pestisida merupakan pilihan utama untuk mengendalikan hama, penyakit atau gulma karena dapat membunuh langsung jasad pengganggu. Diazinon merupakan pestisida dari golongan organofosfat (OP) banyak digunakan mengendalikan hama pada sayuran karena dianggap paling cepat, murah dan ampuh mengatasi gangguan hama (Xue *et al.* (2014) dan Lin, Lu, & Wang (2004)).

Penggunaan pestisida sebagai pengendali hama selalu meninggalkan residu pestisida yang berbahaya bagi kesehatan bila kadarnya melebihi batas maksimum residu (BMR). Berdasarkan peraturan dari Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI), batas maksimum residu (BMR) diazinon dan malathion pada sayuran kubis sebesar 0,5 ppm (Tim Badan Standarisasi Nasional, 2008). Untuk itu, perlu dilakukan suatu kontrol akan keberadaan senyawa beracun, walaupun tidak mematikan tetapi dapat terakumulasi dalam tubuh, sehingga dapat menimbulkan penyakit yang berbahaya.

Metode standar untuk analisa residu diazinon dalam sayuran kubis adalah kromatografi gas (KG) dan kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT) (Silvia *et al.*, 2018 and Mitra *et al.*, 2014). Namun metode ini memiliki kelemahan yaitu waktu analisis cukup lama, membutuhkan peralatan mahal dan teknisi sangat terlatih (Zambonin *et al.*, 2004). Salah satu metode yang telah dikembangkan untuk deteksi residu diazinon dalam sayuran kubis adalah biosensor. Biosensor adalah sensor yang mengombinasikan komponen unsure biologi dengan komponen elektronik (transduser) yang mengubah sinyal dari komponen biologi menjadi luaran yang terukur. (Fauziyah, 2012). Kelebihan biosensor adalah sederhana, cepat, relatif murah dan kompatibel dengan analisis langsung. Biosensor berbasis immobilisasi enzim telah banyak dihasilkan dengan menggunakan berbagai jenis enzim dan transduser. Mani *et al.*, (2017) menggunakan enzim organophosphat hidrolase (OPH) mendeteksi metil paration dalam sayuran dan buah-buahan diperoleh limit deteksi 0,5 nM. Kumar *et al.*, (2005) menggunakan biosensor optik



dengan enzim organofosfat hidrolase untuk pestisida parathion diperoleh limit deteksi yaitu 0,3 μM . Dalam penelitian akan didesain biosensor potensiometri terlapis enzim butirikholinesterase (BChE) dan selulosa asetat (SA) serta glutaraldehid (GA). Hasil desain biosensor potensiometri digunakan untuk deteksi residu diazinon dalam sampel sayuran kubis.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan adalah kawat perak, KCl, kawat tembaga, kawat platina, kawat timah, enzim butirikolinesterase (BChE) ((EC 3.1.1.8), Selulosa Asetat(SA) (Sigma), Glutaraldehid (GA) (Sigma), asetilkolin klorida (Sigma), pestisida diazinon (Electrophorous electricus Sigma), $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (Merck), $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (Merck), aseton (Merck), etanol (Merck), parafilm.

Desain Elektroda Kawat Terlapis(EKT)

Elektroda dibuat dari kawat tembaga terlapis plastik berdiameter 1,5 mm dengan panjang 5 cm , disambungkan dengan kawat platina berdiameter 0,4 mm berukuran panjang 2,5 cm dengan cara pateri dan masukkan ke dalam tip biru dengan posisi platina menonjol ke luar 1 cm dari ujung runcing. Elektroda dicelupkan kedalam bahan aktif enzim butirikolinesterase (BChE) dan membran (selulosa asetat dan glutaraldehid). Elektroda terlapis enzim dan membran diaplikasikan ke sampel sayuran kubis untuk menentukan kadar residu diazinon.

Pembuatan Sampel Sayuran Kubis (*Brassica oleracea*)

Sampel sayuran kubis diambil sebanyak 50 gram, lalu dipotong-potong kecil dengan menggunakan pisau, selanjutnya dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan n-heksan 250 mL dan diamkan selama 24 jam. Hasil saringan dan filtrat dikumpulkan dan ditambahkan natrium karbonat selajutnya dievaporasi sampai volumenya kurang lebih 50 ml. Evaporasi dilakukan dalam bath pada suhu 50 °C. Filtrat dari hasil ekstrasi sampel sayuran kubis dianalisis dengan metode biosensor enzim potensiometri untuk menentukan serapan (potensial) residu diazinon dan menentukan kadar residu diazinon dalam sampel sayuran kubis.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Residu Diazinon Dengan Biosensor Potensiometri

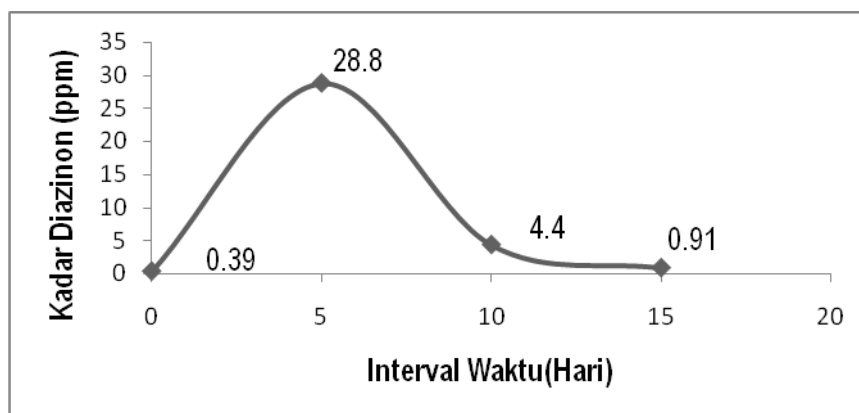
Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kadar residu diazinon dalam sayuran kubis, yaitu kecepatan hembusan angin, debu yang terbawa air hujan dan tanah yang mengandung pestisida perisisten. Berikut dijabarkan membran selulosa asetat dengan berbagai konsentrasi glutaraldehid dalam biosensor yang digunakan untuk mendeteksi kadar diazinon pada sayuran kubis.

1. Membran Selulosa Asetat (SA) 5,0 % dan Glutaradehid (10 %)

Hasil deteksi biosensor menggunakan membran selulosa asetat (SA) 5,0 % dan glutaradehid (10 %) menampilkan nilai kadar residu diazinon dalam sampel kubis pada interval waktu penyemprotan terakhir 0 hari – 15 hari sebelum panen diperlihatkan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Data Kadar Residu Diazinon Pada Sayuran Kubis Berbagai Interval Waktu (Hari) untuk komposisi membran selulosa asetat 5,0 % dan glutaraldehid 10 % menggunakan biosensor potensiometri

No	Waktu (Hari)	Jenis Perlakuan	Potensial mV	Kadar Residu Diazinon	
				Molar	ppm
1	0	Tanpa Penyemprotan	165,1	$5,01 \times 10^{-7}$	0,39
2	5	Penyemprotan	148,3	$2,23 \times 10^{-5}$	28,8
3	10	Penyemprotan	148,3	$5,74 \times 10^{-6}$	4,40
4	15	Penyemprotan	159,1	$5,74 \times 10^{-6}$	0,91



Gambar 1. Kadar Diazinon Pada Sayuran Kubis Berbagai Interval Waktu (Hari) untuk komposisi membran selulosa asetat 5,0 % dan glutaraldehid 10 % menggunakan biosensor Potensiometri

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 1 ditampilkan kadar diazinon dalam sayuran kubis berbagai interval waktu. Pada 0 hari tanpa perlakuan diperoleh kadar residu diazinon pada tanaman kubis yaitu $5,01 \times 10^{-7}$ M



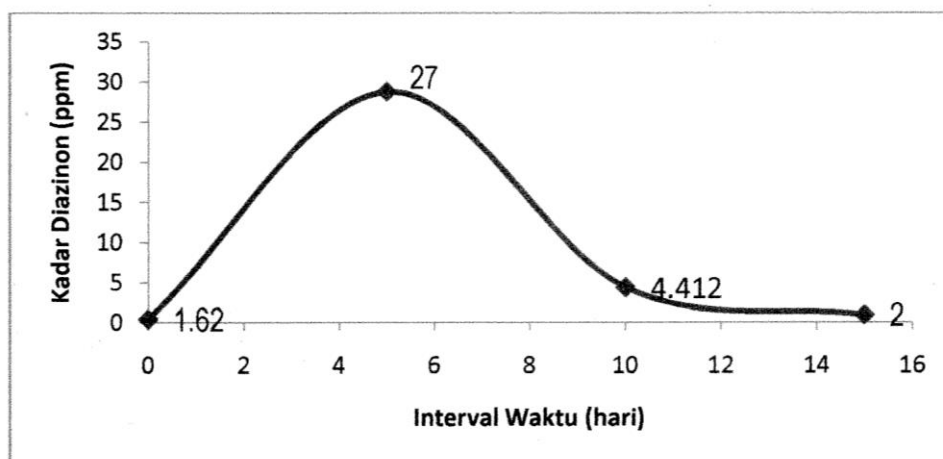
(0,39 ppm) dan masih di bawah ambang batas yang dianjurkan Badan Standarisasi Nasional yaitu 0,5 ppm dan masih layak dikonsumsi. Ada berapa faktor yang menurunkan kadar residu pestisida yaitu pencucian, penguapan dan degradasi. Untuk interval waktu hari ke 5 dan hari ke 10 memiliki kadar residu diazinon tergolong tinggi yaitu $2,23 \times 10^{-5} \text{ M}$ (28,80 ppm) dan $5,74 \times 10^{-6} \text{ M}$ (4,40 ppm). Tingginya kadar residu diazinon pada interval ini disebabkan aplikasi pestisida yang lebih satu kali dalam satu masa tanam dan penyemprotan pestisida berdekatan dengan waktu panen. Menurut Atmawijaya (2004) penurunan kadar residu diazinon pada sayuran kubis berbanding lurus dengan waktu aplikasi penyemprotan. Nilai potensial interval waktu hari ke 5 dan hari ke 10 yaitu 148,3 mV dan 148,3 mV lebih besar dibanding 0 hari, kehadiran senyawa diazinon dapat mempengaruhi kinerja aktivitas enzim butirilkholinesterase (BChE) dan ada kemungkinan pestisida dapat bereaksi dengan sisi aktif dari enzim. Selain itu, enzim butirilkholinesterase (BChE) yang telah diimbolisasi pada membran elektroda akan memberikan respon kepada substrat butirilkholin klorida. Kehadiran pestisida dapat diketahui dengan penurunan nilai potensial (proses inhibisi), sebab senyawa diazinon akan bersaing dengan substrat butirilkholin klorida untuk bereaksi dengan sisi aktif dari enzim butirilkholinesterase (BChE). Senyawa pestisida diazinon dapat menghambat aktivitas enzim.

2. Membran Selulosa Asetat (SA) 5,0 % dan Glutaradehid (15 %)

Hasil deteksi biosensor menggunakan membran selulosa asetat (SA) 5,0 % dan glutaradehid (10 %) menampilkan nilai kadar residu diazinon dalam sampel kubis pada interval waktu penyemprotan terakhir 0 hari – 15 hari sebelum panen diperlihatkan pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Tabel 2. Data Kadar Residu Diazinon Pada Sayuran Kubis Berbagai Interval Waktu (Hari) untuk komposisi membran selulosa asetat 5,0 % dan glutaraldehid 15 % menggunakan biosensor potensiometri

No	Waktu (Hari)	Jenis Perlakuan	Potensial mV	Kadar Residu Diazinon	
				Molar	ppm
1	0	Tampa Penyemprot	184	$2,39 \times 10^{-6}$	1,620
2	5	Penyemprotan	159	$3,49 \times 10^{-5}$	27,0
3	10	Penyemprotan	176	$5,79 \times 10^{-6}$	4,412
4	15	Penyemprotan	183	$2,59 \times 10^{-6}$	2,0



Gambar 2. Kadar Diazinon Pada Sayuran Kubis Berbagai Interval Waktu (Hari) untuk komposisi membran selulosa asetat 5,0 % dan glutaraldehid 15 % menggunakan biosensor Potensiometri

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 2 menunjukkan interval waktu 0 hari tanpa perlakuan kadar residu diazinon pada sayuran kubis yang diperoleh berada di atas ambang batas residu maksimu (BRM) yaitu 1,620 ppm. Hal tersebut disebabkan tanah pertanian tempat menanam sayuran kubis terlebih dahulu mengandung residu diazinon, sehingga kandungan diazinon dalam sayuran kubis berada diambang batas BMR. Sedangkan pada interval waktu 10 hari dan 15 hari terjadi peningkatan kadar yaitu $5,79 \times 10^{-6}$ M (4,412 ppm) dan $2,59 \times 10^{-6}$ M (2,0 ppm), tetapi tidak sebesar kadar interval waktu penyeprotan hari ke 5 yaitu $3,49 \times 10^{-5}$ M (27,0 ppm). Hal tersebut disebabkan pada hari ke 5 aplikasi penyemprotan berdekatan dengan waktu panen, Interval hari ke 10 dan hari ke 15 pestisida yang disemprotkan telah mengalami beberapa peristiwa yang dapat mengurangi kadar diazinon, seperti pencucian dan degradasi dan volatilisasi (Jumriah, 2006). Pada umumnya pestisida dari golongan organofosfat mudah menguap jika terkena sinar matahari dan mudah terurai di alam. Faktor lain yang dapat menurunkan kadar pestisida adalah waktu paruh yang singkat menyebabkan kadar residu diazinon dalam sayuran relatif kecil (Tarumingkeng R, 2016). Selain itu, enzim butirilkholinesterase (BChE) yang telah diimobilisasi pada membran elektroda akan memberikan respon kepada substrat butirilkholin klorida. Kehadiran pestisida dapat diketahui dengan penurunan nilai potensial (proses inhibisi), sebab senyawa diazinon akan bersaing dengan substrat butirilkholin klorida untuk bereaksi dengan sisi aktif dari enzim butirilkholinesterase (BChE). Senyawa diazinon dapat menghambat aktivitas enzim butirilkholinesterase (BChE).

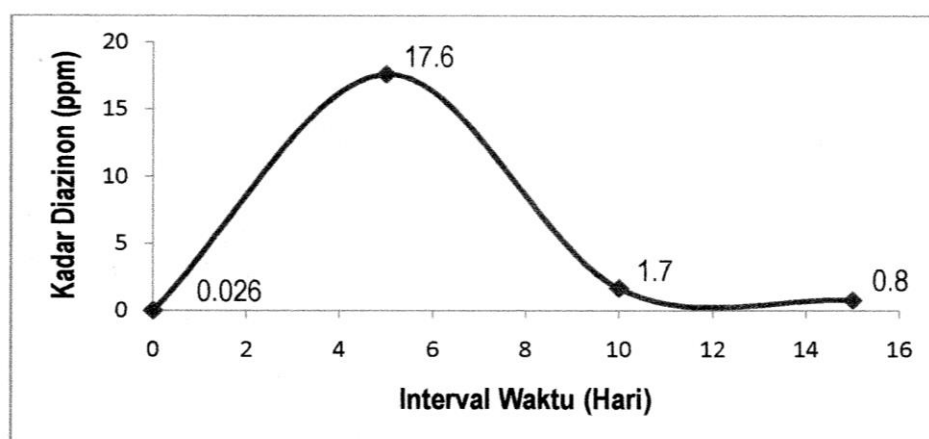


3. Membran Selulosa Asetat (SA) 5,0 % dan Glutaradehid (20 %)

Hasil deteksi biosensor menggunakan membran selulosa asetat (SA) 5,0 % dan glutaradehid (20 %) menampilkan nilai kadar residu diazinon dalam sampel kubis pada interval waktu penyemprotan terakhir 0 hari – 15 hari sebelum panen diperlihatkan pada Tabel 3 dan Gambar 3

Tabel 3. Data Kadar Residu Diazinon Pada Sayuran Kubis Berbagai Interval Waktu (Hari) untuk komposisi membran selulosa asetat 5,0 % dan glutaraldehid 20 % menggunakan biosensor potensiometri

No	Waktu (Hari)	Jenis Perlakuan	Potensial mV	Kadar Residu Diazino Molar	ppm
1	0	Tampa Penyemprot	184	$2,39 \times 10^{-6}$	1,620
2	5	Penyemprotan	159	$3,49 \times 10^{-5}$	27,0
3	10	Penyemprotan	176	$5,79 \times 10^{-6}$	4,412
4	15	Penyemprotan	183	$2,59 \times 10^{-6}$	2,0



Gambar 3. Kadar Diazinon Pada Sayuran Kubis Berbagai Interval Waktu(Hari) untuk komposisi membran selulosa asetat 5,0 % dan glutaraldehid 20 % menggunakan biosensor

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 3 menunjukkan pada 0 hari tanpa perlakuan memiliki kadar residu diazinon pada sayuran masih berada range aman untuk dikonsumsi yaitu $2,92 \times 10^{-8}$ M (0,026 ppm) berada di bawah batas maksimum residu (BMR). Untuk hari ke 10 dan hari ke 15 mengalami peningkatan kadar pestisida walaupun tidak terlalu besar yaitu $2,19 \times 10^{-6}$ M (1,70 ppm) dan $1,02 \times 10^{-6}$ M (0,8 ppm). Terjadinya peningkatan kadar disebabkan sampel pada hari ke 10 dan hari ke 15 sudah mengalami perlakuan penyemprotan pestisida sehingga kandungan residu diazinon mengalami peningkatan pada sayuran kubis. Ada beberapa faktor penyebab pengurangan residu diazinon pada sayuran kubis adalah adsorpsi, volatil, adsorpsi (Ayu *et al*, 2016). Selain itu, enzim butirilkolinesterase (BChE) yang telah diimmobilisasi pada membran elektroda akan memberikan respon kepada substrat butirilkolin klorida. Kehadiran pestisida dapat diketahui dengan penurunan nilai potensial



(proses inhibisi), sebab senyawa diazinon akan bersaing dengan substrat butirilkholin klorida untuk bereaksi dengan sisi aktif dari enzim butirilkholinesterase (BChE). Senyawa pestisida diazinon dapat menghambat aktivitas enzim.

KESIMPULAN

Biosensor merupakan suatu perangkat sensor yang menggabungkan senyawa biologi (enzim) dengan transduser. Hasil desain biosensor diaplikasi untuk deteksi residu diazinon dalam sayuran kubis. Elektroda terlapis enzim dengan membran selulosa asetat (SA) 5,0 % dan glutaraldehid (GA) 20 % mendeteksi kadar residu diazinon dalam sayuran kubis 0,390 ppm - 28,80 ppm. Elektroda terlapis enzim dengan membran selulosa asetat (SA) 5,0 % dan glutaraldehid (GA) 15 % mendeteksi kadar residu diazinon dalam sayuran kubis 1,620 ppm - 27,0 ppm. Elektroda terlapis enzim dengan membran selulosa asetat (SA) 5,0 % dan glutaraldehid (GA) 20 % mendeteksi kadar residu diazinon dalam sayuran kubis 0,026 ppm – 17,6 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayu NPS, Iriyanti Eka S, Ni Gusti Ayu M. 2016. Analisis Residu Organofosfat pada Buah Strawberry (*Fragaria annasa Rosalinda*) Menggunakan Kromatografi Gas. Cakra kimia Indonesia. E Journal Off Applied Chemistry 4 (1): 18-23.
- Daniela K M, 2016. Pesticide Detection in Soil Using Biosensors and Nanobiosensors. Biointerface Research in Applied Chemistry. 6(6): 1659 – 1675.
- Dongfei Chen, Yancui Jiao, Huiying Jia, Yemin Guo, Xia Sun,, Xiangyou Wang¹, Jianguang Xu², 2015. Acetylcholinesterase Biosensor for Chlorpyrifos Detection Based on Multi-Walled Carbon Nanotubes-SnO₂-chitosan Nanocomposite Modified Screen-Printed Electrode. Int. J. Electrochem. Sci., 10: 10491 – 10501.
- Fauziyah, B. 2012. Optimasi Parameter Analitik Biosensor Urea Berbasis Immobilisasi Urease dalam Membran Polianilin. Sainstis. 1 (1): 65-76.
- Garcia, M.N.V., T. Mottram., 2003, Biosensor Technology Addressing Agricultural Problems. Biosystems Engineering, 84:1–12.
- Gong, J., Wang, L. & Zhang, L.2009. Electrochemical biosensing of methyl parathion pesticide based on acetylcholinesterase immobilized onto Au–polypyrrole interlaced network-like nanocomposite. Biosens. Bioelectron. 24: 2285–2288



- Guo Zhao¹, Yemin Guo¹, Xia Sun, Xiangyou Wang., 2015. A System for Pesticide Residues Detection and Agricultural Products Traceability Based on Acetylcholinesterase Biosensor and Internet of Things. *Int. J. Electrochem. Sci.* 10:3387 – 3399.
- Justino C.I.L., Freitas A.C., Duarte A.C., Santos T.A.P.R., 2015. Sensors and biosensors for monitoring marine contaminants, *Trends in Environmental Analytical Chemistry*, 6-7: 21–30.
- Jumbriah., 2006. Bioremediasi Tanah Tercemar Diazinon Secara Ex Situ Dengan Menggunakan Kompos Limbah Media Jamur (Spent Mushroom Compost). Tesis Institut Pertanian Bogor.
- Kestwal R.M., Bagal-Kestwal D., Chiang, B.-H., 2015. Fenugreek hydrogel-agarose composite entrapped gold nanoparticles for acetylcholinesterase based biosensor for carbamates detection, *Analytica Chimica Acta*, 886, 143–150.
- Lin, Y., Lu, F. & Wang, J. 2004. Disposable carbon nanotube modified screen-printed biosensor for amperometric detection of organophosphorus pesticides and nerve agents. *Electroanalysis* 16: 145–149.
- Mani G, Veerappan M., Shen-Ming Chen, Tse-Wei Chen & A K Sundramoorthy., 2017. Methyl parathion detection in vegetables and fruits using silver graphene nanoribbons nanocomposite modified screen printed electrode. *Scientific Reports* 7(1) : 1 – 11.
- Mitra B , Mohammad Hassanzadeh-Khayyat, S A Mohajeri., 2014. Determination of Diazinon Pesticide Residue in Tomato Fruit and Tomato Paste by Molecularly Imprinted Solid-Phase Extraction Coupled with Liquid Chromatography Analysis. *Food Anal. Methods*. 7(8): 1-11.
- Nunes, G.S.; Montesino, T.; Marques, P.B.O.; Fournier, D.; Marty, J.L., 2001. Acetylcholine enzyme sensor for determining metamidophos insecticide. Evaluation of some genetically modified acetylcholinesterases from *Drosophila melanogaster*. *Anal. Chim. Acta.*, 434: 1-8.
- Pogacnik, L., Franko, M. 2003. Detection of Organophosphate and Carbamate Pesticides in Vegetable Samples by a Photothermal Biosensor. *Biosensors and Bioelectronics*. 18 : 109.
- Sassolas, A., Beatriz, P.S. dan Jean, L.M. 2012. Biosensors for Pesticide Detection: New Trends. *American Journal of Analytical Chemistry*. 3: 210-232.
- Silvia S, Felipe A. T, Fernando M. 2018., Determination of Target Pesticide Residues in Tropical Fruits Employing Matrix Solid-Phase Dispersion (MSPD) Extraction Followed by High Resolution Gas Chromatography. *J.Braz.Chem.Soc.* 22.(9) :1702-1708
- Sunardi. 2001. Pengaruh Penggunaan Patogen *Steinernema carpocopsae* terhadap Populasi Hama *Plutella xylostella* pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* var. Capitatal). *Jurnal Ilmiah Inovasi Politeknik Pertanian Negeri Jember*. 1(3) : 32-41.



- Suryaningsih, E, dan Hadisoeganda. 2004. Pestisida Botani Untuk Mengendalikan Hama dan Penyakit Pada Sayuran. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bandung.
- Tamurumikeng R. 1992. Insektisida: Sifat, Mekanisme Kerja dan Penggunaannya. Penerbit Ukrida. Jakarta
- Tim Badan Standarisasi Nasional, 2008, Batas Maksimum Residu Pestisida pada Hasil Pertanian, SNI: 7313;2008, Standarisasi Nasional Indonesia, Jakarta,
- Xue, X. 2014. Determination of methyl parathion by a molecularly imprinted sensor based on nitrogen doped graphene sheets. *Electrochim. Acta.* 116: 366–371.
- Zambonin, C. G., Quinto, M., De Vietro, N. & Palmisano, F, 2004. Solid-phase microextraction–gas chromatography mass spectrometry: A fast and simple screening method for the assessment of organophosphorus pesticides residues in wine and fruit juices. *Food Chem.*86: 269–274 .