

Pemeriksaan Residu Pestisida Profenofos pada Selada (*Lactuca sativa* L.) dengan Metode Kromatografi Gas

*Determination of Profenofos Pesticidal Residue in Lettuce (*Lactuca sativa* L.) by Gas Chromatographic Method*

Yohannes Alen, Zulhidayati & Netty Suharti

Keywords:
pesticide residue,
profenofos,
Lactuca sativa L., gas
chromatography

ABSTRACT: *The determination of profenofos pesticidal residue in the lettuce (*Lactuca sativa* L.) by using gas chromatography using flame photometric detector (FPD) had been investigated. The lettuce was collected from Padang Luar area, Agam distric, West Sumatera. Sample for determination of profenofos residue divided into three groups: unwashed (A), washed with water (B), and washed with detergent (C). Maceration with sonication was used for the extraction using ethylacetateas a solvent. The results showed that profenofos pesticide residue in sample A, B and C were 0.204, 0.080 and 0.061 ppm, respectively. These profenofos pesticidal residue are over than the Maximum Residue Limits (MRL) that established by The Japan Food Chemical Research Foundation (0.05 ppm) even though World Health Organization (WHO) has not established Maximum Residue Limits (MRL) profenofos on lettuce. Based on the statistical analysis one-way method (Anova) using SPSS 20.0 showed that there was a significant concentrations difference between lettuce A from lettuce B and lettuce C with $p < 0.05$.*

Kata kunci:
residu pestisida,
profenofos,
Lactuca sativa L,
kromatografi gas

ABSTRAK: Telah dilakukan pemeriksaan residu pestisida profenofos pada selada (*Lactuca sativa* L.) menggunakan metode kromatografi gas detektor fotometri nyala. Sampel sayuran selada di ambil dari daerah Padang Luar, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Sampel untuk penentuan kadar residu profenofos dibagi atas tiga kelompok yaitu tidak dicuci (A), dicuci dengan air (B), dan dicuci dengan deterjen pencuci sayuran (C). Maserasi dengan sonikasi digunakan untuk ekstraksi menggunakan pelarut etil asetat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa residu pestisida profenofos pada selada A, B dan C berturut-turut adalah 0,204; 0,080 dan 0,061 ppm. Residu pestisida profenofos ini melewati Batas Maksimum Residu (BMR) yang ditetapkan oleh *The Japan Food Chemical Research Foundation* (0,05 ppm) sedangkan *World Health Organization* (WHO) belum menetapkan Batas Maksimum Residu (BMR) profenofos pada selada. Hasil analisis statistik Anova satu arah menggunakan SPSS 20.0 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan konsentrasi yang signifikan antara selada A dengan selada B dan selada C dengan nilai $p < 0,05$.

Fakultas Farmasi Universitas Andalas Padang

Korespondensi:
Yohannes Alen
(yohannesalen@yahoo.co.id)

PENDAHULUAN

Selada merupakan sayuran yang paling banyak dikonsumsi segar. Konsumsi selada cukup tinggi karena memiliki nilai gizi yang tinggi (1). Selada di tanam secara tumpang sari bersama tanaman lain seperti seledri dan bawang daun. Pemberantasan hama dan penyakit tanaman pada proses budidaya seledri dan bawang daun digunakan pestisida (2). Penggunaan pestisida pada tanaman di dataran tinggi tergolong sangat intensif, disebabkan oleh kondisi iklim yang sejuk dengan kelembaban udara dan curah hujan yang tinggi menciptakan kondisi yang baik untuk perkembangbiakan hama tanaman (3).

Salah satu golongan pestisida yang paling banyak digunakan oleh petani adalah organofosfat. Curacron® merupakan salah satu produk golongan organofosfat yang mempunyai bahan aktif profenofos yang banyak digunakan petani. Profenofos ini termasuk dalam kategori racun kontak lambung dan berspektrum luas, yang mampu bereaksi cepat untuk mengendalikan serangan beragam hama (4). Penggunaan pestisida dapat meninggalkan residu yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan gangguan pada kesehatan manusia (2).

Pada penelitian Alen *et al.*, (2013) (5) menemukan bahwa selada yang diperiksa menggunakan metode kromatografi gas-spektrometri massa di sentra sayur Pasar Padang Luar positif mengandung residu pestisida profenofos dengan kadar 5,92 ppm. Kadar ini melewati Batas Maksimum Residu (BMR) yang ditetapkan oleh *The Japan Food Chemical Research Foundation* (0,05 ppm). Hal ini dikarenakan pemahaman petani yang minim terhadap pestisida, yang

mengakibatkan penggunaan pestisida yang tidak sesuai aturan seperti dosis, waktu pemberian, dan pencampuran pestisida.

Residu pestisida ini berdampak negatif kepada manusia dan dapat mengakibatkan keracunan. Dalam hal ini, keracunan bisa dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keracunan akut ringan, keracunan akut berat, dan kronis. Keracunan akut ringan menimbulkan pusing, sakit kepala, iritasi kulit ringan, badan terasa sakit, dan diare. Keracunan akut berat menimbulkan gejala mual, muntah, kejang perut, sulit bernapas, keluar air liur, pupil mata mengecil dan denyut nadi meningkat (6). Keracunan kronis lebih sulit dideteksi karena tidak segera terasa dan tidak menimbulkan gejala serta tanda yang spesifik. Namun, keracunan kronis dalam jangka waktu yang lama bisa menimbulkan gangguan kesehatan. Beberapa gangguan kesehatan yang sering dihubungkan dengan penggunaan pestisida diantaranya iritasi mata dan kulit, kanker, keguguran, cacat pada bayi, gangguan saraf, hati, ginjal dan pernapasan (7).

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah kromatografi gas menggunakan detektor fotometri nyala. Detektor fotometri nyala merupakan detektor yang selektif mendeteksi senyawa yang mengandung fosfor dan sulfur tanpa terganggu oleh adanya pengotor di dalam matriks sampel. Maka detektor ini sangat tepat digunakan untuk pemeriksaan residu pestisida profenofos (8).

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui apakah selada tidak dicuci, dicuci dengan air, dan dicuci dengan deterjen pencuci sayuran yang didapat dari daerah Padang Luar, Kec. Banuhampu, Kab. Agam, Sumatera Barat memiliki kandungan residu pestisida

profenofos yang masih termasuk dalam rentang Batas Maksimum Residu (BMR) yang ditetapkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Agustus 2014 di Laboratorium Sentral dan Laboratorium Kimia Analisis Farmasi Universitas Andalas, serta Laboratorium Pestisida Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura Sumatera Barat.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender, pisau, kertas saring (Toyo Filter Paper®), corong, spatel, beker glas (Pyrex®), Erlenmeyer (Pyrex®), pipet mikro, labu ukur (Pyrex®), Kromatografi Gas (Shimadzu® Tipe AF 2010) menggunakan detektor fotometri nyala, timbangan analitik, vial, kertas perkamen, oven, aluminium foil, dan Sonikator (Elma®).

Bahan-bahan yang digunakan adalah selada tanpa dicuci, selada dicuci dengan air, selada dicuci dengan deterjen pencuci sayuran, etil asetat, isooktana, natrium sulfat anhidrat p.a, air, methanol, larutan standar pestisida profenofos 10 ppm, dan deterjen pencuci sayuran (Mama Lemon®).

Cara Kerja

Pengambilan Sampel

Sampel diambil langsung dari ladang petani di daerah Padang Luar, Kecamatan Banuhampu, Kabupaten Agam. Tanaman selada yang digunakan untuk pemeriksaan residu ini dirawat tanpa penggunaan pestisida, tetapi terkena paparan pestisida

yang ditanam secara tumpang sari dengan selada yaitu seledri dan daun bawang.

Penyiapan Sampel

Sampel dibagi dalam tiga kelompok berdasarkan cara perlakuan yaitu selada tidak dicuci, selada dicuci dengan air mengalir selama 1 menit, dan selada dicuci dengan deterjen larutan pencuci sayuran.

Ekstraksi Sampel

Daun selada yang telah dibagi dalam tiga kelompok tersebut, ditimbang 50 g kemudian dimasukkan ke dalam blender, ditambahkan air 50 ml, diblender selama 3 menit sampai lumat. Hasil blender dimasukkan ke dalam Erlenmeyer (250 ml), kemudian ditambah dengan 100 ml etil asetat, karena ada air maka ekstraksi kurang sempurna, dengan bantuan sonikasi selama 10 menit sampel dapat terekstraksi (9). Setelah itu didekantasi, hasilnya dimasukkan ke dalam Erlenmeyer (250 ml), ditambah dengan natrium sulfat anhidrat yang sebelumnya diaktivasi pada suhu 200°C selama 3 jam, dimasukkan sebanyak 10 g, lalu aduk dan diendapkan. Kemudian didekantasi ke dalam Erlenmeyer (250 ml) dan saring dengan kertas saring, hasil saringan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer (250 ml) dan volume dicukupkan sampai 100 ml dengan etil asetat. Sampel siap dianalisis dengan kromatografi gas (10).

Ekstraksi untuk Perhitungan Perolehan Kembali

Untuk perhitungan perolehan kembali digunakan selada yang tidak terpapar pestisida profenofos. Sampel dirajang, ditimbang sebanyak 50 g, dimasukkan ke dalam Erlenmeyer (250 ml), ditambahkan 1 ml larutan standar profenofos 10 ppm, dan

ditutup dengan aluminium foil dan dibiarkan selama 2 jam. Setelah itu sampel dalam Erlenmeyer tadi dimasukkan ke dalam blender, ditambahkan air 50 ml, diblender selama 3 menit sampai lumat. Hasil blender dimasukkan ke dalam Erlenmeyer (250 ml), kemudian ditambah dengan 100 ml etil asetat, karena ada air maka ekstraksi kurang sempurna, dengan bantuan sonikasi selama 10 menit sampel dapat terekstraksi (9). Setelah itu didekantasi, hasilnya dimasukkan ke dalam erlenmeyer (250 ml), ditambah dengan natrium sulfat anhidrat yang sebelumnya diaktivasi pada suhu 2000C selama 3 jam, dimasukkan sebanyak 10 g, lalu aduk dan diempuk. Kemudian didekantasi ke dalam Erlenmeyer (250 ml) dan saring dengan kertas saring. Hasil saringan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer (250 ml) dan volume dicukupkan sampai 100 ml dengan etil asetat. Sampel siap dianalisis dengan kromatografi gas (10).

Rumus persen perolehan kembali:

$$\frac{x}{k} \times 100\%$$

Keterangan :

x = nilai yang diperoleh

k = nilai yang diketahui

Pembuatan Larutan Standar Pestisida

Standar profenofos yang tersedia 10 ppm dalam 10 ml. Pengenceran standar profenofos yang akan dibuat dengan konsentrasi 1 ppm. Pelarut yang digunakan adalah isooktana. Pipet 1 ml larutan standar profenofos 10 ppm, masukkan ke dalam labu ukur 10 ml, kemudian tambahkan pelarut isooktana ke dalam labu ukur dan cukupkan volumenya hingga 10 ml.

Penetapan Kadar Residu Pestisida dengan Kromatografi Gas.

Kondisi kromatografi gas :
 Detektor FPD (filter P),
 Column Name : RTX-5
 Column Length : 30,0 m
 Column Temp : 106-280°C
 Injection Temp : 250°C
 Carrier Gas : N₂/Air
 Injection Pressure: 127,0 kPa
 Detector Temp : 300°C
 H₂ Flow : 80 ml/menit
 Air Flow : 120 ml/menit
 Total Flow : 169,4 ml/menit

Pengolahan Data

Penentuan kuantitatif dilakukan dengan persamaan :

$$R = \frac{\frac{A_u}{A_b} \times C_b \times \frac{V_b}{V_u} \times A_{\text{akhir}}}{W_u}$$

Keterangan:

R : Kadar residu pestisida (ppm)

A_u : Area kromatogram sampel

A_b : Area kromatogram standar

C_b : Konsentrasi standar (ng/μl)

V_b : Volume larutan standar yang disuntikkan (μl)

V_u : Volume larutan sampel yang disuntikkan (μl)

V_e : Volume akhir ekstrak sampel (μl)

W_u : Berat sampel (g)

HASIL DAN DISKUSI

Selada yang digunakan pada penelitian ini diambil dari daerah Padang Luar, Kecamatan Banuhampu, Kabupaten Agam karena merupakan salah satu daerah

penghasil sayur terbesar di Sumatra Barat. Pada penelitian ini digunakan selada yang terdiri atas tiga perlakuan yaitu selada tidak dicuci (Selada A), dicuci dengan air (Selada B), dan dicuci dengan deterjen pencuci sayuran (Selada C).

Metode pada penelitian ini adalah modifikasi dari metode penelitian Yulnefi (2001) (10) yang juga melakukan pemeriksaan residu pestisida pada sayuran. Pada penelitian ini terdapat beberapa perlakuan yang berbeda yaitu:

1. sayuran yang diblender dilumatkan dengan bantuan air sedangkan penelitian terdahulu langsung menggunakan pelarut organik seperti etil asetat. Etil asetat dapat melarutkan *Poly Vinyl Chloride* (PVC) pada *blender*, hal ini dapat mengganggu proses analisis. Jika menggunakan pelarut organik kita harus menggunakan blender khusus.

2. Pada penelitian Yulnefi (2001) (10) penambahan Na_2SO_4 anhidrat dilakukan pada saat pemblenderan sampel. Maka penggunaan Na_2SO_4 anhidrat tidak bekerja secara optimal mengikat partikel air di dalam sampel. Sedangkan, pada penelitian ini penambahan Na_2SO_4 anhidrat dilakukan pada saat sudah didapatkan ekstrak etil asetat (sampel sudah didekantasi, ampas dari sampel telah dibuang dan larutan air yang terlihat dapat dibuang terlebih dahulu). Maka penggunaan Na_2SO_4 anhidrat bekerja secara optimal mengikat partikel air dan memberikan hasil yang baik dapat dilihat pada Gambar 5. Manfaat Na_2SO_4 anhidrat untuk mendapatkan ekstrak etil asetat yang murni dengan cara mengikat partikel air didalamnya. Pentingnya partikel air dihilangkan karena partikel air dapat melarutkan zat-zat selain semipolar yang bisa mempengaruhi proses analisis residu

pestisida profenofos dan bisa merusak kolom kromatografi gas.

Pada penelitian ini metode ekstraksi yang digunakan maserasi dengan bantuan sonikasi selama 10 menit menggunakan pelarut etil asetat, hal ini sesuai dengan hasil penelitian Susilowati *et al.* (2012) (9). Namun, ada beberapa pengerjaan yang berbeda seperti (1) sampel yang digunakan pada penelitian Susilowati *et al.* (2012) dirajang sedangkan pada penelitian ini diblender. Sampel yang diblender lebih terekstraksi sempurna karena semua bagian tanaman selada berkontak langsung dengan pelarut pengestraksi (2). Penggunaan NaCl, pada penelitian Susilowati *et al.* (2012) untuk memisahkan fase air dengan fase organik. Sedangkan pada penelitian ini tidak menggunakan NaCl karena dengan penggunaan Na_2SO_4 anhidrat sudah efektif untuk menghilangkan partikel air dari ekstrak etil asetat.

Pada penelitian ini digunakan etil asetat sebagai pengestraksi sampel. Pemilihan etil asetat karena sesuai dengan sifat sampel dan kolom kromatografi gas yang bersifat semipolar, harganya ekonomis, sifat toksisitasnya tidak tinggi, dan tidak bersifat karsinogenik (11). Pada penelitian ini didapat rata-rata nilai standar deviasi dan persen standar deviasi relatif adalah 0,00443 dan 3,85%. Hal ini menunjukkan ketelitian metode analisis yang cukup baik, karena simpangan baku relatif (koefisien variasi) maksimum yang diperbolehkan adalah 20% untuk penelitian di alam (12). Semakin kecil persen simpangan baku relatif atau persen standar deviasi relatif maka ketelitian metode analisis semakin baik. Persen perolehan kembali digunakan untuk menyatakan kecermatan. Kecermatan merupakan ukuran

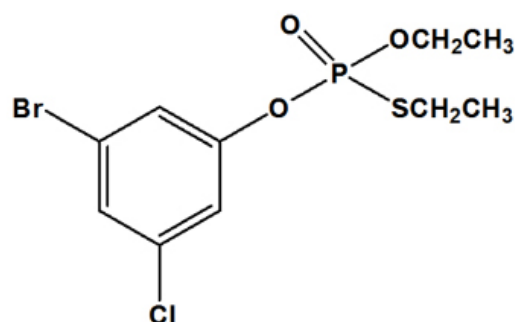
yang menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit sebenarnya (13). Metode penelitian ini memberikan hasil yang baik karena terlihat dari nilai persen perolehan kembalinya 86,5%. Nilai persen perolehan kembali yang baik adalah 80-115% (14). Keuntungan metode penelitian ini adalah efektif, praktis dan murah.

Nilai Batas Maksimum Residu (BMR) residu pestisida profenofos selada yang dipakai pada penelitian ini ditetapkan oleh The Japan Food Chemical Research Foundation (0,05 ppm) karena pemerintahan Indonesia dan *World Health Organization* (WHO) belum menetapkannya (15). Batas maksimum residu (BMR) adalah konsentrasi maksimum residu pestisida yang secara hukum diizinkan atau diketahui sebagai konsentrasi yang dapat diterima pada hasil pertanian yang dinyatakan dalam miligram residu pestisida per kilogram hasil pertanian (16).

Berdasarkan hasil penelitian residu pestisida profenofos pada selada yang tidak dicuci, dicuci dengan air, dan dicuci dengan deterjen pencuci sayuran didapatkan rata-ratanya dengan 3 kali pengukuran adalah 0,204, 0,080 dan 0,061 ppm. Pada penelitian ini, residu profenofos pada selada tidak dicuci yaitu 0,204 ppm, nilai ini melebihi nilai BMR (0,05 ppm) yang ditetapkan sebesar 408%. Hal ini bisa terjadi karena pemahaman petani yang minim terhadap pestisida yang mengakibatkan penggunaan pestisida yang tidak sesuai aturan seperti dosis, waktu pemberian, pencampuran pestisida, dilakukannya penyemprotan pada saat akan panen, dan pengaruh iklim.

Pada selada yang dicuci dengan air (0,080 ppm) mengalami penurunan kadar dari selada yang tidak dicuci (0,204 ppm)

sebesar 60,1%. Penurunan kadar terjadi karena profenofos bersifat hidrofil yang kelarutannya 1:20 tergolong kepada larut air (17). Pestisida yang bersifat hidrofil dengan pencucian air kadar residunya tentu dapat berkurang.



Gambar 1. Profenofos

Selada yang dicuci dengan deterjen pencuci sayuran (0,061 ppm) mengalami penurunan kadar dari selada yang tidak dicuci (0,204 ppm) sebesar 70,1%. Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan Anova satu arah (SPSS 20.0) kadar residu profenofos selada yang tidak dicuci signifikan dibandingkan dengan selada yang dicuci dengan air dan dicuci dengan deterjen pencuci sayuran ($p < 0,05$), hal ini dapat dilihat pada Tabel 4. Kemudian dilanjutkan dengan uji statistik Duncan, kadar residu profenofos pada selada yang dicuci dengan air dibandingkan dengan selada yang dicuci dengan deterjen pencuci sayuran yang tertinggal terlihat signifikan, hal ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Beberapa pestisida golongan organoklorin (Aldrin[®], Lindan[®], Heptaklor[®], Heksaklorofen[®], dll) memiliki lipofilisitas yang tinggi maka tidak akan mudah larut dalam air, sehingga proses pencucian memerlukan surfaktan. Surfaktan adalah senyawa

kimia yang dalam molekulnya memiliki dua kutub yang masing-masing bersifat hidrofil dan lipofil. Dalam proses pencucian menggunakan air, bagian hidrofil akan berinteraksi dengan air sedangkan bagian lipofil akan berinteraksi dengan kontaminan bersifat lipofil termasuk pestisida. Dengan demikian, surfaktan bertindak sebagai jembatan dan dengan sendirinya akan meningkatkan efektifitas pencucian pestisida menggunakan air (18).

Pada penelitian lain yang memeriksa residu pestisida adalah Miskiyah & Munarso (2009) (19). Hasil analisisnya pada selada yang diperoleh dari Bandungan Jawa Tengah menunjukkan adanya residu profenofos kadar 0,0045 ppm, sedangkan sampel yang diperoleh dari Cianjur Jawa Barat terdeteksi adanya residu pestisida profenofos dengan kadar 0,0021 dan 0,04 ppm. Dibandingkan dengan penelitian ini, kadar residu pestisida profenofos di daerah Bandungan, Jawa Tengah dan Cianjur, Jawa Barat di bawah nilai BMR (0,05 ppm). Hal ini diduga karena tempat pengambilan sampel yang berbeda dan petani disana sudah menggunakan pestisida sesuai aturan seperti dosis dan waktu pemberian.

Sedangkan pada penelitian Alen *et al.* (2013) (5) residu pestisida profenofos yang terdapat pada selada adalah 5,92 ppm. Dibandingkan dengan penelitian ini, kadar residu pestisida profenofos di sentra sayur Pasar Padang Luar melebihi nilai BMR (0,05 ppm). Hal ini diduga karena penggunaan pestisida profenofos yang intens, masih dilakukannya penyemprotan pestisida sebelum panen, lokasi dan waktu pengambilan sampel yang berbeda.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mendegradasi residu pestisida pada

buah dan sayuran. Menurut Amvrazi (2011) (20), penurunan jumlah residu pestisida dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: (1) Daya larut. Residu pestisida dapat melarut pada air pencuci. Hal ini berkaitan dengan sifat fisik dan kimia, yaitu kelarutan dalam air dan pH air pencuci (2) Hidrolisis. Residu pestisida dapat terhidrolisis tergantung pada jumlah air yang ada, pH, dan konsentrasi pestisida. Menurut Atmawidjaja (2004) (21) ada beberapa faktor yang mempengaruhi penurunan residu pestisida antara lain: (1) penguapan, (2) perlakuan mekanis dan fisik, pestisida berkurang karena terlarut akibat pencucian, dan (3) kimiawi (pencucian dengan deterjen). Menurut Gonzales *et al.* (2007) (22) residu pestisida dapat direduksi melalui perlakuan teknologi pencucian dan kontrol analitik terhadap residu pestisida.

Jika residu pestisida profenofos yang terdapat pada selada ini masuk ke dalam tubuh manusia melalui mulut, maka dapat memberikan pengaruh terhadap kesehatan manusia. Dampak kesehatan akibat pestisida juga tergantung pada kandungan bahan kimia di dalam pestisida dan level pemaparannya. Evaluasi dampak pestisida berdasarkan pada eksperimen terhadap manusia dan hewan uji dimana keracunan akut, sub-akut, semi-kronis dan kronis ditentukan bersamaan dengan efek pada kulit (iritasi dan sentisivitas kulit), kandungan teratogenik dan karsinogenik serta pengaruhnya terhadap reproduksi (23).

Senyawa organofosfat mempengaruhi sistem saraf dan menghambat kerja enzim asetilkolinesterase sehingga asetilkolin tidak terhidrolisis. Enzim asetilkolinesterase secara normal menghidrolisis asetilkolin menjadi asetat dan kolin. Pada saat enzim dihambat, mengakibatkan jumlah asetilkolin meningkat

dan berikatan dengan reseptor muskarinik dan nikotinic pada sistem saraf pusat dan perifer. Hal tersebut menyebabkan timbulnya gejala keracunan yang berpengaruh pada seluruh bagian tubuh (24).

Jika aktifitas enzim asetilkolinesterase turun atau berkurang karena adanya pestisida organofosfat dalam darah yang akan membentuk senyawa *phosphorilated cholinesterase*, sehingga enzim tersebut tidak dapat berfungsi lagi. Maka kadar yang aktif dari enzim asetilkolinesterase akan berkurang sehingga mengakibatkan kontraksi pupil, stimulasi otot saluran cerna, stimulasi saliva dan kelenjar keringat, kontraksi otot bronkial, kontraksi kandung kemih, nodus sinus jantung dan nodus atrio-ventrikular dihambat. Mula-mula stimulasi disusul dengan depresi pada sel sistem saraf pusat (SSP) sehingga menghambat pusat pernafasan dan pusat kejang. Stimulasi dan blok yang bervariasi pada ganglion dapat mengakibatkan tekanan darah naik atau turun serta dilatasi atau miosis pupil. Kematian disebabkan karena kegagalan pernafasan dan blok jantung (24).

Dampak terhadap konsumen umumnya berbentuk keracunan kronis yang tidak langsung dirasakan. Namun, dalam waktu lama bisa menimbulkan gangguan kesehatan seperti gangguan terhadap saraf, hati, perut, sistem kekebalan, dan hormon.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rubatzky, V., & Yamaguchi, M. (1998). *Sayuran Dunia 2: Prinsip, Produksi dan Gizi*, Edisi 2. Penerjemah: Catur Herison. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
2. Chen, C., Qian, Y., Chen, Q., Tao, C., Li, C. & Li, Y. (2011). Evaluation of Pesticide Residues in Fruits and Vegetables from Xiamen. *Food Control*, 22, 1114-1120.

Gejala keracunan ini baru kelihatan setelah beberapa bulan atau beberapa tahun kemudian (25).

Hasil yang diharapkan adalah tidak adanya residu pestisida profenofos pada tanaman selada ini. Cara yang paling baik untuk mencegah pencemaran pestisida adalah tidak menggunakan pestisida sebagai pemberantas hama. Mengingat akibat samping yang terlalu berat, atau bahkan menyebabkan rusaknya lingkungan dan merosotnya hasil panen, sehingga penggunaan pestisida mulai dikurangi (26).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa sayur selada positif mengandung residu pestisida profenofos. Berdasarkan perhitungan didapatkan rata-rata kadarnya: selada tidak dicuci kadarnya 0,204 ppm, selada dicuci dengan air kadarnya 0,080 ppm, dan selada dicuci dengan deterjen pencuci sayuran kadarnya 0,061 ppm, kadar ini melewati BMR *The Japan Food Chemical Research Foundation* (0,05 ppm). Metode yang digunakan lebih efektif, praktis dan murah. Berdasarkan uji statistik Anova satu arah SPSS 20.0 kadar residu profenofos selada A signifikan dibandingkan dengan selada B dan C ($p < 0,05$).

3. Munarso, S.J., Miskiyah & Broto, W. (2006). *Studi Kandungan Residu Pestisida pada Kubis, Tomat, dan Wartel di Malang dan Cianjur*. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian, 2.
4. Indrayani, N. (2006). *Bioremediasi Lahan Tercemar Profenofos Secara Ex-situ dengan Cara Pengomposan*. (Tesis). Bogor: Institut Pertanian Bogor.
5. Alen, Y., Habazar, T., Syarif, Z. & Tajib, G. (2013). *Rancang Bangun Model Pengembangan Agribisnis Sayuran Sehat melalui Sumber Daya Lokal untuk Peningkatan Daya Saing dan Pendapatan Petani di Kabupaten Agam* (Laporan Penelitian Program Penelitian Unggulan Strategis Nasional No: 02/UN.16/PL-USN/2013). Padang: Universitas Andalas.
6. Quijano, R. & Sarojeni, V.R. (1999). *Pestisida Berbahaya Bagi Kesehatan*. Solo: Yayasan Duta Awam.
7. Alavanja, M.C.R., Hoppin, J.A. & Kamel, F. (2009). Health Effects of Chronic Pesticide Exposure. *Cancer and Neurotoxicity Annual Review of Public Health*, 25, 155-197.
8. Gandjar, I.G. & Abdul, R. (2007). *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
9. Susilowati, A.L., Primaharinastiti, R. & Soerjono, J. (2012). *Optimasi Metode Ekstraksi Untuk Analisis Triadimefon Pada Kubis Secara Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (Laporan Penelitian)*. Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Airlangga.
10. Yulnefi. (2001). *Pemeriksaan Residu Pestisida Organofosfat Dalam Tanaman Kubis (*Brassica oleracea L.*) dengan Metoda Kromatografi Gas*. (Skripsi). Padang: Universitas Andalas.
11. Sweetman, S.C. (2009). *Martindale The Complete Drug Reference* (36th ed). London: Pharmaceutical Press.
12. Wonnacott, R.J. & Wonnacott, T.H. (1989). *Pengantar Statistika* (Edisi 4). Penerjemah: Bambang Sumantri. Jakarta: Erlangga.
13. Harmita. (2004). Petunjuk Pelaksanaan Validasi, Metode, dan Cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 1, 3, 117-135.
14. Association of Official Analytical Chemist. (2012). *Guidelines for Single Laboratory Validation of Chemical Methods for Dietary Supplements and Botanicals*, Diakses 11 September 2014 dari www.aoac.org/official_methods/slv_guidelines.pdf.
15. The Japan Food Chemical Research Foundation. (2006). *Pesticides Profenofos*. Diakses 20 Mei 2014 dari <http://www.m5.ws001.squarestart.ne.jp/foundation/fooddtl.php>.
16. Anonim. (2008). *Batas Maksimum Residu Pestisida Pada Hasil Pertanian*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
17. Anonim. (2007). *Pesticide Residues in Food (Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group, 18-27 September 2007)*. Geneva: Food and Agriculture Organizations & World Health Organizations.
18. Lukitaningsih, E., Sudarmanto, B.S.A. & Noegrohati, S. (2002). Uji Efektifitas Daya Bersih Beberapa Sediaan Surfaktan Terhadap Residu Pestisida Pada Buah Apel Segar. *Majalah Farmasi Indonesia*, 13, 4, 200-206.

19. Miskiyah & Munarso, S.J. (2009). *Kontaminasi Residu Pestisida pada Cabai Merah, Selada, dan Bawang Merah*. (Studi Kasus di Bandungan dan Brebes Jawa Tengah serta Cianjur Jawa Barat. *J. Hort*, 19, 1,101-111.
20. Amvrazi, E.G. (2011). *Pesticides - The Impacts of Pesticide Exposure*. M. Stoytcheva (Ed). Fate of Pesticide Residues on Raw Agricultural Crops after Postharvest Storage and Food Processing to Edible Portions, Pesticides-Formulations, Effects, Fate. 576-588. Rijeka: Intech.
21. Atmawidjaja, S., Tjahjono, D.H. & Rudiyanto. (2004). Pengaruh Perlakuan Terhadap Kadar Residu Pestisida Metidation Pada Tomat. *Acta Pharmaceutica Indonesia*, 29, 2, 72-82.
22. Gonzales, R.M., Rial, O.R., Cancho, G.B. & Simal, G.J. (2007). Occurrence of Fungicide and Insecticide Residues in Trades Samples of Leafy Vegetables. *Food Chem*, 107, 3, 1342-1347.
23. De Vreede, J.A.F., Brouwer, D.H., Stevenson, H. & Hemmen, J.J.V. (1998). Exposure and Risk Estimation for Pesticides in High-volume Spraying. *British Occupational Hygiene Society*, 42, 3, 151-157.
24. Barile, F.A. (2003). *Clinical Toxicology: Principles and Mechanisms*. London: CRC Press.
25. Romeo & Rengam. (1999). *Awas Pestisida Berbahaya Bagi Kesehatan*. Solo: Yayasan Duta Awam.
26. Adriyani, R. (2006). Usaha Pengendalian Pencemaran Lingkungan Akibat Penggunaan Pestisida Pertanian. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 3, 1, 95-106.