

ANALISIS RESIDU PESTISIDA CABAI MERAH DENGAN KROMATOGRAFI GAS

Dewi Rosmayanti dan Dini Kusdiningsih
Balai Penelitian Pascapanen Pertanian Bogor
Jalan Tentara Pelajar no 12a Cimanggu Bogor
Telp. 081296663544, 081310234954
dewirosmayanti.1082@gmail.com, dinizelf@yahoo.com

RINGKASAN

Cabai merah (*Capsicum annuum L.*) adalah tanaman yang berasal dari benua Amerika, merupakan salah satu komoditas pertanian andalan Indonesia. Tingginya konsumsi cabai merah, dan harga yang fluktuatif memicu para petani berusaha meningkatkan kualitas komoditas ini, salah satunya adalah dengan menggunakan pestisida. Penggunaan pestisida dalam produk pertanian ditujukan untuk mencegah serangan hama penyakit dan pengganggu yang dapat merusak tanaman. Pestisida golongan organoklorin merupakan pestisida yang umum digunakan. Pestisida meninggalkan residu pada bagian-bagian tanaman baik tangkai, batang, maupun buah dan bersifat toksik, sehingga berbahaya bagi kesehatan. Pengujian residu pestisida merupakan hal penting untuk menunjang kesehatan masyarakat. Residu pestisida organoklorin pada cabai merah dapat dianalisis dengan menggunakan kromatografi gas. Sampel cabai diekstraksi dengan menggunakan pelarut aseton, diklorometan dan petroleumeter (30:30:30 v/v). Hasil ekstraksi dipekatkan lalu dilarutkan dengan isooktana dan toluena (90:10 v/v). Ekstrak lalu dianalisis dengan menggunakan kromatografi gas, teknik injeksi *splitless*, suhu injektor 250 °C. Kolom sebagai fase diam 14% *cyanopropylphenyl* 86% *dimethylpolysiloxane*, dengan suhu terprogram. Fase gerak menggunakan gas nitrogen dengan laju alir 1.5 mL/menit. Detektor yang digunakan adalah *Electron Capture Detector* (ECD) dengan suhu 250 °C. Berdasarkan hasil percobaan, residu pestisida organoklorin yang terdapat pada sampel cabai merah adalah lindan, heptaklor, aldrin dan endrin dengan kadar berturut-turut adalah 0.0103, 0.0014, 0.0028, 0.0052 mg/L. Hasil tersebut bila dibandingkan dengan SNI 7313:2008 masih berada dibawah Batas Maksimum Residu (BMR).

Kata Kunci: Cabai Merah, Kromatografi Gas, Organoklorin, Pestisida

PENDAHULUAN

Cabai merah besar (*Capsicum annuum L.*) merupakan salah satu komoditas pertanian yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Kebutuhan masyarakat Indonesia terhadap cabai merah terus meningkat dari tahun ke tahun (Agromedia 2011). Cabai merah biasa digunakan sebagai bumbu masakan yang memberikan cita rasa pedas yang khas. Permintaan pasar yang tidak pernah sepi dan harga yang fluktuatif menjadikan cabai merah diminati oleh para petani untuk dibudidayakan. Kondisi cuaca dan serangan hama penyakit merupakan masalah utama menanam cabai merah. Untuk mengatasi serangan hama dan penyakit, salah satu cara yang digunakan petani cabai merah adalah

dengan menggunakan pestisida. Penggunaan pestisida ditujukan untuk meningkatkan hasil pertanian (Prajnanta 2012).

Pestisida adalah suatu zat atau campuran zat baik alami maupun sintetik yang diformulasikan untuk mengontrol dan mengusir hama yang bersaing dengan manusia (dalam hal makanan), merusak, dan menyebarkan penyakit. Pestisida yang umum digunakan dalam produk pertanian adalah organoklorin. Pestisida golongan organoklorin terdiri atas aldrin, endrin, heptaklor, lindan, eldrin, DDT, dan beta endosulfan (Tadeo 2008). Organoklorin merupakan jenis pestisida berbahaya. Golongan ini mampu bertahan lama dilingkungan dan sulit diurai. Pestisida di satu sisi telah terbukti mampu mengendalikan hama perusak tanaman, mencegah kerusakan tanaman, dan meningkatkan kualitas serta kuantitas hasil pertanian (Damalas dan Eleftherohorinos 2011). Namun di sisi lain pestisida telah menyebabkan kontaminasi yaitu adanya residu pestisida dalam hasil panen, tanah, udara dan sumber air (Stoytcheva 2011). Residu pestisida dapat menempel dan terakumulasi padatanaman, dapat mengganggu kesehatan diantaranya gangguan reproduksi, alergi, kerusakan syaraf, dan kanker (Fianko *et al* 2010). Oleh karena itu analisis residu pestisida, khususnya dalam produk pertanian seperti cabai merah merupakan hal yang penting untuk dilakukan, mengingat penggunaan pestisida yang meluas di sektor pertanian. Hasil pengujian dapat dibandingkan dengan Batas Maksimum Residu (BMR) pestisida yang masih dapat di tolerir.

Analisis residu pestisida dapat dilakukan dengan kromatografi gas. Sampel diekstrak lalu campuran komponen yang telah diekstrak akan dibawa oleh gas pembawa ke dalam kolom, sehingga terjadi pemisahan. Pemisahan dapat terjadi karena adanya perbedaan titik didih antar komponen yang akan dipisahkan, dan karena adanya interaksi komponen dengan kolom. Komponen yang telah terpisah dideteksi oleh detektor penangkap elektron atau *Electron Capture Detector (ECD)*. Detektor ini memiliki sensitivitas yang baik bagi senyawa yang mengandung unsur elektronegatif yang tinggi.

Percobaan bertujuan untuk mengetahui kadar residu pestisida organoklorin dalam sampel cabai merah besar secara kromatografi gas. Percobaan dilakukan di Laboratrium Kimia Balai Besar Penelitian Pascapanen Pertanian Bogor yang beralamat di Jalan Tentara Pelajar No 12 A Cimanggu Bogor.

BAHAN DAN METODE

Alat-alat yang digunakan dalam analisis yaitu pisau, sudip, alat gelas, tabung sentrifuse, neraca analitik, sentrifuse, labu bulat, *rotary evaporator*, *blender*, *syringe* plastik, *micro syringe* 10 μ L, botol vial, kromatografi gas (Varian tipe 450-GC).

Bahan-bahan yang digunakan dalam analisis yaitu sampel cabai merah besar, aseton, petroleum eter, diklorometana, toluena:isooktana (90 : 10 v/v), gas nitrogen, saringan mikro, dan larutan standar campuran organoklorin.

Penentuan residu pestisida sampel cabai merah dilakukan merujuk pada metode yang ditetapkan oleh Komisi Pestisida tahun 2006. Terdapat 3 tahap analisis yaitu preparasi sampel, pengukuran, dan penghitungan data. Analisis dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Data pengukuran yang diperoleh dibandingkan dengan Batas Residu Pestisida dalam SNI 7313:2008. Sampel cabai merah besar yang digunakan diperoleh

dari pasar anyar Bogor. Bagian cabai merah yang dianalisis adalah bagian daging cabai dan bijinya.

Pembuatan larutan standar dan preparasi sampel

Standar yang digunakan adalah standar campuran pestisida organoklorin yang terdiri atas lindan, heptaklor, DDT, aldrin, dieldrin, endrin dan endosulfan. Larutan standar dibuat dengan cara menimbang standar campuran dan dilarutkan kedalam labu takar 1000 mL (larutan standar stok). Sebanyak 0.1 mL larutan standar stok dipipet dan diencerkan ke labu 100 mL dengan isooktana:toluena (90:10 v/v).

Sampel cabai merah yang digunakan adalah cabai merah besar, cabai dipotong kecil-kecil lalu dan ditimbang sebanyak 15 gram. Sampel ditambahkan aseton 30 mL lalu dilumatkan dengan menggunakan *blender* selama 30 detik. Campuran ditambahkan 30 mL diklorometana dan 30 mL petroleum eter lalu dilumatkan kembali selama 30 detik. Sampel cabai yang telah lumat lalu disentrifuse dengan kecepatan 4000 rpm selama 2 menit. Larutan sampel disaring dengan kertas saring. Fitrat dimasukkan ke dalam labu bulat untuk dipekatkan hingga hampir kering dengan menggunakan *rotary evaporator*, suhu pemanas tidak lebih dari 40 °C. Residu yang pekat yang menempel pada labu dilarutkan dengan 5 mL larutan campuran isooktana:toluena(90:10 v/v). Larutan dimasukkan ke dalam botol vial dan siap untuk diukur.

Kondisi pengukuran

Kondisi pengukuran analisis residu pestisida sampel cabai merah adalah sebagai berikut, alat kromatografi gas (Varian tipe 450-GC), detektor *Electron Capture Detector*(ECD), kolom kapiler 30 meter, 0.32 mmID, *crossbond* 14% *cyanopropylphenyl* 86% *dimethylpolysiloxan*, fase gerak gas nitrogen dengan laju alir 1.5mL/menit, teknis injeksi *splitless*, volume injeksi 2 µL, suhu injektor 250 °C, suhu detektor 250°C, suhu kolom suhu terprogram. Suhu awal kolom 150 °C ditahan 0.5 menit, lalu dinaikkan menjadi 200°C dengan kenaikan 20°C/menit dan ditahan 3 menit, lalu dinaikkan menjadi 250 °C dengan kenaikan 25°C/menit dan ditahan selama 12menit. Total waktu yang diperlukan adalah 20 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kandungan residu pestisida organoklorin dalam cabai merah dilakukan dengan menggunakan kromatografi gas. Tahapan penting analisis residu pestisida meliputi preparasi sampel, pengukuran, dan perhitungan kadar residu dalam sampel. Tiap tahap dalam analisis perlu diperhatikan agar terhindar dari kesalahan yang dapat mempengaruhi hasil percobaan.

Preparasi Sampel

Sebelum dianalisis dengan kromatografi gas sampel cabai dipreparasi dahulu. Teknik preparasi sampel dapat berbeda-beda tergantung jenis dan matrik sampel yang dianalisis(Komisi pestisida 2006). Cabai merah dapat dikategorikan sayur dan buah, merupakan sampel dengan kadar air yang cukup tinggi dan kadar lemak yang rendah (Marnoto *et al.* 2012).

Sampel cabai merah yang telah disiapkan tidak dicuci terlebih dahulu. Proses pencucian dapat mengakibatkan terjadinya pengurangan residu pestisida dalam sampel (Winarti dan Miskiyah 2010). Cabai merah lalu diiris halus, untuk memperkecil ukuran sampel sehingga proses homogenisasi sampel menjadi lebih mudah. Homogenitas sampel menjadi syarat utama agar diperoleh hasil analisis yang benar. Homogenitas sampel menunjukkan distribusi analit telah merata dalam tiap bagian sampel.

Pelarut organik yang digunakan untuk mengekstrak residu pestisida organoklorin adalah aseton, diklorometana, dan petroleum eter dengan perbandingan yang sama. Ekstraksi merupakan proses pengambilan suatu komponen dari suatu campuran menggunakan suatu pelarut, komponen akan terdistribusi ke dalam pelarut sehingga terpisah dari campuran. Distribusi komponen ke dalam pelarut disebabkan adanya persamaan polaritas yang mengikuti kaidah *like dissolve like* (Hart *et al.* 1997). Pemilihan pelarut adalah kunci keberhasilan ekstraksi agar berlangsung efektif dan optimal, selain itu tekanan dan suhu juga dapat mempengaruhi efektivitas ekstraksi. Menurut Tadeo (2008), ekstraksi padat cair merupakan teknik ekstraksi yang paling umum dilakukan saat analisis residu pestisida. Mekanisme yang terjadi saat proses ekstraksi adalah pelarut memasuki pori-pori sampel untuk memecahkan ikatan analit dengan matrik sampel (tahap 1). Komponen akan terlepas dari matrik sampel (tahap 2). Distribusi komponen dari matrik sampel menuju pelarut (tahap 3). Setelah diekstrak, sampel dan pelarut organik lalu disentrifuse dan disaring. Tujuan proses ini adalah memisahkan pelarut organik yang berisi komponen analit dengan ampas sampel. Selanjutnya sampel dimurnikan dengan proses *clean up*.

Proses pemurnian ekstrak (*clean up*) dapat dilakukan dengan menggunakan kolom kromatografi yang berisi silika, florisil atau alumina, ketiganya merupakan adsorben yang bersifat polar. Ekstrak dielusi melalui kolom tersebut dengan pelarut tertentu, komponen polar akan tertahan dalam kolom sedangkan residu pestisida akan terelusi keluar kolom dengan kondisi lebih murni (Tadeo 2008). Filtrat sebenarnya akan berisi banyak matriks pengganggu yang ikut terekstrak oleh pelarut. Tidak dilakukannya proses *clean up* ini akan berpengaruh terhadap kromatogram yang dihasilkan. Keuntungan lain melakukan *clean up* ekstrak, selain menghasilkan kromatogram dengan puncak pengotor yang lebih sedikit juga dapat memperlama usia kolom dan menghindari injektor dari pengotor (Tadeo 2008).

Filtrat dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* dengan kecepatan 120 rpm pada suhu 40 °C. Suhu *rotary evaporator* tetap dijaga tidak melebihi 40 °C, untuk mencegah penguapan komponen yang dapat menyebabkan kesalahan analisis. Sampel dipekatkan hingga seluruh pelarut menguap. Sampel lalu ditambahkan pelarut isooktana:toluena (90:10 v/v) sebanyak 5 mL. Sampel disimpan dalam botol vial dan siap diukur.

Pengukuran

Ekstrak sampel diukur menggunakan kromatografi gas dengan kondisi pengukuran tertentu. Ekstrak cabai disuntikan sebanyak 2 µL ke dalam alat kromatografi gas pada bagian injektor dengan menggunakan alat suntik mikro (*micro syringe*) dengan teknik suntik *splitless*. Suhu injektor pada kromatografi gas harus lebih tinggi dari titik didih komponen sehingga sampel akan berubah menjadi fase gas dalam injektor. Suhu injektor yang rendah dapat menyebabkan injektor dan kolom kontaminasi oleh zat yang tidak

menguap (Tadeo 2008). Teknik injeksi sampel dapat diposisikan secara *split* atau *splitless* tergantung konsentrasi sampel. Sampel dengan konsentrasi tinggi dapat digunakan teknik suntik *split* yakni membagi sampel sehingga hanya sebagian kecil saja yang masuk ke dalam kolom (Tadeo 2008). Misalnya bila diatur *split ratio* 10:1 artinya hanya sekitar sepersepuluh bagian yang akan masuk ke dalam kolom. Sisanya dibuang ke luar injektor melalui *purge*. Analat residu pestisida umumnya memiliki konsentrasi rendah, sehingga bila membagi sampel di injektor (teknik *split*) memungkinkan signal tak terdeteksi oleh detektor. Oleh karena itu teknik suntik yang tepat untuk analisis residu pestisida adalah dengan teknik *splitless*. Saluran pembagi di injektor pada teknik injeksi *splitless* akan tertutup sehingga analit dalam fase gas akan memasuki kolom. Saluran pembagi akan terbuka saat seluruh analit memasuki kolom (Tadeo 2008).

Gas pembawa pada analisis residu pestisida sampel cabe adalah gas nitrogen dan diatur dengan laju alir 1.5 mL/menit. Pemilihan gas pembawa tergantung pada detektor yang digunakan. Untuk detektor penangkap elektron (ECD), diperlukan gas nitrogen atau argon yang ditambah metana (Gritter 1991). Gas pembawa dalam kromatografi gas adalah fase gerak yang akan membawa analit memasuki kolom kromatografi gas. Gas pembawa harus gas yang sulit bereaksi (*inert*) terhadap sampel dan fase diam, memiliki kemurnian yang tinggi untuk meminimalisir derau, memperpanjang usia kolom, menghemat perawatan alat kromatografi gas dan untuk memperoleh hasil pengujian yang baik (Harvey 2000). Beberapa kesalahan analisis dapat bersumber dari kontaminasi gas pembawa oleh komponen lain. Pengotor gas pembawa dapat berupa hidrokarbon, oksigen, air, dan senyawa lainnya. Laju alir gas pembawa diatur dalam kromatografi gas untuk memperoleh pemisahan (resolusi) yang baik. Penurunan laju alir dapat berakibat pada bergesernya waktu retensi, puncak kromatogram rendah, kaki puncak melebar dan cenderung dihasilkan puncak dengan tinggi konstan. Adapun kenaikan laju alir dapat berakibat menumpuknya dua puncak atau lebih menjadi satu puncak. Oleh karena itu laju alir perlu diatur agar diperoleh resolusi yang baik. Kisaran laju alir untuk kolom kapiler adalah 1-25 mL/menit (Harvey 2000).

Kolom merupakan jantung kromatografi, dalam kolom analat dipisahkan. Kolom yang digunakan dalam analisis residu pestisida cabai merah adalah kolom kapiler dengan panjang 30 meter, diameter tengah 0,32 mm, berisi fase diam *crossbond* 14% *cyanopropylphenyl* 86% *dimethylpolysiloxan*. Pemisahan kromatografi gas sangat ditentukan oleh titik didih komponen, dan sedikit dipengaruhi oleh interaksi antara fase diam dan komponen. Perbedaan titik didih antar komponen dapat mempermudah proses pemisahan, sedangkan untuk komponen dengan titik didih yang saling berdekatan, pemisahan dapat terjadi dengan baik apabila terdapat interaksi antara fase diam dengan salah satu komponen. Secara umum komponen yang bersifat polar dapat dipisahkan dengan fase diam yang juga bersifat polar, komponen yang bersifat non polar dapat dipisahkan dengan fase diam yang juga bersifat non polar (Harvey 2000). Fase diam 14% *cyanopropylphenyl* 86% *dimethylpolysiloxan* bersifat semipolar. Gugus *cyanopropylphenyl* dapat meningkatkan polaritas fase diam, yang didominasi oleh *dimethylpolysiloxan* yang bersifat nonpolar. Fase diam ini cocok untuk analisis senyawa pestisida. Kerusakan fase diam dalam kolom dapat terjadi, salah satu yang paling mempengaruhi adalah temperatur. Temperatur kolom pengukuran yang melebihi batas temperatur fase diam dapat berpotensi merusak fase diam (Harvey 2000), oleh karena itu temperatur perlu diatur agar fase diam dapat tahan lama dan juga agar diperoleh

resolusi yang baik. Tabel 1 menunjukkan suhu terprogram analisis residu pestisida cabai merah.

Tabel 1. Suhu terprogram analisis residu pestisida cabai merah

Suhu kolom (°C)	Intervalkenaikan °C/menit	Waktu (menit)		
		naik	ditahan	total
150	-	0.0	0.5	0.5
200	20	2.5	3.0	6.0
250	25	2.0	12.0	20.0

Berdasarkan Tabel 1 suhu awal kolom diset 150°C dan ditahan selama 0.5 menit. Suhu lalu dinaikkan menjadi 200 °C dengan interval kenaikan suhu 20 °C/ menit dan ditahan selama 3 menit. Untuk menaikkan suhu kolom dari 150 °C menjadi 200 °C dengan interval 20 °C/menit, diperlukan waktu selama 2.5 menit. Suhu lalu dinaikkan menjadi 250 °C dengan interval kenaikan suhu yang berbeda dan ditahan dengan lama yang berbeda sehingga total waktu yang diperlukan untuk analisis adalah 20 menit. Selain temperatur kolom, temperatur injektor dan detektor perlu diatur dalam alat kromatografi gas. Temperatur injektor harus bisa mengubah sampel menjadi fase gas namun tidak sampai menyebabkan dekomposisi atau penguraian kimia sampel.

Detektor yang digunakan dalam analisis residu pestisida cabai merah adalah detektor penangkap elektron atau *Electron Capture Detector* (ECD). Detektor ini cocok digunakan untuk penentuan senyawa yang mengandung unsur halogen seperti senyawa organoklorin yang mengandung atom klor (David 1974). Detektor ini terdiri atas sumber radio aktif biasanya ⁶³Ni yang ditempatkan antara dua elektroda yang bermuatan. Ketika gas pembawa mengalir ke detektor, gas akan terionkan oleh sumber radio aktif dan menghasilkan elektron yang akan mengalir melintasi medan listrik dan menghasilkan arus listrik. Jika dalam gas pembawa terdapat analat, analat akan mengambil beberapa elektron yang ada, sehingga mengurangi arus listrik. Penurunan arus listrik diperkuat dan direkam oleh alat perekam (Gritteret *al.* 1991). Prinsip inilah yang menjadikan detektor ini sangat baik digunakan pada analat yang mengandung unsur yang bersifat elektronegatif, misalnya golongan halogen. Organoklorin merupakan senyawa yang mengandung unsur klor yang memiliki elektronegatifitas yang tinggi. Klor akan sangat reaktif terhadap elektron sehingga penurunan arus listrik dapat terekam. Hal ini yang menyebabkan detektor ini memiliki sensitifitas yang baik untuk analisis residu pestisida.

Kadar Residu Pestisida

Hasil percobaan berupa kromatogram standar dan kromatogram sampel (Lampiran 3 dan Lampiran 4). Kromatogram memberikan informasi berupa area puncak dan waktu retensi. Tabel 2 memperlihatkan area puncak dan waktu retensi standar campuran pestisida organoklorin.

Tabel 2. Waktu retensi dan area puncak standar

Pestisida organoklorin	Waktu retensi (menit)	Area puncak standar
Lindan	8.28	3148.7
Heptaklor	8.66	19231.7
Aldrin	9.19	15689.4

Pestisida organoklorin	Waktu retensi (menit)	Area puncak standar
Endosulfan	11.31	10284.5
Dieldrin	12.32	3990.7
Endrin	13.02	8158.6
DDT	15.25	4415.0

Berdasarkan Tabel 2, lindan memiliki waktu retensi paling kecil yakni 8.28 menit, sedangkan DDT memiliki waktu retensi terbesar yakni 15.25 menit. Waktu retensi standar inilah yang dijadikan acuan saat identifikasi komponen dalam sampel. Waktu retensi merupakan waktu yang menunjukkan lamanya senyawa komponen tertahan dalam kolom (Gritter 1991). Identifikasi komponen dalam sampel dapat dilakukan dengan membandingkan waktu retensi sampel dan waktu retensi standar. Misalnya puncak yang keluar mendekati menit ke 8.28 pada kromatogram sampel dapat diidentifikasi sebagai lindan.

Kromatogram sampel cabai merah (Lampiran 4) menunjukkan kromatogram dengan banyak puncak dan ada yang berhimpit satu dengan yang lain. Banyaknya puncak menunjukkan banyaknya komponen yang terdapat dalam sampel. Banyaknya puncak ini dapat terjadi karena saat percobaan tidak dilakukan proses pemurnian ekstrak. Komponen lain selain analat masih banyak terdapat dalam ekstrak. Meski dengan adanya waktu retensi residu organoklorin dapat diidentifikasi namun keberadaan puncak lain dapat mengganggu proses pemisahan (resolusi). Oleh karena itu proses *clean up* penting dilakukan untuk mengurangi puncak yang tidak diinginkan sehingga dapat diperoleh resolusi yang baik. Berdasarkan percobaan, kandungan residu pestisida organoklorin yang terdapat dalam sampel cabai merah ditunjukkan oleh Tabel 3. Hasil yang diperoleh lalu dibandingkan dengan Batas Maksimum Residu (BMR) pestisida organoklorin dalam sayur dan buah menurut SNI 7313 tahun 2008.

Tabel 3. Kadar residu pestisida organoklorin cabai merah

Residu organoklorin	Hasil percobaan (mg/L)	Batas Maksimum Residu (mg/L) SNI 7317-2008
Lindan	0.0103	0.2
Heptaklor	0.0014	0.05
Aldrin	0.0028	0.1
Endrin	0.0052	0.05

Kadar residu lindan lebih besar dibanding yang lainnya yakni 0.0103 mg/L, sedangkan kadar residu heptaklor merupakan kadar terendah yakni 0.0014 mg/L. Sedangkan endosulfan, dieldrin, DDT tidak terdeteksi. Kadar residu seluruhnya baik lindan, heptaklor, aldrin dan endrin bila dibandingkan dengan SNI 7313 tahun 2008 masih berada di bawah Batas Maksimum Residu (BMR), sehingga cabai merah tersebut masih aman untuk dikonsumsi. Standar Nasional Indonesia (SNI) 7313 tahun 2008 merupakan standar batas maksimum residu pestisida pada hasil pertanian yang ditetapkan pemerintah Indonesia.

Kadar residu pestisida yang melebihi Batas Maksimum Residu (BMR) akan berdampak buruk bagi kesehatan manusia. Penggunaan pestisida dan dampaknya telah mendapatkan perhatian yang serius terlebih dalam sektor pertanian sebab dari sektor

inilah dihasilkan sumber pangan bagi kehidupan manusia. Dampak residu pestisida organoklorin bagi manusia dan lingkungan telah banyak dilaporkan. Organoklorin merupakan pestisida berbahaya yang sulit terurai (resisten) dan dapat terbioakumulasi oleh organisme hidup dalam lingkungan dan dapat mengganggu ekosistem. Organoklorin juga diketahui dapat menyebabkan gangguan kesehatan serius bagi manusia, menyebabkan gangguan reproduksi, pernafasan, asma dan kerusakan metabolit, selain itu umumnya senyawa organoklorin juga bersifat karsinogenik (Rathore dan Nollet 2012).

KESIMPULAN

Hasil analisis kandungan residu pestisida organoklorin pada cabai merah besar menunjukkan bahwa sampel cabai merah yang dianalisis mengandung residu pestisida lindan, aldrin, heptaklor dan endrin dengan kadarsecara berturut-turut sebesar 0.0103, 0.0014, 0.0028 dan 0.0052 mg/L. Hasil tersebut bila dibandingkan dengan SNI 7313 tahun 2008 masih berada dibawah Batas Maksimum Residu (BMR), sehingga cabai merah tersebut masih aman untuk dikonsumsi.

DAFTAR BACAAN

- MSDS] Pestline Material safety data Sheet for Pesticides and Related Chemical Volume I. 1991. United State of America (USA): Occupational Health Services, Inc.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia 7313:2008. 2008. *Batas Maksimum Residu Pestisida pada Hasil Pertanian*. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.
- Damalas CA, Eleftherohorinos IG. 2011. Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 8, 1402-1419; doi:10.3390. ISSN 1660-4601.
- David DJ. 1974. *Gas Chromatographic Detectors*. United State of America (USA): Jhon Willey and Sons, Inc.
- Day RA, Underwood AL. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*. Ir sopyan I, penerjemah; Hilarius ST, editor. Jakarta (ID): Penerbit Erlangga. Terjemahan dari: *Quantitative Analysis Sixth Edition*.
- Escogido MLR, Mondragon EGG, Tzompantzi EV. 2011. Chemical and Pharmacological Aspects of Capsaicin. *Molecules*. 16, 1253-1270; doi:10.3390. ISSN 1420-3049.
- Fianco JR, Donkor A, Lowor ST, Yeboah PO, Glover ET, Adom T, Faanu A. 2011. Health Risk Associated with Pesticide Contamination of Fish from the Densu River Basin in Ghana. *Journal of Environmental Protection*. 115-123 doi:10.4236/jep.2011.22013.
- Gritter RJ, Bobbit JM, Schwating AE. 1991. *Pengantar Kromatografi Edisi Kedua*. Padmawinata K, penerjemah; Niksolihin S, editor. Bandung (ID): Insitut Teknologi Bandung. Terjemahan dari *Introduction to Chromatography*.

- Hart H, Craine LE, Hart DJ. 1997. *Kimia Organik. Suatu Kuliah Singkat*. Achmadi SS, penerjemah; Safitri A, Editor. Jakarta (ID): Penerbit Erlangga. Terjemahan dari: *Organic Chemistry. A short Course. Sixth Edition*.
- Harvey D. 2000. *Modern Analytical Chemistry*. New York (USA): McGraw hill.
- Hassall KA. 1987. *The Chemistry of Pesticides Their Metabolism, Mode of Action, and Uses in Crop Protection*. London (UK): Macmillan Education Ltd Basingstoke and London.
- Komisi Pestisida. 2006. *Metode Pengujian Residu Pestisida dalam Hasil pertanian*. Jakarta (ID): Direktorat Jendral Tanaman Pangan Direktorat Perlindungan Tanaman.
- Marnoto T, Sulistyowati E, Mahreni, Syahri M. 2012. The Characteristic of Heat Pump Dehumidifier Drier in the Drying of Red Chili (*Capsium annum L*). *Internat. J. of Sci. and Eng.* Vol. 3(1):22-25.
- McMahon BM, Wagner DC. 1999. *Pesticides Analytical Manual Volume I, 3 rd*. United State of America (USA): Food and Drug Administration
- Prajnanta, F. 2012. *Mengatasi permasalahan bertanam cabai*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya
- Purseglove JW, Brown EG, Green CL, Robbins SRJ. *Spices volume 1*. United State of America (USA): Longman Group Inc.
- Rathore HS, Nollet LML. 2012. *Pesticides Evaluation of Environmental Pollution*. Boca Raton (USA): Taylor and Francis Group
- Redaksi Agromedia. 2011. *Petunjuk Praktis Bertanam Cabai*. Jakarta (ID): Agromedia Pustaka
- Stoytcheva M. 2011. *Pesticides Formulation Effects Fate*. Croatia: Intech
- Tarumingkeng RC. 1992. *Insektisida Sifat, Mekanisme Kerja dan Dampak Penggunaannya*. Jakarta (ID): Penerbit Ukrida.
- Tadeo, JL. 2008. *Analysis of pesticides in Food and Environmental Sampels*. Boca Raton (USA): Taylor and Francis Group.
- Tomlin CDS. 1997. *The Pesticide Manual Elevent Edition*. United Kingdom (UK): British Corp Protection Council.
- Trubus. 2013. *Cabai*. Jakarta (ID): Penebar swadaya
- Winarti C dan Miskiyah. 2010. Status kontaminan pada sayur dan upaya pengendaliannya di Indonesia. *P. Inovasi Pertanian* 3 (3). 227-237
- Wudianto R. 1997. *Petunjuk Penggunaan Pestisida*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.