

Ketinggian lokasi dan residu pestisida pada tomat: studi di kota Batu dan kabupaten Tulungagung

Altitude and pesticide residue in tomatoes: a study in Batu and Tulungagung

Gading Giovani Putri¹, Sunarti Sunarti², Suhartini Suhartini³

Abstract

Purpose: This research aimed to determine the correlation between altitude and chlorothalonil residue in tomato from Batu and Tulungagung. **Methods:** This study used a cross sectional design, and was conducted in two places at different altitudes, Batu (>700 m asl) and Tulungagung (<500 m asl). Tomatoes that were ready to be harvested from field that used chlorothalonil were taken as samples. Independent variables were altitude, dosage and time of application, and also frequency of spraying. Dependent variable was chlorothalonil residue in tomato. **Results:** Chlorothalonil residue levels in all samples did not exceed MRL (5 mg/kg). The differences between chlorothalonil residue in high and lowlands were not significant ($p=0.06$). There were differences in dosage application in high and lowland ($p=0.004$). The result of simple linear regression tests on dosage application obtained $p=0.002$ which has effect on chlorothalonil residue. The result of simple linear regression test on frequency of spraying obtained $p=0.08$ which was no effect on chlorothalonil residue. The result of Kruskal Wallis tests on time of application obtained $p=0.189$ which has no effect on chlorothalonil residue. **Conclusions:** Chlorothalonil residue on tomatoes from lowlands (Tulungagung) is two times higher than from highland (Batu), but the differences were not significant. There were no effect between dosage application on chlorothalonil residue in tomato.

Keywords: chlorothalonil residue; altitude, dosage application; frequency of spraying; time of application; tomato

Dikirim: 24 Agustus 2015
Diterbitkan: 1 Mei 2016

¹Departemen Perilaku kesehatan, Lingkungan, dan Kedokteran Sosial, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada (Email: gadinggiovaniputri@gmail.com)

²Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada

³Bagian Kedokteran Forensik, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada

PENDAHULUAN

Residu pestisida dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui konsumsi makanan (2-3). Beberapa senyawa pestisida yang ditemukan pada tomat seperti metamidofos (4), dimetoat (5), profenofos (6), diklorvos (7), ditiokarbamat (8), dan klorotalonil (9). Tanaman yang mengandung residu pestisida melebihi batas maksimum residu (BMR) dikatakan kurang aman dikonsumsi (10). Residu pestisida pada sayuran dipengaruhi oleh dosis aplikasi, frekuensi penyemprotan, dan waktu aplikasi (12-13). Oleh sebab itu pengawasan penggunaan pestisida harus dilakukan oleh instansi terkait untuk mencegah tingginya residu pestisida pada hasil pertanian.

Kota Batu dan Kabupaten Tulungagung merupakan kota/kabupaten penghasil tomat di Jawa Timur. Kota Batu terletak di dataran tinggi (>700 mdpl) dengan suhu rata-rata 21,5°C dan produktivitas tomat sebanyak 49.367 kg/Ha (14). Kabupaten Tulungagung terletak di dataran rendah (<500 mdpl) dengan suhu rata-rata 27°C dan produktivitas tomat sebanyak 10.385 kg/Ha (15). Perbedaan ketinggian lokasi berkaitan dengan perbedaan suhu, curah hujan, dan kelembaban. Suhu yang tinggi menyebabkan penguapan pestisida. Curah hujan yang tinggi menyebabkan pencucian pestisida oleh air hujan (16). Di dataran tinggi dengan kelembaban tinggi merupakan kondisi yang baik untuk pertumbuhan cendawan sehingga perlu fungisida untuk membasmi (17-18). Petani akan lebih intensif menggunakan pestisida agar terhindar untuk menyelamatkan tanaman dari gagal panen akibat serangan OPT (19).

Penggunaan pestisida secara intensif menunjukkan dampak negatif pada kesehatan masyarakat. Hasil pemeriksaan kolinesterase darah dari 192 petani di Kota Batu Tahun 2014 menunjukkan 0,5% keracunan berat, 10,9% keracunan sedang, dan 25,6% keracunan ringan. Penelitian gabungan Litbangkes dan Dinas Kesehatan Kota Batu Tahun 2013 menemukan sebanyak 4,7% dari 191 sampel air minum warga terdeteksi residu pestisida organofosfat. Hasil studi pendahuluan menunjukkan bahwa pestisida yang sering digunakan petani di kedua lokasi adalah klorotalonil (organoklorin). Organoklorin bersifat persisten di lingkungan dan dapat mengalami bioakumulasi pada biota dan menyebabkan biomagnifikasi pada rantai makanan. Pestisida organoklorin dapat menyebabkan keracunan kronik pada manusia (21).

Berdasarkan paparan di atas muncul dugaan bahwa terdapat perbedaan penggunaan pestisida serta residu klorotalonil pada tomat di dataran tinggi dan rendah, melihat dampak negatif pada kesehatan petani, maka penelitian ini penting untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan ketinggian lokasi dengan residu klorotalonil, serta mengkaji faktor lain (dosis aplikasi, frekuensi penyemprotan, dan waktu aplikasi) yang memengaruhi besarnya residu klorotalonil pada tomat.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain *cross sectional*. Lokasi penelitian di Desa Tulungrejo, Kota Batu (>1000 mdpl) dan Desa Padangan, Kabupaten Tulungagung (<500 mdpl). Sampel yang diambil adalah tomat yang memasuki masa panen dan diambil secara acak dari lahan petani yang menggunakan pestisida Daconil dengan kandungan bahan aktif klorotalonil sebesar 75%. Setiap sampel mempunyai berat ± 1 kg (terdiri dari 9-14 buah tomat) untuk memenuhi uji laboratorium. Sampel di Kota Batu berasal dari 3 petani. Petani A₁ diambil 1 sampel (varietas Marta), petani B₁ diambil 2 sampel (varietas Lamtana), dan petani C₁ diambil 3 sampel (varietas Warani). Sampel di Kabupaten Tulungagung berasal dari 4 petani. Petani A₂ diambil 1 sampel, petani B₂ diambil 2 sampel, petani C₂ diambil 2 sampel, dan petani D₂ diambil 2 sampel. Varietas tomat yang diambil sebagai sampel adalah Servo. Berat rata-rata per buah tomat dari Kota Batu (99,53 g) lebih besar dibandingkan dari Kabupaten Tulungagung (84,4 g).

Penelitian ini menganalisis hubungan antara ketinggian lokasi, dosis aplikasi, frekuensi penyemprotan, dan waktu aplikasi (variabel bebas) dengan residu pestisida klorotalonil pada tomat (variabel terikat).

Pengujian dilakukan di laboratorium Balai Pengujian Mutu Produk dan Tanaman (BPMPT) melalui tahap ekstraksi (metode Quechers), *clean up*, analisis kualitatif, dan analisis kuantitatif. Ekstraksi dilakukan dengan menghomogenkan sebanyak ± 500 g sampel yang telah diambil secara acak. Tiap sampel tomat dibuat dua preparat (duplo). Bubur tomat yang sudah homogen ditimbang ± 15 g dan ditambahkan 15 ml acetonitril sebagai pelarut kemudian dikocok. setiap *tube* ditambahkan 6 g MgSO₄ dan 1,5 g CH₃COONa kemudian dikocok selama 2 menit. Preparat selanjutnya disentrifugasi sehingga terbentuk dua lapisan. Lapisan atas diambil sebanyak 6 ml untuk dilakukan

clean up dengan menambahkan 1,2 g MgSO₄ dan 0,4 g primary secondary amine (PSA). Campuran tersebut dikocok selama 2 menit kemudian disentrifugasi selama 5 menit sehingga terbentuk dua lapisan. Lapisan atas diambil sebanyak 1,5 ml, selanjutnya sebanyak 1 µl diinjeksikan ke kromatografi gas. residu klorotalonil dalam sampel dapat terlihat pada kurva dan area sampel yang muncul pada kromatografi gas. Tahap akhir pengujian residu pestisida adalah perhitungan kadar residu pestisida.

Analisis bivariat dilakukan dengan independent T-test ($\alpha=0,05$) untuk mengetahui hubungan ketinggian lokasi dengan residu klorotalonil pada tomat. Analisis Mann whitney U-test ($\alpha=0,05$) dilakukan untuk mengetahui perbedaan dosis aplikasi di dataran tinggi dan dataran rendah. Analisis regresi linear sederhana ($\alpha=0,05$) dilakukan untuk mengetahui pengaruh dosis aplikasi dan frekuensi penyemprotan terhadap residu klorotalonil. Kruskal wallis test ($\alpha=0,05$) dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu aplikasi terhadap residu klorotalonil.

HASIL

Tabel 1 menunjukkan rata-rata residu pestisida klorotalonil di Kabupaten Tulungagung lebih tinggi hampir dua kali lipat dibandingkan dengan Kota Batu. Perbedaan rata-rata residu klorotalonil pada tomat di kedua lokasi tidak signifikan ($p=0,06$).

Tabel 1. Hubungan ketinggian lokasi dengan residu klorotalonil pada tomat

Ketinggian Lokasi	n	Rata-rata Residu (ppb) ± Standar Deviasi
Dataran Tinggi	6	6,2 ± 4,04
Dataran Rendah	6	10,5 ± 3,06
$p > \alpha$		

Tabel 2 menunjukkan perbedaan rerata dosis klorotalonil yang digunakan di Kota Batu dan Kabupaten Tulungagung.

Tabel 2. Perbedaan dosis pestisida di Kota Batu dan Kabupaten Tulungagung

Ketinggian Lokasi	N	Rata-rata Dosis (g/l) ± SD
Dataran Tinggi	6	0,859 ± 0,121
Dataran Rendah	6	1,565 ± 0,218
$p < \alpha$		

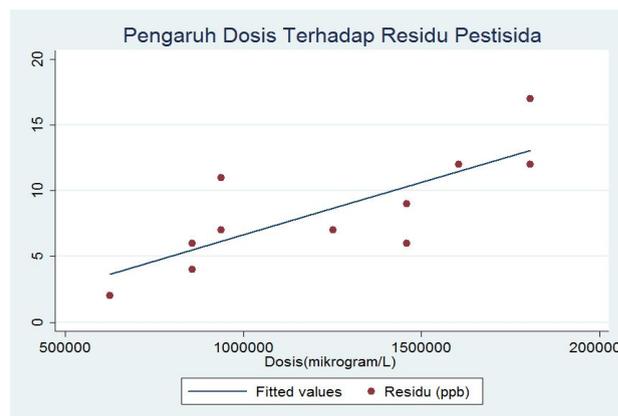
Hasil regresi linear menunjukkan bahwa dosis yang digunakan berpengaruh terhadap residu kloro-

talonil pada tomat dengan nilai $p=0,002$; Adjusted $R^2=0,5820$; model regresi $Y=0,00000796 X$. Pada model regresi, Y adalah residu pestisida klorotalonil pada tomat dan X adalah dosis pestisida (Gambar 1). Adjusted $R^2=0,5820$ menunjukkan besarnya pengaruh dosis aplikasi terhadap residu klorotalonil pada tomat adalah 58,20%.

Tabel 3. Pengaruh dosis aplikasi terhadap residu klorotalonil pada tomat

Sampel	Batu		Tulungagung	
	Dosis Klorotalonil (g/l)	Dosis Rata-Rata ± SD	Dosis Klorotalonil (g/l)	Dosis Rata-Rata ± SD
A1	0,625	$0,859 \pm 0,121$	A2	1,252*
B1	0,857		B2	1,460*
C1	0,857		C2	1,460*
D1	0,938		D2	1,805*
E1	0,938		E2	1,805*
F1	0,938		F2	1,606*

$p < \alpha$
Keterangan *=melebihi dosis klorotalonil yang dianjurkan (1,125 g/l)



Gambar 1. Pengaruh dosis aplikasi terhadap residu klorotalonil pada tomat

Tabel 4 menunjukkan frekuensi penyemprotan tidak berpengaruh terhadap residu pestisida klorotalonil pada tomat ($p=0,08$).

Tabel 4. Pengaruh frekuensi penyemprotan terhadap residu pestisida klorotalonil pada tomat

Sampel	Batu		Tulungagung	
	Frekuensi Rata-Rata ± SD			
A1	30	$35 \pm 7,7$	A2	30
B1	45		B2	45
C1	45		C2	45
D1	30		D2	24
E1	30		E2	24
F1	30		F2	30

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa waktu aplikasi tidak berpengaruh terhadap residu pestisida klorotalonil pada tomat ($p=0,189$).

Tabel 5. Pengaruh Waktu Aplikasi Terhadap Residu Pestisida Klorotalonil Pada Tomat

Waktu Aplikasi	N	Rata-rata Residu (ppb) \pm SD
Pagi	7	9,71 \pm 4,82
Siang	2	5,00 \pm 1,41
Sore	3	7,33 \pm 1,53
$p > \alpha$		

BAHASAN

Setelah diaplikasikan maka pestisida akan meninggalkan residu baik pada batang, daun, maupun buah yang dikonsumsi manusia (22). Batas maksimum residu (BMR) pestisida digunakan untuk mengetahui tingkat keamanan produk pertanian untuk melindungi masyarakat dari risiko kesehatan yang ditimbulkan. Tabel 3. menunjukkan bahwa semua sampel tomat dalam penelitian ini mengandung residu klorotalonil di bawah BMR (5000 ppb), sehingga dapat dikatakan aman dari bahaya klorotalonil (23). Klorotalonil bersifat karsinogenik pada manusia terutama berbahaya bagi ginjal (24). Sayuran yang mengandung residu pestisida di bawah BMR, apabila dikonsumsi mentah secara terus menerus dan dalam jumlah konsumsi yang tinggi dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada konsumen (25). Oleh sebab itu, konsumen dianjurkan untuk mencuci sayuran terlebih dahulu sebelum mengkonsumsinya. Proses pencucian dapat mengurangi residu pestisida pada sayuran (26-27). Selain itu, pemerintah (Dinas Pertanian) diharapkan melakukan pengujian residu pestisida pada sayuran secara rutin terutama pada sayuran yang sering dikonsumsi mentah untuk mencegah dampak kesehatan pada masyarakat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata residu klorotalonil pada tomat dari Kabupaten Tulungagung lebih tinggi hampir dua kali lipat dibandingkan dari Kota Batu, namun perbedaan tersebut secara statistik tidak signifikan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa tidak ada hubungan antara ketinggian lokasi dengan residu pestisida klorotalonil pada tomat. Perbedaan residu klorotalonil pada tomat di kedua lokasi penelitian berkaitan dengan perbedaan penggunaan dosis aplikasi, curah hujan, dan waktu aplikasi pestisida.

Rata-rata dosis yang digunakan petani di Kabupaten Tulungagung melebihi dosis anjuran sehingga diharapkan petani dapat mengurangi dosis yang digunakan saat ini agar sesuai dosis anjuran. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan rata-rata dosis klorotalonil di Kota Batu dan Kabupaten Tulungagung. Dosis pestisida yang digunakan di Kabupaten Tulungagung lebih tinggi sehingga meninggalkan residu klorotalonil yang lebih tinggi dibandingkan di Kota Batu. Hal tersebut menunjukkan bahwa dosis aplikasi memengaruhi besarnya residu pestisida pada tanaman. Dosis merupakan faktor yang memengaruhi besarnya residu pestisida pada tanaman, sehingga penggunaan dosis yang lebih tinggi akan meninggalkan residu pestisida yang lebih banyak (27-29). Hasil penelitian ini sesuai dengan pernyataan tersebut, bahwa dosis pestisida berpengaruh terhadap residu pestisida klorotalonil pada tomat. Penelitian ini didukung penelitian di Tabanan, Bali yang menyatakan bahwa dosis yang digunakan petani memengaruhi besarnya residu sidazinon pada tanaman kacang panjang (28). Petani pada umumnya menggunakan pestisida sesuai dengan pengalamannya sendiri atau informasi dari petani lain, oleh sebab itu dosis dan jenis pestisida yang digunakan tiap petani berbeda. Setiap pembuatan campuran pestisida, petani akan mencampurkan fungisida dan insektisida. Hal tersebut dilakukan untuk menghemat waktu dan tenaga petani sebab satu kali penyemprotan diharapkan dapat membasmi serangga serta cendawan sekaligus.

Hujan merupakan salah satu faktor penting penyebab hilangnya pestisida dari permukaan tanaman (30-32). Residu pestisida pada tanaman dapat berkurang karena pencucian oleh air hujan (22,28,33). Rata-rata curah hujan di dataran tinggi (Kota Batu) adalah 239,17 mm/bulan (34), sedangkan di dataran rendah (Kabupaten Tulungagung) adalah 184,58 mm/bulan (35). Perbedaan curah hujan di kedua lokasi penelitian menyebabkan perbedaan rata-rata residu klorotalonil pada tomat. Curah hujan yang lebih tinggi menyebabkan pestisida klorotalonil pada tomat di dataran tinggi akan lebih banyak hilang. Sifat kelarutan klorotalonil dalam air sebesar 0,81 mg/l memungkinkan klorotalonil terlarut dalam air hujan (33). Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan dosis yang lebih kecil ditambah dengan curah hujan yang lebih tinggi di Kota Batu mengakibatkan residu klorotalonil pada tomat lebih kecil dibandingkan di Kabupaten Tulungagung.

Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa terdapat perbedaan waktu aplikasi pestisida oleh petani di Kota Batu dan Kabupaten Tulungagung yang berkaitan dengan perbedaan residu pestisida klorotalonil pada tomat. Petani di Kota Batu tidak ada yang melakukan penyemprotan pada sore hari karena cuaca yang berkabut. Petani di Kabupaten Tulungagung tidak ada yang melakukan penyemprotan pada siang hari karena cuaca yang panas sehingga pada siang hari dimanfaatkan petani untuk istirahat di rumah. Pada pagi hari (sebelum pukul 10.00 WIB) dan sore hari (setelah pukul 15.00 WIB) angin bertiup pelan sehingga mengurangi hilangnya pestisida pada saat aplikasi. Setelah pukul 10.00 WIB kecepatan angin akan meningkat hingga mencapai kecepatan tertinggi pada pukul 13.00 WIB, kemudian kecepatan angin akan menurun (36). Pestisida yang terbawa angin dapat meningkatkan paparan pestisida pada petani penyemprot (37).

Pestisida yang diaplikasikan pada siang hari di Kota Batu dapat hilang terbawa angin sehingga menyebabkan pestisida yang tertinggal pada tanaman lebih sedikit. Pestisida yang diaplikasikan pada pagi atau sore hari memperkecil hilangnya pestisida terbawa angin sehingga efektivitas pestisida meningkat, namun berdampak lebih banyak residu pestisida yang tertinggal pada tanaman (16,39). Oleh sebab itu, residu pestisida klorotalonil pada tomat di Kabupaten Tulungagung lebih tinggi dibandingkan di Kota Batu. Waktu aplikasi merupakan salah satu faktor yang memengaruhi besarnya residu pestisida pada tanaman (3). Hasil penelitian ini tidak dapat membuktikan hal tersebut sebab hasil analisis statistik menunjukkan bahwa waktu aplikasi tidak berpengaruh terhadap residu pestisida klorotalonil pada tomat. Perbedaan rata-rata residu klorotalonil pada tomat yang disemprot pestisida pada pagi, siang, dan sore hari secara statistik tidak signifikan meskipun data menunjukkan tomat yang disemprot pestisida pada siang hari meninggalkan residu klorotalonil yang lebih kecil dibandingkan pagi dan sore hari.

Faktor lain yang memengaruhi besarnya residu pestisida klorotalonil pada tomat adalah frekuensi penyemprotan (27,29). Hasil penelitian ini tidak sesuai dengan pernyataan tersebut karena hasil statistik menunjukkan bahwa frekuensi penyemprotan tidak memengaruhi besarnya residu pestisida klorotalonil pada tomat. Penelitian ini menunjukkan bahwa residu klorotalonil yang terdeteksi dengan kadar yang lebih tinggi belum tentu disebabkan oleh frekuensi penyemprotan pestisida yang lebih tinggi. Berdasarkan data

hasil penelitian diketahui bahwa frekuensi penyemprotan di kedua lokasi penelitian kurang lebih sama dan dapat dikatakan cukup tinggi. Petani di Kota Batu dan Kabupaten Tulungagung menggunakan pestisida dengan interval aplikasi yang melebihi anjuran yaitu antara 2-3 hari sekali, sedangkan frekuensi penyemprotan yang dianjurkan yaitu antara 5-15 hari sekali. Penyemprotan pestisida yang dilakukan 2 hari sekali termasuk kategori aplikasi cukup tinggi sehingga dapat meninggalkan residu pestisida pada tanaman (3). Oleh sebab itu petani diharapkan dapat mengurangi frekuensi penyemprotan sehingga meninggalkan residu pestisida yang lebih sedikit pada tanaman.

Penggunaan pestisida secara intensif dengan dosis dan frekuensi yang melebihi anjuran dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada petani penyemprot seperti keracunan dan iritasi (39-40). Gejala keracunan akibat penggunaan pestisida seperti mual, pusing, dan lemah (41). Hasil wawancara dalam penelitian ini menunjukkan sebanyak 28,5% petani responden mengaku mengalami pusing dan mual setelah melakukan penyemprotan dan sebanyak 57,1% petani responden mengaku mengalami iritasi mata dengan gejala mata merah, pedih, gatal, dan berair. Gangguan kesehatan yang ditimbulkan akibat paparan pestisida disebabkan oleh petani mempunyai perilaku penyemprotan dan *hygiene* perorangan yang kurang baik serta tidak menggunakan APD (40). Penelitian ini menunjukkan bahwa sebanyak 57,1% petani merokok atau makan setelah melakukan penyemprotan tanpa mencuci tangan terlebih dahulu, selanjutnya mereka pulang untuk mandi. Sebanyak 71,5% petani tidak menggunakan sarung tangan saat penyemprotan pestisida dan sebanyak 85,7% petani tidak menggunakan kaca mata khusus ketika penyemprotan. Sebanyak 57,1% petani responden tidak memperhatikan arah angin dan sebanyak 28,5% petani responden mengatakan akan tetap menyemprot meskipun angin bertiup kencang. Oleh sebab itu, petani diharapkan lebih memperhatikan perilaku penyemprotan, *hygiene* perorangan, serta penggunaan APD untuk mencegah dampak kesehatan akibat penggunaan pestisida.

SIMPULAN

Rerata residu pestisida klorotalonil pada tomat di dataran rendah (Kabupaten Tulungagung) lebih tinggi dua kali lipat dibandingkan dengan di dataran tinggi (Kota Batu), namun perbedaan tersebut secara statistik tidak signifikan. Dosis aplikasi memengaruhi besarnya

residu pestisida klorotalonil pada tomat. Frekuensi penyemprotan dan waktu aplikasi tidak memengaruhi besarnya residu pestisida klorotalonil pada tomat.

Dinas Pertanian perlu meningkatkan pengawasan keamanan pangan dengan pemeriksaan residu pestisida pada produk pertanian untuk melindungi kesehatan konsumen. Petani diharapkan dapat mengurangi frekuensi penyemprotan dan dosis aplikasi sesuai anjuran agar residu pestisida pada sayuran lebih sedikit dan mencegah gangguan kesehatan pada petani penyemprot. Konsumen diharapkan mencuci sayur dan buah terlebih dahulu sebelum dikonsumsi untuk mengurangi residu pestisida pada sayuran. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menguji beberapa senyawa residu pestisida selain klorotalonil pada sayuran.

Abstrak

Tujuan: Mengetahui hubungan ketinggian lokasi dengan residu pestisida klorotalonil pada tomat yang berasal dari Kota Batu dan Kabupaten Tulungagung. **Metode:** Penelitian menggunakan desain *cross sectional*, dilakukan di Kota Batu (>700 mdpl) dan Kabupaten Tulungagung (<500 mdpl). Tomat yang dijadikan sampel memasuki masa panen. Variabel bebas adalah ketinggian lokasi, dosis aplikasi, frekuensi penyemprotan, dan waktu aplikasi. Variabel terikat adalah residu klorotalonil pada tomat. **Hasil:** Residu klorotalonil pada semua sampel tomat tidak melebihi BMR (5 mg/kg). Hasil uji- menunjukkan perbedaan rata-rata residu klorotalonil pada tomat di dataran tinggi dan dataran rendah tidak signifikan ($p=0,06$). Terdapat perbedaan rata-rata dosis aplikasi di dataran tinggi dan dataran rendah ($p=0,04$). Hasil regresi linear menunjukkan ada pengaruh dosis aplikasi terhadap residu klorotalonil ($p=0,002$). Hasil regresi linear menunjukkan tidak ada pengaruh frekuensi penyemprotan terhadap residu klorotalonil ($p=0,08$). Tidak ada pengaruh waktu aplikasi terhadap residu klorotalonil ($p=0,189$). **Simpulan:** Rata-rata residu klorotalonil pada tomat di Kabupaten Tulungagung lebih tinggi dibandingkan Kota Batu. Dosis yang digunakan memengaruhi besarnya residu klorotalonil pada tomat.

Kata kunci: residu klorotalonil; ketinggian lokasi; dosis aplikasi; frekuensi penyemprotan; waktu aplikasi; tomat.

PUSTAKA

1. Adriyani R. Usaha Pengendalian Pencemaran Lingkungan Akibat Penggunaan Pestisida Pertanian. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 2006; 3(1): 95-10.
2. Tomer V, Sangha V. Vegetable Processing At Household Level: Effective Tool Against Pesticide Residue Exposure. *Journal Of Environmental Science, Toxicology And Food Technology* 2013; 6(2): 43-53.
3. Hartini E. Kontaminasi Residu Pestisida Dalam Buah Melon (Studi Kasus Pada Petani di Kecamatan Penawangan). *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 2014; 10(1): 96-102.
4. Quintero A, Caselles M, Ettiene G. Monitoring of Organophosphorus Pesticide Residues in Vegetables of Agricultural Area in Venezuela. *Bulletin Environment Contamination Toxicology* 2008; 81: 393-396.
5. Arias L, Bojaca C, Ahumada D. Monitoring of Pesticide Residue in Tomato Marketed in Bogota, Colombia. *Food Control* 2014; 35: 213-217.
6. Gupta S, Gajbhiye V, Sharma R, Gupta R. Dissipation of Cypermethrin, Chlorpyrifos, and Prophenophos in Tomato Fruits and Soil Following Application of Pre-mix Formulations. *Environment Monitoring and Assessment* 2011; 174: 337-345.
7. Chen C, Qian Y, Chen Q, Tao C, Li C, Li Y. Evaluation of Pesticide Residues in Fruits and Vegetables from Xiamen, China. *Food Control* 2011; 22: 1114-1120.
8. Mutiatikum D, Murad J, Endreswari S. Profil Residu Pestisida Ditiokarbamat Dalam Tomat dan Selada Pada Tingkat Konsumen di DKI Jakarta. *Media Litbang Kesehatan* 2003; 13(4).
9. Dogheim S, Alla S, El-Marsafy A. Monitoring of Pesticide Residues in Egyptian Fruits and Vegetables During 1996. *Journal of AOAC International* 2001; 84(2).
10. SNI 7313:2008 tentang Batas Maksimum Residu Pestisida
11. Agustina T. Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan dan Dampaknya Bagi Kesehatan. *Teknubuga* 2010; 2(2).
12. Alegantina S, Raini M, Lastari P. Penelitian Kandungan Organofosfat Dalam Tomat dan Slada Yang Beredar di Beberapa Jenis Pasar di DKI Jakarta. *Media Litbangkes* 2005; 15(1).
13. Sappamrer R, Hongsibsong S. Organophosphorus Pesticide Residues in Vegetables From Farms, Markets, and a Supermarket Around Kwan Phayao Lake of Northern Thailand. *Arch Environ Contam Toxicol* 2014; 67: 60-67.
14. Anonim. Kota Batu, Potensi dan Produk Unggulan Jawa Timur. Batu: Badan Pusat Statistik Kota Batu; 2013.
15. Anonim. Kabupaten Tulungagung, Potensi dan Produk Unggulan Jawa Timur. Tulungagung: Badan Pusat Statistik Kabupaten Tulungagung; 2013.
16. Djojosumarto P. Teknik Aplikasi Pestisida Pertanian. Yogyakarta: Kanisius; 2013.

17. Yasa I, Sudiarta I, Wirya I, Sumiartha K, Utama I, Luther G, Mariyono J. Kajian Ketahanan Terhadap Penyakit Busuk Daun (*Phytophthora infestans*) pada Beberapa Galur Tomat. *Agroekoteknologi Tropika* 2012; 1(2).
18. Setiawati W, Sulastrini I, Gunaeni N. Penerapan Teknologi PHT Pada Tanaman Tomat. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran; 2001.
19. Ameriana M. Perilaku Petani Sayuran Dalam Menggunakan Pestisida Kimia. *Jurnal Hortikultura* 2008; 18(1): 95-106.
20. Manuaba I. Bioakumulasi Residu Cemaran DDT dan Klorotalonil Pada Ikan Karper dan Nila Danau Buyan Buleleng Bali. *Jurnal Bumi Lestari* 2009; 9(2): 233-242.
21. Mukono HJ. Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan (Edisi Kedua). Surabaya: Airlangga University Press; 2006.
22. Fantke P, Charles R, Alencastro LF, Friedrich R. Plant Uptake of Pesticides and Human Health: Dynamic Modelling of Residue in Wheat and Ingestion Intake. *Chemosphere* 2011; 85: 1639-1647.
23. Swarnam T, Velmurugan A. Pesticide Residues in Vegetable Samples From The Andaman Islands, India. *Environ. Monitoring Assessment* 2013; 185: 6119-6127.
24. Ngan C, Cheah U, Abdullah W, Lim K, Ismail B. Fate of Chlorothalonil, Chlorpyrifos, and Profenofos in a Vegetable Farm in Cameron Highland, Malaysia. *Water, Air, and Soil Pollution Focus* 2005; 5: 125-136.
25. WHO. Guidelines for Predicting Dietary Intake of Pesticide Residues. Switzerland: World Health Organization; 1997.
26. Kin CM, Huat TG. Headspace Solid-Phase Microextraction for the Evaluation of Pesticide Residue Contents in Cucumber and Strawberry After Washing Treatment. *Food Chemistry* 2010; 123: 760-764.
27. Zhang Z, Liu X, Yu X. Pesticide Residue in The Spring Cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) Grown in Open Field. *Food Control* 2007; 18: 723-730.
28. Triani I. Hubungan Antara Penggunaan Dosis Dengan Residu Insektisida Sidazinon pada Kacang Panjang (*Vigna sinensis*) di Desa Tunjuk Selatan, Kecamatan Tabanan, Kabupaten Tabanan. *Jurnal Bumi Lestari* 2010; 10(1): 22-27.
29. Amengor M, Tetteh F. Effect of Pesticide Application Rate on Yield of Vegetables and Soil Microbial Communities. *West African Journal of Applied Ecology* 2008; 12.
30. Miskiyah, Munarso S. Kontaminasi Residu Pestisida Pada Cabai Merah, Selada, dan Bawang Merah (Studi Kasus di Bandung dan Brebes Jawa Tengah Serta Cianjur Jawa Barat). *Jurnal Hortikultura* 2009; 19(1): 101-111.
31. Munarso S, Miskiyah, Broto W. Studi Kandungan Residu Pestisida Pada Kubis, Tomat, dan Wortel di Malang dan Cianjur. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* 2006; 2.
32. Bruhn JA, Fry WE. A Mathematical Model of the Spatial and Temporal Dynamics of Chlorothalonil Residues on Potato Foliage. *Pytopathology* 1982; 73: 1306-1312.
33. Atmawidjaja S, Tjahjono D, Rudiyanto. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kadar Residu Pestisida Metidation Pada Tomat. *Acta Pharmaceutica Indonesia* 2004; 29(2).
34. Anonim. Batu Dalam Angka Tahun 2014. Batu: Badan Pusat Statistik Kota Batu; 2014.
35. Anonim. Tulungagung Dalam Angka Tahun 2014. Tulungagung: Badan Pusat Statistik Kabupaten Tulungagung; 2014.
36. Tepper G. *Weather Essentials for Pesticide Application*. Kingston: GRDC Publications Manager; 2012.
37. Reimer AP, Prokopy LS. Environmental Attitudes and Drift Reduction Behavior Among Commercial Pesticide Applicators in a U. S Agricultural Landscape. *Journal of Environmental Management* 2012; 113: 360-361.
38. Budi GP. Beberapa Aspek Perbaikan Penyemprotan Pestisida Untuk Mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman. *Agritech* 2009; 11(2): 69-80.
39. Untung K. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu (Edisi Kedua). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press; 2013.
40. Damalas C, Eleftherohorinos I. Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2011; 8: 1402-1419.
41. Raini M, Dwiprahasto I, Sukasediati N. Pengaruh Istirahat Terhadap Aktivitas Kolinesterase Petani Penyemprot Pestisida Organofosfat di Kecamatan Pacet, Jawa Barat. *Buletin Penelitian Kesehatan* 2004; 31(3): 105-111.

