

Teknik Penyemprotan Pestisida pada Pertanaman Mentimun : Pengaruhnya Terhadap Tingkat Penutupan dan Sebaran Droplet

Spraying Technique of Pesticide on Cucumber : Its effect on Coverage and Distribution of Droplets

Tonny K. Moekasan

Diterima 02 Agustus 2017/ Disetujui 15 Oktober 2018

ABSTRACT

Spraying technique of pesticides that are commonly carried out by cucumber farmers in Indonesia is very diverse, so it is needed to be evaluated to find out the right way to spray. This experiment aimed to determine the effect of nozzle swing on the level of coverage and distribution of droplets. In addition, it is also to find out the effectiveness of pesticides used in pests and diseases control in cucumber cultivation. The experiment was carried out at Margahayu Experimental Garden ($\pm 1\ 250$ m asl.), Indonesian Vegetable Research Institute in Lembang, West Java, from July to October 2015. The experiment was arranged using paired comparisons and each treatment was repeated four times. The treatment tested is how to swing the nozzle with the position: (A) above the plant canopy facing down and moving forward and (B) below and swinging towards the plant at an angle of 45° . Results showed that the second nozzle swinging method (B) gave a higher level of coverage and distribution of droplets than that produced by the first nozzle swinging method, so the pesticide efficacy in treatment B was also higher.

Keywords: efficacy, financial analysis, pesticide, spray volume

ABSTRAK

Cara penyemprotan pestisida yang umum dilakukan oleh petani mentimun di Indonesia sangat beragam, sehingga perlu dievaluasi untuk mengetahui cara penyemprotan yang tepat. Percobaan ini bertujuan mengetahui pengaruh ayunan *nozzle* terhadap tingkat penutupan dan sebaran *droplet*. Selain itu juga untuk mengetahui keefektifan pestisida yang digunakan terhadap hama dan penyakit pada tanaman mentimun. Percobaan dilaksanakan di Kebun Percobaan Margahayu ($\pm 1\ 250$ m dpl), Balai Penelitian Tanaman Sayuran di Lembang, Jawa Barat, mulai bulan Juli sampai dengan Oktober 2015. Percobaan disusun menggunakan petak berpasangan (*paired comparison*) dan tiap pasangan perlakuan diulang empat kali. Perlakuan yang diuji ialah cara mengayunkan *nozzle* dengan posisi: (A) di atas tajuk tanaman menghadap ke bawah dan digerakkan ke depan dan (B) dari bawah dan diayunkan ke arah tanaman dengan sudut 45° . Hasil percobaan menunjukkan bahwa cara mengayunkan *nozzle* yang ke-2 (B) menghasilkan tingkat penutupan daun oleh larutan semprot dan sebaran *droplet* yang lebih tinggi daripada yang dihasilkan oleh cara mengayunkan *nozzle* yang ke-1 (A), sehingga keefektifan pestisida pada perlakuan B juga lebih tinggi.

Kata kunci: analisis finansial, keefektifan, pestisida, volume semprot

PENDAHULUAN

Petani mentimun pada umumnya mengandalkan penggunaan pestisida untuk mengatasi masalah hama dan penyakit. Praktik tersebut dilakukan secara intensif dan tanpa mengikuti kaidah yang benar. Akibatnya, kandungan residu pestisida pada buah mentimun adalah yang tertinggi dibandingkan dengan tomat, paprika, kentang, bawang bombay, wortel dan kubis (Kostik *et al.*, 2014). Data hasil survei di Kazakhstan menunjukkan bahwa 59% sampel buah mentimun mengandung 29 jenis pestisida dan 10 jenis di antaranya tidak terdaftar di negara tersebut. Sementara 29% sampel mengandung residu pestisida di atas ambang batas yang telah ditetapkan (Lozowicka *et al.*, 2015). Penggunaan pestisida secara intensif tidak selalu mampu menekan serangan hama dan penyakit. Win (2010) melaporkan bahwa kerusakan tanaman masih sebesar 35% meskipun segala usaha termasuk penggunaan pestisida telah dilakukan. Lebih lanjut, dilaporkan bahwa hal itu terjadi akibat kesalahan dalam penyemprotan pestisida.

Teknik penyemprotan pestisida berpengaruh terhadap kualitas penyemprotan. Idealnya, pestisida yang disemprotkan ke tanaman tersebar merata dan meliputi permukaan tanaman di mana hama berada (Cavaliere *et al.*, 2015; Davide, 2013). Faktor-faktor penting yang berpengaruh terhadap efikasi pestisida antara lain ialah deposit dan tingkat penutupan *droplet* yang akan menjamin dosis yang mematikan terhadap sasaran (Cerruto *et al.*, 2013), daya menempel atau adesi *droplet* (Sugiura *et al.*, 2011), dan retensi atau daya tampung permukaan daun (Forster *et al.*, 2012). Penyemprotan pestisida yang efisien mampu menjamin sebaran *droplet* yang merata pada tanaman, termasuk pada sisi bawah daun. Menurut Sun *et al.* (2015), salah satu faktor yang mempengaruhi hasil penyemprotan ialah pergerakan alat semprot, karena faktor itu juga menentukan penyebaran dan tingkat penutupan larutan semprot.

Informasi tentang cara penyemprotan pestisida oleh petani mentimun di Indonesia sangat terbatas. Pengamatan di lapangan diketahui bahwa cara penyemprotan pestisida yang umum dilakukan oleh petani di Indonesia adalah dengan mengayunkan *nozzle* dari bawah ke atas tajuk dengan *nozzle* menghadap

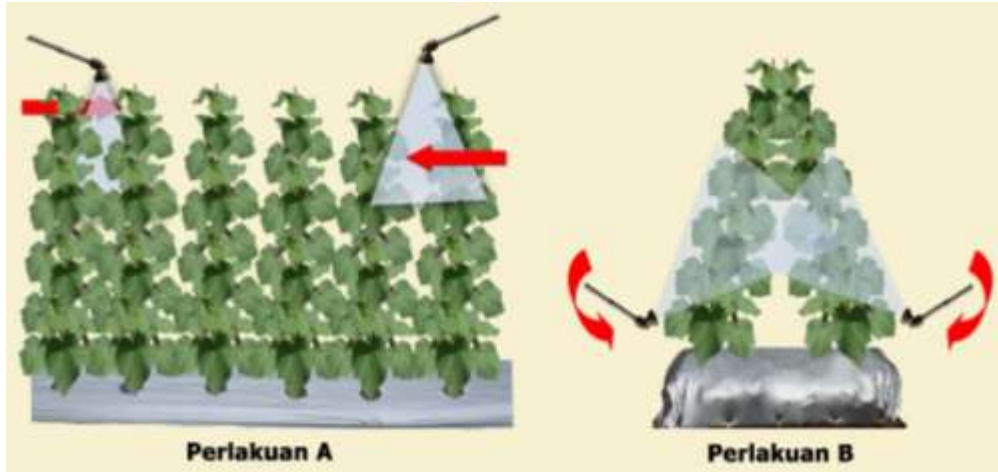
ke atas, selanjutnya *nozzle* digerakkan dari atas tajuk ke bawah dengan *nozzle* menghadap ke bawah. Praktik demikian membutuhkan volume semprot yang lebih tinggi dan melebihi daya tampung permukaan daun dalam menerima larutan semprot. Hal itu mengakibatkan larutan semprot banyak yang terjatuh di atas tanah sehingga mencemari lingkungan. Menurut Fourie *et al.* (2009), deposisi *droplet* meningkat dengan meningkatnya volume semprot, tetapi hanya sampai pada titik *run off* tercapai, setelah itu menurun.

Oleh karena itu cara penyemprotan yang tepat perlu diketahui dengan menguji pengaruh ayunan dua arah *nozzle* (*nozzle* di atas tajuk mengarah ke bawah dan posisi *nozzle* dari bawah menghadap ke tanaman dengan sudut 45°) terhadap sebaran *droplet* dan efikasi pestisida. Hipotesis yang diajukan adalah teknik penyemprotan pestisida dengan posisi *nozzle* menghadap tanaman dari bawah dengan sudut 45° akan menghasilkan *droplet* yang tersebar secara merata sehingga keefektipan pestisida terhadap hama dan penyakit yang menyerang mentimun akan lebih efektif.

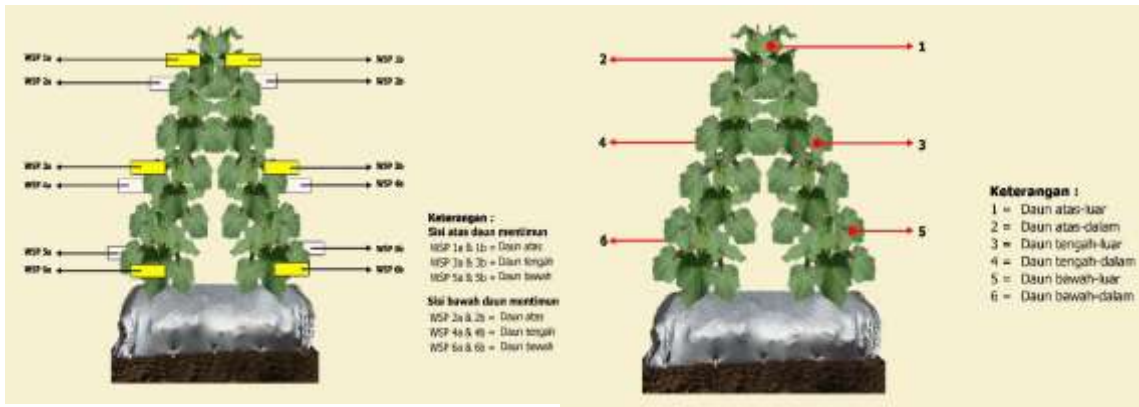
BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di Kampung Margahayu dengan ketinggian ± 1.250 meter di atas permukaan laut (m dpl) Balai Penelitian Tanaman Sayuran di Lembang, Jawa Barat mulai bulan Juli sampai bulan Oktober 2015. Pada percobaan ini digunakan petak berpasangan dan tiap pasangan diulang empat kali (Chiarappa, 1971). Pasangan perlakuan yang diuji ialah (A) ayunan *nozzle* digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman dan (B) ayunan *nozzle* dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45° (Gambar 1).

Pada percobaan ini digunakan mentimun varietas Bandana yang ditanam dengan sistem baris ganda dengan jarak tanam 30 cm x 70 cm, dengan jarak antar petak perlakuan 1 m. Ukuran masing-masing petak percobaan 2.5 m x 6 m = 15 m², dengan populasi tanaman mentimun sebanyak 120 tanaman. Pada setiap petak perlakuan dipagari dengan 2 baris tanaman jagung yang ditanam 1.5 bulan sebelum tanaman mentimun ditanam dengan tujuan untuk menghindari pengaruh perlakuan.



Gambar 1. Perlakuan A (ayunan *nozzle* digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman) dan perlakuan B (ayunan *nozzle* dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45°).



Gambar 2. Letak WSP pada tanaman mentimun (kiri) dan daun contoh untuk menaksir penyebaran larutan semprot (kanan).



Gambar 3. Kriteria penyebaran *droplet* yang merata

Pemupukan pada tanaman mentimun dilakukan sebagai berikut : (1) satu minggu sebelum tanam diberikan pupuk kandang sebanyak 10 ton ha⁻¹, pupuk N (100 kg ha⁻¹), P₂O₅ (70 kg ha⁻¹), K₂O (120 kg ha⁻¹) yang dihamparkan di atas bedengan pertanaman dan diaduk secara merata, (2) pupuk susulan diberikan pada umur 3 minggu setelah tanam sebanyak 60 kg ha⁻¹ N.

Untuk menaksir tingkat penutupan *droplet* pada pertanaman, pada percobaan ini digunakan kertas peka air (*water-sensitive paper/ WSP*) yang berukuran 75 mm x 25 mm. Kertas peka air yang digunakan ini diproduksi oleh Syngenta Crop Protection AG, Basel, Switzerland (Salyani *et al.*, 2013). Pemasangan *WSP* pada tanaman mentimun seperti disajikan pada Gambar 2. Penggunaan *WSP* dilakukan pada 4, 6, dan 8 minggu setelah tanam.

Menurut (Schleier *et al.*, 2010), untuk mengetahui penyebaran *droplet* pada pertanaman dapat digunakan penyemprotan larutan *fluorescens* (10 g L⁻¹). Oleh karena itu pada percobaan ini, pada saat tanaman mentimun berumur 4, 6, dan 8 minggu dilakukan penyemprotan larutan *fluorescens* (10 g L⁻¹). Setelah dilakukan penyemprotan *fluorescens* pada setiap petak perlakuan dilakukan pengamatan pada daun contoh yang terletak di daun atas luar, daun atas dalam, daun tengah luar, daun tengah dalam, daun bawah luar, dan daun bawah dalam masing-masing sebanyak 3 helai. Letak daun tersebut digambarkan pada Gambar 2.

Penyemprotan pestisida menggunakan penyemprot punggung elektrik (*electric knapsack sprayer*) merek Swan B-16 yang berkapasitas 16 l. *Nozzle* yang digunakan ialah *hollow cone* 4 lubang berbahan kuningan merek Swan. Penyemprotan pestisida dilakukan mulai tanaman mentimun berumur 21 hari setelah tanam diulang setiap 5 hari. Bahan aktif pestisida yang digunakan ialah abamektin + klorotalonil dan spinetoram + klorotalonil, yang disemprotkan secara bergiliran setiap tiga minggu. Peubah yang diamati ialah :

(1) Volume semprot yang digunakan pada setiap petak perlakuan pada setiap kali penyemprotan, dilakukan dengan menakar volume semprot yang digunakan pada setiap petak perlakuan.

(2) Tingkat penutupan *droplet* pada *WSP* yang ditaksir menggunakan aplikasi berbasis android *Snap Card* yang dikeluarkan oleh *Government of Western Australia, Department of Agriculture and Food*. Persentase tingkat penutupan semprot dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$PL = \frac{\sum (n \times v)}{N \times Z} \times 100\%$$

PL : Persentase tingkat penutupan semprot (%)

v : Nilai (skor) tingkat penutupan *droplet* berdasarkan luas *WSP* yang terpapar larutan semprot, yaitu :

0 : Tidak ada *droplet* pada *WSP*

1 : Luas tingkat penutupan *droplet* pada *WSP* > 0 - ≤20%

3 : Luas tingkat penutupan *droplet* pada *WSP* >20 - ≤40%

5 : Luas tingkat penutupan *droplet* pada *WSP* >40 - ≤60%

7 : Luas tingkat penutupan *droplet* pada *WSP* >60 - ≤80%

9 : Luas tingkat penutupan *droplet* pada *WSP* >80%

n : Jumlah *WSP* yang memiliki nilai v (tingkat penutupan semprot) yang sama.

Z : Nilai (skor) tertinggi (v = 9).

N : Jumlah *WSP* yang diamati

(3) Tingkat penutupan *droplet* ditetapkan dengan cara mengambil daun atas luar, daun atas dalam, daun tengah luar, daun tengah dalam, daun bawah luar, dan daun bawah dalam masing-masing sebanyak 3 helai per petak setelah penyemprotan *fluorescens*. Untuk mengetahui penyebaran tingkat penutupan *droplet*, setelah penyemprotan *fluorescens* pengamatan dengan cara mengambil masing-masing sebanyak 3 daun atas luar, daun atas dalam, daun tengah luar, daun tengah dalam, daun bawah luar, dan daun bawah dalam. Daun-daun tersebut dibawa ke ruangan gelap untuk diamati penyebaran *droplet fluorescens* di bawah lampu ultra violet. Kriteria penyebaran *droplet* yang merata ialah jika *droplet* tersebar secara merata pada bagian pucuk, tengah dan pangkal daun mentimun

seperti yang disajikan pada Gambar 3. Untuk mengetahui persentase penyebaran *droplet* dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{a}{a + b} \times 100\%$$

Keterangan:

- P = Tingkat penutupan *droplet* yang merata per petak.
- a = Jumlah daun yang *droplet*-nya merata per petak.
- b = Jumlah daun yang *droplet*-nya tidak merata per petak.

Pengamatan serangan hama dan penyakit yang menyerang tanaman mentimun dilakukan pada tanaman contoh mulai umur 21 hari setelah tanam dengan interval 7 hari. Pada setiap petak perlakuan diambil sebanyak 10 tanaman contoh yang ditetapkan secara acak sistematis. Macam pengamatan pada setiap tanaman contoh ialah sebagai berikut :

- (1) Populasi hama, yaitu dihitung jumlah individu hama per tanaman contoh.
- (2) Intensitas serangan penyakit, menaksir nilai (skor) luas serangan penyakit pada daun dan intensitas serangan penyakit dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{\sum (n \times v)}{N \times Z} \times 100\%$$

- P : Intensitas kerusakan tanaman (%)
 - v : Nilai (skor) luas serangan penyakit berdasarkan luas daun terserang pada setiap tanaman contoh, yaitu :
 - 0 : Tidak ada serangan
 - 1 : Luas daun terserang > 0 - ≤ 10%
 - 2 : Luas daun terserang > 10 - ≤ 20%
 - 3 : Luas daun terserang > 20 - ≤ 40%
 - 4 : Luas daun terserang > 40 - ≤ 60%
 - 5 : Luas daun terserang > 60%
 - n : Jumlah tanaman yang memiliki nilai v (luas daun terserang) yang sama.
 - Z : Nilai (skor) tertinggi (v = 5).
 - N : Jumlah tanaman yang diamati.
- (3) Hasil panen, bobot buah sehat, bobot buah terserang hama dan penyakit per petak perlakuan masing-masing ditimbang.

- (4) Dihitung volume semprot, jenis pestisida, dan biaya penggunaan pestisida untuk masing-masing perlakuan.

Menurut Chiarappa (1971), jika hasil pengamatan menunjukkan adanya perbedaan antar perlakuan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji-t pada taraf 5%. Oleh karena itu, pada percobaan ini jika ada perbedaan antar perlakuan dilakukan uji-t pada taraf 5%.

Menurut Basuki (2009), salah satu alat untuk menguji kelayakan ekonomis suatu teknologi dapat dilakukan dengan melakukan analisis anggaran parsial. Pada percobaan ini data yang dikumpulkan untuk keperluan analisis anggaran parsial ialah : (1) penjualan hasil panen mentimun, (2) upah penyemprotan pestisida, dan (3) biaya pembelian pestisida. Data-data tersebut dianalisis menggunakan teknik Analisis Anggaran Parsial menurut Basuki (2009). Rumus analisis anggaran parsial adalah sebagai berikut :

$$\Delta NI = \Delta TR - \Delta VC$$

$$R = \Delta NI / \Delta VC$$

Keterangan:

- TR : total penerimaan hasil panen tiap perlakuan (Rp/ha) = hasil (kg/ha) x harga hasil (Rp/kg)
 - VC : total biaya berubah tiap perlakuan (Rp/ha), yaitu kuantitas input yang digunakan (unit/ha) x harga input (Rp/ha)
 - NI : pendapatan, yaitu penerimaan total - total biaya berubah
 - Δ : selisih, perbedaan atau perubahan
 - Δ NI : selisih pendapatan bersih budidaya mentimun dengan teknik penyemprotan pada perlakuan A dengan pendapatan bersih teknik penyemprotan dengan perlakuan B
 - Δ TR : selisih nilai hasil panen budidaya mentimun dengan teknik penyemprotan perlakuan A dengan nilai hasil panen dengan teknik penyemprotan perlakuan B
 - Δ VC : selisih biaya variabel teknik penyemprotan perlakuan A dengan biaya variabel teknik penyemprotan B
 - R : *rate of return* (tingkat pengembalian)
- Kriteria pengambilan keputusan :

1. Teknik penyemprotan tersebut akan ditolak, jika nilai NI tetap sama atau lebih rendah
2. Teknik penyemprotan tersebut akan diterima dan mempunyai peluang untuk diadopsi, jika nilai NI naik dan VC tetap sama atau lebih rendah
3. Teknik penyemprotan tersebut mempunyai peluang untuk diadopsi, jika nilai NI dan VC naik, serta $R \geq 1.0$
4. Teknik penyemprotan tersebut secara ekonomi menarik untuk diadopsi jika mempunyai nilai NI dan R yang semakin tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume Semprot

Salah satu faktor yang harus dipertimbangkan dalam menetapkan volume semprot ialah retensi tanaman (*crop retention capacity*), yaitu kemampuan maksimum pertanaman untuk menampung larutan semprot dalam bentuk *droplet*, tanpa ada larutan semprot yang menetes ke bawah (*run off*). Menurut Gaskin *et al.* (2000), faktor yang berpengaruh terhadap retensi larutan semprot ialah arsitektur tanaman (kanopi dan bentuk), orientasi daun, kekasaran makro dan mikro permukaan daun serta *hydrophobicity* permukaan daun.

Hasil penelitian Gaskin *et al.* (2000) menyatakan bahwa retensi tanaman mentimun tertinggi tercapai pada volume semprot sebesar 500 L ha⁻¹. Informasi mengenai volume semprot untuk tanaman mentimun di Indonesia belum tersedia, tetapi dalam Djojokusumo (2008) disebutkan bahwa volume penyemprotan untuk tanaman tomat (yang mendekati habitus tanaman mentimun) pada penyemprotan menggunakan penyemprot punggung adalah sebesar 500 L ha⁻¹. Volume semprot pada kedua perlakuan yang diuji dari penyemprotan pertama sampai terakhir masing-masing berkisar antara 188.33-325.00 L ha⁻¹ dan 308.33-445.00 L ha⁻¹. Dengan demikian, volume semprot yang digunakan pada kedua perlakuan dalam

percobaan ini masih memenuhi syarat, karena besarnya di bawah nilai tersebut (Tabel 1).

Tingkat Penutupan *Droplet*

Tingkat penutupan *droplet* (*coverage*) yaitu banyaknya *droplet* yang menutupi bidang penyemprotan, merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas penyemprotan pestisida (Shi *et al.*, 2011; Yang *et al.*, 2012; Sun *et al.*, 2015). Menurut Foque dan Nuyttens (2011), cara menyebarkan larutan semprot yang baik pada seluruh permukaan tanaman berkaitan erat dengan hasil tingkat penutupan *droplet* pada bidang penyemprotan.

Data tingkat penutupan *droplet* pada tanaman mentimun disajikan pada Tabel 2. Pada empat minggu setelah tanam, teknik penyemprotan dengan ayunan *nozzle* digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman hanya mampu menghasilkan tingkat penutupan *droplet* yang tinggi pada daun atas sisi atas saja. Rupanya penyemprotan dengan cara tersebut tidak mampu menjangkau daun tengah dan daun bawah pada sisi atas maupun sisi bawah secara optimum. Terbukti dengan tingkat penutupannya pada bagian tanaman tersebut lebih rendah daripada hasil teknik penyemprotan dengan ayunan *nozzle* dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45°. Kondisi serupa terjadi pula pada penyemprotan enam minggu setelah tanam.

Pada delapan minggu setelah tanam, tingkat penutupan *droplet* yang terbaik dihasilkan oleh teknik penyemprotan ayunan *nozzle* digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman, hanya pada daun atas sisi atas, sedangkan teknik penyemprotan dengan ayunan *nozzle* dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45° hanya menghasilkan tingkat penutupan *droplet* terbaik pada daun bawah sisi atas dan daun atas sisi bawah. Pada umur tersebut, tanaman mentimun sudah mencapai ketinggian 1.5 m dan daunnya cukup lebat, sehingga larutan semprot sulit menjangkau daun-daun yang berada di dalam kanopi tanaman.

Tabel 1. Volume semprot yang digunakan satu musim tanam mentimun

Perlakuan	Per petak (ml ⁻¹ 15 m ²)	1 ha ⁻¹
Ayunan <i>nozzle</i> digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman	282.50 – 487.50	188.33 – 325.00
Ayunan <i>nozzle</i> dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45 ⁰	462.50 – 667.50	308.33 – 445.00

Tabel 2. Tingkat penutupan *droplet* (%) pada daun mentimun umur 4, 6, dan 8 minggu setelah tanam

Perlakuan	Pada Umur 4 Minggu Setelah Tanam					
	Sisi Atas Daun			Sisi Bawah Daun		
	Daun Atas	Daun Tengah	Daun Bawah	Daun Atas	Daun Tengah	Daun Bawah
Ayunan <i>nozzle</i> digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman	87.5 b	38.9 a	36.1 a	16.7 a	11.1 a	13.9 a
Ayunan <i>nozzle</i> dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45 ⁰	58.3 a	51.4 b	56.9 b	43.8 b	27.8 b	18.1 a
CV (%)	10.6	10.1	7.4	10.5	9.6	4.8
Perlakuan	Pada Umur 6 Minggu Setelah Tanam					
	Sisi Atas Daun			Sisi Bawah Daun		
	Daun Atas	Daun Tengah	Daun Bawah	Daun Atas	Daun Tengah	Daun Bawah
Ayunan <i>nozzle</i> digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman	72.9 b	38.9 a	23.6 a	10.4 a	9.7 a	13.9 a
Ayunan <i>nozzle</i> dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45 ⁰	50.0 a	41.7 b	37.5 b	39.6 b	18.1 b	13.9 a
CV (%)	5.8	11.0	13.0	14.8	14.3	16.3
Perlakuan	Pada Umur 8 Minggu Setelah Tanam					
	Sisi Atas Daun			Sisi Bawah Daun		
	Daun Atas	Daun Tengah	Daun Bawah	Daun Atas	Daun Tengah	Daun Bawah
Ayunan <i>nozzle</i> digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman	68.8 b	33.3 a	23.6 a	20.8 a	21.1 a	11.1 a
Ayunan <i>nozzle</i> dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45 ⁰	56.3 a	30.6 a	34.7 b	29.2 b	20.2 a	9.7 a
CV (%)	2.8	10.1	3.9	11.4	12.4	7.8

Keterangan: Angka rerata perlakuan yang terletak pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama pula tidak menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji-t pada taraf 5%.

Penyebaran Droplet

Data pada Tabel 3 memperlihatkan penyebaran *droplet* yang merata menurut Gambar 3. Ternyata teknik penyemprotan dengan ayunan *nozzle* digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman mampu menghasilkan penyebaran *droplet* yang merata di semua posisi daun, tetapi hanya pada sisi atasnya saja. Sementara penyebaran *droplet* pada sisi bawah daun tidak ada yang merata. Dengan bertambahnya umur tanaman, daun mentimun semakin lebat. Akibatnya persentase penyebaran *droplet* yang merata semakin rendah. Hal itu menunjukkan bahwa penyemprotan dengan cara tersebut kurang mampu menjangkau daun-daun yang letaknya lebih tersembunyi.

Teknik penyemprotan dengan ayunan *nozzle* dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45° mampu menghasilkan penyebaran *droplet* di daun atas, tengah maupun bawah pada semua posisi, baik pada sisi atas maupun sisi bawah, meskipun persentase penyebaran yang merata di sisi bawah sangat rendah. Persentase penyebaran *droplet* pada daun sisi atas cukup stabil, sejak

tanaman masih berumur 4 MST sampai umur 8 MST, berkisar antara 75.00% - 80.56%.

Persentase penyebaran *droplet* yang merata pada daun sisi atas pada perlakuan teknik penyemprotan dengan ayunan *nozzle* digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman lebih rendah daripada yang dihasilkan oleh perlakuan teknik penyemprotan dengan ayunan *nozzle* dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45°. Hal ini terjadi karena pada penyemprotan dengan cara yang kedua tersebut tongkat *nozzle* digerakkan secara lebih fleksibel sehingga *droplet* dapat tersebar ke area yang lebih luas.

Menurut Beda dan Szikra (2014), sudut penyemprotan merupakan salah satu faktor penting pada saat melakukan penyemprotan pestisida dengan menggunakan pelarut air. Hal itu disebabkan akan berpengaruh terhadap penetrasi larutan semprot dan deposisi *droplet* (Braekman *et al.*, 2009). Pada percobaan ini menunjukkan bahwa teknik penyemprotan dengan ayunan *nozzle* dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45° menghasilkan penetrasi larutan semprot dan deposisi *droplet* yang lebih baik.

Tabel 3. Penyebaran *droplet* pada daun mentimun pada perlakuan teknik penyemprotan pestisida

Perlakuan	Bagian Daun	Penyebaran <i>Droplet</i> yang Merata (%)					
		Menurut Umur Tanaman					
		4 MST		6 MST		8 MST	
		Sisi Atas	Sisi Bawah	Sisi Atas	Sisi Bawah	Sisi Atas	Sisi Bawah
Ayunan <i>nozzle</i> digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman	Daun atas-luar	83.33	0.00	75.00	0.00	41.67	0.00
	Daun atas-dalam	66.67	0.00	16.67	0.00	33.33	0.00
	Daun tengah-luar	58.33	0.00	41.67	0.00	8.33	0.00
	Daun tengah-dalam	58.33	0.00	58.33	0.00	66.67	0.00
	Daun bawah-luar	83.33	0.00	50.00	0.00	33.33	0.00
	Daun bawah-dalam	75.00	0.00	25.00	0.00	25.00	0.00
Rata-rata (%)		70.83	0.00	44.46	0.00	34.72	0.00
Ayunan <i>nozzle</i> dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45°	Daun atas-luar	66.67	16.67	41.67	0.00	33.33	0.00
	Daun atas-dalam	83.33	8.33	75.00	0.00	100.00	0.00
	Daun tengah-luar	91.67	0.00	91.67	8.33	83.33	0.00
	Daun tengah-dalam	58.33	25.00	50.00	0.00	75.00	16.67
	Daun bawah-luar	100.00	25.00	91.67	0.00	91.67	0.00
	Daun bawah-dalam	83.33	0.00	100.00	25.00	91.67	8.33
Rata-rata (%)		80.56	12.50	75.00	5.56	79.17	4.17

Keterangan : MST = minggu setelah tanam

Keefektifan Pestisida

Selama percobaan berlangsung, jenis hama yang ditemukan menyerang tanaman mentimun ialah trips dan kutudaun. Trips ditemukan mulai menyerang pada umur 28 hari setelah tanam. Populasi trips dari hasil enam pengamatan pada perlakuan teknik penyemprotan dengan ayunan *nozzle* digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman lebih tinggi sebanyak lima kali dibandingkan dengan populasinya pada perlakuan lain yang diuji (Tabel 4). Populasi kutudaun pada perlakuan teknik penyemprotan dengan ayunan *nozzle* digerakkan ke depan

menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman juga lebih tinggi (Tabel 5). Penyakit yang ditemukan menyerang tanaman mentimun ialah penyakit embun bulu dengan tingkat serangan yang rendah (Tabel 6) dan penyakit busuk kering *Alternaria* (Tabel 7). Persentase serangan kedua jenis penyakit tersebut pada perlakuan teknik penyemprotan dengan ayunan *nozzle* digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman lebih tinggi. Lalat buah (*Bactrocera* sp). ditemukan menyerang buah dan intensitas serangannya diamati pada saat panen serta hasilnya disajikan pada Tabel 9.

Tabel 4. Populasi trips pada perlakuan teknik penyemprotan pestisida

Perlakuan	Populasi Trips Menurut Umur Tanaman (HST)								
	7	14	21	28	35	42	49	56	73
Ayunan <i>nozzle</i> digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman	0.00	0.00	0.00	0.23 a	1.50 a	3.13 a	5.63 a	4.90 a	2.05 a
Ayunan <i>nozzle</i> dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45 ⁰	0.00	0.00	0.00	0.15 b	1.20 b	2.90 b	5.25 a	4.00 b	1.78 b
CV (%)	-	-	-	7.89	9.87	10.55	7.84	6.88	12.15

Keterangan: HST = Hari setelah tanam. Data ditransformasi ke dalam $\sqrt{(x + 0.5)}$. Angka rerata perlakuan yang terletak pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama pula tidak menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji-t pada taraf 5%.

Tabel 5. Populasi kutudaun pada perlakuan teknik penyemprotan pestisida

Perlakuan	Populasi Kutudaun Menurut Umur Tanaman (HST)								
	7								
Ayunan <i>nozzle</i> digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman	0.05 a	14	21	28	35	42	49	56	73
Ayunan <i>nozzle</i> dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45 ⁰	0.00 a	0.00	0.80 a	0.90 a	1.93 a	2.25 a	2.88 a	5.28 a	3.58 a
CV (%)	12.45	0.00	0.50 b	0.84 a	1.88 a	1.83 b	2.63 b	4.75 b	1.75 b

Keterangan: HST = Hari setelah tanam. Data ditransformasi ke dalam $\sqrt{(x + 0.5)}$. Angka rerata perlakuan yang terletak pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama pula tidak menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji-t pada taraf 5%.

Tabel 6. Kerusakan tanaman oleh embun bulu pada perlakuan teknik penyemprotan pestisida

Perlakuan	Persentase Kerusakan Tanaman Menurut Umur Tanaman (HST)			
	42	49	56	73
Ayunan <i>nozzle</i> digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman	0.50 a	49	56	73
Ayunan <i>nozzle</i> dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45 ⁰	0.50 a	4.00 a	8.00 a	0.00
CV (%)	12.60	0.00 b	4.00 b	0.00

Keterangan: HST = Hari setelah tanam. Data ditransformasi ke $arc\ sin\ \sqrt{x}$. Angka rerata perlakuan yang terletak pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama pula tidak menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji-t pada taraf 5%.

Tabel 7. Kerusakan tanaman oleh *Alternaria* sp. pada perlakuan teknik penyemprotan pestisida

Perlakuan	Persentase Kerusakan Tanaman Menurut Umur Tanaman (HST)			
	42	49	56	73
Ayunan <i>nozzle</i> digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman	0.50 a	3.00 a	30.00 a	36.00 a
Ayunan <i>nozzle</i> dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45 ⁰	0.00 a	3.00 a	13.50 b	25.50 b
CV (%)	6.78	8.91	12.03	12.64

Keterangan: HST = Hari setelah tanam. Data ditransformasi ke $arc\ sin\ \sqrt{x}$. Angka rerata perlakuan yang terletak pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama pula tidak menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji-t pada taraf 5%.

Berdasarkan data-data di atas, pada perlakuan teknik penyemprotan dengan ayunan *nozzle* digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman menunjukkan bahwa serangan hama dan penyakit pada perlakuan tersebut lebih tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penyemprotan dengan cara tersebut mengakibatkan keefektifan pestisida tidak maksimal. Hassen *et al.* (2013), menyatakan bahwa tujuan penyemprotan pestisida ialah menempatkan bahan aktif pestisida pada tempat yang tepat untuk mengurangi populasi hama atau intensitas serangan penyakit, sehingga kehilangan hasil panen dapat ditekan. Pada Tabel 3, menunjukkan bahwa teknik penyemprotan dengan ayunan *nozzle* digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman menghasilkan tingkat penutupan *droplet* pada daun atas, tengah maupun bawah, tetapi penyebarannya yang merata hanya terjadi pada daun sisi atas saja. Padahal hama trips dan kutudaun serta hifa cendawan terletak pada daun sisi bawah. Dengan demikian pada perlakuan tersebut

tidak seluruh hama dan penyakit terpapar oleh bahan aktif pestisida, sehingga populasi atau tingkat serangannya lebih tinggi daripada populasi atau serangannya pada perlakuan lain yang diuji. Hal itu sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ebert *et al.* (1999) dan Gimenes *et al.* (2012), yaitu struktur deposit *droplet* berpengaruh terhadap keefektifan pestisida.

Hasil Panen dan Analisis Anggaran Parsial

Pada percobaan ini pemanenan buah mentimun dilakukan dua kali seminggu dan hasilnya disajikan pada Tabel 8. Pada perlakuan teknik penyemprotan dengan ayunan *nozzle* digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman, bobot buahnya lebih rendah, baik bobot buah sehat maupun total. Hal itu membuktikan bahwa penyemprotan dengan cara tersebut tidak mampu mengendalikan populasi hama dan serangan penyakit sehingga kehilangan hasil panen buah mentimun masih tinggi.

Jenis pestisida yang digunakan pada kedua perlakuan yang diuji adalah sama, yaitu

abamektin, spinetoram dan klorotalonil. Perbedaan cara penyemprotan telah mengakibatkan terjadinya perbedaan volume semprot. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa volume semprot yang digunakan pada perlakuan teknik penyemprotan dengan ayunan *nozzle* dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45° lebih tinggi daripada volume semprot pada perlakuan lainnya. Walaupun konsentrasi formulasi pada kedua perlakuan tersebut sama, tetapi banyaknya jumlah perstisida yang digunakan pada perlakuan teknik penyemprotan ayunan *nozzle* dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45° lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan teknik

penyemprotan dengan ayunan *nozzle* digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman. Akibatnya biaya pestisida pada perlakuan tersebut juga lebih tinggi (Tabel 9). Namun demikian, hasil analisis anggaran parsial menunjukkan bahwa teknik penyemprotan tersebut menguntungkan, dengan nilai $R > 1$ (Tabel 10). Hal itu terjadi karena meskipun biaya pestisida pada perlakuan tersebut lebih tinggi, tetapi pendapatannya juga lebih tinggi akibat dari hasil panen yang lebih tinggi. Menurut Basuki (2009), karena nilai tingkat pengembalian ($R \geq 1$), maka peluang teknologi tersebut diadopsi cukup tinggi.

Tabel 8. Pengaruh perlakuan teknik penyemprotan pestisida

Perlakuan	Jumlah Tanaman yang dapat Dipanen per Petak (%)	Terserang oleh Lalat Buah (%)	Bobot Mentimun (Kg(15 m ²)) ⁻¹		ton ha ⁻¹	
			Buah Sehat	Total	Dapat Dijual	Total
Ayunan <i>nozzle</i> digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman	99.38 a	11.83 a	27.47 b	31.17 b	18.31	20.78
Ayunan <i>nozzle</i> dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45°	99.68 a	7.37 b	31.01 a	33.87 a	20.67	22.56
CV (%)	0.80	6.69	2.08	1.37	-	-

Keterangan: Angka rata-rata perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata menurut uji-t pada taraf 5%.

Tabel 9. Jenis pestisida dan biaya pestisida selama musim tanam mentimun

Perlakuan	Pestisida yang Digunakan			Total Biaya (Rp.)	
	Abamektin (ml (15 m ²)) ⁻¹	Spinetoram (ml (15 m ²)) ⁻¹	Klorotalonil (g (15 m ²)) ⁻¹	15 m ²	ha
Ayunan <i>nozzle</i> digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman	1.32	1.65	7.25	5 686.02	3 790 680.00
Ayunan <i>nozzle</i> dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45°	1.83	2.29	10.08	7 905.71	5 270 473.33
	Perbedaan (%)				39.04

Tabel 10. Analisis anggaran parsial pada dua teknik penyemprotan yang diuji

Uraian	Teknik Penyemprotan		Perbedaan
	Ayunan <i>nozzle</i> digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman	Ayunan <i>nozzle</i> dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45 ⁰	
I. Hasil panen			
• Bobot (kg.ha) ⁻¹	18.31	20.67	- 2.36
• Harga (Rp.kg) ⁻¹	2 250	2 250	-
Total penerimaan (Rp.ha) ⁻¹ (TR)	41 197 500.00	46 507 500.00	- 5 310 000.00
II. Biaya berubah per hektar (Rp.ha) ⁻¹			
• Biaya pestisida	3 790 680.00	5 270 473.33	- 1 479 793.33
• Bunga (1.67%/ bulan untuk 4 bulan)	253 217.42	352 067.62	- 98 850.20
Total biaya berubah (Rp.ha) ⁻¹ (VC)	4 043 897.42	5 622 540.95	- 1 578 643.53
Pendapatan (Rp.ha) ⁻¹ (NI)	37 153 602.58	40 884 959.05	- 3 731 356.47
Tingkat pengembalian (R)		2.36	

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan ini dapat disimpulkan bahwa teknik penyemprotan pestisida pada pertanaman mentimun dengan ayunan *nozzle* dari bawah diarahkan ke tanaman dengan sudut 45⁰ menghasilkan tingkat penutupan larutan semprot dan penyebaran *droplet* yang lebih tinggi daripada yang dihasilkan oleh teknik penyemprotan dengan posisi ayunan *nozzle* digerakkan ke depan menghadap ke bawah di atas tajuk tanaman, sehingga keefektifan pestisida pada perlakuan ini lebih tinggi pula. Selain itu, teknik penyemprotan tersebut secara teknis dapat mempertahankan hasil panen lebih tinggi, dan lebih menguntungkan secara ekonomis serta layak untuk diadopsi. Dengan demikian, teknologi tersebut layak direkomendasikan untuk penyemprotan pestisida pada tanaman mentimun.

DAFTAR PUSTAKA

Abbassy, M.A., M.A. Marzouk, H.M. Nasr, A.S. Mansy. 2014. Determination of imidacloprid and tetraconazole residues in cucumber plants after whitefly and powdery mildew control. SOP Transactions on Analytical Chemistry. 1(2): 1-14.

Azad, A.K., A. Sardar, N. Yesmin, M. Rahman, S. Islam. 2013. Eco-friendly pest control in cucumber (*Cucumis sativus* L.) field with botanical pesticides. Natural Resources. 16: 404-409.

Basuki, R.S. 2009. Analisis kelayakan teknis dan ekonomis teknologi budidaya bawang merah dengan benih biji botani dan benih umbi tradisional. J. Hort. 19(2): 213-226.

Beda, L., C. Szikra. 2014. Effect of the flow of large water droplets on the water mist sprays. YBL J. Built Env. 2(2): 27-37.

Braekman, P., D. Fogue, W. Messens, M. van Labeke, J.G. Pieters, D. Nuyttens. 2009. Effect of spray application technique on spray deposition in greenhouse strawberries and tomatoes. Pest Manag. Sci. 66(2): 203-212.

Cavalieri, J.D., C.G. Raetano, R.P. Madureira, L.L. Moreira. 2015. Spraying system and travelling speed in the deposit and spectrum of droplets in cotton plant. J. Brazillian Association Agric. Eng. 35(6): 1042-1052.

- Cerruto, E., C. Aglieco, S. Failla, G. Manetto. 2013. Parameters influencing deposit estimation when using water-sensitive papers. *J. Agric. Eng.* 49(9): 62-70.
- Chiarappa, L. 1971. Crop Loss Assessment Method, FAO Manual on the evaluation and prevention of losses by pests, diseases and weeds, Commonwealth Agricultural Buereaux.
- Davide, F. 2013. New application method for reducing pesticide rate/ha and cost in plant protection. *Pest Manag.* 24(6): 257-261.
- Dhillon, M.K., R. Singh, J.S. Naresh, H.C. Sharma. 2005. The melon fruitfly, *Bactrocera cucurbitae*: a review of its biology and management. *J. Insect Sci.* 6: 40.
- Djojosemarto, P. 2008. Teknik Penyemprotan Pestisida Pertanian. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. 211
- Ebert, T.A., RA.J. Taylor, R.A. Downer, F.R. Hall. 1999. Deposit structure and efficacy of pesticide application: *Trichoplusia ni* control on cabbage with fipronil. *Pesticide Sci.* 5(8): 793-798.
- Foque, D., D. Nuytens. 2011. Effect of nozzle type and spray angle on spray deposition in ivy pot plants. *Pest Manag.* 67: 199-208.
- Forster, W.A., G.N. Mercer, W.C. Schou. 2012. Spray droplet impaction models and their use within AGDISP software to predict retention. *New Zealand Plant Protection* 65: 85-92.
- Fourie, P.H., M. duPreez, J.C. Brink, G.C. Schutte. 2009. The effect of run off on spray deposition and control of *alternaria* brown spot of mandarins. *Australasian Plant Pathol.* 38(2): 173-182.
- Gaskin, R.E., R.J. Murray, H. Krishna, A. Carpenter. 2000. Effect of adjuvants on the retention of insecticide spray on cucumber and pea foliage. *New Zealand Plant Prot.* 53: 55-359.
- Gimenes, M.J., C.G. Raetano, M.H.F.A.D. Pogetto, E.P. Prado, R.S. Christovam, D.T. Rezende, S.I.A. Costa. 2012. Air-assistance in spray booms which have different spray volume and nozzle types for chemically controlling *Spodoptera frugiperda* on corn. *J. Plant Prot. Res.* 52(2): 247-253.
- Hassen, N.S., N. Azwadi, C. Sidik, J.M. Sheriff. 2013. Effect of nozzle type, angle and pressure on spray volumetric distribution of broadcasting and banding application. *J. Mechanical Engineering Res.* 5(4): 76-81.
- Kostik, V., B. Angelovska, E. Kirovska-Petreska, B. Bauer. 2014. Determination of pesticide residue in plant-based foods from the Republic of Macedonia. *J. Food and Nutrition Sci.* 2(2): 124-129.
- Lozowicka, B., E. Abseitova, A. Sagitov, P. Kaczynski, K. Toleubayev, A. Li. 2015. Studies of pesticide residues in tomatoes and cucumbers from Kazakhstan and associated health risks. *Environ. Monit. Assess.* 187(10): 609.
- Munawar, A., S.W. Hameed, M. Sarwar, M. Wasim, A.S. Hashmi, M. Imran. 2013. Identification of pesticide residues in different vegetables collected from market of Lahore, Pakistan. *J. Agroalimentary Processes and Technologies.* 19(4): 392-398.
- Salyani, M., H. Zhu, R.D. Sweeb, N. Pai. 2013. Assessment of spray distribution with water-sensitive paper. *Agric. Eng. Int.CIGR J.* 15(2): 101-111.
- Schleier, J.J., C. Preftakes, R.K.D. Peterson. 2010. The effect of fluorescent tracers on droplet spectrum, viscosity and density of pesticide formulations. *J. Env. Sci. & Health.* 45(7): 621-625.

- Shi, L., X. Zhang, H. Wu. 2011. Experimental researchon spray distribution uniformity of fan nozzle. J. Yunnan Agricultural University. 26(3): 389-394.
- Sugiura, M, Y. Horibe, H. Kawada, M. Takagi. 2011. Effect of different droplet size on the knockdown efficacy of directly sprayed insecticides. Pest Manag. Sci. 67: 1115-1123.
- Sun, W., Q. Li, Y. Fan, Y. Wan, T. Wang, B. Cong. 2015. Effect factor analysis of spraying quality for agricultural chemicals. Int. Journal of u-and e-Service, Science and Technology. 8(11): 221-230.
- Trdan, S., D. Znidarcic, M. Vidrih. 2007. Control of *Frankliniella occidentalis* on glasshouse-grown cucumbers: An efficacy comparison of foliar application of *Steinernema feltiae* and spraying with abamectin. Russian J. Nematology. 15(1): 25-34.
- Win, D.T. 2010. Pesticides. AU. Journal Tech. 14(1): 47-55.
- Yang, X., J. Zhou, X. He. 2012. Influences of nozzle types on pesticide deposition and insecticidal effect to wheat aphid. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. 28(7): 46-50.