

Pengaruh Arah Pergerakan *Nozzle* Dalam Penyemprotan Pestisida Terhadap Liputan dan Distribusi Butiran Semprot dan Efikasi Pestisida pada Tanaman Kentang (*Effect of Nozzle Movement in Pesticide Spraying on Coverage and Distribution of Droplets and Efficacy of Pesticide on Potato*)

Laksmiawati Prabaningrum

Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jln. Tangkuban Parahu No. 517, Lembang, Bandung Barat, Jawa Barat, Indonesia 40391
E-mail: laksmiawati@yahoo.co.id

Diterima: 19 Februari 2016; direvisi: 17 Januari 2017; disetujui: 29 Januari 2017

ABSTRAK. Petani kentang melakukan penyemprotan pestisida dengan cara yang bervariasi. Setiap cara aplikasi membutuhkan volume semprot yang bervariasi pula, yang akan menghasilkan liputan dan distribusi butiran semprot yang berbeda. Hal itu memengaruhi kualitas dan keberhasilan penyemprotan. Oleh karena itu cara penyemprotan pestisida perlu dievaluasi. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli sampai Oktober 2015 di Kebun Percobaan Margahayu (1.250 m dpl.), Balai Penelitian Tanaman Sayuran di Lembang. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh dua arah *nozzle* pada saat penyemprotan terhadap liputan dan distribusi butiran semprot serta efikasi pestisida terhadap hama dan penyakit tanaman kentang. Penelitian disusun menggunakan petak berpasangan dengan empat ulangan dan perlakuan yang diuji adalah: (A) cara penyemprotan dengan *nozzle* di atas tajuk menghadap ke bawah dan digerakkan ke depan dengan konstan dan (B) cara penyemprotan dengan *nozzle* diayunkan dari bawah ke arah tanaman dengan sudut 45°. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dibandingkan dengan cara penyemprotan dengan *nozzle* di atas tajuk tanaman menghadap ke bawah dan digerakkan ke depan dengan konstan, penyemprotan dengan *nozzle* diayunkan dari bawah ke arah tanaman dengan sudut 45° menghasilkan: (1) peliputan atau tingkat penutupan butiran semprot pada sisi atas dari daun atas (47,92–77,08%), daun tengah (34,72–51,39%), dan daun bawah (29,17–51,29%) lebih tinggi. Selain itu tingkat penutupan butiran semprot pada sisi bawah dari daun atas (37,50–47,92%), daun tengah (12,50–20,83%), dan daun bawah (9,70–20,83%) juga lebih tinggi, (2) distribusi butiran semprot yang merata pada daun sisi atas (40,26–51,38%), dan pada sisi bawah (4,16–11,11%) lebih tinggi, (3) efikasi pestisida terhadap hama trips dan kutudaun serta penyakit busuk kering *alternaria* pada tanaman kentang lebih tinggi masing-masing sebesar 17,15%, 16,25%, dan 16,46–27,96%, (4) bobot ubi kentang sehat yang dipanen lebih tinggi sebesar 48,69%, dan (5) dari analisis anggaran parsial diperoleh tingkat pengembalian sebesar 26,5. Artinya, cara penyemprotan tersebut secara ekonomi sangat menarik untuk diadopsi karena sangat menguntungkan. Dengan demikian, cara penyemprotan tersebut layak untuk direkomendasikan sebagai cara penyemprotan yang tepat pada tanaman kentang.

Kata kunci: Kentang (*Solanum tuberosum* L.); Pestisida; Efikasi; Volume semprot; Kelayakan ekonomi

ABSTRACT. Potato farmers spray pesticide with various methods. Each application method requires various spray volume, which will produce different coverage and distribution of droplets. It affects the quality and success of the spraying. Therefore the method of spraying need to be evaluated. The research was conducted in July until October 2015 at Margahayu Experimental Garden (1,250 m asl.), Indonesian Vegetable Research Institute in Lembang. The aim was to determine the effect of two way of nozzle in pesticide spraying on coverage and distribution of droplets and efficacy of pesticide against pests and diseases of potato. The experiment was compiled using the paired plots with four replications and the treatments tested were: (A) method of spraying with the nozzle at above the canopy facing down and moved forward steadily and (B) method of spraying with the nozzle moved from the bottom toward the plant at an angle of 45°. The results showed that compared with the method of spraying with the nozzle at above the canopy facing down and moved forward steadily, the method of spraying with the nozzle moved from the bottom toward the plant at an angle of 45° produced: (1) a better coverage of droplets at upside of the leaves on the upper leaves (47.92–77.08%), middle leaves (34.72–51.39%) and bottom leaves (29.17–51.39%). And also a better coverage of droplets at underside of the leaves on upper leaves (37.50–47.92%), middle leaves (12.50–20.83%), and bottom leaves (9.70–20.83%), (2) a higher uniform distribution of droplets at upside leaves (40.26–51.38%) and underside leaves (4.16–11.11%), (3) a higher efficacy of pesticide against thrips, aphid and *alternaria* disease i.e. 17.15%, 16.25%, and 16.46–27.96% respectively, (4) a higher yield i.e. 48.69%, and (5) the method of spraying was economically profitable with rate of return of 26.5. Thus the method of spraying was eligible to be recommended as an appropriate way of spraying on potato plants.

Keywords: Potato (*Solanum tuberosum* L.); Pesticide; Efficacy; Spray volume; Economic feasibility

Dalam budidaya tanaman sayuran, petani hampir selalu dihadapkan pada masalah serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT). Sebagian besar petani (98%) menggunakan pestisida untuk mengatasinya dan penyemprotan merupakan cara yang paling umum (71,4%) digunakan (Nalwanga & Ssempebwa 2010, Ramesh & Murthy 2013). Dalam penyemprotan pestisida,

alat semprot akan memecah larutan semprot menjadi butiran-butiran halus (*droplet*) lalu didistribusikan ke seluruh bidang sasaran hingga seluruh bidang sasaran tersebut tertutup oleh butiran semprot.

Efikasi pestisida dipengaruhi oleh teknik penyemprotan yang meliputi sudut penyemprotan, bentuk alat penyemprot, pola distribusi, volume



Gambar 1. Penyemprotan pestisida pada tanaman kentang: posisi *nozzle* di atas tajuk tanaman (kiri) dan posisi *nozzle* di bawah dan diayunkan ke tanaman dengan sudut 45° (kanan) [*Pesticide spraying on potato: The nozzle was above the crop canopy (left) and the nozzle from the bottom was directed to the plants at an angle of 45° (right)*]

semprot, dan panjang jangkauan cairan semprot. Lebih spesifik dikatakan bahwa tipe, ukuran, tekanan dan posisi *nozzle* sangat berperan dalam menentukan efisiensi penyemprotan (Braekman *et al.* 2009, daCunha *et al.* 2011, Yarpuz-Bozdogan *et al.* 2011, Minov *et al.* 2014). Braun *et al.* (2010), Jejcic *et al.* (2011) dan Eggho (2011) menyatakan bahwa bentuk dan ukuran kanopi tanaman yang berbeda membutuhkan pengaturan aplikasi untuk mengoptimalkan efisiensi penyemprotan.

Kentang merupakan komoditas tanaman sayuran yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Salah satu kendala utama yang dihadapi dalam budidayanya adalah serangan hama trips (*Thrips palmi*), kutudaun persik (*Myzus persicae*), dan ulat penggulung daun (*Phtorimaea operculella*) yang mampu menyebabkan kehilangan hasil 25–90% (Setiawati *et al.* 2009). Selain itu penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* dan penyakit busuk daun yang disebabkan oleh *Phytophthora infestans* dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga lebih dari 50% (Soesanto *et al.* 2011, Gosh & Mandal 2009).

Usaha tani kentang yang intensif mendorong peningkatan serangan OPT pada komoditas tersebut. Keadaan ini memaksa petani untuk meningkatkan penggunaan pestisida untuk mengendalikannya. Di antara jenis komoditas hortikultura, tanaman kentang merupakan salah satu pengguna pestisida terbanyak. Djojosumarto (2008) melaporkan bahwa petani kentang di dataran tinggi Dieng, Jawa Tengah dan sentra produksi lainnya menggunakan volume semprot rerata sebanyak 1.200–2.000 liter per hektar. Padahal berdasarkan kapasitas retensi tanaman, permukaan daun pada pertanaman kentang hanya mampu menampung maksimum 800 liter per hektar. Bahkan jika menggunakan penyemprot punggung (*knapsack sprayer*), rekomendasi volume semprot untuk tanaman kentang sebesar 300–600 liter per hektar.

Selain penggunaan volume semprot yang tinggi, cara petani mengaplikasikan pestisida, khususnya dalam praktek mengarahkan *nozzle* bervariasi. Hasil pemantauan di lapangan terhadap perilaku aplikasi pestisida oleh petani kentang di Kabupaten Garut dan Kabupaten Bandung menunjukkan bahwa praktik yang paling banyak dilakukan adalah dengan mengayunkan tongkat *nozzle* dari bawah ke atas kemudian membalikkannya ke bawah, hingga larutan pestisida menetes ke tanah. Cara ini tidak tepat karena volume semprot yang digunakan sangat tinggi, yang mengakibatkan pemborosan biaya dan pencemaran lingkungan. Menurut Payne (2000), keberhasilan aplikasi pestisida diukur dengan tingkat pengendalian hama yang secara ekonomi dapat diterima dengan dampak terhadap lingkungan yang kecil. Oleh karena itu cara aplikasi pestisida yang dilakukan oleh petani pada umumnya kurang tepat.

Hasil pemantauan juga menunjukkan bahwa sebagian petani mengaplikasikan pestisida dengan posisi *nozzle* di atas tajuk tanaman menghadap ke bawah, terutama pada penggunaan *power sprayer*. Sebagian petani yang lain mengaplikasikan pestisida dengan posisi *nozzle* di bawah dan diayunkan ke arah tanaman dengan sudut 45° (Gambar 1). Setiap cara aplikasi tersebut akan menghasilkan distribusi butiran semprot yang berbeda, yang akhirnya berpengaruh terhadap efikasi pestisida (Wickham *et al.* 1974). Menurut Douzals *et al.* (2012) dan Sun *et al.* (2015), kualitas penyemprotan perlu dievaluasi berdasarkan distribusi butiran semprot dan peliputan bidang sasaran untuk mendapatkan cara yang paling tepat. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk menguji arah *nozzle* pada saat aplikasi pestisida dalam rangka mendapatkan cara aplikasi yang tepat.

Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh dua posisi *nozzle* pada saat penyemprotan, yaitu posisi *nozzle* di atas tajuk tanaman menghadap ke bawah dan

digerakkan ke depan dengan mantap dan posisi *nozzle* di bawah dan diayunkan ke arah tanaman dengan sudut 45° terhadap liputan dan distribusi butiran semprot yang dihasilkan serta efikasi pestisida terhadap hama dan penyakit tanaman kentang. Hipotesis yang diajukan adalah cara penyemprotan dengan posisi *nozzle* di bawah dan diayunkan ke arah tanaman dengan sudut 45° akan menghasilkan liputan butiran semprot yang lebih penuh dan distribusi larutan semprot yang lebih merata sehingga efikasi pestisida terhadap hama dan penyakit tanaman kentang lebih baik.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Juli sampai Oktober 2015 di kebun percobaan Margahayu, Balai Penelitian Tanaman Sayuran di Lembang (1.250 m dpl.). Tata letak percobaan disusun menggunakan petak berpasangan dan tiap perlakuan diulang empat kali. Perlakuan yang diuji adalah (A) posisi *nozzle* di atas tajuk tanaman menghadap ke bawah dan digerakkan ke depan dengan mantap dan (B) posisi *nozzle* di bawah dan diayunkan ke arah tanaman dengan sudut 45° (Gambar 2).

Kentang varietas Granola ditanam dengan sistem tanam ganda dengan jarak tanam 30 cm x 80 cm dan jarak antarbedengan 1 m. Ukuran petak percobaan 2,5 m x 6 m = 15 m². Untuk menghindari pengaruh perlakuan penyemprotan di antara petak perlakuan, di sekeliling petak perlakuan dipagari dengan tanaman jagung yang ditanam 1,5 bulan sebelum tanam kentang.

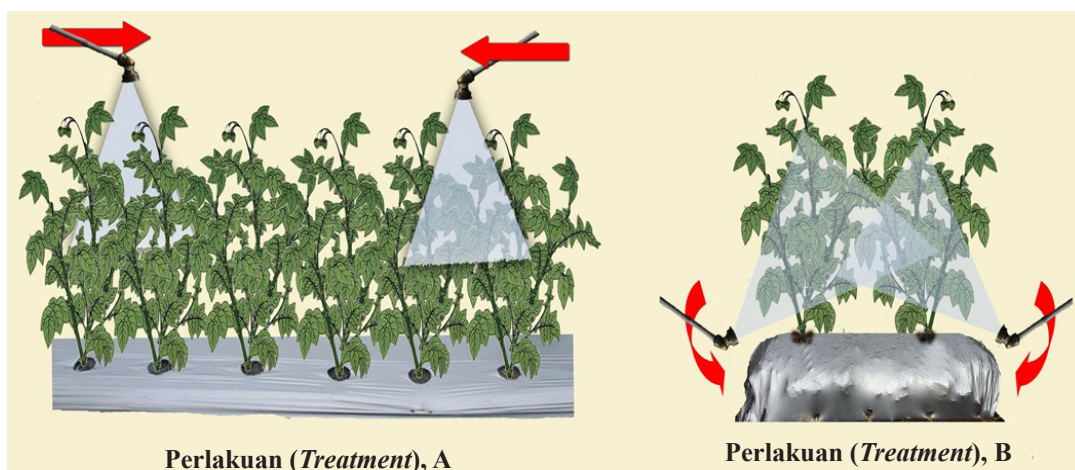
Pemupukan dasar pada tanaman kentang menggunakan pupuk kandang sebanyak 20 ton/ha. Pupuk buatan yang digunakan adalah pupuk N (180 kg/ha), P₂O₅ (80 kg/ha), K₂O (40 kg/ha), diberikan 7 hari sebelum tanam. Pupuk susulan diberikan pada umur 4 minggu setelah tanam (MST) (110 kg/ha N).

Untuk mengetahui liputan butiran larutan semprot menggunakan *water-sensitive paper* (WSP) yang berukuran 75 mm x 25 mm yang diproduksi oleh Syngenta Crop Protection AG, Basel, Switzerland (Chaim *et al.* 2002, Salyani *et al.* 2013, daCunha *et al.* 2013). Pemasangan WSP pada tanaman kentang seperti disajikan pada Gambar 3.

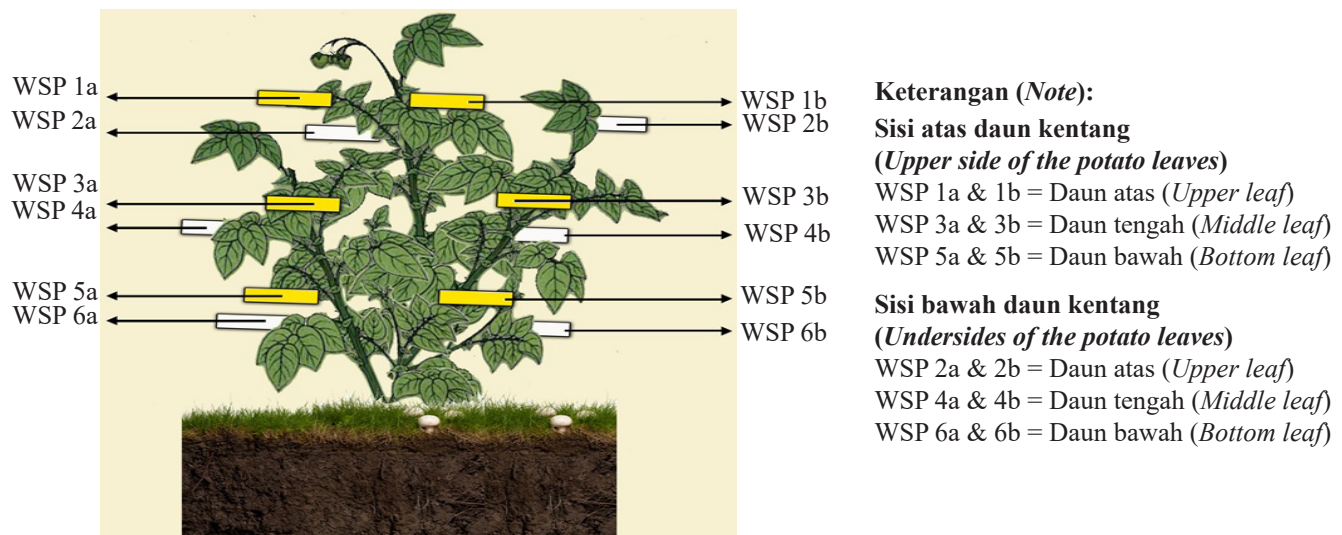
Untuk mengetahui distribusi butiran semprot dilakukan penyemprotan larutan *fluorescens* (10 g/l) (Palladini *et al.* 2005, Schleier *et al.* 2010). Setelah penyemprotan tersebut, dari setiap petak perlakuan diambil daun atas luar, daun atas dalam, daun tengah luar, daun tengah dalam, daun bawah luar, dan daun bawah dalam masing-masing sebanyak tiga helai. Letak daun tersebut digambarkan pada Gambar 4. Penggunaan WSP dan penyemprotan larutan *fluorescens* dilakukan pada umur 4, 6, dan 8 MST.

Pestisida yang digunakan dalam penelitian ini (Abamectin, Spinosad, dan Klorotalonil) adalah yang umum digunakan oleh petani untuk mengendalikan hama dan penyakit pada tanaman kentang. Penyemprotan dilakukan pada sore hari (pukul 17.00), mulai tanaman kentang berumur 21 hari setelah tanam (HST) dan diulang setiap 5 hari. Peubah yang diamati adalah :

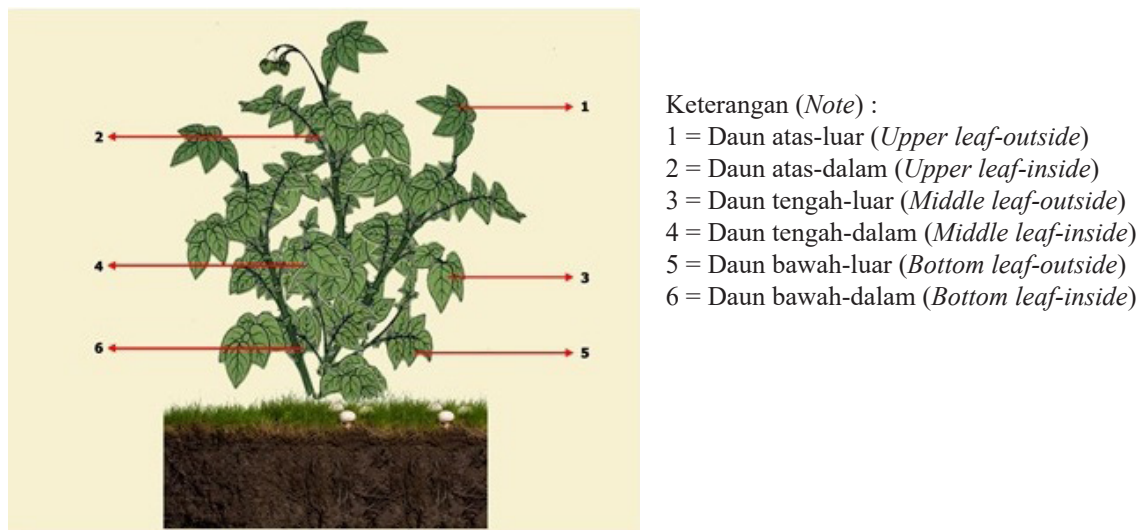
1. Volume semprot yang digunakan pada setiap petak perlakuan pada setiap kali penyemprotan,



Gambar 2. Penyemprotan pestisida pada tanaman kentang: perlakuan A (Posisi *nozzle* di atas tajuk tanaman dan digerakkan ke depan dengan mantap) dan perlakuan B (posisi *nozzle* di bawah dan diayunkan ke tanaman dengan sudut 45°) [*Pesticide spraying on potato: treatment A (the nozzle was above the crop canopy and moved forward steadily) and Treatment B (The nozzle was moved from the bottom to the plants at an angle of 45°)*]



Gambar 3. Letak WSP pada tanaman kentang (*WSP on potato plant*)



Gambar 4. Daun contoh untuk menaksir distribusi larutan semprot (*Sample leaf for assesment of spray distribution*)

ditetapkan dengan cara mengukur volume semprot yang digunakan pada setiap petak

2. Liputan butiran semprot pada WSP yang diukur menggunakan aplikasi berbasis android *Snap Card* yang dikeluarkan oleh *Government of Western Australia, Department of Agriculture and Food* yang dilakukan pada minggu ke 4, 6, dan 8 setelah tanam. Persentase liputan semprot dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

PL = Persentase liputan semprot (%)

v = Nilai (skor) liputan semprot berdasarkan luas WSP yang terpapar larutan semprot, yaitu:

0= Tidak ada butiran semprot

1= Luas liputan semprot pada WSP> 0–≤20%

3= Luas liputan semprot pada WSP>20–≤40%

5= Luas liputan semprot pada WSP>40–≤60%

7= Luas liputan semprot pada WSP>60–≤80%

9= Luas liputan semprot pada WSP>80%

n = Jumlah WSP yang memiliki nilai v (liputan semprot) yang sama

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

N = Jumlah WSP yang diamati

3. Distribusi larutan butiran semprot 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 tiga helai per petak. Daun-daun tersebut dibawa ke ruangan gelap untuk diamati distribusi butiran *fluorescens* di bawah lampu ultra violet. Kriteria distribusi butiran semprot yang merata adalah jika butiran semprot berada di bagian pucuk, tengah dan pangkal daun kentang seperti yang

disajikan pada Gambar 5. Persentase distribusi butiran semprot yang merata pada daun kentang dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

- p = Persentase distribusi larutan semprot yang merata per petak
a = Jumlah daun yang distribusi penyemprotannya merata per petak
b = Jumlah daun yang distribusi penyemprotannya tidak merata per petak

4. Pengamatan pada tanaman contoh dilakukan mulai tanaman berumur 21 hari dengan interval 7 hari. Sebanyak 10 tanaman contoh pada setiap petak perlakuan ditetapkan secara acak sistematis. Peubah yang diamati pada tanaman contoh adalah:

1. Jumlah tanaman yang tumbuh, yang ditetapkan dengan cara mengitung jumlah tanaman yang tumbuh per petak
2. Tinggi tanaman, yang ditetapkan dengan cara mengukur tinggi tanaman dari permukaan tanah sampai ujung kanopi tanaman
3. Populasi trips, kutudaun, kutukebul, dan ulat penggulung daun kentang yang ditetapkan dengan cara menghitung jumlah individu trips, kutu daun, kutukebul, dan ulat penggulung daun kentang per daun contoh per tanaman contoh. Daun contoh tersebut letaknya lima helai dari pucuk
4. Intensitas serangan penyakit busuk kering *A. solani*, ditetapkan dengan cara menaksir besarnya kerusakan daun yang disebabkan oleh cendawan *A. solani* yang ditandai dengan adanya bercak-bercak cokelat pada permukaan daun. Selanjutnya besarnya intensitas serangan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

P = Intensitas kerusakan tanaman (%)

v = Nilai (skor) kerusakan tanaman berdasarkan luas daun terserang pada setiap tanaman, yaitu:

- 0 = Tidak ada kerusakan sama sekali
1 = Luas kerusakan tanaman > 0–≤10%
2 = Luas kerusakan tanaman > 10–≤20%
3 = Luas kerusakan tanaman > 20–≤40%
4 = Luas kerusakan tanaman > 40–≤60%
5 = Luas kerusakan tanaman > 60%

n = Jumlah tanaman yang memiliki nilai v (kerusakan tanaman) yang sama

Z = Nilai (skor) tertinggi (v = 5)

N = Jumlah tanaman yang diamati

5. Hasil panen, ditetapkan dengan cara mengelompokkan ubi kentang yang sehat dan ubi kentang yang terserang OPT per petak lalu ditimbang
6. Volume, jenis, dan biaya pestisida yang digunakan ditetapkan dengan cara mencatat volume, jenis, dan harga pestisida yang digunakan per petak pada setiap penyemprotan.

Perbedaan antarperlakuan diuji dengan menggunakan Uji-t pada taraf 5% (Chiarappa 1971). Untuk keperluan analisis anggaran parsial, data yang dikumpulkan adalah hasil penjualan, biaya penyemprotan pestisida, dan biaya pestisida. Data ekonomi dianalisis menggunakan teknik Analisis Anggaran Parsial menurut Basuki (2009).

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

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

Keterangan:

TR = Penerimaan total (Rp/ha) = hasil (kg/ha) x harga hasil (Rp/kg)

VC = Total biaya berubah (Rp/ha) = kuantitas input yang digunakan (unit/ha) x harga input (Rp/ha)

NI = Pendapatan = penerimaan total – total biaya berubah

Δ = Selisih, perbedaan atau perubahan

Δ NI = Selisih pendapatan bersih budidaya kentang dengan penyemprotan perlakuan A dengan pendapatan bersih cara budidaya kentang dengan penyemprotan B



Gambar 5. Kriteria distribusi larutan semprot yang merata (*Criteria of uniform spray distribution*)

ΔTR = Selisih nilai hasil panen budidaya kentang dengan penyemprotan perlakuan A dengan nilai hasil panen budidaya kentang dengan penyemprotan B

ΔVC = Selisih biaya variabel cara penyemprotan perlakuan A dengan biaya variabel cara penyemprotan B

R = *Rate of return* (tingkat pengembalian)

Kriteria pengambilan keputusan:

1. Jika NI tetap sama atau lebih rendah, cara penyemprotan tersebut akan ditolak
2. Jika NI naik dan VC tetap sama atau lebih rendah maka cara penyemprotan tersebut tersebut mempunyai peluang diadopsi
3. Jika NI dan VC naik, dihitung nilai R. Jika nilai $R \geq 1,0$ maka teknologi tersebut mempunyai peluang diadopsi
4. Semakin tinggi NI dan R, secara ekonomi menarik untuk diadopsi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tanaman

Benih kentang yang ditanam tumbuh secara merata di kedua petak perlakuan yang diuji. Tinggi tanaman pada 63 HST pada kedua perlakuan tidak berbeda

nyata. Data pertumbuhan tanaman disajikan pada Tabel 1.

Volume Semprot

Pestisida harus dicampur dengan bahan pembawa yang pada umumnya adalah air. Tujuannya adalah agar pestisida yang volumenya sedikit tersebut dapat tersebar secara merata ke seluruh bidang sasaran. Banyaknya larutan semprot (air+pestisida) yang digunakan untuk menyemprot setiap satuan luas lahan disebut volume aplikasi atau volume semprot, yang untuk tanaman semusim dinyatakan dalam liter per hektar.

Dua dari beberapa faktor yang memengaruhi banyaknya volume semprot adalah jenis bidang sasaran dan alat semprot yang digunakan. Menurut Jejcic *et al.* (2011), setiap bentuk dan ukuran kanopi tanaman membutuhkan pengaturan aplikasi tertentu agar efisiensi penyemprotan optimum. Djojosumarto (2000) menyatakan bahwa untuk penyemprotan tanaman kentang menggunakan penyemprot punggung (*knapsack sprayer*), volume semprot yang direkomendasikan berkisar antara 300–600 liter/hektar.

Pada penelitian ini digunakan penyemprot punggung. Volume semprot yang digunakan pada perlakuan pertama (*nozzle* di atas tajuk) lebih rendah (175,00 – 293,33 l/ha) dari rekomendasi tersebut. Hal ini dapat mengakibatkan larutan pestisida tidak tersebar

Tabel 1. Tanaman yang tumbuh dan tinggi tanaman kentang (*Number of plant grown and plant height*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Tanaman yang tumbuh pada umur 63 HST (<i>Plant grow at 63 DAP</i>), %	Tinggi tanaman pada umur 63 HST (<i>Plant height at 63 DAP</i>), cm
Posisi <i>nozzle</i> di atas tajuk tanaman dan digerakkan ke depan dengan mantap (<i>The nozzle was above the crop canopy and moved forward steadily</i>)	100,00 a	48,40 a
Posisi <i>nozzle</i> di bawah dan diayunkan ke arah tanaman dengan sudut 45° (<i>The nozzle was moved from the bottom to the plants at an angle of 45°</i>)	99,69 a	46,55 a
KK (<i>CV</i>), %	6,31	8,97

HSP (*DAP*) = Hari setelah tanam (*Day after planting*)

Angka rerata perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata menurut Uji-t pada taraf 5% (*Average at the same column followed by the same letters were not significantly different at 5% level according to t-test*)

Tabel 2. Volume semprot yang digunakan (*Spray volume used*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Per petak (<i>Per plot</i>), ml/15 m ²	l/ha
Posisi <i>nozzle</i> di atas tajuk tanaman dan digerakkan ke depan dengan mantap (<i>The nozzle was above the crop canopy and moved forward steadily</i>)	262,5 – 440,0	175,00 – 293,33
Posisi <i>nozzle</i> di bawah dan diayunkan ke arah tanaman dengan sudut 45° (<i>The nozzle was moved from the bottom to the plants at an angle of 45°</i>)	387,5 – 605,0	293,33 – 403,33

secara merata ke seluruh bagian tanaman kentang. Sementara volume semprot pada perlakuan kedua (*nozzle* diarahkan dari bawah ke tanaman) ada dalam kisaran yang direkomendasikan.

Tingkat Peliputan dan Kepadatan Butiran Semprot

Keberhasilan penyemprotan sangat ditentukan oleh tingkat peliputan (*coverage*), yaitu banyaknya butiran semprot yang menutupi bidang sasaran. Semakin banyak jumlah butiran semprot pada setiap satuan luas bidang sasaran, semakin besar kemungkinan OPT terkena pestisida sehingga semakin besar keberhasilan penyemprotan. Oleh karena itu deCerqueira *et al.* (2012) menyatakan bahwa liputan butiran semprot perlu dievaluasi untuk memperbaiki teknik aplikasi pestisida.

Tingkat peliputan butiran semprot diukur dengan bantuan WSP yang dipasang di daun atas, tengah, dan bawah pada kedua sisinya. Hasil peliputan dihitung menggunakan *snap card*, yang hasilnya merupakan persentase jumlah butiran semprot yang mengenai bidang sasaran. Hasil pengukurannya pada 4, 6, dan 8 MST disajikan pada Tabel 3.

Pada 4 MST, cara penyemprotan dengan *nozzle* di atas kanopi tanaman menghasilkan butiran semprot pada daun sisi atas dengan kepadatan yang lebih tinggi daripada cara penyemprotan dengan *nozzle* dari bawah. Namun, untuk bidang sasaran lainnya, kepadatan butiran semprot yang dihasilkan lebih rendah. Hal itu terjadi pada 6 dan 8 MST. Pada penyemprotan dengan *nozzle* di atas tajuk tanaman, larutan semprot dicurahkan hanya ke satu arah saja, yaitu ke sisi atas tajuk tanaman. Dengan demikian, sisi atas tanaman menerima larutan semprot dalam jumlah yang besar. Akibatnya, butiran semprot yang terbentuk berukuran besar sehingga kepadatan butiran semprot per satuan luas bidang sasaran menjadi lebih rendah.

Pada penyemprotan dengan arah *nozzle* dari bawah, butiran semprot tidak segera jatuh sesudah lepas dari *nozzle*, melainkan melayang-layang terlebih dulu. Dengan bantuan angin, butiran semprot tersebut menyusup ke bagian dalam kanopi tanaman sehingga tingkat penutupan di daun tengah dan bawah, baik pada sisi atas maupun sisi bawah lebih tinggi dibandingkan hasil penyemprotan dengan *nozzle* dari atas tajuk tanaman.

Distribusi Butiran Semprot

Distribusi butiran semprot diukur untuk mengetahui sejauh mana butiran semprot tersebar pada seluruh permukaan daun kentang. Distribusi butiran semprot perlu diketahui karena menurut Wickham *et al.* (1974) parameter tersebut merupakan salah satu faktor

yang memengaruhi efikasi pestisida. Pelaksanaan pengukuran menggunakan bantuan serbuk *fluorescens*.

Data pada Tabel 4 menunjukkan persentase sebaran yang merata seperti yang tersaji pada Gambar 6. Data pada tabel tersebut menunjukkan bahwa rerata daun yang mendapat sebaran merata (pada sisi atas maupun sisi bawah) pada cara penyemprotan dengan *nozzle* di atas tajuk tanaman jauh lebih rendah dibandingkan hasil penyemprotan dengan cara *nozzle* diayunkan dari bawah ke atas. Alat penyemprot punggung (*knapsack sprayer*) merupakan alat yang sangat fleksibel untuk menyemprot, karena dapat digunakan dari berbagai arah untuk menghasilkan sebaran butiran semprot yang merata. Oleh karena itu penggunaan alat tersebut hanya dengan posisi *nozzle* di atas tajuk secara konstan kurang optimum untuk menghasilkan sebaran merata. Hal itu menunjukkan bahwa sebaran merata butiran semprot yang dihasilkan oleh cara penyemprotan dengan *nozzle* di atas tajuk tanaman lebih rendah dibandingkan dengan sebaran merata yang dihasilkan oleh cara penyemprotan dengan arah *nozzle* dari bawah.

Perkembangan OPT

Hama yang dijumpai menyerang pertanaman kentang adalah trips, kutudaun, penggulung daun kentang, dan kutukebul. Meskipun penelitian dilaksanakan pada musim kemarau, tetapi populasi hama tersebut cukup rendah. Hal itu terjadi diduga karena perbedaan suhu siang dan malam hari yang terlalu ekstrim. Selama penelitian berlangsung, rerata suhu udara pada siang hari berkisar antara 32,75–36,20°C, sedangkan rerata suhu pada malam hari berkisar antara 8,32 – 13,83°C (Tabel 5). Suhu merupakan faktor abiotik paling penting bagi perkembangan, pertumbuhan dan *survival* serangga (Yadav & Chang 2013). Menurut Sunjaya (1970), pada kisaran suhu optimum, jika suhu meningkat perkembangan serangga semakin cepat dan jika suhu menurun perkembangannya melambat. Namun, pada suhu mendekati suhu efektif maksimum maupun minimum, perkembangan serangga tertekan.

Rendahnya populasi hama mengakibatkan pengaruh perlakuan tidak nyata. Namun, Gambar 6 memperlihatkan populasi trips, kutudaun, ulat penggulung daun, dan kutukebul pada umumnya lebih tinggi pada cara penyemprotan dengan *nozzle* di atas tajuk daripada populasinya pada cara penyemprotan dengan arah *nozzle* dari bawah. Tabel 6 lebih memperjelas pengaruh penyemprotan terhadap populasi keempat jenis hama tersebut. Populasi total trips dan kutudaun yang berkunjung ke pertanaman kentang yang disemprot dengan arah *nozzle* dari bawah lebih rendah. Sementara populasi ulat penggulung

Tabel 3. Tingkat peliputan butiran semprot pada daun kentang (*Coverage of droplet at the potato leaves*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Peliputan butiran semprot menurut umur tanaman (<i>Coverage of droplet according to plant age</i>), %					
	4 MST (<i>WAP</i>)					
	Sisi atas daun (<i>Upside of leaf</i>)			Sisi bawah daun (<i>Underside of leaf</i>)		
	Daun atas (<i>Upper leaf</i>)	Daun tengah (<i>Middle leaf</i>)	Daun bawah (<i>Bottom leaf</i>)	Daun atas (<i>Upper leaf</i>)	Daun tengah (<i>Middle leaf</i>)	Daun bawah (<i>Bottom leaf</i>)
Posisi <i>nozzle</i> di atas tajuk tanaman dan digerakkan ke depan dengan mantap (<i>The nozzle was above the crop canopy and moved forward steadily</i>)	83,33 b	45,83 a	31,94 a	22,92 a	11,11 a	16,67 a
Posisi <i>nozzle</i> di bawah dan diayunkan ke arah tanaman dengan sudut 45° (<i>The nozzle was moved from the bottom to the plants at an angle of 45°</i>)	77,08 a	51,39 b	51,39 b	47,92 b	12,50 a	20,83 b
KK (<i>CV</i>), %	9,53	7,89	7,24	9,61	11,76	19,18

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Peliputan butiran semprot menurut umur tanaman (<i>Coverage of droplet according to plant age</i>), %					
	6 MST (<i>WAP</i>)					
	Sisi atas daun (<i>Upside of leaf</i>)			Sisi bawah daun (<i>Underside of leaf</i>)		
	Daun atas (<i>Upper leaf</i>)	Daun tengah (<i>Middle leaf</i>)	Daun bawah (<i>Bottom leaf</i>)	Daun atas (<i>Upper leaf</i>)	Daun tengah (<i>Middle leaf</i>)	Daun bawah (<i>Bottom leaf</i>)
Posisi <i>nozzle</i> di atas tajuk tanaman dan digerakkan ke depan dengan mantap (<i>The nozzle was above the crop canopy and moved forward steadily</i>)	60,42 a	26,39 a	30,56 a	16,67 a	9,72 a	9,72 a
Posisi <i>nozzle</i> di bawah dan diayunkan ke arah tanaman dengan sudut 45° (<i>The nozzle was moved from the bottom to the plants at an angle of 45°</i>)	72,92 b	45,83 b	47,22 b	43,75 b	13,89 b	9,70 a
KK (<i>CV</i>), %	11,97	8,88	8,25	26,14	11,76	11,14

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Peliputan butiran semprot menurut umur tanaman (<i>Coverage of droplet according to plant age</i>), %					
	8 MST (<i>WAP</i>)					
	Sisi atas daun (<i>Upside of leaf</i>)			Sisi bawah daun (<i>Underside of leaf</i>)		
	Daun atas (<i>Upper leaf</i>)	Daun tengah (<i>Middle leaf</i>)	Daun bawah (<i>Bottom leaf</i>)	Daun atas (<i>Upper leaf</i>)	Daun tengah (<i>Middle leaf</i>)	Daun bawah (<i>Bottom leaf</i>)
Posisi <i>nozzle</i> di atas tajuk tanaman dan digerakkan ke depan dengan mantap (<i>The nozzle was above the crop canopy and moved forward steadily</i>)	41,46 a	23,61 a	19,44 a	14,58 a	9,72 a	6,94 a
Posisi <i>nozzle</i> di bawah dan diayunkan ke arah tanaman dengan sudut 45° (<i>The nozzle was moved from the bottom to the plants at an angle of 45°</i>)	47,92 b	34,72 b	29,17 b	37,50 b	20,83 b	13,89 b
KK (<i>CV</i>), %	11,71	8,15	10,94	20,13	19,14	12,33

Angka rerata perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata menurut Uji-t pada taraf 5% (*Average at the same column followed by the same letters were not significantly different at 5% level according to t-test*)
MST (*WAP*) = Minggu setelah tanam (*Weeks after planting*)

Tabel 4. Distribusi butiran semprot yang merata pada daun kentang (*Uniform distribution of droplet on potato leaves*)

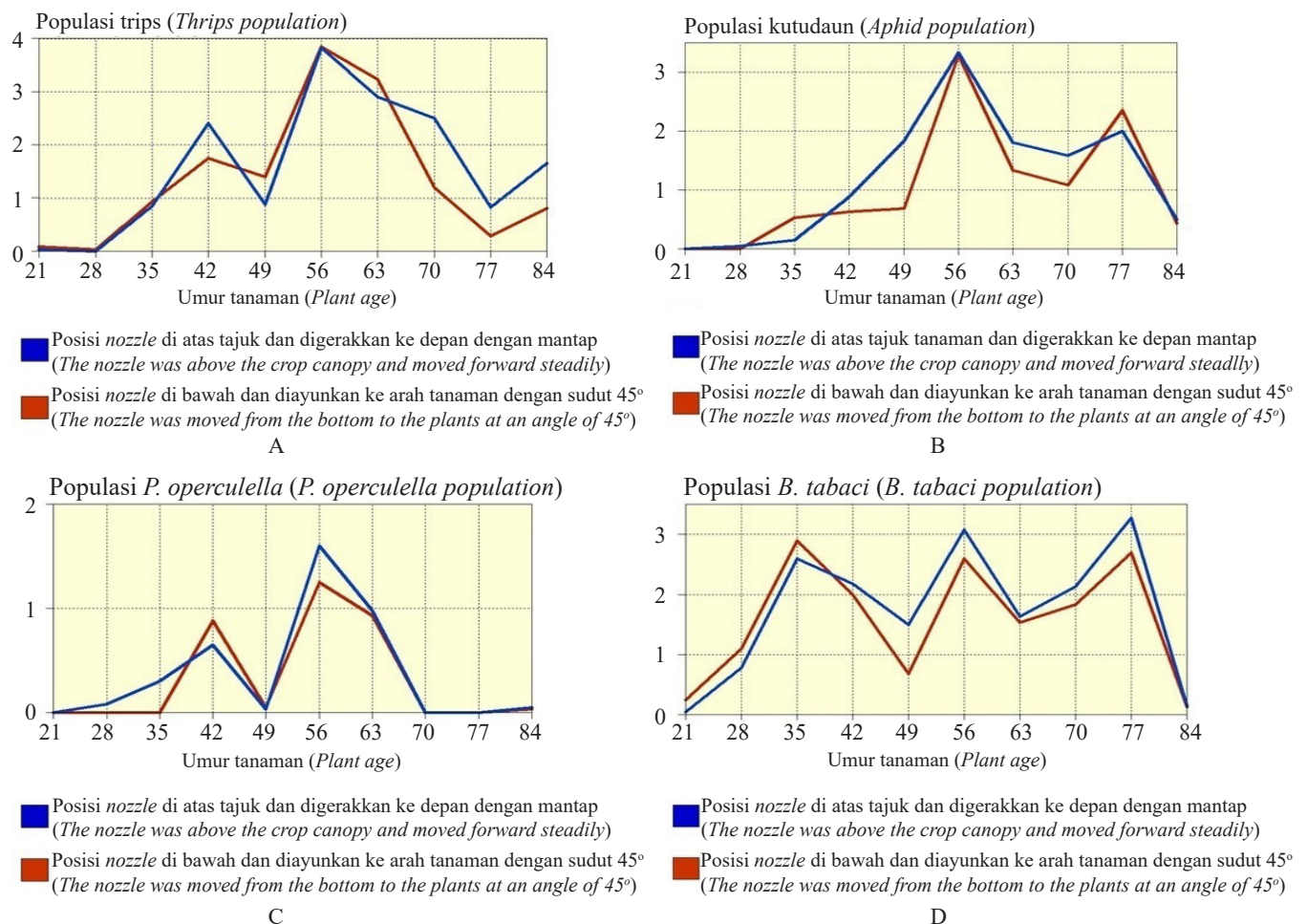
Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Bagian daun (<i>Part of leaf</i>)	Distribusi butiran semprot yang merata menurut umur tanaman (<i>Distribution of droplet according to plant age</i>), %					
		4 MST (<i>WAP</i>)		6 MST (<i>WAP</i>)		8 MST (<i>WAP</i>)	
		Sisi atas (<i>Upside</i>)	Sisi bawah (<i>Underside</i>)	Sisi atas (<i>Upside</i>)	Sisi bawah (<i>Underside</i>)	Sisi atas (<i>Upside</i>)	Sisi bawah (<i>Underside</i>)
Posisi <i>nozzle</i> di atas tajuk tanaman dan digerakkan ke depan dengan mantap (<i>The nozzle was above the crop canopy and moved forward steadily</i>)	Daun atas-luar (<i>Upper leaf-outside</i>)	0,00	0,00	16,67	0,00	25,00	16,67
	Daun atas-dalam (<i>Upper leaf-inside</i>)	16,67	0,00	0,00	0,00	16,67	0,00
	Daun tengah-luar (<i>Middle leaf-outside</i>)	0,00	0,00	25,00	0,00	16,67	0,00
	Daun tengah-dalam (<i>Middle leaf-inside</i>)	8,33	0,00	8,33	0,00	25,00	0,00
	Daun bawah-luar (<i>Bottom leaf-outside</i>)	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00
	Daun bawah-dalam (<i>Bottom leaf-inside</i>)	0,00	8,33	16,67	0,00	8,33	0,00
Rerata (<i>Average</i>), %		4,17	1,38	15,27	0,00	15,27	2,77
Posisi <i>nozzle</i> di bawah dan diayunkan ke arah tanaman dengan sudut 45° (<i>The nozzle was moved from the bottom to the plants at an angle of 45°</i>)	Daun atas-luar (<i>Upper leaf-outside</i>)	41,67	0,00	58,33	0,00	25,00	16,67
	Daun atas-dalam (<i>Upper leaf-inside</i>)	25,00	16,67	41,67	0,00	50,00	0,00
	Daun tengah-luar (<i>Middle leaf-outside</i>)	41,67	8,33	33,33	0,00	75,00	16,67
	Daun tengah-dalam (<i>Middle leaf-inside</i>)	50,00	0,00	50,00	16,67	58,33	0,00
	Daun bawah-luar (<i>Bottom leaf-outside</i>)	41,67	0,00	66,67	25,00	66,67	25,00
	Daun bawah-dalam (<i>Bottom leaf-inside</i>)	41,57	0,00	58,33	25,00	33,33	0,00
Rerata (<i>Average</i>), %		40,26	4,16	51,38	11,11	51,38	9,72

MST (*WAP*) = Minggu setelah tanam (*Week after planting*)

daun dan kutukebul pada kedua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Hal itu menunjukkan bahwa efikasi pestisida yang disemprotkan dengan *nozzle* yang digerakkan dari bawah ke arah tanaman lebih baik daripada efikasinya dengan cara penyemprotan *nozzle* di atas tajuk tanaman untuk mengendalikan trips dan kutudaun.

Hasil penelitian ini sejalan dengan pendapat Gimenes *et al.* (2012) dan Sidi *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa volume semprot memengaruhi deposit butiran semprot, yang selanjutnya memengaruhi keefektifan pengendalian. Minov *et al.* (2014) menyatakan bahwa pola distribusi volume semprot berpengaruh terhadap efikasi pestisida terhadap OPT sasaran. Volume semprot

pada perlakuan cara penyemprotan dengan *nozzle* di atas tajuk tanaman lebih rendah dari volume yang direkomendasikan, sementara volume semprot pada cara penyemprotan yang kedua sesuai dengan rekomendasi. Dengan kurangnya volume semprot, berarti butiran semprot tidak tersebar secara merata sehingga pengendalian terhadap hama kurang efektif dibandingkan dengan perlakuan yang kedua. Gossen *et al.* (2008) melaporkan bahwa efikasi pestisida dapat ditingkatkan dengan mengoptimalkan aplikasi, dan salah satunya adalah dengan mengoptimalkan orientasi atau arah pergerakan *nozzle*. Pada perlakuan dengan *nozzle* konstan di atas tajuk tanaman, pancaran larutan semprot terbatas hanya ke satu arah saja, yaitu dari atas ke bawah. Sementara pada perlakuan yang



Gambar 6. Populasi *T. palmi* (A), *M. persicae* (B), *P. operculella* (C), dan *B. tabaci* (D) pada tanaman kentang [*T. palmi* (A), *M. persicae* (B), *P. operculella* (C), and *B. tabaci* (D) population on potato]

Tabel 5. Suhu dan kelembapan udara (*Air temperature and relative humidity*)

Bulan (Months)	Rerata suhu udara harian (Average of daily air temperature), °C		Rerata kelembapan udara harian (Average of daily relative humidity), %	
	Max.	Min.	Max.	Min.
Juli (July)	32,75	13,83	93,00	60,65
Agustus (August)	36,20	8,32	92,90	46,19
September (September)	33,86	9,81	92,86	45,81
Oktober (October)	33,72	11,06	90,50	33,44

kedua, *nozzle* diarahkan ke dalam kanopi tanaman dengan gerakan dari bawah ke atas. Butiran semprot yang keluar dari *nozzle* sebagian akan menempel di sisi bawah daun, sedangkan yang terlempar ke atas tajuk akan turun secara perlahan dan akhirnya menempel pada sisi atas daun. Dengan bantuan angin, butiran semprot akan masuk ke dalam kanopi tanaman sehingga tidak hanya daun di bagian luar kanopi saja yang mendapat paparan butiran pestisida, melainkan juga daun yang ada di dalam kanopi tanaman.

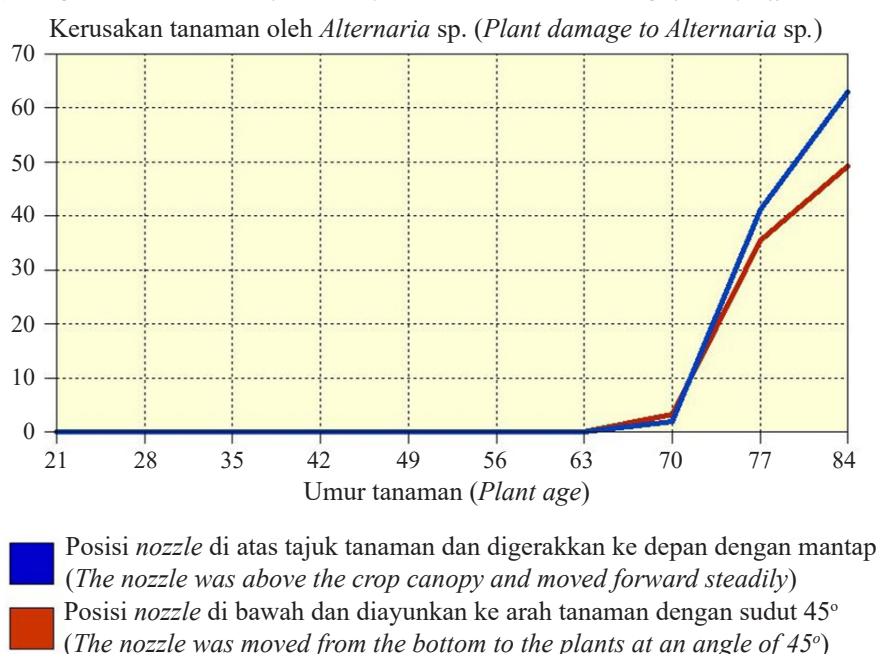
Strategi pengendalian penyakit berbeda dengan pengendalian hama. Pengendalian penyakit dilakukan secara preventif dengan penyemprotan fungisida klorotalonil yang bersifat kontak sebagai protektan. Penyakit busuk kering *alternaria* menyerang tanaman

kentang mulai 70 HST dengan intensitas kurang dari 5%, tetapi pada minggu berikutnya mengalami peningkatan yang sangat nyata menjadi di atas 30%. Menurut Wharton & Kirk (2007), spora *Alternaria solani* diproduksi pada kisaran suhu 5°C–30°C. Pergiliran antara kondisi lembap dan kering pada kisaran suhu tersebut merupakan kondisi yang sesuai untuk produksi spora. Selanjutnya dijelaskan bahwa laju perkembangan penyakit tersebut terjadi sangat cepat selama periode pembentukan ubi dan jika tanaman mengalami tekanan lingkungan. Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa suhu udara pada kisaran yang cocok bagi perkembangan *A. solani*, terlebih didukung oleh kelembapan yang tinggi pada malam hari (> 90%) dan kering pada siang hari (sekitar 40%).

Tabel 6. Total populasi trips, kutudaun, ulat penggulung daun-ubi kentang, dan kutukebul selama satu musim tanam kentang (*Total population of thrips, aphid, potato tuber moth and whitefly in a growing period of potato*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Trips (<i>Thrips</i>)	Kutudaun (<i>Aphid</i>)	Ulat penggulung daun ubi kentang (<i>Potato tuber moth</i>)	Kutukebul (<i>Whitefly</i>)
Posisi <i>nozzle</i> di atas tajuk tanaman dan digerakkan ke depan dengan mantap (<i>The nozzle was above the crop canopy and moved forward steadily</i>)	15,85 a	11,95 a	3,45 a	16,95 a
Posisi <i>nozzle</i> di bawah dan diayunkan ke arah tanaman dengan sudut 45° (<i>The nozzle was moved from the bottom to the plants at an angle of 45°</i>)	13,53 b	10,28 b	3,13 a	16,13 a
KK (CV), %	11,36	11,17	8,14	5,48

Angka rerata perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata menurut Uji-t pada taraf 5% (*Average at the same column followed by the same letters were not significantly different at 5% level according to t-test*)



Gambar 7. Kerusakan tanaman oleh *Alternaria* sp. (*Plant damage due to Alternaria sp.*)

Gejala penyakit busuk kering *alternaria* dimulai dari bagian bawah, sehingga penyemprotan dengan *nozzle* di atas tajuk tanaman kurang mampu menjangkau bagian tanaman yang terserang. Akibatnya penekanan intensitas serangan menggunakan cara tersebut lebih rendah dibandingkan dengan cara penyemprotan *nozzle* diayunkan dari bawah ke arah tanaman (Gambar 7).

Hasil Panen

Hama yang menyerang ubi kentang adalah ulat penggerek ubi kentang. Meskipun persentase serangannya sangat rendah, tetapi serangan pada perlakuan penyemprotan dengan *nozzle* di atas tajuk tanaman lebih tinggi daripada serangannya pada perlakuan dengan arah *nozzle* dari bawah. Serangan hama tersebut pada pertumbuhan vegetatif berdampak terhadap serangannya pada ubi kentang.

Hampir semua tanaman dalam setiap petak perlakuan dapat dipanen. Bobot ubi sehat pada kedua perlakuan yang diuji berbeda nyata. Hasil panen pada perlakuan penyemprotan dengan *nozzle* di atas tajuk tanaman lebih rendah. Hal itu menunjukkan bahwa kualitas penyemprotan dengan arah *nozzle* dari bawah lebih baik daripada kualitas cara penyemprotan dengan *nozzle* di atas tajuk tanaman.

Analisis Anggaran Parsial

Perbedaan cara penyemprotan menyebabkan terjadinya perbedaan volume semprot. Dengan konsentrasi pestisida yang sama pada kedua perlakuan, banyaknya pestisida yang digunakan menjadi berbeda yang mengakibatkan biaya pestisida menjadi berbeda pula. Data pada Tabel 8 menunjukkan bahwa biaya pestisida pada perlakuan cara penyemprotan dengan arah *nozzle* dari bawah lebih tinggi sebesar 28,57%

Tabel 7. Hasil panen (*Yield*)

Hasil panen (<i>Yield</i>)	Tanaman yang dipanen (<i>Plants harvested</i>), %	Bobot ubi sehat (<i>Weight of healthy tuber</i>) kg/15 m ²	Bobot ubi terserang hama dan penyakit (<i>Weight of tuber attacked by pest and disease</i>) kg/15 m ²	Bobot ubi (<i>Weight of tuber</i>) ton/ha		Total
				Bobot ubi terserang hama dan penyakit (<i>Weight of tuber attacked by pest and disease</i>)	Ubi yang dapat dijual (<i>Marketable yield</i>)	
Posisi <i>nozzle</i> di atas tajuk tanaman dan digerakkan ke depan dengan mantap (<i>The nozzle was above the crop canopy and moved forward steadily</i>)	96,88 a	28,69 a	3,64 b	2,43	19,126	21,55
Posisi <i>nozzle</i> di bawah dan diayunkan ke arah tanaman dengan sudut 45° (<i>The nozzle was moved from the bottom to the plants at an angle of 45°</i>)	98,75 a	42,66 b	2,67 a	1,78	28,440	30,22
KK (<i>CV</i>), %	2,87	8,80	11,12	-	-	-

Angka rerata perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata menurut uji-t pada taraf 5% (*Average at the same column followed by the same letters were not significantly different at 5% level according to t-test*)

Tabel 8. Banyaknya pestisida yang digunakan dan biaya pestisida selama musim tanam (*The use of pesticides and its cost in a planting season*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Abamectin (ml/ 15 m ²)	Spinoteram (ml/ 15 m ²)	Klorotalonil (g/ 15 m ²)	Total biaya/ <i>Total cost</i> (Rp/ IDR)	
				15 m ²	ha
Posisi <i>nozzle</i> di atas tajuk tanaman dan digerakkan ke depan dengan mantap (<i>The nozzle was above the crop canopy and moved forward steadily</i>)	1,26	1,89	7,56	5.996,34	3.997.560,00
Posisi <i>nozzle</i> di bawah dan diayunkan ke arah tanaman dengan sudut 45° (<i>The nozzle was moved from the bottom to the plants at an angle of 45°</i>)	1,62	2,43	9,72	7.709,58	5.139.720,00
Perbedaan (<i>Difference</i>), %			28,57		

dibandingkan dengan biaya pada cara penyemprotan dengan *nozzle* di atas tajuk tanaman.

Menurut Payne (2000), keberhasilan aplikasi pestisida diukur dengan tingkat pengendalian hama yang secara ekonomi dapat diterima dengan dampak terhadap lingkungan yang kecil. Perbedaan di antara kedua perlakuan yang diuji adalah biaya pestisida.

Hasil perhitungan biaya penerimaan dan biaya berubah dari kedua perlakuan yang diuji disajikan pada Tabel 9. Peningkatan biaya berubah pada cara penyemprotan dengan arah *nozzle* dari bawah sebesar Rp1.218.456,00 masih lebih kecil daripada selisih penerimaan antara kedua perlakuan tersebut yaitu sebesar Rp33.502.500,00. Berdasarkan hasil perhitungan

diperoleh nilai tingkat pengembaliannya (R) sebesar 26,50. Artinya setiap Rp1, biaya yang dikeluarkan akan menghasilkan Rp26,50. Menurut Soetiarso *et al.* (2006) nilai tingkat pengembalian (R) >1 menunjukkan bahwa teknologi tersebut menguntungkan. Semakin tinggi nilai R, secara ekonomi teknologi tersebut semakin menarik untuk diadopsi.

Dengan demikian cara penyemprotan dengan *nozzle* diayun dari bawah ke arah tanaman menguntungkan secara ekonomi. Selain itu dengan cara tersebut efikasi pestisida terhadap OPT juga lebih baik. Oleh karena itu cara penyemprotan tersebut layak untuk direkomendasikan sebagai cara penyemprotan yang tepat pada tanaman kentang.

Tabel 9. Penerimaan dan biaya berubah pada dua cara penyemprotan yang diuji (*Revenue and variable cost of two spraying methods tested*)

Uraian (<i>Description</i>)	Cara penyemprotan (<i>Method of spraying</i>)		
	Posisi <i>nozzle</i> di atas tajuk tanaman dan digerakkan ke depan dengan mantap (<i>The nozzle was above the crop canopy and moved forward steadily</i>)	Posisi <i>nozzle</i> di bawah dan diayunkan ke arah tanaman dengan sudut 45° (<i>The nozzle was moved from the bottom to the plants at an angle of 45°</i>)	Perbedaan (<i>Difference</i>), Δ
I. Hasil panen/ yield			
Bobot/ (<i>weight</i>) (kg/ ha)	19.126	28.440	9.314
Harga/ (<i>price</i>) (Rp/kg)	3.500,00	3.500,00	-
Total penerimaan (<i>Total revenue</i>) (Rp/ha) (TR)	66.037.500,00	99.540.000,00	33.502.500,00
II. Biaya berubah per hektar (Rp/ha) [<i>variable cost per hectare (IDR/ha)</i>]			
Biaya pestisida (<i>Cost of pesticides</i>)	3.997.560,00	5.139.720,00	- 1.142.160,00
Bunga modal (1,67%/ bulan untuk 4 bulan) <i>Capital cost (1.67%/ month for 4 months)</i>	267.037,00	343.333,00	- 76.296,00
Total biaya berubah (Rp/ha) (<i>Total variable cost</i>), (IDR/ha) (VC)	4.264.597,00	5.483.053,00	- 1.218.456,00
Pendapatan (Rp./ha) [<i>Net income (IDR/ha) (NI)</i>]	61.772.903,00	94.056.947,00	32.284.044,00
Tingkat pengembalian [<i>Rate of return (R)</i>]		26,50	

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dibandingkan dengan cara penyemprotan dengan *nozzle* di atas tajuk tanaman dan digerakkan ke depan secara konstan, cara penyemprotan dengan *nozzle* yang diayunkan dari bawah ke arah tanaman dengan sudut 45° menghasilkan peliputan atau tingkat penutupan butiran semprot pada sisi atas dari daun atas (47,92–77,08%), daun tengah (34,72–51,39%), dan daun bawah (29,17–51,39%) lebih tinggi. Selain itu tingkat peliputan butiran semprot pada sisi bawah dari daun atas (37,50–47,92%), daun tengah (12,50–20,83%), dan daun bawah (9,70–20,83%) juga lebih tinggi, distribusi butiran semprot yang merata pada daun sisi atas (40,26–51,38%) dan pada sisi bawah (4,16–11,11%) lebih tinggi, efikasi pestisida terhadap hama trips dan kutudaun serta penyakit busuk kering alternaria pada tanaman kentang lebih tinggi masing-masing sebesar 17,15%, 16,25%, dan 16,46–27,96%, bobot ubi sehat yang dipanen lebih tinggi sebesar 48,69%, dan dari analisis anggaran parsial diperoleh tingkat pengembalian sebesar 26,5. Artinya cara penyemprotan tersebut secara ekonomi sangat menguntungkan sehingga sangat menarik untuk diadopsi.

Dengan demikian, cara penyemprotan dengan *nozzle* yang diayunkan dari bawah ke arah tanaman dengan sudut 45° layak direkomendasikan sebagai cara penyemprotan yang tepat pada tanaman kentang.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, RS 1988, 'Analisis biaya dan pendapatan usahatani cabai merah di Desa Kemurang Kulon, Brebes', *Bul. Penel. Hort.*, vol. 26, no. 2, hlm. 115-21.
- Basuki, RS 2009, 'Analisis kelayakan teknis dan ekonomis teknologi budidaya bawang merah dengan benih biji botani dan benih umbi tradisional', *J. Hort.*, vol. 19, no. 2, hlm. 213-26.
- Braekman, P, Fogue, D, Messens, W, vanLabeke, M, Pieters, JG & Nuytens, D 2009, 'Effect of spray application technique on spray deposition in greenhouse strawberries and tomatoes', *Pest Manag. Sci.*, vol. 66, no. 2, pp. 203-12.
- Braun, T, Koch, H, Strub, O, Zolynski, G & Berns, K 2010, *Improving pesticide spray application in vineyard by automated analysis of the foliage distribution pattern in the leaf wall*, <<http://www.pflanzenschutz.rlp.de/internet/global/themen.nsf/28fdoaad703279efc12570050048c399/ca7b>>.
- Chaim, A, Pessoa, MCPY, Neto, JC & Hermes, LC 2002, 'Comparison of microscopic method and computational program for pesticide deposition evaluation of spraying', *Pesq. Agropec. bras. Brasilia*, vol. 37, no. 4, pp. 493-6.

6. Chiarappa, L 1971, *Crop loss assesment method, FAO manual on the evaluation and prevention of losses by pests, diseases and weeds*, Commonwealth Agricultural Bureaux.
7. daCunha, JPAR, Neto, JG & Bueno, MR 2011, 'Evaluation of a device for the application of pesticides on mechanized coffee crops (*Coffea arabica* L.)', *Interciencia*, vol. 36, no. 4, pp. 312-6.
8. daCunha, JPAR, Farnese, AC & Olivet, JJ 2013, 'Computer programs for analysis of droplets sprayed on water-sensitive papers', *Planta Daninha*, vol. 31, no. 3, diunduh 13 Desember 2015, <<http://dx.doi.org/10.1590/s100-83582013000300023>>.
9. deCerqueira, DTR, Raetano, CG, Pogetto, MHFAD, Prado, EP, Christovam, RS, Serra, ME & Costa, SIA 2012, 'Agriculture spray deposit quantification methods', *Appl. Eng. Agric.*, vol. 28, no. 6, pp. 25-31
10. Djojsumarto, P 2008, *Teknik aplikasi pestisida pertanian*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
11. Douzals, JP, Cotteux, E & Rombaut, M 2012, 'Critical issues in the evaluation of spraying quality of canon mist blower: A methodological case study', *Aspects of Appl. Bio.*, vol. 114, pp. 269-77.
12. Eghe, EO 2011, 'Management of major field insect pests and yield of cowpea (*Vigna unguilata* (L.) Walp.) under calendar and monitored application of synthetic chemicals in Asaba, Southern Nigeria', *Am. J. Sci. and Industrial Res.*, vol. 2, no. 4, pp. 592-602.
13. Gimenes, MJ, Raetano, CG, Pogetto, MHFAD, Prado, EP, Christovam, RS, Reesende, DT & Costa, SIA 2012, 'Air assistance in spray booms which different spray volume and nozzle types for chemically controlling *Spodoptera frugiperda* on corn', *J. Plant Prot. Res.*, vol. 52, no. 2, pp. 247-53.
14. Gosh, PP & Mandal, NC 2009, 'Some disease management practices for bacterial wilt of potato', *J. Plant Prot. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 51-4.
15. Gossen, BD, Peng, G, Wolf, TM & McDonald, MR 2008, 'Improving spray retention o enchance the efficacy of foliar-applied disease-and pest management products in the field and row crops', *Can. J. Plant Pathol.*, vol. 30, issue 4, pp. 505-16.
16. Jejcic V, Godesa, T, Hocevar, M, Sirok, B, Malnersik, A, Stancar, A, Lesnik, M & Stajenko, D 2011, 'Design and testing of an ultrasound system for targeted spraying in orchards', *J. Mechanical Engineering*, vol. 57, no. 7-8, pp. 587-98.
17. Minov, SV, Cointault, F, Vangeyte, J, Pieters, JG & Nuytens, D 2014, 'Spray nozzle characterization using a backlighted high speed imaging technique', *Aspects of Appl. Biol.* vol. 122, pp. 353-61.
18. Nalwanga, E & Ssempebwa, JC 2010, 'Knowledge and practices of in-home pesticide use: A community survey in Uganda', *J. Environ. & Public Health*, vol. 201, 7 pp.
19. Palladini, LA, Raetano, CG & Velini, ED 2005, *Choice of tracers for the evaluation of spray deposits*, *Sci. Agric.*, vol. 62, no. 5, diunduh 12 Desember 2015, <<http://dx.doi.org/10.1590/SOI03-90162005000500005>>.
20. Ramesh, HL & Murthy, VNY 2013, 'Evaluation of pesticide residual toxicity in vegetables and fruits grown in Bangalore rural district', *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.*, vol. 21, no. 2, pp. 52-7.
21. Payne, NJ 2000, 'Factors influencing aerial insecticide application to forest', *Integrated Pest Manag., Rev.*, vol. 5, issue. 1, pp. 1-10.
22. Salyani, M, Zhu, H, Sweeb, RD & Pai, N 2013, 'Assessment of spray distribution with water-sensitive paper', *ARIC. Eng. Int.: CIGR Journal*, vol. 15, no. 2, pp. 101-11.
23. Schleier, JJ, Preftakes, C & Peterson, RKD 2010, 'The effect of fluorescent tracers on droplet spectrum, viscosity and density of pesticide formulations', *J. Env. Sci. Health*, vol. 45, issue 7, pp. 621-5.
24. Setiawati, W, Murtiningsih, R & Karyadi, AA 2009, 'Meneropong perkembangan OPT kentang dalam kurun waktu 10 tahun (1999-2008) dan prediksi di masa depan', *Pros. Sem. Nas. Pekan Kentang*, di Lembang, hlm. 316-32.
25. Sidi, MB, Islam, MT, Ibrahim, Y & Omar, D 2012, 'Effect of insecticide residue and spray volume application of azadirachtin and rotenone on *Trichogramma papilionis* (Hymenoptera : Trichogammatidae)', *Int. J. Agric. Biol.*, vol. 14, pp. 805-10.
26. Sunjaya, I 1970, *Dasar-dasar ekologi serangga*, Bagian Ilmu Hama Tanaman Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
27. Soesanto, L, Mugiastuti, E & Rahayuniati, RF 2011, 'Inventarisasi dan identifikasi patogen tular tanah pada pertanaman kentang di Kabupaten Purbalingga', *J. Hort.*, vol. 21, no. 3, pp. 245-64.
28. Soetiarso, TA, Ameriana, M, Prabaningrum, L & Sumarni, N 2006, 'Pertumbuhan, hasil dan kelayakan finansial penggunaan mulsa dan pupuk buatan pada usahatani cabai merah di luar musim', *J. Hort.*, vol. 16, no. 1, hlm. 63-76.
29. Sun, W, Li, Q, Fan, Y, Wan, Y, Wang, T & Cong, B 2015, 'Effect factor analysis of spraying quality for agricultural chemicals', *Int. J. Sci. Tech.*, vol. 8, no. 11, pp. 221-30.
30. Wharton, P & Kirk, W 2007, 'Early Blight', Michigan Potato Diseases, *Ext. Bull.*, E-2991.
31. Wickham, JC, Chadwick, PR & Stewart, DC 1974, 'Factors which influence the knockdown effect of insecticide product', *Pesticide Sci.*, vol. 5, issue. 5, pp. 657-64.
32. Yadav, R & Chang, NT 2013, 'Economic threshold of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) for eggplants in a greenhouse', *Appl. Entomol. Zool.*, vol. 48, pp. 195-204.
33. Yarpuz- Bozdogan, N, Atakan, E, Bozdogan, AM, Yilmaz, H, Daglioglu, N, Erdem, T & Kafkas, E 2011, 'Effect of different pesticide application methodson spray deposits, residues and biological efficacy on strawberries', *African J. Agric. Res.*, vol. 6, no. 4, pp. 660-70.