

Teknologi Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan Pada Budidaya Kentang Toleran Suhu Tinggi (*Plant Pest Organisms Control Technology at High Temperature Tolerant Potato Cultivation*)

Prabaningrum, L, Moekasan, TK, Sulastrini, I, dan Sahat, JP

Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jln. Tangkuban Parahu No. 517, Lembang, Bandung Barat 40391

E-mail: laksminiwati@yahoo.co.id

Naskah diterima tanggal 16 Juni 2014 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 12 September 2014

ABSTRAK. Pengembangan kentang di dataran medium dihadapkan pada kendala serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas hasil panen. Oleh karena itu diperlukan teknologi pengendalian untuk mengatasinya. Tujuan penelitian adalah untuk merakit teknologi pengendalian OPT yang dikombinasikan dengan penggunaan klon toleran suhu tinggi. Penelitian dilaksanakan di Desa Cibulakan (600 m dpl.), Kecamatan Cugenang, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat, dari bulan Juni sampai Oktober 2012. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok pola faktorial dengan tiga ulangan. Macam perlakuan yang diuji adalah (A) teknologi pengendalian OPT (a_1 = rakitan teknologi PHT dan a_2 = rakitan teknologi konvensional) dan (B) klon/varietas kentang (b_1 = MB 17, b_2 = CIP 394614.117, b_3 = CIP 392781.1, dan b_4 = Granola). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rakitan teknologi PHT mampu menekan serangan trips, tungau, kutudaun, kutukebul, dan ulat grayak hingga di bawah ambang pengendalian, kecuali penyakit layu bakteri. Dengan penerapan rakitan teknologi PHT penggunaan pestisida dapat ditekan sebesar 97–100%. Klon CIP 392781.1 lebih toleran terhadap penyakit layu bakteri dan hasil panennya lebih tinggi dibandingkan dengan klon CIP 394614.117. Selain itu kandungan bahan kering CIP 392781.1 cukup tinggi sebesar 18,22%. Klon CIP 392781.1 mempunyai harapan untuk dikembangkan lebih lanjut dengan dukungan teknologi pengendalian penyakit layu bakteri dan teknologi untuk menurunkan suhu tanah agar hasilnya optimum.

Katakunci: *Solanum tuberosum* L.; Toleran suhu tinggi; Organisme pengganggu tumbuhan

ABSTRACT. Pest and disease infestation is one of constraint factors in development of potato in mid level area. Therefore it is needed a technology for controlling them. This study aimed to assemble the IPM combined with the use of high temperature tolerant clones. Study on pest and disease control technology in cultivation of heat tolerant potato was conducted in June until October 2012 at Cibulakan Village (600 m asl.), Cugenang Subdistrict, Cianjur District, West Java. The research used randomized block design in factorial pattern with three replication. The treatments tested were (A) pests and disease control technology (a_1 = IPM and a_2 = conventional) and (B) potato clons/varieties (b_1 = MB 17, b_2 = CIP 394614.117, b_3 = CIP 392781.1, and b_4 = Granola). The result showed that IPM technology was able to suppress thrips, mite, aphid, whitefly, and army worm under control threshold, except bacterial wilt. Implementation of IPM technology was able to reduce application of pesticide of 97–100%. Clone CIP 392781.1, was more tolerant to bacterial wilt and the yield was higher than CIP 394614.117. Its dry matter was high enough, 18,22%. Heat tolerant clon CIP 392781.1 has a prospect to be developed with supported by bacterial wilt control technology and technology for decreasing soil temperature to get optimum yield.

Keywords: *Solanum tuberosum* L.; Heat tolerant; Pest and disease

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) berpotensi dikembangkan sebagai sumber karbohidrat untuk menunjang diversifikasi pangan, komoditas ekspor, dan bahan baku industri pengolahan. Namun demikian, mengingat karakteristik tanaman kentang yang beradaptasi baik di dataran tinggi maka hal penting yang perlu diantisipasi adalah dampak negatif terhadap sumber daya alam akibat upaya peningkatan produksi (Adiyoga 2009). Oleh karena itu pengembangan kentang ke dataran yang lebih rendah merupakan salah satu langkah yang dapat ditempuh.

Sampai saat ini pengembangan kentang di dataran medium (300–700 m dpl.) mengalami berbagai kendala, salah satu di antaranya adalah serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas hasil panen. Basuki *et al.* (2013) melaporkan bahwa pada penelitian yang

dilakukan pada tahun 2009 di dataran medium (680 m dpl.), kutudaun, trips, dan penyakit busuk daun fitoftora menjadi OPT utama yang menurunkan produksi sebesar 37,2%. Soesanto *et al.* (2011) melaporkan bahwa patogen tular tanah yang umum menyerang kentang ialah *Phytophthora*, *Fusarium*, dan *Ralstonia*, yang masing-masing menyebabkan penyakit busuk daun, layu fusarium, dan layu bakteri. Kehilangan hasil yang diakibatkan oleh serangan penyakit tersebut dapat mencapai 90%. Selanjutnya dilaporkan pula bahwa peningkatan kepadatan patogen tular tanah tersebut searah dengan penurunan ketinggian tempat. Selain itu tingginya suhu di dataran medium juga menjadi kendala. Levy & Veilleux (2007) menyatakan bahwa suhu tanah optimum untuk pembentukan umbi kentang berkisar antara 15–18°C, suhu tanah dan udara yang tinggi menurunkan hasil.

Balai Penelitian Tanaman Sayuran telah mendapatkan beberapa klon kentang toleran suhu tinggi hasil adaptasi dari Peru. Dua di antara klon-klon tersebut adalah CIP 394614.117 dan CIP 392781.1 yang mampu berumbi pada ketinggian tempat 500–600 m dpl. (Sofiari *et al.* 2007, Handayani 2009). Untuk mengembangkan klon-klon tersebut di dataran medium diperlukan teknologi budidaya baik kultur teknis maupun pengendalian OPT yang mendukung kedua klon tersebut berproduksi optimum. Penerapan teknologi PHT pada budidaya kentang varietas Granola di dataran medium yang meliputi teknologi kultur teknis (penggunaan mulsa jerami, penanaman dengan sistem baris ganda, dan pemupukan berimbang) serta penerapan ambang pengendalian OPT telah mampu mengurangi penggunaan pestisida lebih dari 70% dengan produktivitas mencapai 21,44 t/ha (Basuki *et al.* 2013). Untuk mengatasi serangan bakteri *R. solanacearum* pada budidaya paprika digunakan larutan bakterisida oxytetrasiklin dengan konsentrasi 1 ml/l sebagai perlakuan media tanam (Moekasan *et al.* 2011). Pengendalian penyakit layu bakteri pada kentang menggunakan bakterisida yang bersifat antiseptik dilakukan oleh Shekhawat *et al.* (1990) dan berhasil menekan penyakit tersebut.

Penelitian bertujuan merakit teknologi pengendalian OPT yang dikombinasikan dengan penggunaan klon

toleran suhu tinggi, untuk mendukung budidaya kentang di dataran medium. Hipotesis yang diajukan adalah dengan penerapan teknologi pengendalian PHT, klon-klon toleran suhu tinggi yang diuji dapat berproduksi optimum.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni sampai Oktober 2012 di Desa Cibulakan (600 m dpl.), Kecamatan Cugenang, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat, dan rancangan yang digunakan ialah acak kelompok pola faktorial dengan tiga ulangan. Macam perlakuan yang diuji yaitu: (A) teknologi pengendalian OPT (a_1 = rakitan teknologi PHT dan a_2 = rakitan teknologi konvensional), dan (B) klon/varietas kentang (b_1 = MB 17, b_2 = CIP 394614.117, b_3 = CIP 392781.1, dan b_4 = Granola). Komponen teknologi yang diterapkan disajikan pada Tabel 1.

Pengamatan dilakukan terhadap 10 tanaman contoh per petak, dimulai sejak tanaman sudah tumbuh 100%, dengan interval 1 minggu untuk mengetahui jumlah tanaman yang tumbuh, tinggi tanaman, perkembangan populasi atau serangan hama, intensitas serangan

Tabel 1. Komponen teknologi pada sistem teknologi PHT dan teknologi konvensional (*Technology components of IPM and conventional systems*)

Uraian (<i>Description</i>)	Sistem PHT (<i>IPM system</i>)*	Sistem konvensional (<i>Conventional system</i>)**
Perlakuan tanah (<i>Soil treatment</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Regent 0,3 G (15 kg/ha) untuk mengendalikan orong-orong (<i>To control crickets</i>) Bactocyne L (1 ml/l, 200 ml/ tanaman) umur -1, 30, 37, 42, dan 49 HST untuk mengendalikan penyakit layu bakteri [<i>Application of Bactocyne L (1 ml/l, 200 ml/ plant) at -1, 30, 37, 42, and 49 DAP</i>] 	-
Sistem tanam (<i>Planting system</i>)	Baris ganda (<i>Double rows</i>)	Baris tunggal (<i>Single row</i>)
Pengapuran (<i>Liming</i>)	2 t/ha	-
Pupuk organik (<i>Organic fertilizer</i>)	Pupuk kandang (30 t/ha) + petro organik (1 t/ha), 1 minggu sebelum tanam (MST) [<i>Manure, 30 t/ha + petro organik 1 t/ha, at 1 weeks before planting (WBP)</i>]	Pupuk kandang (30 t/ha), 1 MST (<i>Manure 30 t/ha at 1 WBP</i>)
Pemupukan ke-1 (<i>1st fertilizing</i>)	Per petak (<i>Plot</i>) : Urea 0,12 kg, ZA 0,12 kg, SP 36 0,72 kg, KCl 0,12 kg diberikan pada saat tanam (<i>at planting date</i>)	Per petak (<i>Plot</i>) : NPK Mutiara 0,18 kg, ZA 0,39 kg, Urea 1,2 kg dan SP 36 0,21 kg, diberikan pada saat tanam (<i>at planting date</i>)
Pemupukan ke-2 (<i>2nd fertilizing</i>)	Per petak (<i>Plot</i>) Urea 0,12 kg, ZA 0,12 kg, KCl 0,12 kg diberikan pada 30 HST (<i>at 30 DAP</i>)	Per petak (<i>Plot</i>) Urea 0,48 kg, ZA 0,48 kg diberikan pada umur 15 HST (<i>at 15 DAP</i>)
Pemupukan ke-3 (<i>3rd fertilizing</i>)	-	Per petak (<i>Plot</i>) NPK Mutiara 0,15 kg, ZA 0,96 kg diberikan pada umur 35 HST (<i>at 35 DAP</i>)
Pupuk daun (<i>Foliar fertilizer</i>)	-	<ul style="list-style-type: none"> Gandasil D (1 g/l), 15, 22, 29 hari (<i>days</i>) Gandasil B (1 g/l), 36 hari (<i>days</i>) dengan interval 1 minggu (<i>a week interval</i>)

Lanjutan tabel 1

Uraian (<i>Description</i>)	Sistem PHT (<i>IPM system</i>)*	Sistem konvensional (<i>Conventional system</i>) **
Perangkap kuning (<i>Yellow trap</i>)	1 / petak (<i>plot</i>)	-
Mulsa jerami (<i>Straw mulch</i>)	12 kg/ petak (<i>Plot</i>)	-
Pemasangan turus bambu (<i>Bamboo stick</i>)	Ya (<i>Yes</i>)	Tidak (<i>No</i>)
Strategi penyemprotan pestisida secara preventif (<i>Preventive control</i>)	-	Dilakukan penyemprotan pestisida mulai umur 15 HST dengan interval 4 hari (<i>Pesticide spraying from 15 DAP with 4 days interval</i>)
Strategi penyemprotan pestisida berdasarkan ambang pengendalian (<i>Strategy of pesticide spraying based on control threshold</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Ambang pengendalian (<i>Control threshold</i>) • Trips (<i>Thrips</i>), 10/daun (<i>10/leaf</i>) • Kutudaun (<i>Aphid</i>), 20/daun (<i>20/leaf</i>) • Kutukebul (<i>Whitefly</i>), 20/ daun (<i>20/leaf</i>) • Lalat pengorok daun (<i>Leaf miner</i>), intensitas kerusakan (<i>Plant damage</i>) 10% • Ulat penggulung daun kentang (<i>PTM</i>), 2/tanaman atau intensitas serangan 15% (<i>2/ plant or plant damage of 15%</i>) • Ulat grayak (<i>Army worm</i>), intensitas kerusakan (<i>Plant damage</i>) 12,5 % • Tungau (<i>Mite</i>), intensitas kerusakan (<i>Plant damage</i>) 5% • Bercak daun alternaria (<i>Alternaria disease</i>), intensitas kerusakan (<i>Plant damage</i>) 5% • Busuk daun fitofora (<i>late blight</i>), 1 bercak aktif/ 10 daun (<i>1 active spot/ leaf</i>) 	-
Cara penyemprotan pestisida	Pestisida tunggal bergantung pada jenis OPT yang menyerang (<i>Singly pesticide spraying based on target</i>)	Campuran insektisida + fungisida + pupuk daun + perekat perata (<i>Mixing : insecticide + fungicide + foliar fertilizer + sticker</i>)

Sumber :

* Duriat *et al.* (2006), Prabaningrum *et al.* (2009), dan Aciar (2010)

** Berdasarkan hasil wawancara dengan petani kentang di dataran medium di Majalengka (Prabaningrum *et al.* 2009)

HST = Hari setelah tanam, (DAP = *Days after planting*), Minggu sebelum tanam, (WBP = *Weeks before planting*)

penyakit, hasil panen, suhu tanah, suhu udara, serta kadar air, bahan kering, dan berat jenis umbi kentang.

Analisis data dilakukan sesuai dengan rancangan acak kelompok pola faktorial. Untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan digunakan uji lanjut BNT pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data populasi OPT ditransformasi menggunakan $\sqrt{x + 0,5}$, sedangkan data intensitas serangan OPT ditransformasi menggunakan \sqrt{x} , karena sebarannya tidak merata. Hasil analisis menunjukkan bahwa semua data tidak menunjukkan adanya interaksi antara cara pengendalian OPT dengan macam klon/varietas yang diuji. Hal itu menunjukkan bahwa adanya perbedaan di antara perlakuan hanya disebabkan oleh adanya perbedaan cara pengendalian OPT dan macam klon/varietas yang diuji, bukan oleh interaksi antara keduanya.

Pertumbuhan Tanaman

Pada perlakuan PHT digunakan bedengan dan mulsa jerami yang menyebabkan air siraman dapat bertahan lebih lama di dalam tanah, sedang guludan

pada perlakuan konvensional lebih cepat menyerap air, tetapi air tersebut juga lebih cepat menguap pada kondisi udara panas. Keadaan tersebut berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kentang, yang tercermin pada banyaknya tanaman yang tumbuh, tinggi tanaman, dan diameter kanopi kentang pada perlakuan PHT lebih baik daripada perlakuan konvensional (Tabel 2).

Doring *et al.* (2006) dan Buerkert *et al.* (2000) menyatakan bahwa mulsa mencegah radiasi langsung ke tanah, menjaga suhu tanah lebih stabil, dan mempertahankan kelembaban di sekitar perakaran. Menurut Liang *et al.* (2011), mulsa jerami dapat meningkatkan kelembaban tanah dan menurunkan suhu tanah. Mahmood *et al.* (2002 dalam Hamdani 2009) menyatakan bahwa suhu tanah berhubungan dengan penyerapan hara oleh akar. Dengan suhu yang lebih stabil dan kelembaban tanah yang cukup maka serapan hara meningkat sehingga laju fotosintesis pun meningkat. Hasil serupa dilaporkan oleh Hamdani (2009), yaitu mulsa jerami memberikan pengaruh dapat meningkatkan luas daun dan bobot kering tanaman serta bobot umbi.

Secara umum pertumbuhan benih kentang di dataran medium kurang baik dibandingkan pertumbuhannya di

dataran tinggi dan faktor suhu adalah penyebabnya. Di antara varietas/klon yang diuji, persentase umbi benih CIP 394614.117 yang tumbuh paling rendah. Tingkat toleransi setiap varietas/klon terhadap suhu diduga menyebabkan terjadinya perbedaan jumlah tanaman yang tumbuh. Levy & Veillux (2007) melaporkan bahwa suhu merupakan faktor tunggal yang paling tidak dapat dikendalikan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil kentang. Pertunasan umbi benih dan munculnya di atas permukaan tanah memerlukan suhu paling rendah 6°C dengan suhu optimum untuk pemanjangan batang 18°C. Meskipun pertumbuhan batang lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi (27°C), tetapi nisbah bobot daun dengan batang menurun karena suhu optimum untuk perkembangannya sekitar 12–14°C. Reddy et al. (1991) menyatakan bahwa tanaman yang tumbuh pada kondisi sub optimum memiliki laju fotosintesis yang lebih rendah sehingga pertumbuhannya kurang optimum. Tanaman kentang pada penelitian ini juga memasuki fase penuaan (*senescens*) lebih dini, yaitu mulai 63 HST sehingga tanaman dipangkas pada 70 HST dan dipanen pada 80 HST.

Perkembangan OPT

Hama yang ditemukan menyerang tanaman kentang adalah trips, kutudaun, kutukebul, tungau, dan ulat grayak. Di dalam PHT, pengendalian tidak hanya dilakukan secara kuratif, yaitu setelah terjadi serangan, tetapi juga secara preventif. Komponen pengendalian seperti jarak tanam, pemupukan berimbang, pemasangan mulsa jerami, pemasangan perangkap kuning serta aplikasi bakterisida berperan dalam penekanan populasi hama maupun intensitas serangan hama/penyakit secara preventif.

Pemasangan mulsa dapat menekan populasi trips pada perlakuan PHT hingga di bawah ambang pengendalian. Dalam laporannya, Larentzaki et al. (2008) menyatakan bahwa pada tanaman bawang bombay yang menggunakan mulsa jerami, populasi trips mencapai ambang pengendalian sebanyak 1–3 kali dibandingkan dengan tanpa mulsa 7–14 kali. Selain itu kemunculan imago trips dari pupa berkurang sebesar 54%. Menurut Halaj et al. (2000) dan Johnson et al. (2004), konservasi predator tanah telah terjadi dengan adanya mulsa jerami. Akibatnya pupa trips dimangsa oleh predator tersebut sehingga kemunculan imago trips berkurang.

Di dalam PHT diterapkan pemupukan berimbang. Pemberian pupuk dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan tanaman akan unsur hara secara berimbang, agar tanaman mampu tumbuh dan berproduksi secara optimum. Chau et al. (2003) menyatakan bahwa pemupukan berimbang membantu tanaman menjadi lebih tahan terhadap serangan hama. Kemampuan tanaman menjadi tahan atau toleran terhadap hama/penyakit berkaitan erat dengan kandungan bahan kimia, fisik, dan biologi dalam tanah. Unsur hara di dalam tanah tidak hanya berpengaruh terhadap tingkat kerusakan tanaman akibat serangan hama, tetapi juga terhadap kemampuan tanaman memperbaiki kerusakan tersebut. Veroman et al. (2013) melaporkan bahwa nitrogen meningkatkan kelimpahan populasi hama. Chau et al. (2003) juga melaporkan bahwa dengan pemberian nitrogen yang tinggi telah mengakibatkan terjadinya ledakan hama dan penyakit pada padi. Hal serupa juga dilaporkan oleh Habibullah et al. (2007). Pada perlakuan konvensional digunakan pupuk daun secara rutin. Pada umur 56 dan 63 HST, populasi kutudaun di perlakuan tersebut meningkat pesat, lebih tinggi daripada populasinya di perlakuan PHT yang tidak menggunakan pupuk daun. Menurut Ge et al.

Tabel 2. Tanaman yang tumbuh dan tinggi tanaman pada 63 HST (*Plant grown and plant height at 63 DAP*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Tanaman yang tumbuh (<i>Plants grown</i>), %	Tinggi tanaman (<i>Plant height</i>), cm
Cara pengendalian OPT (<i>Control method</i>)		
PHT (<i>IPM</i>)	74,10 A	52,32 A
Konvensional (<i>Conventional</i>)	56,14 B	44,19 B
LSD 5%	9,41	1,87
Klon/varietas (<i>Clones/varieties</i>)		
MB 17	85,47 a	57,63 a
CIP 394614.117	47,83 b	48,42 b
CIP 392781.1	76,99 a	45,63 b
Granola	50,19 b	41,33 b
LSD 5%	13,31	8,41
KK (<i>CV</i>), %	12,92	14,08

HST = Hari setelah tanam, (*DAP = Days after planting*)

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

(2013), pupuk daun nitrogen + Mg memperpendek daur hidup hama penggulung daun padi karena periode larva dan pupanya lebih singkat. Jumlah telur yang dihasilkan oleh imago meningkat. Dengan demikian, perlakuan tanpa pupuk daun dapat menekan populasi serangga hama.

Jarak tanam pada perlakuan PHT (30 cm x 50 cm) lebih lebar dibandingkan dengan jarak tanam pada perlakuan konvensional (25 cm x 50 cm). Dalam Copes (2005) dinyatakan bahwa jarak tanam yang lebih lebar akan menciptakan kondisi kelembaban mikro yang lebih rendah. Akibatnya populasi hama pengisap seperti kutudaun, wereng, dan trips menurun (Jima *et al.* 2013, Kalaichelvi 2008). Ihrejrika *et al.* (2006) menyatakan bahwa populasi tanaman yang rapat akan meningkatkan serangan penyakit. Hal ini juga terjadi pada perlakuan konvensional, dimana intensitas serangan penyakit layu bakteri lebih tinggi daripada serangannya pada perlakuan PHT.

Di antara klon/varietas yang diuji, klon CIP 392781.1 menunjukkan kerentanan terhadap kutudaun dan tungau, sedangkan CIP 394614.117 dan Granola relatif toleran terhadap serangan kedua jenis hama tersebut. Varietas MB 17 juga rentan terhadap serangan hama tungau.

Penyakit layu bakteri merupakan salah satu OPT kentang yang serius di daerah tropis dan beriklim hangat (Ghosh & Mandal 2009). Haverkort & Verhagen (2008) menyatakan bahwa semakin tinggi suhu maka semakin tinggi intensitas serangannya. Hal itu terjadi juga pada penelitian di dataran medium ini. Pada perlakuan PHT dilakukan penyiraman bakterisida sejak tanam hingga 49 HST. Namun demikian, ternyata perlakuan tersebut tidak mampu mengatasi serangan penyakit layu bakteri sehingga intensitas serangannya masih tinggi, meskipun secara statistik lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan konvensional (Tabel 8).

Menurut Shekhawat *et al.* (1990) penggunaan *stable bleaching powder* sebanyak 25 kg/ha yang dikombinasikan dengan benih yang bebas patogen efektif menekan serangan penyakit layu bakteri. Ghosh & Mandal (2009) berhasil menekan penyakit tersebut dengan perlakuan bakterisida yang dikombinasikan dengan isolasi perakaran tanaman terserang agar patogen tidak menyebar ke tanaman di sekitarnya.

Di antara varietas/klon yang diuji, tampak bahwa klon CIP 394614.117 paling rentan terhadap penyakit layu bakteri, diikuti oleh varietas MB 17 dan klon CIP 392781.1, sedang Granola adalah yang terendah. Selain karena perlakuan bakterisida, tampak bahwa Granola cukup toleran terhadap penyakit layu bakteri.

Hasil serupa juga dilaporkan oleh Prabaningrum *et al.* (2009).

Penyemprotan Pestisida

Ambang pengendalian ialah tingkat populasi hama atau intensitas kerusakan tanaman oleh serangan hama atau penyakit yang memerlukan tindakan pengendalian agar tidak menyebabkan kerusakan yang berakibat terjadinya kerugian. Pada penelitian ini penyemprotan pestisida pada perlakuan PHT dilakukan berdasarkan ambang pengendalian dan OPT sasaran (Tabel 9). Karena hanya ambang pengendalian tungau saja yang tercapai maka pada perlakuan PHT (MB 17 dan CIP 392781.1) hanya dilakukan penyemprotan akarisisida masing-masing sebanyak satu kali. Pada perlakuan konvensional penyemprotan pestisida dilakukan secara rutin dengan interval 4 hari mulai 15 HST. Dengan demikian, dalam satu musim tanam telah dilakukan penyemprotan insektisida dan fungisida masing-masing sebanyak 15 kali untuk semua klon/varietas yang diuji. Dari data tersebut diketahui bahwa rakitan teknologi PHT mampu mengurangi penyemprotan pestisida antara 97–100%.

Hasil Panen

Hasil panen umbi disajikan pada Tabel 10. Hasil panen umbi pada perlakuan PHT maupun konvensional sangat rendah akibat banyaknya benih yang tidak tumbuh dan terserang penyakit layu bakteri, meskipun hasil pada perlakuan PHT lebih tinggi. Di antara varietas/klon yang diuji, hasil panen klon CIP 394614.117 adalah yang terendah. Menurut Ghosh (2005) terdapat korelasi linier antara kehilangan hasil dengan intensitas serangan penyakit layu bakteri.

Suhu tinggi juga menjadi faktor penyebab rendahnya hasil panen umbi. Di dataran tinggi Pangalengan, Jawa Barat produksi MB17, CIP 394614.117, CIP 392781.1, dan Granola masing-masing sebesar 36,95 t/ha, 26,18 t/ha, 34,41 t/ha, dan 28,16 t/ha (Prabaningrum *et al.* 2011). Levy & Veilleux (2007) menyatakan bahwa suhu tanah dan suhu udara yang tinggi menurunkan hasil. Suhu tanah optimum untuk pembentukan umbi kentang berkisar antara 15–18°C. Pada penelitian ini suhu tanah merata pada perlakuan PHT lebih rendah daripada suhu di perlakuan konvensional (Tabel 11).

Hal itu disebabkan kandungan air dalam bedengan di perlakuan PHT lebih banyak daripada air dalam guludan di perlakuan konvensional. Namun demikian, suhu tersebut masih terlalu tinggi. Menurut van Dam *et al.* (1996) dan Basu & Minhas (1991), suhu tinggi menurunkan translokasi hasil fotosintesis ke umbi dan meningkatkan translokasinya ke daun dan batang sehingga kandungan pati di dalam umbi rendah, tetapi gula di bagian tanaman di atas tanah lebih

Tabel 3. Populasi trips per daun contoh (*Thrips population per leaf*)

Perlakuan (Treatments)	Populasi trips menurut umur tanaman (<i>Thrips population according to plant age</i>), HST (DAP)						
	21	28	35	42	49	56	63
Cara pengendalian OPT (Control method)							
PHT (IPM)	0,26 A	0,23 A	1,49 A	1,67 A	2,27 A	2,57 A	3,87 A
Konvensional (Conventional)	0,33 A	0,37 A	1,59 A	1,95 A	2,97 A	3,38 A	4,39 A
LSD 5%	0,25	0,14	0,46	0,77	1,38	1,00	1,50
Klon/varietas (Clones/varieties)							
MB 17	0,42 ab	0,30 a	1,78 a	2,55 a	1,80 a	3,90 a	3,28 a
CIP 394614.117	0,25 ab	0,30 a	1,43 a	0,87 b	2,33 a	2,33 a	5,02 a
CIP 392781.1	0,42 a	0,28 a	2,13 a	2,77 a	3,58 a	3,15 a	3,42 a
Granola	0,08 b	0,32 a	0,82 b	1,05 b	2,77 a	2,52 a	4,82 a
LSD 5%	0,35	0,20	0,65	1,08	1,95	1,42	2,12
KK (CV), %	17,31	10,07	12,75	19,55	27,18	16,20	20,07

Tabel 4. Populasi kutudaun persik per daun contoh (*Aphids population per leaf*)

Perlakuan (Treatments)	Populasi kutudaun persik menurut umur tanaman (<i>Aphids population according to plant age</i>), HSP (DAP)						
	21	28	35	42	49	56	63
Cara pengendalian OPT (Control method)							
PHT (IPM)	0,08 A	0,28 A	0,65 A	1,20 A	1,38 A	1,92 A	5,06 A
Konvensional (Conventional)	0,05 A	0,13 A	0,50 A	1,48 A	1,57 A	3,43 B	13,98 B
LSD 5%	0,10	0,16	0,55	1,13	1,14	1,59	6,06
Klon/varietas (Clones/varieties)							
MB 17	0,02 a	0,12 b	0,33 a	1,73 ab	0,70 b	1,82 b	5,73 bc
CIP 394614.117	0,02 a	0,23 ab	0,35 a	0,38 c	0,47 b	1,85 b	3,72 c
CIP 392781.1	0,15 a	0,35 a	0,57 a	2,68 a	3,10 a	3,92 a	17,02 a
Granola	0,07 a	0,12 b	1,05 a	0,57 bc	1,63 ab	3,12 a	11,62 ab
LSD 5%	0,15	0,23	0,78	1,59	1,61	2,25	8,57
KK (CV), %	9,67	11,77	29,50	28,11	30,74	17,77	31,85

Tabel 5. Intensitas serangan tungau (*Plant damage due to broad mite*)

Perlakuan (Treatments)	Persentase kerusakan tanaman oleh tungau menurut umur tanaman (<i>Percentages of plant damage due to broad mite according plant age</i>), HST (DAP)			
	42	49	56	63
Cara pengendalian OPT (Control method)				
PHT (IPM)	1,19 A	5,00 A	10,42 A	3,33 A
Konvensional (Conventional)	0,36 A	3,93 A	4,29 B	1,67 A
LSD 5%	1,42	3,27	6,06	3,33
Klon/varietas (Clones-varieties)				
MB 17	2,14 a	8,57 a	16,67 a	6,19 a
CIP 394614.117	0,24 ab	0,48 c	0,24 c	0,24 b
CIP 392781.1	0,72 ab	6,67 ab	10,48 ab	0,48 b
Granola	0,00 b	2,14 bc	1,43 bc	3,10 ab
LSD 5%	2,01	4,62	9,42	4,43
KK (CV), %	18,99	21,21	16,66	15,22

Tabel 6. Populasi kutukebul per daun contoh (*Whitefly population per leaf*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Populasi kutukebul menurut umur tanaman (<i>Whitefly population according to plant age</i>), HST (DAP)				
	28	35	42	49	56
Cara pengendalian OPT (<i>Control method</i>)					
PHT (<i>IPM</i>)	0,44 A	0,27 A	0,37 A	0,28 A	0,34 A
Konvensional (<i>Conventional</i>)	0,54 A	0,26 A	0,44 A	0,64 A	0,10 A
LSD 5%	0,31	0,17	0,23	0,43	0,38
Klon/varietas (<i>Clones/varieties</i>)					
MB 17	0,23 a	0,20 a	0,43 a	0,17 b	0,23 a
CIP 394614.117	0,58 a	0,37 a	0,40 a	0,20 b	0,43 a
CIP 392781.1	0,68 a	0,17 a	0,53 a	0,60 ab	0,05 a
Granola	0,47 a	0,32 a	0,25 a	0,88 a	0,17 a
LSD 5%	0,44	0,24	0,33	0,60	0,54
KK (CV), %	18,28	12,83	15,33	22,51	22,74

Tabel 7. Intensitas serangan ulat grayak (*Plant damage due to army worm*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Persentase kerusakan tanaman oleh ulat grayak menurut umur tanaman (<i>Percentages of plant damage due to army worm according to plant age</i>), HST (DAP)			
	42	49	56	63
Cara pengendalian OPT (<i>Control method</i>)				
PHT (<i>IPM</i>)	2,38 A	1,55 A	0,95 A	2,38 A
Konvensional (<i>Conventional</i>)	0,00 A	0,60 A	0,72 A	1,31 A
LSD 5%	2,61	1,25	1,12	3,44
Klon/varietas (<i>Clones/varieties</i>)				
MB 17	1,67 a	0,72 a	0,95 a	3,33 a
CIP 394614.117	0,00 a	0,24 a	0,48 a	0,72 a
CIP 392781.1	1,43 a	1,67 a	1,67 a	2,14 a
Granola	1,67 a	1,67 a	0,24 a	1,19 a
LSD 5%	3,68	1,77	1,59	4,86
KK (CV), %	27,80	18,99	14,68	19,52

Tabel 8. Intensitas serangan penyakit layu bakteri (*Plant damage due to bacterial wilt*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Intensitas serangan penyakit layu bakteri menurut umur tanaman (<i>Plant damage due to bacterial wilt according to plant age</i>), %	
	35 HST (DAP)	63 HST (DAP)
Cara pengendalian OPT (<i>Control method</i>)		
PHT (<i>IPM</i>)	2,63 A	25,52 A
Konvensional (<i>Conventional</i>)	3,48 A	36,06 B
LSD 5%	2,81	10,30
Klon/varietas (<i>Clones/varieties</i>)		
MB 17	3,05 ab	31,03 b
CIP 394614.117	6,84 a	68,55 a
CIP 392781.1	1,21 a	11,82 b
Granola	1,11 b	1,78 c
LSD 5%	3,97	21,05
KK (CV), %	15,69	19,18

Tabel 9. Jumlah penyemprotan pestisida selama satu musim tanam (Number of pesticides application during a planting season)

Perlakuan (Treatments)	Jumlah penyemprotan (Number of application)		
	Insektisida (Insecticide)	Fungisida (Fungicide)	Akarisida (Acaricide)
Perlakuan PHT (IPM treatment)			
MB 17	0	0	1
CIP 394614.117	0	0	0
CIP 392781.1	0	0	1
Granola	0	0	0
Perlakuan konvensional (Conventional treatment)			
MB 17	15	15	0
CIP 394614.117	15	15	0
CIP 392781.1	15	15	0
Granola	15	15	0

Tabel 10. Hasil panen (Yield)

Perlakuan (Treatments)	Bobot umbi menurut kelas (Weight of tuber according to class), kg				Bobot umbi (Weight of tuber) kg/24 m ²	t/ha
	A	B	C	D		
	(≥ 100 g)	(>50-<100 g)	(>20-≤50 g)	(≤ 20 g)		
Cara pengendalian OPT (Control method)						
PHT (IPM)	1,28 A	2,34 A	3,49 A	2,48 A	9,58 A	3,99
Konvensional (Conventional)	0,22 B	0,82 B	2,03 B	1,97 B	5,03 B	2,09
LSD 5%	0,52	0,94	0,83	0,27	2,69	-
Klon/varietas (Clones/varieties)						
MB 17	1,92 a	2,62 a	2,93 b	1,62 b	9,08 a	3,78
CIP 394614.117	0,00 c	0,00 b	0,20 c	0,00 c	0,20 b	0,08
CIP 392781.1	0,42 c	1,57 a	4,43 a	5,23 a	11,28 a	4,69
Granola	1,03 b	2,13 a	3,47 ab	2,03 b	8,67 a	3,61
LSD 5%	0,74	1,34	1,17	1,55	3,80	-
KK (CV), %	19,62	18,57	14,54	17,12	18,88	-

Tabel 11. Rerata suhu tanah dan suhu udara harian (Average of daily soil and air temperature)

Bulan (Month)	Suhu tanah menurut perlakuan dan waktu (Soil temperature according to treatments and time), °C						Suhu udara (Air temperature), °C	
	PHT (IPM)			Konvensional (Conventional)			Maximum	Minimum
	06.00	12.00	18.00	06.00	12.00	18.00		
Agustus (August)	23,99	26,07	26,45	24,44	27,87	28,53	31,44	19,17
September	24,37	26,67	27,42	24,29	27,11	27,79	31,23	19,60
Oktober (October)	25,29	27,00	27,39	24,95	27,37	27,90	30,25	19,38

tinggi. Ewing (1981) menyatakan bahwa suhu tinggi menyebabkan perubahan keseimbangan metabolisme melalui pengatur pertumbuhan, enzim, dan proses biokimia. Lafta & Lorenzen (1995) menemukan bahwa penurunan aktivitas enzim sukrosa sintase sebesar 72% terjadi pada kentang yang sensitif terhadap panas, sedang pada kentang yang toleran hanya berkurang sebesar 59%. Krauss & Marschner (1984) melaporkan bahwa aktivitas enzim yang termasuk ke dalam metabolisme pati akan tertekan pada kondisi suhu tanah 30°C, yang mengakibatkan penghambatan konversi

gula menjadi pati. Menurut Timlin *et al.* (2006), suhu tinggi lebih berpengaruh terhadap translokasi gula ke umbi daripada produksi gula dari fotosintesis.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Rakitan teknologi PHT yang diterapkan mampu menekan populasi dan intensitas serangan OPT hingga di bawah ambang pengendalian, kecuali penyakit layu bakteri.

2. Dengan penerapan rakitan teknologi PHT, penggunaan pestisida dapat ditekan antara 97–100%.
3. Klon CIP 392781.1 lebih toleran terhadap penyakit layu bakteri, meskipun hasil panen klon/varietas yang diuji masih rendah tetapi hasil panen CIP 392781.1 lebih tinggi dibandingkan dengan klon CIP 394614.117.
4. Klon CIP 392781.1 mempunyai harapan untuk dikembangkan lebih lanjut dengan dukungan teknologi pengendalian penyakit layu bakteri dan teknologi untuk menurunkan suhu tanah agar hasilnya optimum.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aciar 2010, *Kentang peralatan teknis*, Proyek ACIAR AGB/2005/167, Kerjasama Kementerian Pertanian dengan Department of Agriculture and Food, Government of Western Australia.
2. Adiyoga, W 2009, 'Kentang dan ketahanan pangan : Implikasi terhadap kebijakan program penelitian dan pengembangan', *Prosiding Seminar Pekan Kentang Nasional*, Puslitbang Hortikultura, Lembang, 20-21 Agustus 2008, hlm. 493-507.
3. Basu, PS & Minhas, JS 1991, 'Heat tolerance and assimilate transport in different potato genotype', *J. Exp. Bot.*, vol. 42, pp. 861-6.
4. Basuki, RS, Moekasan, TK & Prabaningrum, L 2013, 'Analisis kelayakan teknis dan finansial pengendalian hama terpadu kentang di dataran medium', *J.Hort.*, vol. 23, no. 1, pp. 91-8.
5. Buerkert, A, Bationo, A & Dossa, K 2000, 'Mechanism of residue mulch-induced cereal growth increases in West Africa', *Soil Sci. Soc. Am. J.*, vol. 64, pp. 346-58.
6. Chau, LM, Cat, HD, Ben, PT, Phuong, LT, Cheng, J & Heong, KL 2003, 'Impact of nutrition management on insect pests and diseases of rice', *Omonrice*, vol. 11, pp. 93-102.
7. Copes, WE 2005, 'Plant spacing effects on microclimate and *Rhizoctonia* web blight development in container-grown Azalea', *HortSci.*, vol. 40, no. 5, pp. 1408-12.
8. Doring, T, Heimbach, U, Theime, T, Finckh, M & Saucke, H 2006, 'Aspect of straw mulching in organic potatoes-I, effects on microclimate, *Phytophthora infestans*, and *Rhizoctonia solani*', *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.*, vol. 58, no. 3, pp. 73-8.
9. Duriat, AS, Gunawan, OS & Gunaeni, N 2006, *Penerapan teknologi PHT pada tanaman kentang*, Monografi Balitsa No. 28 Tahun 2006, Balitsa, Lembang.
10. Ewing, EE 1981, 'Heat stress and tuberization stimulus', *Am. Potato J.*, vol. 58, pp. 31-49.
11. Ge, Lin-Quan, Wan, Don-Ju, Xu, J, Jiang, Li-Ben & Wu, Jin-Cai 2013, 'Effect of nitrogen fertilizer and magnesium manipulation on the *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera: Pyralidae)', *J. Entomol.*, vol. 106, pp. 196-205.
12. Ghosh, PP 2005, 'Studies on integrated disease management practices of potato in red lateritic region of West Bengal', thesis, Visva-Bharati, Sriniketan, West Bengal, India.
13. Ghosh, PP & Mandal, NC 2009, 'Some disease management practices for bacterial wilt of potato', *J. Plant Prot. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 51-4.
14. Habibullah, SA, Sabir, S & Ali, CM 2007, 'Effect of different doses of nitrogen fertilizer on sucking insect pests of cotton, *Gossypium hirsutum*', *J. Agric. Res.*, vol. 45, no. 1, pp. 43-8.
15. Halaj, J, Cady, AB & Uetz, GW 2000, 'Modular habitat refugia enhance generalist predator and lower plant damage in soybeans', *J. Environ. Entomol.*, vol. 29, pp. 383-93.
16. Hamdani, JS 2009, 'Pengaruh jenis mulsa dan hasil tiga kultivar kentang (*Solanum tuberosum* L.) yang ditanam di dataran medium', *J. Agron. Indonesia*, vol. 37, no. 1, pp. 14-20.
17. Handayani, T 2009, 'Evaluasi pertumbuhan klon-klon kentang introduksi toleran suhu tinggi', *Prosiding. Simposium ke-8 Peripi Komda Jawa Timur*, Malang, 3 Juni 2009, hlm. 351-7.
18. Haverkort, AJ & Verhagen, J 2008, 'Climate change and its repercussions for potato supply chain', *Potato Res.*, vol. 51, pp. 223-37.
19. Ihrejrika, GO, Nwufu, MI, Oputa, E, Obilo, OP, Ogbede, KO & Onyia, VN 2006, 'Effect of NPK fertilizer rates and plant population on foliar disease, insect damage, and yield of groundnut', *J. Plant Sci.*, vol. 1, pp. 362-7.
20. Jima, TA, Tekie, H & Tikubet, G 2013, 'Effect of manure application and host plant spacing on the infestation level and damage of *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) in onion (*Allium cepa*)', *J. African Entomol.*, vol. 21, pp. 316-23.
21. Johnson, J, Hough-Goldstein, JA & van Gessel, MJ 2004, 'Effect of straw mulch on pest insects and weeds in water melons and potatoes', *J. Environ. Entomol.*, vol. 33, pp. 1632-43.
22. Kalaichelvi, K 2008, 'Effect of plant spacing and fertilizer levels on insect pests in *Bacillus thuringiensis* cotton hybrids', *J. Entomol.*, vol. 70, no. 4, pp. 356-9.
23. Krauss, A & Marschner, H 1984, 'Growth rate and carbohydrate metabolism of potato tubers exposed to high temperatures', *Potato Res.*, vol. 27, pp. 297-303.
24. Lafta, AM & Lorenzen, JH 1995, 'Effect of high temperature on plant growth and carbohydrate metabolism in potato', *Plant Physiol.*, vol. 109, pp. 637-43.
25. Larentzaki, E, Plate, J, Nault, BA & Shelton, AM 2008, 'Impact of straw mulch on population of onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) in onion', *J. Econ. Entomol.*, vol. 101, no. 4, pp. 1317-24.
26. Levy, D & Veilleux, RE 2007, 'Adaptation of potato to high temperatures and salinity', *Amer. J. Potato Res.*, vol. 84, pp. 487-506.
27. Liang, Yin-Li, Wu, X, Zhu, Y, Zhu, M & Peng, Q 2011, 'Response of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) to mulching practices under planted green house condition', *Agric. Water Manag.*, vol. 99, no. 1, pp. 111-20.
28. Moekasan, TK, Prabaningrum, L, Gunadi, N, Adiyoga, W, Everaarts, AP, de Putter, H, der Staaij, M, van Dijk, W, Schepers, H & van Koesveld, F 2011, *Pengendalian hama terpadu pada budidaya paprika*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura bekerjasama dengan Applied Plant Research and WUR Greenhouse Horticulture, Wageningen University and Research, Center, the Netherlands.

29. Prabaningrum, L, Nurtika, N, Gunawan, OS, Sule, LH, Hendra, A, Sardin & Rustina, W 2009, *Pengendalian hama dan penyakit terpadu pada budidaya kentang di dataran medium (300-700 m dpl) yang dapat mengurangi penggunaan pestisida sintetik (50%) dengan produktivitas lebih dari 15 ton per hektar*; Laporan Hasil Penelitian, Balitsa, Lembang.
30. Prabaningrum, L, Moekasan, TK, Sulastrini, I, Sahat, JP, Uhan, TS, Hendra, A & Jaenudin, U 2011, *Teknologi penyediaan benih klon kentang toleran suhu panas*, Laporan Hasil Penelitian, Balitsa, Lembang.
31. Reddy, VR, Baker, DN & Hodges, HF 1991, 'The effect of temperature on cotton canopy growth, photosynthesis, and respiration', *Agron. J.*, vol. 83, pp. 699-704.
32. Shekhawat, GS, Bhal, BK, Kishore, V, Sangar, RBS, Patel, RL, De, BK, Sinha, SK & Pani, AK 1990, 'Control of bacterial wilt of potato by agronomic practices', *J. Indian Potato Ass.*, vol. 17, no. 1,2, pp. 52-60.
33. 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. 254-64.
34. Sofiari, E, Nurtika, N, Handayani, T & Sahat, JP 2007, *Uji daya hasil pendahuluan klon kentang toleran suhu panas*, Laporan hasil penelitian Balitsa, Lembang.
35. Timlin, D, Rahman, SML, Baker, J, Reddy, VR, Fleisher, D & Quebedeaux, B 2006, 'Whole plant photosynthesis, development, and carbon partitioning in potato as a function of temperature', *Agron. J.*, vol. 98, pp. 1195-203.
36. van Dam, J, Kooman, PL & Struik, PC 1996, 'Effects of temperature and photoperiod on early growth and final number of tubers in potato (*Solanum tuberosum* L.)', *Potato Res.*, vol. 39, pp. 51-62.
37. Veroman, E, Toome, M, Kannaste, A, Kaasik, R, Copolovici, L, Flink, J, Kovacs, G, Naritz, L, Luik, A & Niimenets, U 2013, 'Effect of nitrogen fertilizer on insect pests, their parasitoids, plant diseases, and volatile organic compounds in *Brassica napus*', *Crop, Prot. J.*, vol. 43, pp. 79-88.