

# KAJIAN PENGENDALIAN PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG LADA DENGAN MODIFIKASI IKLIM MIKRO

Agussalim, Didik Raharjo, dan Muh. Asaad

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara  
Jl. Prof. Muhammad Yamin No. 89, Lasoso, Sampara, Puuwatu, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia  
Email: guslim\_sultra@yahoo.com

Diterima: 18 Juli 2016; Perbaikan: 15 September 2016; Disetujui untuk Publikasi: 8 Desember 2016

## ABSTRACT

**Study of Pepper Rot Stem Disease Controlling With Micro Climate Modification.** Pepper stem rot disease *Phytophthora capsici* Leon is a major disease on pepper plants in the Southeast Sulawesi areas. The control of this fungus disease is difficult because it goes in the trunk network and it can be known after the plants wilt. The purpose of this study was to determine the microclimate that could hinder the development of the fungus *P. capsici*. This study was conducted in Konawe South, Southeast Sulawesi from February to November 2015. The study used randomized block design with treatments tested were 1) Control; 2) Solar irradiation between 25-30%; 3) Solar irradiation between 50-55% and 4) Irradiation between 75-80%. Each treatment was repeated 5 times. The parameters observed were soil moisture, the intensity of the irradiation, the percentage of attacks and severity of disease levels and productivity. Research results indicated that the modification of solar radiation affected the air humidity, so that the development of stem rot disease pepper could be controlled. On irradiation of 50-55% can reduce the severity of an attack up to 77.36%.

**Keywords:** *diseases, controlling, climate, pepper*

## ABSTRAK

Penyakit busuk pangkal batang lada *Phytophthora capsici* Leon, merupakan penyakit utama pada tanaman lada di Sulawesi Tenggara. Pengendalian penyakit cendawan ini masih sulit karena masuk dalam jaringan batang dan diketahui setelah tanamannya layu. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui iklim mikro yang dapat menghambat perkembangan cendawan *P. capsici*. Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara dari bulan Februari sampai Nopember 2015. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan perlakuan yang dicobakan adalah: 1) Kontrol; 2) Penyinaran matahari antara 25 – 30%; 3) Penyinaran matahari antara 50 – 55%, dan 4) Penyinaran antara 75 – 80%. Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Parameter yang diamati meliputi kelembaban tanah, intensitas penyinaran, persentase serangan dan tingkat keparahan serangan penyakit serta produktivitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi penyinaran matahari mempengaruhi kelembaban udara, sehingga perkembangan penyakit busuk pangkal batang lada dapat ditekan. Pada penyinaran 50 – 55% dapat menekan tingkat keparahan serangan sampai 77,36%.

**Kata kunci:** *penyakit, pengendalian, iklim, lada*

## PENDAHULUAN

Tanaman lada (*Piper nigrum* Linn) memiliki peran penting dalam perekonomian nasional, yaitu sebagai sumber devisa, penyedia lapangan kerja, bahan baku industri, dan konsumsi langsung. Sebagian besar (99%) perkebunan lada diusahakan dalam bentuk perkebunan rakyat dengan pengelolaan yang tradisional (Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan, 2006; Yuhono, 2007).

Lada merupakan komoditas unggulan nasional dan daerah di Sulawesi Tenggara, setelah kakao dan mete. Luas perkebunan lada produktif di Sulawesi Tenggara kurang lebih 7,8 ribu hektar dengan produksi 3,6 ribu ton atau produktivitas rata-rata 0,46 t/ha (BPS Sultra, 2012) dan tergolong rendah dibandingkan dengan produktivitas rata-rata nasional yakni 1,1 t/ha (Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan, 2006).

Permasalahan yang dihadapi dalam meningkatkan produktivitas lada di Sulawesi Tenggara antara lain benih, kesuburan tanah, serta serangan hama dan penyakit. Salah satu penyakit yang sering menyerang adalah penyakit busuk pangkal batang lada yang disebabkan patogen *Phytophthora capsici* (Bande *et al.*, 2011) dengan intensitas serangan sebesar 61,2% (Bande *et al.*, 2014). Asniah *et al.* (2013) melaporkan bahwa kejadian penyakit busuk pangkal batang (BPB) yang disebabkan oleh *Phytophthora capsici* di Kecamatan Konda dan Lando Kabupaten Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara termasuk dalam kategori berat yakni 55,66%.

*Phytophthora capsici* merupakan patogen tular tanah yang sulit terdeteksi keberadaannya dan mudah tersebar melalui tanah yang terkontaminasi, terbawa aliran air, atau bagian tanaman yang sakit. Gejala yang nampak di permukaan tanah berupa tanaman layu, sebagai indikasi serangan yang telah lanjut yang terjadi di dalam tanah (Manohara *et al.*,

2005). Infeksi pada pangkal batang menyebabkan terjadinya perubahan warna kulit menjadi hitam. Pada keadaan lembap, gejala hitam tersebut tampak seperti berlendir berwarna agak biru. Serangan pada akar menyebabkan tanaman layu dan daun-daun menjadi berwarna kuning. Daun-daun yang layu sering tetap tergantung dan berubah warna menjadi coklat sampai hitam (Manohara dan Kasim 1996; Wahyuno *et al.*, 2007).

Pada keadaan lingkungan yang sesuai, lembab dan suhu berkisar 25°C, sporangium yang telah masak dapat langsung berkecambah membentuk tabung kecambah atau membentuk zoospora yang berflagella sehingga dapat bergerak. Lama geraknya ditentukan oleh suhu air. Pada suhu 20–24°C zoospora dapat bergerak selama 9 jam, sedangkan pada suhu air 28°C dan 32°C masing-masing selama 5 jam dan 1 jam. Tiga puluh menit setelah zoospora berhenti bergerak, akan terjadi perkecambahan bila lingkungan menguntungkan. Sebaliknya apabila keadaan lingkungan tidak menguntungkan, maka akan dibentuk struktur istirahat yaitu berbentuk kista (Manohara, 1988).

Kemampuan patogen bertahan hidup pada sisa tanaman lada yang ada di permukaan maupun di dalam tanah mempunyai peranan penting sebagai sumber inokulum. Propagul cendawan *P. capsici* dapat bertahan hidup selama 20 minggu di dalam tanah dengan kelengasan 100% kapasitas lapang, tanpa adanya tanaman inang. Di dalam jaringan tanaman terinfeksi seperti daun dan batang, jamur tersebut dapat bertahan hidup masing-masing selama 11–13 minggu dan 8–10 minggu (Manohara, 1988).

Pengendalian BPB secara kimia merupakan usaha pengendalian yang sudah dilakukan sejak lama. Beberapa senyawa kimia sintetik telah dicoba dan diketahui efektif untuk menekan BPB baik in vitro maupun di lapangan. Fungisida dengan bahan aktif bersifat sistemik cenderung efektif dan banyak digunakan oleh petani, khususnya saat harga lada tinggi (Manohara *et al.*, 2005). Namun demikian,

penggunaan fungisida sintetik yang berlebihan dapat berdampak buruk bagi lingkungan, terjadinya resistensi dan terbentuknya galur baru patogen tanaman.

Modifikasi lingkungan pada pertanaman lada diharapkan dapat menekan perkembangan penyakit BPB. Modifikasi lingkungan dapat dilakukan dengan pengaturan pemangkasan tajar untuk meningkatkan intensitas cahaya dengan tujuan mengurangi kelembaban pada tanah yang dapat memicu bangkitnya penyakit BPB. Sitepu, *et al.* (1986) menyatakan bahwa berkurangnya kelembaban di sekitar tanaman akan menghambat pertumbuhan cendawan penyebab penyakit BPB lada.

Hasil penelitian Manohara dan Kasim (1996); Bande (2012), menyebutkan bahwa pemupukan yang diikuti dengan tindakan kultur teknis (saluran drainase dan parit keliling, pemangkasan tajar, pembuangan sulur cacing dan sulur gantung, penyiangan terbatas, serta pemangkasan cabang tanaman lada bagian bawah) dapat menekan laju infeksi *P. capsici* sebesar 50%. Wahyuno dan Manohara (1995a) membuktikan bahwa *oospora* dibentuk dalam keadaan gelap secara *in vitro*, pada kisaran suhu 16 – 28°C; dan secara *in vivo*, *oospora* dapat dibentuk pada batang, akar dan daun lada.

Kajian ini bertujuan untuk mendapatkan modifikasi iklim mikro yang dapat menekan perkembangan penyakit busuk pangkal batang lada dan analisis finansialnya.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Desa Mowila, Kecamatan Mowila, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara yang merupakan sentra perkebunan lada. Dilaksanakan pada Februari-Agustus 2016.

Bahan yang digunakan antara lain tanaman lada produktif (umur 5 tahun), pupuk, ember, tali, plastik, label percobaan, kawat

pengikat, paku, balok, lakban, dan ATK. Alat yang digunakan adalah meteran, gunting setek, gunting pangkas, meteran kuadran, palu, parang, lori, dan alat ukur intensitas penyinaran dan kelembaban tanah.

Modifikasi iklim mikro dilakukan pada pertanaman lada yang sudah produktif dengan pendekatan pengaturan penyinaran matahari. Pengaturan penyinaran yang dicobakan adalah (1) Kontrol (penyinaran <25%), (2) Penyinaran matahari antara 25–30%, (3) Penyinaran matahari antara 50–55%, dan (4) Penyinaran antara 75–80%.

Pengaturan penyinaran dilakukan dengan cara pemangkasan tanaman pelindung sesuai perlakuan masing-masing. Perlakuan dipertahankan selama penelitian berjalan, jika ada cabang yang tumbuh dan mengurangi cahaya yang masuk pada masing-masing perlakuan, maka dilakukan pemangkasan. Masing-masing perlakuan dicobakan pada 30 tanaman lada, diulang sebanyak 5 kali. Jarak tanam lada 2 m x 2 m. Setiap perlakuan dibuat parit sedalam 60 cm dengan lebar 40 cm. Pemeliharaan lainnya adalah pemupukan dan penyiangan terbatas (bobokor) yang dilakukan pada sekeliling tanaman lada sebatas kanopi tanaman.

Data dan informasi yang dikumpulkan meliputi intensitas penyinaran, kelembaban, persentase serangan, dan tingkat keparahan serangan penyakit yang diamati setiap bulan pada seluruh tanaman ( $\pm 30$  tanaman), sedangkan produktivitas diamati pada saat panen. Penyinaran matahari diukur dengan cara membuat kuadran ukuran 1 m x 1 m, kemudian dihitung persentase cahaya yang tembus ke permukaan tanah. Selanjutnya intensitas cahaya dan kelembaban tanah diukur dengan alat ukur intensitas cahaya dan kelembaban tanah.

Spesifikasi alat yang digunakan pada kajian dapat diuraikan sebagai berikut: jenis alat yang digunakan adalah KENKO berisi empat instrumen survei dalam satu alat. Alat ini digunakan untuk pengujian penyinaran, kelembaban, pH, dan temperatur. Level uji untuk

penyinaran matahari terdiri dari sangat rendah, rendah, agak rendah, agak normal, normal, sangat normal, agak tinggi, tinggi, dan sangat tinggi. Level uji kelembaban tanah adalah sangat rendah, rendah, normal, lembab, dan sangat lembab. Level Uji pH tanah antara 3,5~9,0, sedangkan untuk temperatur mulai minus 9- 50<sup>0</sup>C (16~122<sup>0</sup>F). Daya listrik yang dibutuhkan 9 volt satu baterai blok, dengan sistem otomatis mati setelah 5 menit tidak aktif. Temperatur operasi pada skala +5<sup>0</sup>C sampai +40<sup>0</sup>C. Alat utama yang digunakan berdimensi 122 mm x 63 mm x 36 mm dengan probe tes  $\phi$ 5 mm x 200 mm dan berat 70,5 g pada kondisi tanpa baterai.

Penghitungan persentase serangan penyakit busuk pangkal batang lada menggunakan formulasi:

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

Keterangan:

- P = Persentase serangan (%)
- A = Tanaman yang terserang penyakit busuk pangkal batang
- b = Tanaman yang sehat

Untuk mengukur keparahan dilakukan pengamatan dengan mengukur nekrosis yang terjadi pada inokulasi alam dan dengan menggunakan skor penyakit (Saylendra *et al.*, 2001): Skor 0 = tidak ada gejala; Skor 1 = timbul nekrosis sepanjang 0,5 cm atau kurang; Skor 2 = 0,5 < x < 1 cm, nekrosis tidak melingkari batang; Skor 3 = x > 1 cm, nekrosis tidak melingkari batang; Skor 4 = nekrosis melingkari batang; dan Skor 5 = tanaman layu atau mati.

Untuk mengetahui pengaruh beberapa perlakuan terhadap persentase serangan dan tingkat keparahan penyakit BPB, maka dilakukan analisis statistik dengan formulasi (Gomez dan Gomez, 1995) sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + K_j + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

- i = 1, 2, 3,..., p (Jumlah perlakuan) dan j = 1, 2, 3,..., l (Jumlah kelompok)
- Y<sub>ij</sub> = nilai pengamatan pada satuan percobaan
- $\mu$  = nilai tengah umum
- K<sub>j</sub> = pengaruh perlakuan kelompok ke -j
- $\alpha_i$  = pengaruh perlakuan taraf ke -i
- $\epsilon_{ij}$  = galat percobaan pada satuan percobaan kelompok ke-j perlakuan taraf ke-i

Apabila terdapat beda antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf uji 5% (Gomez dan Gomez, 1995) dengan formulasi sebagai berikut:

$$S_y = \sqrt{\left(\frac{KTG}{\mu}\right)}$$

Keterangan:

- S<sub>y</sub> = Nilai uji pembandingan
- KTG = Gabungan kuadrat tengah
- $\mu$  = Rataan umum

Jika rata-rata perlakuan lebih kecil (<) dibandingkan nilai uji, antara kedua perlakuan tidak ada pengaruh yang nyata (tidak berbeda nyata). Apabila rata-rata perlakuan lebih besar (>) dibandingkan nilai uji, maka kedua perlakuan berbeda nyata. Hasil uji lanjut kemudian ditampilkan dengan tanda superskrip di sebelah kanan dari rata-rata perlakuan yang diuji (Duncan 0,05).

Untuk mengetahui layak tidaknya suatu investasi pada beberapa perlakuan, maka perlu dilakukan analisis pendapatan dan efisiensi biaya pada setiap perlakuan. Menurut Soekartawi (1995), biaya usahatani adalah semua pengeluaran yang dipergunakan dalam usahatani. Biaya usahatani dibedakan menjadi dua yaitu biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap adalah biaya yang besarnya tidak tergantung pada besar kecilnya produksi yang akan dihasilkan, sedangkan biaya tidak tetap adalah biaya yang besar kecilnya dipengaruhi oleh volume produksi.

Secara matematis untuk menghitung pendapatan usahatani dapat ditulis sebagai berikut:

$$\pi = Y \cdot P_y - \sum X_i \cdot P_{x_i} - BTT$$

Keterangan :

- $\pi$  = Pendapatan (Rp)
- $Y$  = Hasil produksi (Kg)
- $P_y$  = Harga hasil produksi (Rp)
- $X_i$  = Faktor produksi ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ )
- $P_{x_i}$  = Harga faktor produksi ke- $i$  (Rp)
- $BTT$  = Biaya tetap total (Rp)

Untuk mengetahui usahatani menguntungkan atau tidak secara ekonomi dapat dianalisis dengan menggunakan nisbah atau perbandingan antara penerimaan dengan biaya (*Revenue Cost Ratio*). Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$R/C = PT / BT$$

Keterangan:

- $R/C$  = Nisbah penerimaan dan biaya
- $PT$  = Penerimaan total (Rp)
- $BT$  = Biaya total (Rp)

Adapun kriteria pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

- $R/C > 1$ , usahatani mengalami keuntungan karena penerimaan lebih besar dari biaya.
- $R/C < 1$ , usahatani mengalami kerugian karena penerimaan lebih kecil dari biaya.
- $R/C = 1$ , usahatani mengalami impas karena penerimaan sama dengan biaya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Iklim Mikro

Hasil pengamatan dengan menggunakan alat ukur kelembaban dan intensitas cahaya

menunjukkan adanya perbedaan pada kelembaban tanah dan intensitas penyinaran (Tabel 1). Pada Tabel 1 terlihat bahwa semakin rendah intensitas penyinaran, maka semakin tinggi kelembaban tanah, dan sebaliknya semakin tinggi intensitas penyinaran maka kelembaban tanahnya juga semakin rendah. Menurut Kusandriani dan Sumarna (1993), tingkat kelembaban tanah terbagi lima tingkat, yaitu sangat rendah <20%, rendah 20 – 40%, sedang 41 – 60%, tinggi 61 – 80%, dan sangat tinggi >80%.

Tabel 1. Karakteristik iklim mikro masing-masing perlakuan (alat ukur KENKO)

| Perlakuan                  | Karakter lokasi setelah aplikasi |                 |
|----------------------------|----------------------------------|-----------------|
|                            | Intensitas cahaya                | Kelembaban (Rh) |
| Kontrol penyinaran (< 25%) | Sangat rendah                    | Sangat tinggi   |
| Penyinaran 25-30%          | Rendah                           | Tinggi          |
| Penyinaran 50-55%          | Normal                           | Normal          |
| Penyinaran 75-80%          | Tinggi                           | Rendah          |

Sumber: Hasil pengamatan lapangan

### Keparahan Penyakit

Analisis ragam atas data keparahan penyakit ini menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap keparahan penyakit pada batang lada. Berdasarkan hasil analisis data ini, semua perlakuan dapat menurunkan tingkat keparahan penyakit busuk pangkal batang lada secara nyata (Tabel 2).

Tabel 2. Rata-rata keparahan penyakit busuk pangkal batang lada pada perlakuan modifikasi iklim, 2015

| Perlakuan                 | Bulan Setelah Aplikasi |         |         |         |
|---------------------------|------------------------|---------|---------|---------|
|                           | 1                      | 2       | 3       | 4       |
| Kontrol (penyinaran <25%) | 1,33 a                 | 10,00 a | 10,67 a | 10,67 a |
| Penyinaran 25 – 30%       | 0,67 a                 | 2,67 b  | 4,00 b  | 4,00 b  |
| Penyinaran 50 – 55%       | 0,67 a                 | 1,33 b  | 2,00 b  | 2,00 b  |
| Penyinaran 75 – 80%       | 0,67 a                 | 1,33 b  | 2,00 b  | 2,00 b  |
| KK %                      | 48                     | 21      | 16      | 15      |

Keterangan: angka yang dikuti oleh huruf berbeda pada kolom sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji BNT pada taraf 5%

Dari Tabel 2, tingkat keparahan penyakit terendah pada perlakuan 3 dan 4, sedangkan yang tertinggi pada perlakuan 1. Rendahnya tingkat keparahan penyakit BPBL pada perlakuan 3 dan 4, karena kelembaban tanah rendah sampai sedang. Kondisi tersebut kurang mendukung perkembangan penyakit BPB. Sedangkan pada perlakuan 1 kondisi sangat mendukung, karena kelembaban sangat tinggi. Menurut Hartati (2007), *Sporangia*, *zoospora* dan *miselium P. capsici* akan mati pada suhu tinggi dan kelembaban rendah karena hanya dapat bertahan pada tanah yang lembab. Hal ini sejalan dengan pendapat Suwanto (2013), penularan penyakit BPB akan lebih cepat pada kondisi kelembaban tanah tinggi. Bende *et al.* (2015) menyatakan bahwa unsur cuaca yang secara langsung menyebabkan peningkatan intensitas penyakit busuk pangkal batang lada di Sulawesi Tenggara adalah curah hujan karena dapat meningkatkan kelembaban udara.

### Produksi Lada

Analisis ragam atas produksi lada menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap bobot biji lada. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan yang memberikan bobot biji lada tertinggi adalah pada

perlakuan penyinaran matahari 50–55% dan terendah pada kontrol (Tabel 3). Tingginya produksi yang diperoleh pada perlakuan tersebut, karena rendahnya tingkat serangan penyakit BPB.

Penyakit BPB dapat menimbulkan kerugian yang besar, karena dapat merusak tanaman mulai dari masa pembibitan, tanaman umur muda, sampai fase berbuah. Tanaman yang terserang dapat layu dan mati jika terjadi pada akar atau pangkal batang (Manohara *et al.*, 2005; Semangun, 2000).

Tabel 3. Rata-rata bobot kering lada (100 biji) pada perlakuan modifikasi iklim mikro

| Perlakuan                 | Rata-rata |
|---------------------------|-----------|
| Kontrol (penyinaran <25%) | 3,62 c    |
| Penyinaran 25 – 30%       | 5,60 ab   |
| Penyinaran 50 – 55%       | 6,02 a    |
| Penyinaran 75 – 80%       | 4,74 b    |
| KK %                      | 10        |

Keterangan: angka yang dikuti oleh huruf berbeda pada kolom sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada pada uji BNT pada taraf 5%

### Analisis Usahatani

Pendapatan usahatani lada dengan perlakuan modifikasi iklim mikro cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (Tabel 4), meskipun modifikasi iklim mikro membutuhkan biaya lebih tinggi. Selisih biaya antara modifikasi dengan kontrol sekitar Rp1,4-Rp1,9 juta per ha. Komponen biaya yang membedakan adalah biaya tenaga kerja pemangkasan dan panen. Pada perlakuan kontrol, pemangkasan dilakukan seadanya dan waktunya lebih cepat, demikian juga pada saat panen. Pendapatan tertinggi diperoleh pada perlakuan 3 dan terendah pada perlakuan 1. Selisih pendapatan antara perlakuan modifikasi iklim dengan kontrol antara Rp32,94–Rp63,09 juta/ha/thn.

Hasil analisis R/C menunjukkan bahwa perlakuan modifikasi iklim mikro secara ekonomi layak, karena R/C > 1. Dari Tabel 4 terlihat bahwa perubahan teknologi dari eksisting

Tabel 4. Analisis usahatani lada per ha pada beberapa perlakuan modifikasi iklim

| Komponen Biaya         | Perlakuan 4 | Perlakuan 3 | Perlakuan 2 | Perlakuan 1 |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Pupuk:                 |             |             |             |             |
| Ponska                 | 2.875.000   | 2.875.000   | 2.875.000   | 2.875.000   |
| Urea                   | 1.350.000   | 1.350.000   | 1.350.000   | 1.350.000   |
| Obat-obatan:           |             |             |             |             |
| Kimia                  | 850.000     | 850.000     | 850.000     | 850.000     |
| Tenaga Kerja:          |             |             |             |             |
| Pengendalian gulma     | 1.260.000   | 1.260.000   | 1.260.000   | 1.260.000   |
| Pemangkasan            | 2.100.000   | 1.890.000   | 1.700.000   | 1.400.000   |
| Pemupukan              | 1.470.000   | 1.470.000   | 1.500.000   | 1.500.000   |
| Pengendalian hama      | 700.000     | 700.000     | 700.000     | 700.000     |
| Perbaikan drainase     | 490.000     | 490.000     | 490.000     | 490.000     |
| Panen                  | 2.450.000   | 3.080.000   | 2.000.000   | 1.250.000   |
| Total Biaya            | 13.545.000  | 13.965.000  | 13.475.000  | 12.075.000  |
| Produksi (kg/ha)       | 870,98      | 1.106,18    | 1.008,00    | 606,26      |
| Harga jual (Rp/kg)     | 130.000     | 130.000     | 130.000     | 130.000     |
| Penerimaan             | 113.226.750 | 143.802.750 | 131.040.000 | 78.813.735  |
| Pendapatan             | 99.681.750  | 129.837.750 | 117.565.000 | 66.738.735  |
| Peningkatan pendapatan | 32.943.015  | 63.009.015  | 50.826.265  |             |
| R/C                    | 8,36        | 10,30       | 9,72        | 6,53        |
| B/C                    | 7,36        | 9,30        | 8,72        | 5,53        |
| MBCR                   | 1,87        | 3,77        | 3,20        |             |

Sumber: pengamatan lapang, 2015

(kontrol) ke modifikasi iklim mikro memberikan margin keuntungan lebih besar, yang dicerminkan dari nilai MBCR 1,83–3,77. Capaian ini menggambarkan bahwa setiap investasi Rp1.000, akan diperoleh margin pendapatan sebesar Rp1.830–Rp3.770.

### KESIMPULAN

Teknologi modifikasi iklim mikro melalui simulasi beberapa intensitas penyinaran terbukti dapat menekan perkembangan penyakit busuk pangkal batang lada hingga 77,36%. Introduksi teknologi ini berkontribusi pada peningkatan produksi lada antara 43,67–82,46%, berdampak positif pada peningkatan petani 49,36–94,41%. Secara finansial, teknologi modifikasi iklim mikro dapat diintroduksi dan layak untuk diusahakan karena B/C lebih besar dari satu.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Muh. Nasir yang telah mengizinkan kebunnya digunakan dalam penelitian dan Kepala Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara yang telah memberikan dana penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Asniah, Syair, dan T. Wahyuni A.S. 2012. Survei kejadian penyakit busuk pangkal batang (*Phytophthora capsici*) tanaman lada (*Piper nigrum*. L) di Kabupaten Konawe Selatan. *J. Agroteknos*, vol. 2 (3): 151 – 157.
- Bande, L.O.S. 2012. Epidemi penyakit busuk pangkal batang lada di Provinsi Sulawesi Tenggara. Disertasi. Fakultas Pasca Sarjana, UGM. Yogyakarta.

- Bande, L.O.S., B. Hadisutrisno, S. Somowiyarjo, dan B. H. Sunarminto. 2015. Peran unsur cuaca terhadap peningkatan penyakit busuk pangkal batang lada di sentra produksi lada daerah Sulawesi Tenggara. *J. Manusia Dan Lingkungan*, vol. 22 (2): 187 – 193.
- Bande, L.O.S., B. Hadisutrisno, S. Somowiyarjo, dan B.H. Sunarminto. 2011. Karakteristik *Phytophthora capsici* Isolat Sulawesi Tenggara. *Agriplus*, vol. 21 (1): 75 – 82.
- Bande, L.O.S., B. Hadisutrisno, S. Somowiyarjo, dan B.H. Sunarminto. 2014. Pola agihan dan intensitas penyakit busuk pangkal batang lada di Provinsi Sulawesi Tenggara. *Agroteknos*, vol. 4 (1): 58 – 65.
- BPS Sultra. 2012. Sulawesi Tenggara dalam angka 2012.
- Daniel, W.W. 2012. Statistik non parametrik terap An. Gramedia. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan 2006. Statistik perkebunan Indonesia. Lada. Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan, Jakarta. 34 hal.
- Hartati, S. 2007. Pengaruh beberapa faktor lingkungan terhadap kehidupan *phytophthora* di dalam tanah. (<http://www.scribd.com/doc/35285730/pengaruh-beberapa-faktor-lingkungan> (Diakses pada tanggal 1 Maret 2016).
- Kusandriani, Y. dan A. Sumarna. 1993. Respon varietas cabai pada beberapa tingkat kelembaban tanah. *Buletin Penelitian*, vol. 25 (1): 31 – 36.
- Manohara, D., D. Wahyuno, dan R. Noveriza. 2005. Penyakit busuk pangkal batang lada dan strategi pengendaliannya. Edisi Khusus: Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat, Vol.XVII No. 2, 2005.
- Manohara, D. and N. Sato. 1992. Physiological observation on *Phytophthora* isolats from black pepper. *Indust Crops J*, vol. 4 (2): 14 – 19.
- Manohara, D. 1988. Ekologi *Phytophthora palmivora* (Butler) penyebab penyakit busuk pangkal batang (*Piper nigrum*). Disertasi. Fakultas Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Manohara, D., K. Mulya, D. Wahyuno, dan R. Noveriza. 2003. Viabilitas *Trichoderma harzianum* pada berbagai formula dan efikasinya terhadap *Phytophthora capsici*. Risalah Simposium Nasional Penelitian PHT Perkebunan Rakyat. Bogor, 17 – 18 September 2002.
- Manohara, D., T. Shimanuki, N. Sato, and M. Oniki. 1991. Kemungkinan reproduksi seksual antar isolate *Phytophthora* yang berasal dari tanaman lada. Pros. Kongres Nasional XI dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Maros, Ujung Pandang 24–26 September 1991: 66 – 71.
- Padangaran, A.M. 2012. Analisis kuantitatif pembiayaan perusahaan pertanian. IPB Press. Bogor.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 2009. Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri, vol. 15 (2). Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor.
- Saylendra A, M.W. Utami, dan C. Ginting. 2001. Kepadatan jamur dan bakteri tanah dan keparahan busuk pangkal batang pada lada yang ditanam dengan tapak liman, serai wangi, atau temu hitam. Hlm. 400-403 Dalam: Purwantara A, Sitepu D, Mustika I, Mulya K, Sudjono MS, Machmud M, Hidayat SH, Supriadi & Widodo, ed. Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah PFI. Bogor, 22-24 Agustus 2001.

- Semangun, H. 2000. Penyakit-penyakit tanaman perkebunan di Indonesia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 835 hlm.
- Sitepu, D., R. Kasim dan D. Manohara. 1986. Penanggulangan penyakit busuk pangkal batang lada. Edisi Khusus Littro, vol. 2 (1). Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.
- Suwarto. 2013. Lada, produksi 2 ton/ha. Penebar Swadaya. 140 hal.
- Wahyuno, D. dan D. Manohara. 1995a. Pembentukan oospora *Phytophthora capsici* pada jaringan lada. Hayati, vol. 2: 46 – 48.
- Yuhono, J.T. 2007. Sistem agribisnis lada dan strategi pengembangannya. J. Litbang Pertanian, vol. 26 (2): 76 – 81.