

Penekanan Penyakit Akar Gada pada Tanaman Kubis melalui Perlakuan Tanah Pembibitan

Cicu

Kebun Percobaan Jeneponto, BPTP Sulawesi Selatan Jl. Hortikultura Bontoparang-Tolo, Kelara, Kotak Pos 1 Jeneponto 9237

Naskah diterima tanggal 10 Juni 2004 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 7 Desember 2004

ABSTRAK. Penelitian dilaksanakan di Kebun Instalasi Penelitian Tanaman Hias Cipanas (ketinggian 1.100 m dpl) dan di Laboratorium Mikologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor dari bulan September 2001 hingga Maret 2002. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan tanah pembibitan terhadap penekanan penyakit akar gada pada tanaman kubis. Rancangan percobaan yang digunakan adalah acak kelompok yang diulang tiga kali dan uji jarak berganda duncan taraf 5% digunakan untuk mengetahui perbedaan pengaruh perlakuan. Perlakuan terdiri atas tanah pembibitan tanpa perlakuan solarisasi dan pupuk kandang, tanah pembibitan dengan solarisasi, tanah pembibitan dengan pupuk kandang ayam, tanah pembibitan dengan solarisasi dan pupuk kandang ayam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tanah pembibitan hanya dengan pupuk kandang ayam dan perlakuan tanah pembibitan dengan solarisasi dan pupuk kandang ayam dapat mengurangi keparahan penyakit akar gada di lapangan sebesar 12,4-20,5% dan meningkatkan produksi kubis sebesar 58,6-85,8%.

Kata kunci: Kubis; *Plasmodiophora brassicae*; Perlakuan tanah pembibitan

ABSTRACT. Cicu. 2005. **Suppression of clubroot disease on cabbage by seedbed treatments.** The experiment was conducted at Cipanas Ornamental Plants Research Station (at elevation 1,100 m asl) and Laboratory of Mycology, Department of Plant and Diseases, Faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University from September 2001 to March 2002. The objective was to evaluate the effect of seedbed treatments on clubroot disease of cabbage caused by *Plasmodiophora brassicae* Wor. This experiments was laid in a randomized block design with three replications and DMR test at level 5%. The treatments were: seedbed without chicken manure and solarization, seedbed with solarization, seedbed with chicken manure, and seedbed with solarization and chicken manure. The results showed that seedbed treatments with chicken manure only and seedbed treatment with chicken manure and solarization could decrease the infestation of clubroot disease about 12,4-20,5% and increased cabbage production about 58.6-85.8% related to the changes of soil microflora populations on cabbage seedling rhizosphere due to organic amendment (chicken manure) and soil solarization.

Keywords: Cabbage; *Plasmodiophora brassicae*; Seedbed treatments

Akar gada (akar bengkok) yang disebabkan oleh *Plasmodiophora brassicae* Wor. merupakan salah satu penyakit tular tanah yang penting pada tanaman kubis-kubisan (*Brassica* spp.) di seluruh dunia (Karling 1968; Ayers 1972; Rowe 1980). Di Indonesia, penyakit ini dapat menyebabkan kehilangan hasil 35–100% (Suryaningsih 1981) dan menurut Subijanto (1988) kerugian akibat penyakit tersebut diperkirakan senilai Rp 2,8 milyar setiap musim tanam.

Sampai saat ini penyakit akar gada masih sulit diatasi karena tingginya daya tahan spora rehat *P. brassicae* di dalam tanah. Spora-spora rehat yang terlepas dari serpihan-serpihan akar yang terinfeksi menyebabkan peningkatan inokulum pada areal yang ditanami secara berulang-ulang dengan *Brassica* spp. Spora rehat tersebut

merupakan sumber inokulum satu-satunya untuk penyakit akar gada (Orihara & Yamamoto 1998). Apabila akar-akar yang sakit hancur di lahan, maka spora-spora terlepas masuk ke dalam tanah dan bertahan hidup dalam waktu yang lama (Voorrips 1995).

Berbagai upaya pengendalian penyakit akar gada telah dilakukan baik di luar maupun di dalam negeri, tetapi belum menunjukkan hasil yang memuaskan secara teknis maupun ekonomis. Pengapuran tanah dengan dosis 20 t/ha (CaO) belum mampu menekan serangan *P. brassicae* (Djatnika 1989) dan pengapuran pada tipe tanah yang berbeda memberikan tingkat pengendalian penyakit yang berbeda (Myers *et al.* 1981; Horiuchi & Hori 1980). Perendaman lahan hanya dapat dilakukan pada lahan sawah (Djatnika 1989). Penggunaan mulsa jagung tidak

memberikan pengaruh yang nyata terhadap intensitas penyakit dan berat brankas tanaman (Herdian 2000). Penggunaan mikroba antagonis (*Pseudomonas* spp.) dapat menekan serangan *P. brassicae* tetapi tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap bobot basah tanaman (Widodo *et al.* 1993), *Gliocladium* sp. dan *Chaetomium* sp. belum dapat digunakan sebagai bahan untuk mengendalikan *P. brassicae* (Djatnika 1990). Penggunaan varietas resisten kemungkinan tidak akan berguna dalam jangka waktu yang lama karena perkembangan virulensi ras patogen (Ayers 1972). Rotasi dengan tanaman selain famili brassicaceae membutuhkan waktu yang lama karena spora rehat patogen dapat bertahan di dalam tanah dan pada sisa-sisa tanaman selama 7 tahun (Karling 1968). Walaupun beberapa fungisida tersedia untuk pengendalian penyakit akar gada, tetapi tidak efektif bila kepadatan spora rehat dan virulensi *P. brassicae* tinggi (Tanaka *et al.* 1997; Akanuma *et al.* 1983).

Solarisasi tanah adalah suatu disinfestasi tanah alternatif, merupakan proses pemanasan tanah di bawah mulsa plastik transparan yang menghasilkan temperatur yang dapat merugikan patogen-patogen tular tanah, telah berhasil mengendalikan berbagai penyakit tanaman (Stapleton & DeVay 1986), termasuk penyakit akar gada pada tanaman cruciferae (Horiuchi *et al.* 1982; Widodo & Suheri 1995). Selanjutnya dengan solarisasi tanah selama 5-7 minggu dapat menekan tingkat kejadian dan indeks penyakit akar gada serta meningkatkan produksi tanaman kubis di lapangan. Namun demikian pengendalian dengan cara ini masih perlu dikaji untuk penerapan di lapangan karena memerlukan biaya yang cukup tinggi sehingga kemungkinan penggunaannya tidak efisien. Berkaitan dengan hal tersebut dan mengingat bibit tanaman *Brassica* sp. sangat rentan terhadap serangan *P. brassicae*, perlakuan solarisasi perlu pula dikaji pada lahan pembibitan. Di samping itu perlu diupayakan pendekatan lain yang dapat dipadukan dengan cara yang sudah digunakan dalam pengelolaan penyakit tanaman.

Penggunaan pupuk kandang yang ditujukan untuk memperbaiki sifat fisik tanah sudah lama diterapkan oleh petani. Namun demikian untuk tujuan pengelolaan penyakit akar gada belum pernah dilakukan. Perlakuan tanah pembibitan

dengan pemberian pupuk kandang ditujukan untuk meningkatkan aktivitas mikroba tanah yang dapat mengolonisasi akar dan bersifat antagonis terhadap patogen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan tanah pembibitan terhadap penyakit akar gada pada tanaman kubis dengan hipotesis bahwa perlakuan tanah pembibitan dengan solarisasi dan pupuk kandang akan memberikan pengaruh yang lebih baik dalam menekan *P. brassicae* di pembibitan dan di lapangan daripada perlakuan tanah pembibitan hanya dengan solarisasi atau pupuk kandang saja.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan dari bulan September 2001 hingga Maret 2002 di Kebun Instalasi Penelitian Tanaman Hias Cipanas (ketinggian 1.100 m dpl) dan di Laboratorium Mikologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Lahan yang digunakan sebagai lahan percobaan telah diketahui terinfestasi *P. brassicae*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah acak kelompok dengan empat perlakuan dan tiga ulangan.

Media pembibitan dipersiapkan sesuai perlakuan. Untuk setiap perlakuan, tanah digemburkan kemudian dibuat bedengan berukuran panjang 10 m dan lebar 1 m. Pada bedengan yang mendapat perlakuan pupuk kandang, setelah tanah digemburkan diberi pupuk kandang ayam (telah disimpan selama 2 minggu) sebanyak 50 kg/bedengan atau 5 kg/m²; bedengan yang mendapat perlakuan solarisasi, setelah tanah digemburkan, diratakan, dan dibasahi kemudian ditutup dengan lembaran plastik transparan (tebal 0,3 mm) dengan cara plastik transparan dibentangkan di atas bedengan dan bagian pinggirnya ditekan dengan lapisan tanah agar tidak terangkat oleh angin; dan bedengan yang mendapat perlakuan pupuk kandang dan solarisasi sebelum ditutup dengan lembaran plastik transparan diberi pupuk kandang ayam sebanyak 5 kg/m² dan dibasahi. Pengamatan temperatur tanah pada kedalaman 15 cm (setiap bedengan dari masing-masing perlakuan) dilakukan setiap hari selama perlakuan solarisasi berlangsung (23 Oktober hingga 3 Desember 2001).

Setelah selesai solarisasi tanah (selama 6 minggu), pada setiap bedengan dari masing-masing perlakuan diayak dengan ayakan keranjang plastik dan dilanjutkan dengan pengisian bak pesemaian dan kantung-kantung plastik berukuran tinggi 12 cm dan diameter 8 cm. Benih kubis varietas grand 11 disemai pada bak pesemaian. Bibit kubis umur 7 hari setelah semai dipindahkan pada kantung-kantung plastik yang telah diisi dengan media hasil perlakuan tanah pembibitan dan selanjutnya dipelihara hingga berumur 30 hari setelah semai (HSS).

Sambil menunggu bibit siap tanam, lahan dicangkul dengan kedalaman 30 cm kemudian digemburkan dan diratakan. Petak percobaan (berukuran 3,6x2,5 m) dipersiapkan sesuai dengan perlakuan yang akan diuji. Selanjutnya dibuat lubang tanam dengan jarak 60x50 cm (30 lubang tanam per petak). Pupuk kandang ayam sebanyak 0,5 kg dan pupuk buatan (TSP sekaligus, urea, dan KCl setengah dosis anjuran) dicampur dan dimasukkan ke dalam lubang tanam sehari sebelum tanam. Sebelum bibit ditanam, kantung-kantung plastik dilepas agar tidak menghalangi perkembangan perakaran dan medianya dibenamkan bersama dengan bibit pada lubang tanam. Pemupukan berikutnya dilakukan setelah tanaman kubis berumur 4 minggu, yaitu seperempat dosis urea dan KCl dan sisanya diberikan pada saat tanaman berumur 7 minggu. Pemeliharaan lainnya seperti penyiraman, penyiangan dan pengendalian hama dan penyakit dilakukan sesuai dengan keperluan. Panen dilakukan setelah tanaman kubis berumur 70 hari setelah tanam (HST), yaitu pada saat krop bagian dalam sudah padat, tepi daun pada bagian atas krop sudah melengkung keluar dan berwarna agak ungu. Pengamatan kejadian penyakit (KP), indeks penyakit (IP), dan produksi kubis dilakukan pada saat panen.

Kejadian penyakit dihitung dengan rumus:

$$Kp = \frac{n}{N} \times 100\%$$

n = jumlah tanaman yang menunjukkan pembengkakan akar

N = jumlah tanaman yang diamati

Indeks penyakit dihitung dengan rumus:

$$IP = \frac{\sum v_i}{N}$$

n_i = jumlah tanaman dengan skala serangan tertentu

v_i = skala serangan

N = jumlah tanaman yang diamati

Skala serangan dihitung berdasarkan skala 0 – 3, di mana 0 = tidak ada gejala pembengkakan; 1 = pembengkakan terjadi pada akar utama; 2 = pembengkakan terjadi pada akar sekunder; dan 3 = pembengkakan terjadi pada akar utama maupun akar sekunder (Datnoff *et al.* 1987).

Produksi diukur berdasarkan bobot basah tanaman tanpa akar dengan menimbang seluruh tanaman dalam plot.

Isolasi mikroba dari rizosfer bibit kubis umur 30 hari setelah semai (bibit siap tanam) dilakukan dengan teknik pengenceran. Tiap perlakuan terdiri atas 1 bibit dan diulang 4 kali. Bibit dari masing-masing sampel dipisahkan dari tanah, kemudian akar bersama dengan tanah yang melekat ditimbang (5 g/sampel). Akar tersebut disuspensikan ke dalam 45 ml air steril (pengenceran 10⁻¹) lalu dikocok selama 30 menit dengan menggunakan *shaker*. Selanjutnya dengan menggunakan pipet volumetrik, sebanyak 1 ml suspensi dicampur dengan 9 ml air steril dalam tabung reaksi (10⁻²). Hal yang sama dilakukan untuk pengenceran berikutnya. Pengenceran ini dilakukan sesuai dengan keperluan. Pengenceran terakhir 10⁻³ untuk cendawan, 10⁻⁵ untuk aktinomisetes, dan 10⁻⁸ untuk bakteri. Dari setiap pengenceran terakhir diambil 0,1 ml untuk disebarakan secara merata pada cawan petri yang berisi 10 ml masing-masing media tumbuh. Untuk isolasi bakteri tahan panas, pengenceran terakhir dipanaskan pada suhu 80°C selama 30 menit sebelum disebarakan. Media tumbuh untuk cendawan digunakan martin agar (MA), untuk bakteri total dan bakteri tahan panas digunakan *tryptic soy agar* (TSA) dan untuk aktinomisetes digunakan *starch casein agar* (SCA). Komposisi media tersebut dapat dilihat pada Lampiran 1. Biakan diinkubasikan pada suhu kamar, kemudian diamati koloni yang terbentuk. Koloni bakteri, aktinomisetes dan cendawan masing-masing dihitung setelah 48, 72, dan 96 jam inkubasi.

Data dianalisis dengan menggunakan program *statistical analysis system* (SAS) dan dilanjutkan dengan uji DMRT pada a = 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

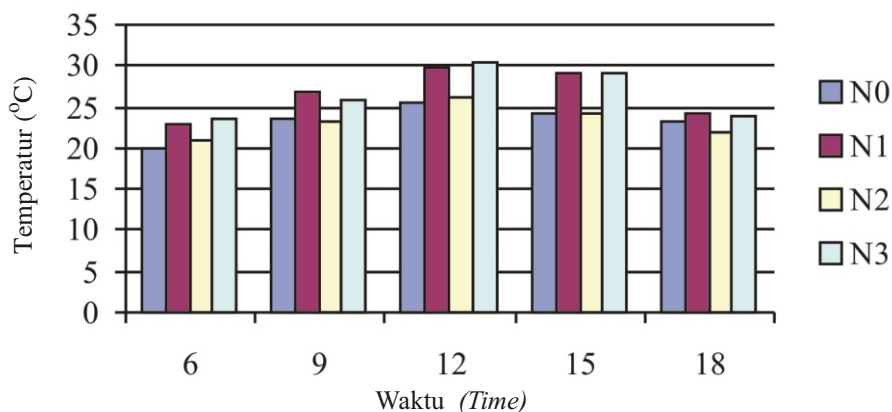
Temperatur tanah

Pada penelitian ini, solarisasi tanah secara konsisten menyebabkan peningkatan temperatur tanah harian pada kedalaman 15 cm (Gambar 1). Temperatur tertinggi 30,32°C terjadi pada pukul 12 siang dicapai dengan perlakuan tanah pembibitan dengan solarisasi dan pupuk kandang ayam yaitu rata-rata 4,82°C lebih tinggi dibanding dengan kontrol. Temperatur terendah pada perlakuan tersebut yaitu 23,69°C pada pukul 6 pagi atau rata-rata 3,8°C lebih tinggi dibanding dengan kontrol (Lampiran 2). Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian Widodo & Suheri (1995) di mana peningkatan temperatur tanah solarisasi pada kedalaman yang sama mencapai 8,5°C dan 2°C lebih tinggi daripada tanah yang tidak disolarisasi. Perbedaan ini karena waktu solarisasi yang berbeda sehingga menghasilkan temperatur yang berbeda. Temperatur tanah maksimum yang dicapai pada penelitian ini kemungkinan tidak berpengaruh langsung terhadap patogen, karena ambang temperatur yang dapat mematikan beberapa

cendawan mesofilik adalah 37°C selama 2-4 jam secara terus menerus (DeVay & Katan 1991). Takahashi & Yamaguchi (1989) melaporkan bahwa penyakit akar gada menurun apabila tanah yang terinfeksi diberi panas minimal 40°C selama 10 hari dan penurunan penyakit lebih besar dan lebih cepat pada temperatur yang lebih tinggi.

Kejadian penyakit, indeks penyakit, dan produksi kubis

Pengaruh perlakuan tanah pembibitan terhadap kejadian penyakit, indeks penyakit akar gada, dan produksi kubis bervariasi bergantung jenis perlakuan (Tabel 1). Walaupun perlakuan tanah pembibitan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kejadian penyakit dan indeks (keparahan) penyakit di lapangan, tetapi dengan perlakuan tersebut indeks penyakit akar gada lebih rendah dibanding dengan kontrol, bahkan perlakuan tanah pembibitan hanya dengan pupuk kandang ayam (N2) dan perlakuan tanah pembibitan dengan solarisasi dan pupuk kandang ayam (N3) secara nyata meningkatkan produksi kubis di lapangan.



Gambar 1. Rataan temperatur tanah pada kedalaman 15 cm selama solarisasi berlangsung (23 Oktober hingga 3 Desember 2001) pada berbagai perlakuan tanah pembibitan, Cipanas 2002; N0 = tanah pembibitan tanpa perlakuan solarisasi dan pupuk kandang, N1 = perlakuan tanah pembibitan dengan solarisasi, N2 = perlakuan tanah pembibitan dengan pupuk kandang, dan N3 = perlakuan tanah pembibitan dengan solarisasi dan pupuk kandang (*Mean of soil temperature at 15 cm dept during the soil solarization (23 October to 3 December 2001) on seed-bed treatments, Cipanas 2002; N0 = no treatment, N1 = soil solarization, N2 = chicken manure,*

Tabel 1. Pengaruh perlakuan tanah pembibitan terhadap kejadian penyakit, indeks penyakit akar gada (*P. brassicae*) dan produksi kubis (Effect of seedbed treatments on the clubroot incidence, the disease index and the marketable cabbage yield), Cipanas 2002

Perlakuan (Treatments)	Kejadian penyakit (Disease incidence), %	Indeks penyakit (Disease index)	Produksi (Yield) kg/9 m ²
N0	89,477 a	2,842 a	19,587 b
N1	89,477 a	2,474 a	16,173 b
N2	83,283 a	2,490 a	31,060 a
N3	89,477 a	2,258 a	36,390 a

N0 = tanah pembibitan tanpa perlakuan solarisasi dan pupuk kandang, N1 = perlakuan tanah pembibitan dengan solarisasi, N2 = perlakuan tanah pembibitan dengan pupuk kandang, dan N3 = perlakuan tanah pembibitan dengan solarisasi dan pupuk kandang (N0 = no treatment, N1 = soil solarization, N2 = chicken manure, and N3 = soil solarization and chicken manure)

Tabel 2. Pengaruh perlakuan tanah pembibitan terhadap total populasi mikroba rizosfer bibit kubis (Effect of seedbed treatments on the population density of rhizospheric microbes of cabbage seedling), Cipanas 2002

Perlakuan (Treatments)	Total populasi (Population density), log cfu/g akar/root			
	Bakteri (Bacteria)		Aktinomisetes (Actinomycetes)	Cendawan (Fungi)
	Total	Tahan panas		
N0	10,43 a	9,42 a	7,00 c	4,65 b
N1	10,52 a	9,69 a	7,39 b	5,03 a
N2	10,84 a	9,97 a	7,91 a	5,04 a
N3	10,50 a	9,97 a	7,84 a	5,11 a

Penurunan indeks penyakit pada tanah yang diberi solarisasi karena efek kumulatif dari temperatur tanah harian yang dihasilkan oleh solarisasi tersebut yang secara tidak langsung mematikan patogen, tetapi dapat melemahkannya. Di samping itu efek tersebut juga dapat meningkatkan populasi mikroorganisme tanah dan aktivitasnya yang diduga secara langsung mempengaruhi patogen di dalam tanah. Stapleton & DeVay (1984) telah mengamati adanya peningkatan pertumbuhan tanaman dan penurunan keparahan penyakit pada plot yang diberi solarisasi tanpa peningkatan temperatur. Perubahan lingkungan tanah yang mengikuti efek solarisasi tidak hanya komposisi biotik, tetapi juga struktur tanah dan bahan mineral yang dapat larut dalam air tersedia untuk tanaman dan untuk pertumbuhan mikroba (Chen & Katan 1980). Menurut Besri (1991) bahwa perubahan fisik dan kimia, dan juga multiplikasi mikroflora antagonis di dalam tanah pada plot yang diberi mulsa karena kondisi anaerob yang disebabkan oleh mulsa polietilen. Fenomena IGR ditunjukkan dengan peningkatan pertumbuhan tanaman setelah disinfestasi (solarisasi) tanah karena bebas dari patogen (Gamliel & Katan 1991). Walaupun

demikian pada penelitian ini, efek solarisasi tanah pembibitan (N1) terhadap peningkatan populasi mikroba rizosfer bibit kubis (aktinomisetes dan cendawan) nyata lebih tinggi dibandingkan tanpa perlakuan solarisasi (Tabel 2), tetapi nampaknya populasi aktinomisetes dan cendawan pada perlakuan tersebut belum mampu menekan infeksi *P. brassicae* di lapangan yang diduga populasinya cukup tinggi. Hal ini terlihat ketika diamati di bawah mikroskop fluoresens (metode Takahashi & Yamaguchi 1987), tetapi populasinya tidak dapat dihitung karena skala haemositometer di bawah mikroskop tersebut tidak terlihat sehingga pada percobaan ini baik sebelum dan setelah percobaan berlangsung, populasi *P. brassicae* di dalam tanah tidak diketahui dengan pasti.

Penurunan indeks penyakit akar gada dan peningkatan produksi kubis pada perlakuan tanah pembibitan hanya dengan pupuk kandang ayam (N2) dan perlakuan tanah pembibitan dengan solarisasi dan pupuk kandang ayam (N3) (Tabel 1) diduga berkaitan dengan peningkatan populasi mikroba rizosfer bibit kubis, terutama aktinomisetes dan cendawan yang nyata lebih tinggi daripada kontrol (Tabel 2). Organisme

tersebut mengolonisasi akar bibit kubis sebelum ditanam di lapangan. Hal ini dapat mengurangi kontak antara tanaman kubis dengan *P. brassicae* di dalam tanah sehingga dapat mengurangi keparahan penyakit. Dengan kata lain penekanan *P. brassicae* oleh mikroba kemungkinan terjadi secara alami melalui proteksi pada akar yang menyebabkan atau meningkatkan ketahanan tanaman inang terhadap infeksi patogen dan selanjutnya meningkatkan produksi tanaman kubis di lapangan. Tanah dengan tingkat bahan organik yang tinggi memiliki mikroflora dan fauna yang lebih kompleks dan lebih aktif yang berhubungan dengan kemampuannya untuk menekan aktivitas patogen (Hoitink *et al.* 1996). Penambahan bahan organik ke dalam tanah menstimulir pertumbuhan mikroba supersif endogenus dengan indikasi bahwa tidak hanya meningkatkan aktivitas biologi tetapi juga keragaman total mikroba yang memegang peranan penting dalam pengendalian biologi (Casale *et al.* 1995). Aryantha *et al.* (2000) melaporkan bahwa bahan organik merupakan kapasitas penyangga tanah secara biologi, dapat menurunkan jumlah patogen selama dekomposisi, mempengaruhi nitrifikasi dan bentuk nitrogen, dan melindungi inang dari serangan patogen. Indeks penyakit akar gada pada tanaman yang disuplai dengan nitrogen lebih rendah daripada tanaman yang tidak mendapat nitrogen yang cukup (Karling 1968). Pupuk kandang ayam adalah pupuk kotoran hewan yang mengandung nitrogen, fosfor, dan kalium yang cukup tinggi yang dapat larut dalam air (Casale *et al.* 1995), yang terdiri atas 2-3% nitrogen, 1,5% fosfor, dan 1,5% kalium per berat kering (Gaskell *et al.* 2000). Tingkat amonia yang tinggi dari pupuk kandang ayam secara langsung bersifat toksik terhadap *Phytophthora cinnamomi* (Aryantha *et al.* 2000). Pada penelitian ini tidak diketahui dengan pasti apakah pupuk kandang ayam juga toksik terhadap *P. brassicae* atau tidak karena tidak diamati.

Perlakuan tanah pembibitan hanya dengan pupuk kandang ayam (N2) atau perlakuan tanah pembibitan dengan solarisasi dan pupuk kandang ayam (N3) tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata dalam menurunkan indeks penyakit akar gada atau dalam meningkatkan

produksi kubis (Tabel 1). Namun demikian pengaruh perlakuan tanah pembibitan dengan solarisasi dan pupuk kandang ayam cenderung lebih baik dibandingkan jika perlakuan tanah pembibitan hanya dengan pupuk kandang ayam yang ditunjukkan dengan indeks penyakit yang lebih rendah dan produksi yang lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan beberapa laporan terdahulu yang menyatakan bahwa adanya peningkatan efek dari aplikasi ganda, seperti yang dilaporkan oleh Horiuchi (1991) bahwa penambahan bahan organik meningkatkan efek solarisasi walaupun bahan organik tersebut pada awalnya digunakan untuk memperbaiki kesuburan tanah dan keadaan fisik tanah. Ramirez & Munnecke (1988) melaporkan bahwa solarisasi meningkatkan efek negatif gas fungitoksik dari residu tanaman cruciferae yang mengalami dekomposisi yang tertahan di bawah mulsa plastik terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp.*conglutinans* sebagai penyebab penyakit layu pada kubis.

Perlakuan tanah pembibitan apakah hanya dengan solarisasi, hanya dengan pupuk kandang ayam, atau dengan solarisasi dan pupuk kandang ayam dapat meningkatkan populasi mikroflora rizosfer bibit kubis, terutama aktinomisetes dan cendawan. Aktinomisetes dilaporkan dapat mendegradasi material yang mengandung kitin (Broadbent *et al.* 1971; Lin *et al.* 1990 dalam Widodo & Suheri 1995), sedangkan komponen utama dinding sel *P. brassicae* adalah kitin (Karling 1968) sehingga diduga bahwa aktinomisetes berperan secara langsung menyerang *P. brassicae*. Selain itu mikroba rizosfer bibit kubis seperti cendawan (teridentifikasi) lebih beragam diperoleh dari perlakuan tanah pembibitan dibanding dengan tanpa perlakuan tanah pembibitan (Tabel 3), juga diduga berperan penting dalam pengendalian patogen tersebut. Menurut Casale *et al.* (1995) bahwa keragaman total mikroba berperan penting dalam pengendalian biologi. Narisawa *et al.* (1998) melaporkan 16 dari 322 isolat fungi (cendawan) pengkolonisasi akar efektif menekan penyakit akar gada pada caisin yang ditanam pada tanah steril dan dari isolat tersebut, 2 isolat *Heteroconium chaetospira* juga efektif pada tanah yang tidak steril.

Tabel 3. Total populasi cendawan rizosfer bibit kubis pada berbagai perlakuan tanah pembibitan (Total fungus population of cabbage seed rhizosphere on several seedbed treatment)

Cendawan (Fungi)	Perlakuan (Treatments)			
	N0	N1	N2	N3
 populasi (population), log cfu/g akar (root)			
<i>Gliomastix</i>	0,000	3,456	4,109	4,109
<i>Aspergillus</i> dan <i>cladosporium</i>	0,000	3,757	0,000	3,631
<i>Chalaropsis</i>	3,933	4,058	4,301	4,234
C1 *	4,497	4,818	4,778	4,862
C2 *	3,757	4,385	4,410	4,385

* = tidak teridentifikasi

KESIMPULAN

1. Perlakuan tanah pembibitan dengan solarisasi, pupuk kandang ayam atau kombinasi keduanya dapat menurunkan indeks penyakit akar gada pada tanaman kubis di lapangan dan dapat meningkatkan populasi mikroba rizosfer bibit kubis, terutama aktinomisetes dan cendawan.
2. Perlakuan tanah pembibitan dengan pupuk kandang ayam dan perlakuan tanah pembibitan dengan solarisasi dan pupuk kandang ayam dapat meningkatkan produksi kubis di lapangan.

SARAN

Perlu penelitian lanjutan mengenai:

1. Waktu solarisasi sebaiknya pada puncak musim kemarau.
2. Waktu aplikasi pupuk kandang sebelum tanam untuk menstimulir mikroflora tanah di lapangan.
3. Metode alternatif yang dapat digunakan untuk memprediksi tingkat infestasi *P. brassicae* di dalam tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ungkapan rasa terima kasih disampaikan kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Sientje S. Mandang dan Bapak Dr. Ir. Widodo yang telah memberikan petunjuk dan bimbingan dalam melaksanakan penelitian ini.

PUSTAKA

1. Akanuma R, Shimizu S, and Sekiguchi A. 1983. Practical studies on the integrated control for clubroot disease of chinese cabbage in high altitude cool region. V. Chemical control of chinese cabbage clubroot disease caused by *Plasmodiophora brassicae* Woronin. *Bull. Nagano Veg. & Orn. Crops Exp. Sta. Japan* 3:115-122.
2. Aryantha IP, Cross R, and Guest DI. 2000. Suppression of *Phytophthora cinnamomi* in potting mixes amended with uncomposted and composted animal manures. *Phytopathol.* 90:775-782.
3. Ayers GW. 1972. Races of *Plasmodiophora brassicae* infecting crucifer crops in Canada. *Plant Dis. Surv.* 52:77-81
4. Besri M. 1991. Solarization of soil and agricultural materials in morocco for control of verticillium wilt and didymelle stem canker in tomato. Pages 237-243. In J Katan and JE DeVay (eds.) *Soil solarization*. Boca Raton, FL: CRC Press.
5. Casale WL, Minassian V, Menge JA, Lovatt CJ, Pond E, Johnson E, Guillemet F. 1995. Urban and agricultural wastes for use as mulches on avocado and citrus and for delivery of microbial biocontrol agents. *J. Hort. Sci.* 70:315-332.
6. Chen Y, Katan J. 1980. Effect of solar heating of soil by transparent polyethylene mulching on their chemical properties. *Soil Sci.* 130:271-277.
7. Datnoff LE, Kroll TK, Lacy GH. 1987. Efficacy of chlorine for decontaminating water infested with resting spore of *Plasmodiophora brassicae*. *Plant Dis.* 71:734-736.
8. DeVay JE, Katan J. 1991 Mechanisms of pathogen control in solarized soils. Pages 87-101. In J Katan and JE DeVay (eds.) *Soil Solarization*. Boca Raton, FL: CRC Press.

9. Djatnika I. 1989. Upaya pengendalian *Plasmodiophora brassicae* Wor. Penyebab penyakit akar bengkok pada *Brassica* spp. Disertasi. Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
10. Djatnika I. 1990. Pemanfaatan mikroba tanah untuk pengendalian *Plasmodiophora brassicae* Wor pada kubis (*Brassica oleracea* Linn.). *Bul. Penel. Hort.* 11(1): 32-35.
11. Gamliel A, Katan J. 1991. Involvement of fluorescent pseudomonas and other microorganisms in increased growth response of plants in solarized soil. *Phytopathol.* 81:494-502.
12. Gaskell M, Fouche B, Koike S, Lanini T, Mitchell J, Smith R. 2000. Organic vegetable production in California-science and practice. *Hort. Technol.* 10(4):699-7132.
13. Herdian A. 2000. Pengaruh mulsa, sistem tanam tumpang sari dan pengaturan pH tanah terhadap penyakit akar gada (*Plasmodiophora brassicae* Wor.). Skripsi. Fakultas Pertanian IPB, Bogor.
14. Hoitink HAJ, Madden LV, Boehm MJ. 1996. Relationship among organic matter decomposition level, microbial species diversity, and soilborne disease severity. Pages 237-249. In R Hall (ed.) *Principles and practice of managing soilborne plant pathogens*. St.Paul,MN: The American Phytopathological Society Press.
15. Horiuchi S, Hori M. 1980. A simple greenhouse technique for obtaining high levels of clubroot incidence. *Bull. Chugoku Natl. Agric. Exp. Stn. Ser. E.* 17: 33-35.
16. Horiuchi S. 1991. Soil solarization in Japan. Pages 215-225. In J Katan and JE DeVay (eds.) *Soil Solarization*. Boca Raton, FL: CRC Press.
17. Horiuchi S, Hori M, Takahashi S, Shimizu K. 1982. Factors responsible for development of clubroot suppressing effect in soil solarization. *Bull.Chugoku Natl.Agric.* 20:25-54.
18. Karling JS. 1968. *The Plasmodiophorales*. 2nd ed. New York and London: Hafner Publishing Co. 256 p.
19. Myers DF, Campbell RN, Greathead AS. 1981. Clubroot of crucifers in California: Soil respond differently to lime for clubroot control. (Abstr) *Phytopathol.* 71:1005-1006.
20. Narisawa K, Tokumasu S, Hashiba T. 1998. Suppression of clubroot formation in Chinese cabbage by the root endophytic fungus, *Heteroconium chaetospora*. *Plant Pathol.* 47:206-210.
21. Orihara S, Yamamoto T. 1998. Detection of resting spores of *Plasmodiophora brassicae* from soil and plant tissues by enzyme immunoassay. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 64:569-573.
22. Ramirez-Villapudua RJ, Munnecke DE. 1988. Effect of solar heating and soil amendments of cruciferous residues on *Fusarium oxysporum* f.sp.conglutinans and other organisms. *Phytopathol.* 78:289-295.
23. Rowe RL. 1980. Evaluation of radish cultivars for resistance to clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) race 6 for Midwestern United States. *Plant Dis.* 70: 462-464.
24. Stapleton JJ, DeVay JE. 1984. Thermal components of soil solarization as related to changes in soil and root microflora and increased growth response. *Phytopathol.* 74:255-259.
25. Stapleton JJ, DeVay JE. 1986. Soil solarization: A non-chemical approach for management of plant pathogens and pests. *Crop Prot.* 5:190-198.
26. Subijanto. 1988. Strategi penelitian hortikultura mendukung pertanian tangguh. *Prosiding Seminar Hortikultura, Perhimpunan Hortikultura Indonesia Komisariat Bogor*. Cipanas:1-2
27. Suryaningsih E. 1981. *Penyakit akar pekuk (Plasmodiophora brassicae Wor.), penyebaran dan cara pemberantasannya*. Kongres Nasional PFI ke VI Padang.
28. Takahashi K, Yamaguchi T. 1987. An improved method for estimating the number of resting spores of *Plasmodiophora brassicae* in soil. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 53:507-515.
29. Takahashi K, Yamaguchi T. 1989. Assessment of pathogenicity of resting spore of *P. brassicae* in soil by fluorescence microscopy. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 55:621-628.
30. Tanaka S, Yoshihara S, Ito S, Kameya-Iwaki M. 1997. The influence of virulence of *Plasmodiophora brassicae* population on epidemiology of chinese cabbage clubroot and efficacy of fungicides. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 63:183-187.
31. Voorrips RE. 1995. *Plasmodiophora brassicae*: Aspects of pathogenesis and resistance in *Brassica oleracea*. *Euphytica* 83:139-146.
32. Widodo, Sinaga MS, Anas I, Mahmud M. 1993. Penggunaan *Pseudomonas* spp. Kelompok fluoresen untuk pengendalian penyakit akar gada (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) pada caisin (*Brassica campestris* L.var. *chinensis* (Rupr.) Olson). *Bul. HPT* 6(2):94-105.
33. _____ dan Suheri. 1995. Suppression of clubroot disease of cabbage by soil solarization. *Bul. HPT* . 8(2):49-55

Lampiran 1. Daftar komposisi media yang digunakan untuk isolasi mikroba rizosfer bibit kubis (*A list of composition of media for rhizospheric microbe isolation of cabbage seedling*)

Media (Media)	Komposisi (Composition)	
Martin agar (MA)	Agar-agar	20 g
	KH ₂ PO ₄	1 g
	MgSO ₄ .7H ₂ O	0,5 g
	Peptone	5 g
	Dextrose	10 g
	Rose bengal (1%)	3,3 ml
	Air suling (<i>Aquadest</i>)	1000 ml
	Streptomycin	30 mg
Starch-casein agar (SCA)	Agar-agar	18 g
	Starch	10 g
	Casein	0,3 g
	KNO ₃	2 g
	NaCl	2 g
	K ₂ HPO ₄	2g
	MgSO ₄ .7H ₂ O	0,5 g
	CaCO ₃	0,02 g
	FeSO ₄ .7H ₂ O	0,01 g
	Air suling (<i>Aquadest</i>)	1000 ml
	Nystatin & actidione	50 ug
Tryptic soy agar (TSA)	Tryptic soy broth (0,1 %)	3 g
	Agar-agar	15 g
Potato-dextrose agar (PDA)	Agar-agar	17 g
	Kentang (<i>Potato</i>)	200 g
	Dextrose	20 g
	Air suling (<i>Aquadest</i>)	1000 ml

Lampiran 2. Rataan temperatur tanah pada kedalaman 15 cm selama solarisasi berlangsung (23 Oktober – 3 Desember 2001) pada berbagai perlakuan tanah pembibitan (*Daily mean soil temperature at 15 cm dept during the soil solarization (23 October to 3 December 2001) on seedbed treatments*) Cipanas 2002

Perlakuan (Treatments)	Temperatur (Temperature) (°C) pada pukul (at)				
	06:00	09:00	12:00	15:00	18:00
N0	19,89	23,51	25,50	24,07	23,11
N1	23,05	26,76	29,89	29,00	24,14
N2	21,01	23,11	26,04	24,36	21,78
N3	23,69	25,81	30,32	29,26	23,99