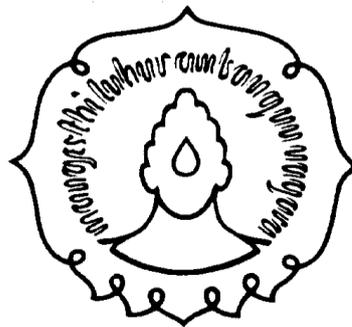


**PENURUNAN INTENSITAS AKAR GADA DAN PENINGKATAN HASIL
KUBIS DENGAN PENANAMAN CAISIN SEBAGAI TANAMAN
PERANGKAP PATOGEN**

Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
guna memperoleh derajat Sarjana Pertanian
di Fakultas Pertanian
Universitas Sebelas Maret

Jurusan / Program Studi Agronomi



Oleh :
ENDANG SULASTRI
H 0106009

JURUSAN/PROGRAM STUDI AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2010

HALAMAN PENGESAHAN

**PENURUNAN INTENSITAS AKAR GADA DAN PENINGKATAN HASIL
KUBIS DENGAN PENANAMAN CAISIN SEBAGAI TANAMAN
PERANGKAP PATOGEN**

yang dipersiapkan dan disusun oleh

ENDANG SULASTRI

H 0106009

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

pada tanggal : 9 Juli 2010

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Ketua

Anggota I

Anggota II

Prof. Dr. Ir. Sholahuddin, MS
NIP. 19561008.198003.1.003

Dr. Ir. Hadiwiyono, MSi
NIP. 19620116.199002.1.001

Ir. Suharto PR., MP
NIP. 19491010.197611.1.001

**Surakarta,
Mengetahui
Universitas Sebelas Maret
Fakultas Pertanian
Dekan**

Prof. Dr. Ir. H. Suntoro, MS
NIP. 19551217.198203.1.003

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan limpahan kenikmatan yang tiada terhingga sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi dengan judul “Penurunan Intensitas Akar Gada dan Peningkatan Hasil Kubis dengan Penanaman Caisin sebagai Tanaman Perangkap Patogen”. Sholawat serta salam semoga tercurahkan selalu kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga beliau, sahabat-sahabat serta umatnya yang terjaga dalam keistikomahan hingga hari akhir nanti. Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh derajat Sarjana S1 Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulisan laporan ini tak lepas dari bantuan moral maupun material dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan yang berbahagia ini penulis menghaturkan rasa terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Suntoro, MS selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta,
2. Ir. Wartoyo SP., MS selaku Ketua Jurusan / Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta,
3. Dra. Linayanti D., MSi selaku pembimbing akademik yang telah memberikan saran dan bimbingan kepada penulis,
4. Prof. Dr. Ir. Sholahuddin, MS selaku pembimbing utama yang telah memberikan saran, sumbangan pemikiran serta motivasi kepada penulis dari awal jalannya penelitian sampai dengan akhir penulisan skripsi ini,
5. Dr. Ir. Hadiwiyono, MSi selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan saran, sumbangan pemikiran serta motivasi kepada penulis dari awal jalannya penelitian sampai dengan akhir penulisan skripsi ini,
6. Ir. Suharto PR., MP selaku pembahas yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis,
7. Bapak dan Ibu tercinta yang telah memberikan banyak hal yang tak dapat penulis ungkapkan,

8. Kakak-kakak dan adikku tercinta yang juga telah memberikan banyak hal,
9. Bapak/Ibu dosen serta karyawan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta,
10. Teman satu tim: Leny, Utik, Jun dan Yoga, yang telah banyak memberikan motivasi dan membantu dalam melaksanakan penelitian ini,
11. Pak Giyono, Pak Gito, Pak Sumarjo, Pak Supardi, Pak Bejo, Pak Suharsono, Pak Totok, dan Pak Tono, yang telah banyak membantu dalam melaksanakan penelitian ini,
12. Saudara-saudaraku yang kucintai karena Allah: kakak-kakak tingkat, adik-adikku di HIMAGRON, yang telah memberikan motivasi dan doa,
13. Rekan-rekan IMAGO 06, Endah, Ika, Sun, Nurul, Iphe, Fatla, Awista, Muji, Tatries, Kefas, Adi, Rifqi, Aziz, Ipul, dan Aris serta berbagai pihak yang memberikan bantuan kepada penulis.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, maka saran dan kritik sangat penulis harapkan dari pembaca agar laporan ini menjadi lebih baik. Demikian, semoga skripsi ini dapat bermanfaat menambah ilmu dan wacana bagi penulis serta pembaca.

Surakarta, Juni 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN.....	x
SUMMARY	xi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Patogen Akar Gada.....	5
B. Kubis	7
C. Caisin sebagai Eradikan	9
D. Hipotesis	11
III. METODE PENELITIAN	12
A. Tempat dan Waktu Penelitian	12
B. Bahan dan Alat Penelitian	12
C. Cara Kerja Penelitian	12
D. Variabel Pengamatan.....	14
E. Analisis Data	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
A. Nilai <i>Area of Under the Disease Progress Curve</i> (AUDPC).....	19
B. Keparahan Penyakit dan Nilai Efektifitas Penurunan Akar Gada .	20

	halaman
C. Berat Akar Lateral Sehat	21
D. Hasil Krop per Hektar dan Peningkatan Hasil Krop per Hektar	23
E. Berat Krop	24
F. Diameter Krop.....	26
G. Kepadatan Krop	27
H. Jumlah Populasi Mikrob Tanah pada Rizhosfer Kubis	28
I. Pembahasan Umum	30
V. KESIMPULAN DAN SARAN	32
A. Kesimpulan.....	32
B. Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	36

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	halaman
1.	Deskripsi paket perlakuan penelitian	12
2.	Pengaruh penanaman caisin sebagai tanaman perangkap patogen terhadap keparahan penyakit dan nilai efektifitas penurunan akar gada	21
3.	Hasil krop per hektar dan peningkatan hasil krop per hektar	24

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	halaman
1.	Diagram batang nilai AUDPC akar gada pada berbagai perlakuan	19
2.	Diagram batang rata-rata berat akar lateral sehat pada berbagai perlakuan	22
3.	Diagram batang rata-rata berat krop pada berbagai perlakuan ...	25
4.	Diagram batang rata-rata diameter krop pada berbagai perlakuan	26
5.	Diagram batang rata-rata kepadatan krop pada berbagai perlakuan	28
6.	Diagram batang rata-rata populasi mikrob pada berbagai perlakuan	29

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	halaman
1.	Analisis data nilai AUDPC, keparahan penyakit, berat akar lateral sehat, hasil krop per hektar, berat krop, diameter krop, kepadatan krop, jumlah populasi mikroba tanah pada rizhosfer kubis, insidens penyakit, dan volume krop kubis.....	36
2.	Gambar grafik insidens penyakit pada kubis	40
3.	Gambar hasil penelitian persiapan bibit kubis	41
4.	Gambar hasil pengamatan gejala penyakit	42
5.	Gambar hasil pengamatan krop.....	43
6.	Gambar hasil pengamatan populasi mikroba.....	44

**PENURUNAN INTENSITAS AKAR GADA DAN PENINGKATAN HASIL
KUBIS DENGAN PENANAMAN CAISIN SEBAGAI TANAMAN
PERANGKAP PATOGEN**

**Endang Sulastri
H0106009**

RINGKASAN

Kubis merupakan sayuran yang potensial untuk dikembangkan, sebab banyak masyarakat yang menyukai. Seiring pertambahan jumlah penduduk, permintaan kubis menjadi meningkat. Namun demikian, dalam budidaya para petani menghadapi risiko tinggi yang disebabkan oleh hama dan penyakit. Penyakit yang paling penting pada kubis adalah akar gada yang disebabkan oleh *Plasmodiphora brassicae* Wor. Pengendalian yang tersedia tidak dapat mengendalikan patogen dengan efektif. Oleh karena itu perlu dikembangkan pengendalian yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektifitas caisin (*Brassica chinensis* L.) sebagai tanaman perangkap (*trap crop*) patogen untuk mengendalikan akar gada kubis pada lahan endemi.

Survei dilaksanakan di Ngargoyoso Karanganyar dengan ketinggian 800 m di atas permukaan laut. Pada bulan September 2009 sampai dengan Maret 2010. Survei dilaksanakan pada 5 plot pengamatan kubis. Plot terdiri dari: kontrol (perlakuan petani), tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi manual, tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi pengolahan tanah dan perendaman air 14 hari sebelum tanam kubis, tanam caisin sebagai tanaman campuran diawal pertumbuhan kubis, dan tanam caisin tumpang gilir 14 hari sebelum tanam kubis. Masing-masing plot diamati sebanyak 3 ulangan dari 10 tanaman sampel. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposif sampling*.

Hasil penelitian menunjukkan penanaman caisin sebagai tanaman perangkap patogen disertai eradikasi mampu meningkatkan hasil, diameter, dan kepadatan. Penanaman caisin disertai eradikasi sebagai tanaman rotasi, tanam campuran, dan tumpang gilir efektif dalam menurunkan intensitas akar gada pada kubis.

DECREASING CLUBROOT INTENSITY AND INCREASING YIELDS OF CABBAGE THROUGH PLANTING CHINESE CABBAGE AS TRAP CROP OF THE PATHOGEN

Endang Sulastri
H0106009

SUMMARY

Cabbage is a potential vegetable to cultivate and preferable to be consumed by the most people. The increase of people population causes the demand of the cabbage to be increase. Supplying the demand, the cabbage production should be increased. In the cultivation however, the farmers are faced by high risk of the pests and diseases. The most important disease on the cabbage is clubroot caused by Plasmodiophora brassicae Wor. The available tactics have not controlled the pathogen completely yet, therefore some effective control should be developed. This research aimed to evaluate effectiveness of chinese cabbage (Brassica chinensis L.) as trap crop of the pathogen to control clubroot of cabbage in the endemic land.

A survey was conducted in Ngargoyoso Karanganyar at altitude 800 m above sea level on September 2009 to March 2010. The survey was conducted on 5 plot units of cabbage. The plots consist of a control plot (farmer's plot), a plot with planting chinese cabbage as plant rotation on 38 day before planting cabbage and manual eradication, a plot with planting chinese cabbage as plant rotation on 38 day folowed by flooding for 14 days and soil tillage, a plot with mixcropping of chinese cabbage on the early growth stage of the cabbage, and a plot with intercropping of chinese cabbage on 14 days before planting cabbage. Each plot was observed 3 groups of 10 plants as the sample. The groups were determined by purposif sampling.

The results showed that planting chinese cabbage as trap crop the pathogen followed by eradication, was able to increase the yields, diameter, and solidity of the crop. Planting chinese cabbages followed by eradication as plant rotation, mixcropping, and intercropping were effective to reduce clubroot intensity on the cabbages.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan masyarakat terhadap bahan pangan bergizi akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Kebutuhan pangan ini dapat terpenuhi dari bermacam-macam hasil pertanian. Salah satunya adalah dari kubis. Kubis merupakan sumber vitamin dan mineral yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia. Kubis segar mengandung banyak vitamin (A, beberapa B, C, dan E). Kandungan vitamin C cukup tinggi untuk mencegah sariawan. Mineral yang banyak dikandung kubis adalah kalium, kalsium, fosfor, natrium, dan besi. Kubis segar juga mengandung sejumlah senyawa yang merangsang pembentukan *glutathion*, zat yang diperlukan untuk menonaktifkan zat beracun dalam tubuh manusia (Permadi *et al.*, 1993).

Kandungan sulforafon dan histidin dalam kubis dapat menghambat pertumbuhan tumor, detoksitasi senyawa kimia berbahaya (seperti nikel dan tembaga) yang berlebihan didalam tubuh serta mampu meningkatkan daya tahan tubuh untuk melawan kanker. Kandungan asam amino dalam sulfurnya dapat berkhasiat menurunkan kadar kolesterol yang tinggi, penenang syaraf dan membangkitkan semangat (Dalimartha, 2000).

Tanaman kubis merupakan sayuran yang potensial untuk dikembangkan. Kebutuhan akan produk tanaman ini semakin meningkat, baik untuk tujuan dalam negeri maupun ekspor. Cahyono (2008), menyatakan bahwa kubis juga merupakan komoditas ekspor yang dapat menjadi sumber devisa bagi negara. Dalam memenuhi kebutuhan tersebut, maka upaya pengembangan kubis melalui peningkatan produktivitasnya harus terus ditingkatkan. Banyak cara yang dapat dilakukan sebagai upaya peningkatan produksi kubis, diantaranya: penggunaan benih bermutu, teknik budidaya yang baik dan benar, pemberian nutrisi yang cukup melalui pemupukan, serta pengendalian hama dan penyakit.

Menurut Sulistyawati (2002), peningkatan produksi yang maksimum dilakukan dengan berbagai teknik pengaturan potensi produksi. Peningkatan potensi produksi harus diimbangi dengan pengelolaan terhadap faktor yang dapat

mengurangnya. Salah satunya adalah dengan pengendalian serangan hama dan penyakit.

Penyakit kubis banyak jenisnya. Salah satu yang cukup serius adalah penyakit akar gada (*clubroot*) yang disebabkan oleh *Plasmodiphora brassicae* Wor. yang menyebabkan bengkak pada akar. Serangan patogen akar gada dapat mengancam pendapatan petani. Pengendalian hama dan penyakit tanaman sayuran dataran tinggi selama ini lebih banyak menggunakan pestisida, baik insektisida maupun fungisida. Ini sangat mempengaruhi kondisi organisme di sekitar tanaman serta hasil panen kubis (Anonim, 2009).

Kubis, sawi, kol bunga, dan semua yang termasuk keluarga Cruciferae sering kali diserang patogen akar gada. Gejala yang timbul yaitu akar-akarnya membesar dan menyatu, seperti gada (alat pemukul) sehingga disebut akar gada. Tanaman yang terserang menjadi kerdil dan warna daunnya menjadi abu-abu. Pemberian kapur dapat mencegah berkembangnya penyakit ini (Pracaya, 1994).

Akar gada (*clubroot*) di Indonesia dikenal pula dengan nama-nama: akar bengkak, akar kaki gajah, dan akar pekuk. Di Indonesia akar gada merupakan penyakit utama khususnya di Jawa Barat dan Jawa Tengah. Selain kedua provinsi tersebut, penyakit ini telah menyerang kubis di Sumatra Utara dan Sulawesi Selatan. Kerugian yang disebabkan patogen tersebut berkisar antara 50-100 %. Apabila suatu lahan telah terinfeksi oleh penyakit ini, maka dalam waktu kurang lebih 30 tahun penyakit ini bertahan dalam bentuk spora, walaupun tidak ditanami kubis-kubisan (Cruciferae) selama kurun waktu tersebut. Kubis lebih tahan terhadap serangan *P. brassicae* pada lingkungan yang mempunyai intensitas cahaya rendah. Hal ini dapat disebabkan karena banyak terbentuknya spora istirahat. Infeksi patogen tersebut pada tanaman inangnya ditemukan pada kisaran suhu 9-30 °C. Gejala tanaman kubis akan nampak pada siang hari yang terik atau pada cuaca panas (Djatnika, 1993).

Tanaman yang terserang patogen akar gada tampak merana, daun-daunnya berwarna kelabu dan lebih cepat menjadi layu daripada daun yang biasa. (Semangun, 1989). Menurut Sitompul & Guritno (1995), peranan akar terhadap pertumbuhan tanaman sama pentingnya dengan tajuk. Sebagai gambaran, jika

tajuk berfungsi untuk menyediakan karbohidrat dan energi melalui proses fotosintesis, maka akar berfungsi menyediakan unsur hara dan air yang diperlukan dalam proses metabolisme tanaman.

Abadi (2003) menyatakan keasaman (pH) tanah adalah penting dalam kejadian dan keparahan penyakit tanaman yang disebabkan oleh patogen tanah tertentu. Sebagai contoh, akar gada pada Cruciferae yang disebabkan oleh *P. brassicae* akan sangat didukung dan parah pada pH sekitar 5,7-6,2 dan akan berhenti secara total pada pH 7,8. Kuswadi (2003) menjelaskan dolomit sudah umum diperdagangkan sebagai pupuk, karena adanya unsur Mg disamping Ca. Fungsinya selain sebagai penambah unsur juga untuk menaikkan pH tanah.

Melihat kerusakan yang ditimbulkan oleh penyakit ini, berbagai cara pengendalian telah dilakukan petani, namun sampai sekarang penyakit akar gada belum efektif untuk dikendalikan. Hal ini dikarenakan patogen akar gada jika tidak ada inang mampu bertahan dalam bentuk spora selama bertahun-tahun, sehingga para petani menjadi enggan untuk menanam kubis. Salah satu cara yang masih jarang dilakukan adalah eradikasi, untuk mengurangi jumlah inokulum awal patogen akar gada.

Menurut Abadi (2003), eradikasi bertujuan untuk mengurangi, membersihkan dan memusnahkan inokulum yang telah ada pada lahan atau tanaman yang menjadi sumber inokulum atau membuat inokulum menjadi tidak aktif. Ada beberapa cara yang termasuk dalam eradikasi adalah pengendalian hayati, rotasi tanaman, pencabutan dan pemusnahan tanaman sakit, perlakuan panas dan perlakuan kimia pada tanaman sakit, serta perlakuan tanah. Pada penelitian ini dilakukan pengujian perbedaan saat tanam caisin sebagai tanaman perangkap patogen akar gada dengan eradikasi yang berbeda.

B. Perumusan Masalah

Pengendalian penyakit akar gada yang telah dilakukan selama ini belum efektif menekan populasi patogen akar gada. Eradikasi penggunaan tanaman perangkap patogen diharapkan mampu menurunkan jumlah patogen akar gada dalam tanah. Salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai tanaman

perangkap patogen akar gada adalah caisin (*Brassica chinensis* L.). Selain sebagai tanaman perangkap patogen, caisin merupakan sayuran bernilai ekonomi.

Caisin dapat dipanen sebelum 40 hari setelah sebar benih. Umumnya patogen akar gada menyelesaikan siklus infeksi hingga sporulasi terjadi pada umur 55 sampai 60 hari (Hadiwiyono & Supriyadi, 1998). Oleh karena itu, pada caisin yang dipanen pada umur sebelum 40 hari, patogen akar gada belum mampu menyelesaikan siklus infeksi hingga sporulasi. Tanaman yang demikian dapat digunakan sebagai tanaman perangkap (*trap crop*) patogen, yaitu dengan menanam dan dipanen sebelum berumur 40 hari dan disertai penghancuran akar supaya patogen tidak dapat melanjutkan perkembangannya dalam tanaman. Penerapan teknik pengendalian ini belum dilakukan di lapangan. Permasalahannya adalah sejauh mana efektifitas caisin sebagai tanaman perangkap patogen untuk mengendalikan penyakit akar gada di lahan endemi?

C. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektifitas caisin (*B. chinensis*) sebagai tanaman perangkap (*trap crop*) patogen untuk mengendalikan akar gada kubis pada lahan endemi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanaman sayuran, termasuk suku kubis-kubisan (Brassicaceae), rentan terhadap serangan hama dan penyakit. Salah satu jenis penyakit yang membahayakan pertanaman kubis adalah akar gada yang disebabkan oleh cendawan *P. brassicae* (Semangun, 1989; Cicu, 2006).

Sampai saat ini penyakit akar gada sulit dikendalikan, karena cendawan dapat bertahan dalam tanah hingga 7 tahun (Tjahjadi, 1989). Keadaan tanah yang kering menyebabkan patogen membentuk spora istirahat yang dapat bertahan dalam tanah lebih dari 10 tahun (Anonim, 2007). Bahkan menurut Rukmana (1994), cendawan dapat bertahan hidup di dalam tanah selama 15-20 tahun. Pengendalian akar gada secara tradisional pada sayuran kubis-kubisan melalui rotasi dengan tanaman bukan kubis-kubisan dan pemberian kapur untuk meningkatkan pH tanah. Rotasi dengan tanaman bukan inang biasanya praktis untuk menekan akar gada, namun dalam jangka panjang hanya memberikan dampak kecil karena spora *P. brassicae* bertahan hidup dalam bentuk spora rehat (Donald, 2009).

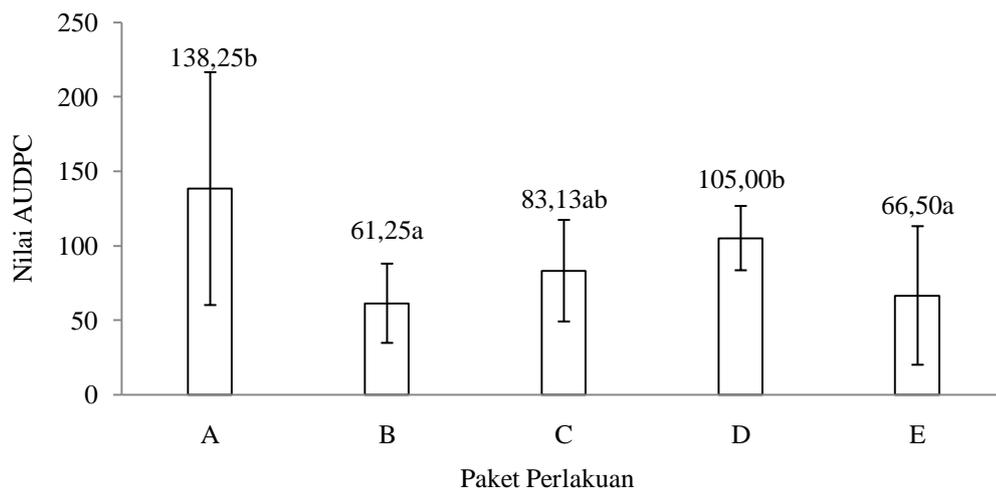
Pada penelitian ini dilakukan evaluasi pengaruh penanaman caisin sebagai tanaman perangkap patogen dan eradikasi dalam mengendalikan serangan patogen akar gada pada lahan endemi. Penanaman caisin dengan baik diduga efektif menurunkan propagul patogen akar gada kubis secara tidak langsung yaitu dengan memutus siklus hidup patogen, sehingga patogen tidak mampu menyelesaikan perkembangannya. Pengaruh perlakuan dievaluasi dengan pengamatan variabel *Area of under the disease progress curve* (AUDPC), keparahan penyakit, nilai efektifitas penurunan akar gada, berat akar lateral sehat, hasil krop per hektar, peningkatan hasil krop per hektar, berat krop, diameter krop, kepadatan krop, dan jumlah populasi mikrob tanah pada rizhosfer kubis.

Hasil analisis menunjukkan bahwa penanaman caisin sebagai tanaman perangkap patogen dan eradikasi pada beberapa perlakuan berpengaruh nyata terhadap variabel nilai AUDPC, keparahan penyakit, nilai efektifitas penurunan akar gada, hasil krop per hektar, berat krop, diameter krop, dan kepadatan krop.

Hampir pada semua perlakuan belum mampu meningkatkan berat akar lateral sehat dan menurunkan jumlah populasi mikrob tanah pada rizhosfer kubis dibanding dengan kontrol.

A. Nilai *Area of Under the Disease Progress Curve* (AUDPC)

Patogen akar gada menyerang pada bagian akar, salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi serangan patogen akar gada adalah dengan menghitung nilai AUDPC. Cara ini lebih efektif karena dilakukan dengan mengamati insidens penyakit secara visual pada bagian tajuk, tanpa mencabut tanaman. Insidens penyakit dapat dijadikan sebagai indikasi awal untuk mengetahui ada tidaknya serangan patogen akar gada.



Gambar 1. Diagram batang nilai AUDPC akar gada pada berbagai perlakuan

Keterangan :

Paket A : Kontrol (perlakuan petani).

Paket B : Tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi manual.

Paket C : Tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi pengolahan tanah dan perendaman air 14 hari.

Paket D : Tanam caisin sebagai tanaman campuran diawal pertumbuhan kubis.

Paket E : Tanam caisin tumpang gilir 14 hari sebelum tanam kubis.

* Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji *t* pada taraf 5%.

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa perlakuan tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi manual memberikan pengaruh terbaik dalam menekan nilai AUDPC. Hal ini menunjukkan perlakuan tersebut efektif dalam mengeliminasi cendawan akar gada pada tanah. Caisin dipanen pada umur 38 hari setelah tanam, sedangkan patogen mampu menyelesaikan siklus hidup pada 60 hari, sehingga patogen tidak mampu menyelesaikan siklus hidupnya karena umur tanaman lebih pendek dari daur hidup patogen (Hadiwiyono & Supriyadi, 1998). Patogen yang berada dalam akar dapat ikut terangkat dengan eradikasi manual. Eradikasi manual mampu mengurangi jumlah patogen dalam tanah sehingga dapat menekan serangan patogen akar gada pada kubis.

Pengamatan nilai AUDPC melalui insidens penyakit dilakukan pada siang hari. Tanaman yang terserang patogen akar gada terlihat layu, daun berwarna keabu-abuan dan akan kembali segar pada sore hari. Hal ini karena gejala serangan *P. brassicae* tampak jelas pada keadaan cuaca panas atau siang hari. Pembengkakan pada jaringan akar akan mengganggu fungsi akar seperti translokasi zat hara dan air dari tanah ke daun, sehingga aliran air ke seluruh tubuh tanaman berkurang banyak hingga pada waktu siang hari tanaman jadi layu dan sore hari akan segar kembali (Anonim, 2006; Cicu, 2006).

B. Keparahan Penyakit dan Nilai Efektifitas Penurunan Akar Gada

Tabel 2 menunjukkan bahwa dengan tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi pengolahan tanah dengan perendaman air selama 14 hari memberikan nilai efektifitas penurunan akar gada tertinggi yaitu sebesar 57,78 persen dengan nilai keparahan penyakit sebesar 19 persen. Hal ini diduga karena caisin merupakan tanaman inang patogen akar gada. Caisin mengeluarkan eksudat yang merangsang perkecambahan patogen akar gada. Sebelum siklus hidup patogen selesai, dilakukan eradikasi perendaman yang mengakibatkan patogen mati sebelum sporulasi. Akibatnya patogen tidak mampu berkembang lebih lanjut, sehingga populasi patogen menurun.

Perendaman tanah dengan air selama 14 hari mampu menurunkan populasi patogen dalam tanah karena kondisi tanah yang anaerob sehingga patogen tidak mampu memperoleh udara. Hal ini sesuai dengan pernyataan Abadi (2003), penggenangan selama satu sampai dua minggu dengan ketinggian air kurang lebih 20 cm akan menyebabkan patogen kekurangan oksigen dan toksin yang dikeluarkan bakteri anaerob juga meningkat, sehingga jamur patogen akan banyak mati. Dibandingkan dengan perlakuan tanpa eradikasi yaitu tanam caisin sebagai tanaman campuran diawal pertumbuhan kubis dan tanam caisin tumpang gilir 14 hari sebelum tanam kubis, kedua plot pengamatan tidak menunjukkan adanya perbedaan keefektifan dalam menurunkan keparahan penyakit akar gada. Namun demikian, pada tanam caisin bersama kubis diawal pertumbuhan dengan berat akar lateral sehat terendah (Gambar 2) masih mampu meningkatkan hasil krop dibanding dengan kontrol (Tabel 3). Hal ini diduga karena dengan akar yang ada kebutuhan unsur hara tanaman mampu tercukupi, sehingga mampu meningkatkan hasil krop.

Tabel 2. Pengaruh penanaman caisin sebagai tanaman perangkap patogen terhadap keparahan penyakit dan nilai efektifitas penurunan akar gada

Paket perlakuan	Tanam caisin	Eradikasi	Keparahan penyakit (%)	Nilai efektifitas (%)
A	Kontrol	Kontrol	45 ±2,40b	-
B	38 HST	Cabut manual	37 ±0,79ab	17,78
C	38 HST	Rendam 14 hari	19 ±0,78a	57,78
D	0 HST	Tanpa	45 ±0,57b	0,00
E	14 HST	Tanpa	61 ±0,79b	0,00

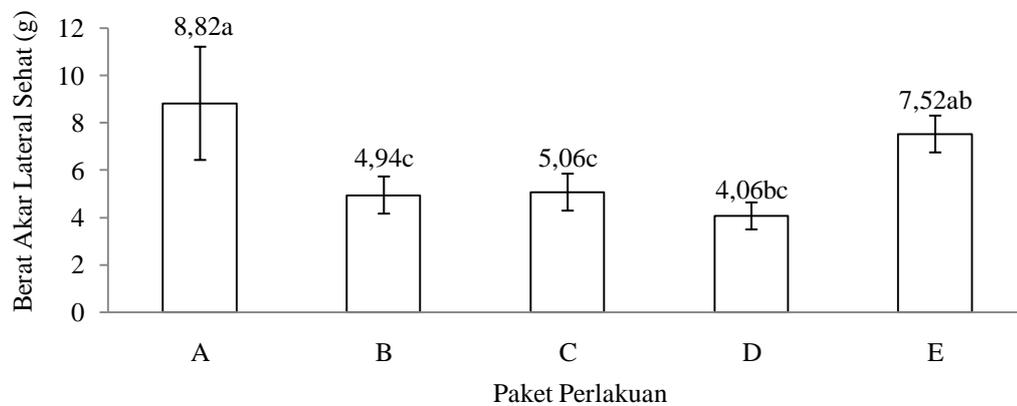
Keterangan :

- * HST = Hari Sebelum Tanam
- * Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji *t* pada taraf 5%.

C. Berat Akar Lateral Sehat

Gejala penyakit akar gada pada kubis dapat diketahui secara visual, selain dari kelayuan pada daun kubis, dapat juga dilihat dengan adanya pembengkakan pada akar kubis yang disebut puru akar. Untuk mengetahui seberapa besar

pengaruh perlakuan tanaman perangkap dan eradikasi terhadap pengendalian penyakit akar gada, maka dilakukan pengukuran berat akar lateral sehat kubis. Harminingsih (2007) menyatakan bahwa berat akar lateral sehat berhubungan erat dengan volume akar gada. Umumnya semakin besar volume akar gada, maka semakin kecil berat akar lateral sehat. Cahyono (1995) menyebutkan bahwa rambut akar berfungsi sebagai alat penghisap air dan zat-zat hara, sehingga kebutuhan tanaman dapat tercukupi.



Gambar 2. Diagram batang rata-rata berat akar lateral sehat pada berbagai perlakuan

Keterangan :

Paket A : Kontrol (perlakuan petani).

Paket B : Tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi manual.

Paket C : Tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi pengolahan tanah dan perendaman air 14 hari.

Paket D : Tanam caisin sebagai tanaman campuran diawal pertumbuhan kubis.

Paket E : Tanam caisin tumpang gilir 14 hari sebelum tanam kubis.

* Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji *t* pada taraf 5%.

Serangan patogen akar gada pada kubis akan mempengaruhi pertumbuhan akar lateral sehat. Hal ini karena infeksi patogen menyebabkan terbentuknya puru pada akar sehingga menghambat pertumbuhan akar lateral sehat. Berat akar lateral sehat menunjukkan seberapa besar bagian akar yang terhindar dari infeksi patogen akar gada dan seberapa besar dukungannya terhadap pertumbuhan tanaman.

Berat akar lateral sehat tertinggi diperoleh pada tanam caisin tumpang gilir 14 hari sebelum tanam kubis. Hal ini karena serangan patogen akar gada terjadi sejak awal pertumbuhan kemudian terjadi penurunan dan kembali meningkat diakhir pertumbuhan. Diduga tanaman mampu melakukan pemulihan kembali yaitu dengan tumbuhnya akar baru (Gambar 2).

D. Hasil Krop per Hektar dan Peningkatan Hasil Krop per Hektar

Fotosintesis merupakan sumber utama energi yang digunakan tanaman. Pada tanaman yang terinfeksi patogen penyebab layu, jumlah klorofil berkurang, bahkan fotosintesis akan berhenti sebelum tanaman mati total (Abadi, 2003). Walaupun perlakuan tanaman perangkap dan eradikasi tidak memberikan pengaruh peningkatan terhadap berat akar sehat, tetapi dengan perlakuan yang diberikan terutama tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi pengolahan tanah dan perendaman air selama 14 hari mampu meningkatkan hasil krop hingga mencapai 31,22 persen (Tabel 3). Hal ini karena perlakuan tersebut mampu menekan nilai AUDPC dan keparahan penyakit sehingga kubis mampu menghasilkan krop dengan baik.

Hampir semua paket perlakuan yang diberikan mampu meningkatkan hasil krop dibanding kontrol. Hal ini berarti beberapa paket perlakuan efektif dalam meningkatkan hasil krop. Penanaman caisin sebagai tanaman perangkap patogen akar gada dapat menekan populasi patogen akar gada sehingga kubis mampu bertahan dan menghasilkan krop.

Perlakuan tanam caisin tumpang gilir 14 hari sebelum tanam kubis tidak mampu memberikan peningkatan hasil kubis dibanding dengan kontrol. Hal ini diduga karena saat pemanenan akar caisin tidak ikut diambil, sehingga patogen akar gada mampu menyelesaikan siklus hidupnya. Akibatnya tanaman kubis banyak yang terserang patogen akar gada. Hal ini didukung dengan persentase keparahan penyakit yang cukup tinggi.

Tabel 3. Hasil Krop per Hektar dan Peningkatan Hasil Krop per Hektar

Paket perlakuan	Tanam caisin	Eradikasi	Hasil krop per hektar (ton/ha)	Peningkatan hasil krop (%)
A	Kontrol	Kontrol	29,89 ± 5,92c	-
B	38 HST	Cabut manual	34,17 ± 7,50b	14,32
C	38 HST	Rendam 14 hari	39,22 ± 11,61a	31,22
D	0 HST	Tanpa	34,39 ± 7,75b	15,06
E	14 HST	Tanpa	29,78 ± 9,65c	0,00

Keterangan :

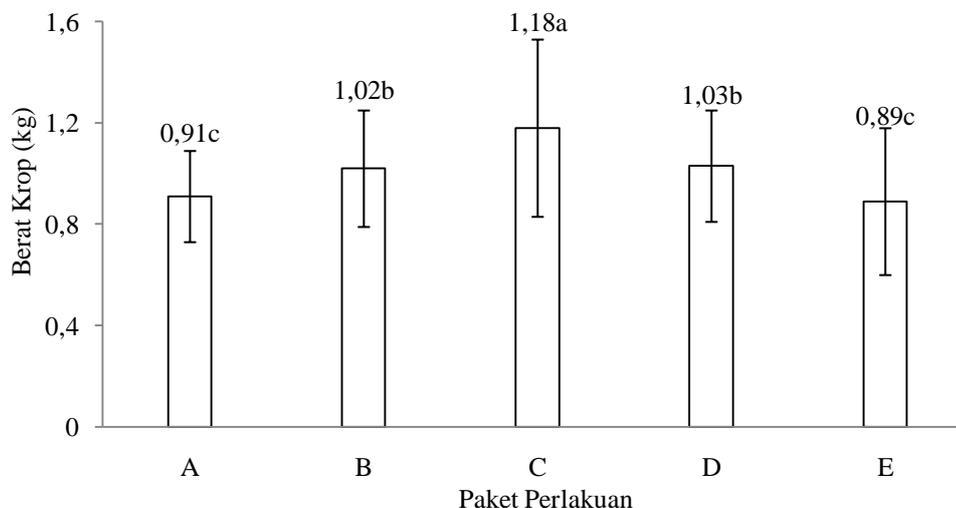
- * HST = Hari Sebelum Tanam
- * Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji *t* pada taraf 5%.

E. Berat Krop

Penyakit akar gada mempunyai arti penting karena selain dapat mengurangi hasil juga dapat merusak seluruh pertanaman (Semangun, 1989). Cendawan *P. brassicae* bersifat endoparasit obligat, dan jika tidak ada tanaman inang di lapang dapat bertahan lama dalam tanah dengan membentuk spora rehat (Alexopoulos & Mims, 1996).

Laju pertumbuhan tanaman menunjukkan penambahan berat dalam komunitas tanaman persatuan luas tanah dalam satu satuan waktu. Laju pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh laju asimilasi bersih dan indeks luas daun. Laju asimilasi bersih yang tinggi dan indeks luas daun yang optimum akan meningkatkan laju pertumbuhan tanaman (Gardner *et al.*, 1991).

Infeksi pada akar akan menyebabkan sebagian tidak berfungsi sehingga akan mengurangi jumlah air yang diserap tanaman. Perlakuan tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi pengolahan tanah dan perendaman air selama 14 hari memberikan rata-rata berat krop tertinggi yaitu sebesar 1,18 kg (Gambar 3). Hal ini juga didukung dengan nilai keparahan penyakit yang rendah pada perlakuan tersebut (Tabel 2). Berat krop ini dipengaruhi oleh seberapa banyak hasil fotosintat yang disalurkan ke bagian krop. Pernyataan ini juga diungkapkan oleh (Wahyuni *et al.*, 2004) bahwa hasil tanaman tidak tergantung oleh seberapa besar fotosintat yang dihasilkan tetapi juga dipengaruhi oleh seberapa besar fotosintat yang disalurkan ke bagian hasil tanaman.



Gambar 3. Diagram batang rata-rata berat krop pada berbagai perlakuan

Keterangan :

Paket A : Kontrol (perlakuan petani).

Paket B : Tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi manual.

Paket C : Tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi pengolahan tanah dan perendaman air 14 hari.

Paket D : Tanam caisin sebagai tanaman campuran diawal pertumbuhan kubis.

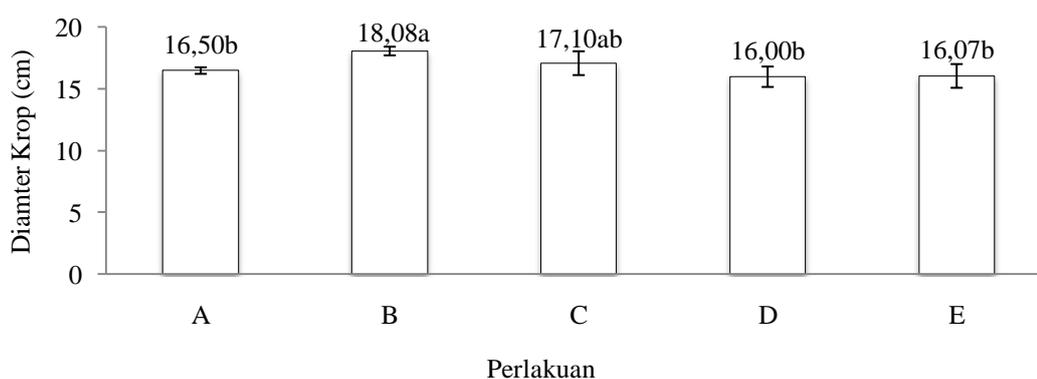
Paket E : Tanam caisin tumpang gilir 14 hari sebelum tanam kubis.

* Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji *t* pada taraf 5%.

Berat krop pada semua perlakuan menunjukkan tidak berbeda nyata, namun setelah dikonversikan pada hasil krop per hektar, hanya pada perlakuan tanam caisin tumpang gilir 14 hari sebelum tanam kubis yang tidak mampu meningkatkan hasil krop (Tabel 3). Hal ini diduga karena patogen akar gada pada sisa tanaman caisin yang sakit mampu menyerang akar kubis, pernyataan ini sejalan dengan Abadi (2003), bahwa adanya tanaman sakit merupakan sumber inokulum bagi tanaman lain atau tanaman berikutnya di tempat itu. Perakaran tanaman kubis yang pendek diduga kurang optimum dalam menyerap unsur hara tersedia bagi tanaman, sehingga unsur hara tanaman tidak tercukupi dengan baik.

F. Diameter Krop

Parameter pertumbuhan kubis selain berat krop adalah diameter krop. Dengan mengetahui diameter krop maka akan mudah dalam mengetahui kepadatan krop. Menurut Pracaya (1994), diameter krop merupakan salah satu parameter dari pertumbuhan kubis. Apabila diameter krop semakin besar maka pertumbuhan kubis semakin baik, sedangkan jika diameter krop kecil maka pertumbuhan kubis kurang optimum. Tanaman yang sehat akan mampu tumbuh dengan optimum, karena kebutuhan hara dapat tercukupi. Diameter krop yang besar diharapkan juga memiliki kualitas yang bagus. Namun demikian, jika krop yang terbentuk tidak padat maka kualitasnya juga lebih rendah.



Gambar 4. Diagram batang rata-rata diameter krop pada berbagai perlakuan

Keterangan :

Paket A : Kontrol (perlakuan petani).

Paket B : Tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi manual.

Paket C : Tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi pengolahan tanah dan perendaman air 14 hari.

Paket D : Tanam caisin sebagai tanaman campuran diawal pertumbuhan kubis.

Paket E : Tanam caisin tumpang gilir 14 hari sebelum tanam kubis.

* Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji *t* pada taraf 5%.

Hasil pengamatan diameter krop menunjukkan bahwa diameter krop tertinggi pada perlakuan tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi manual yaitu sebesar 18,08 cm. Hal ini karena dengan perlakuan tanam caisin 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi

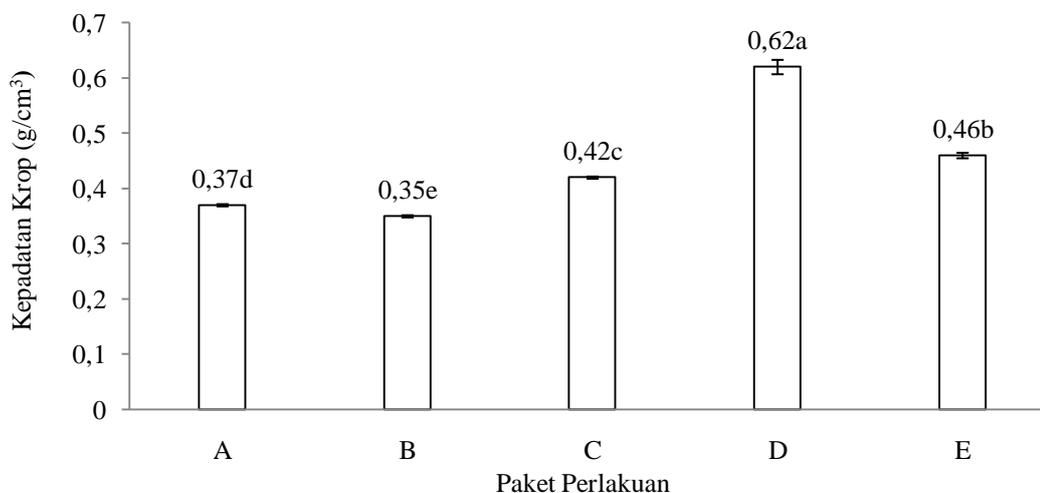
manual mampu menekan nilai AUDPC dan keparahan penyakit maka tanaman dapat tumbuh dengan baik, sehingga mampu menghasilkan krop dengan ukuran yang maksimum (Gambar 4).

Perkembangan krop kubis sangat dipengaruhi oleh penyerapan air dan unsur hara oleh akar. Apabila akar kubis terinfeksi akar gada, maka penyerapan air dan unsur hara akan terhambat. Hal itu akan berdampak pada perkembangan diameter krop dan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Pracaya (1994), menyatakan pertumbuhan yang tidak teratur pada akar membuat jaringan pengangkut air menjadi terganggu, sehingga aliran air ke seluruh tubuh tanaman berkurang banyak.

G. Kepadatan Krop

Menurut Sulistyaningsih *et al.* (2005), distribusi cahaya yang lebih merata diikuti penyerapan air yang lebih baik dan laju asimilasi bersih yang tinggi menyebabkan laju pertumbuhan tanaman meningkat. Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kubis adalah ketersediaan air. Semakin optimum air yang tersedia, maka semakin maksimal pertumbuhan tanaman.

Kepadatan krop merupakan perbandingan dari volume krop dengan berat krop. Tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi manual memberikan kepadatan krop terendah, sedangkan tanam caisin sebagai tanaman campuran diawal pertumbuhan kubis memberikan kepadatan krop terbaik yaitu $0,62 \text{ g/cm}^3$. Suryadi (1997) menyatakan berat krop dapat menunjukkan kepadatan krop yang terbentuk, semakin padat krop maka semakin berat pula timbangannya. Hal ini berarti penanaman caisin sebagai *trap crop* patogen mampu meningkatkan kualitas kubis (Gambar 5).



Gambar 5. Diagram batang rata-rata kepadatan krop pada berbagai perlakuan

Keterangan :

Paket A : Kontrol (perlakuan petani).

Paket B : Tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi manual.

Paket C : Tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi pengolahan tanah dan perendaman air 14 hari.

Paket D : Tanam caisin sebagai tanaman campuran diawal pertumbuhan kubis.

Paket E : Tanam caisin tumpang gilir 14 hari sebelum tanam kubis.

* Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji *t* pada taraf 5%.

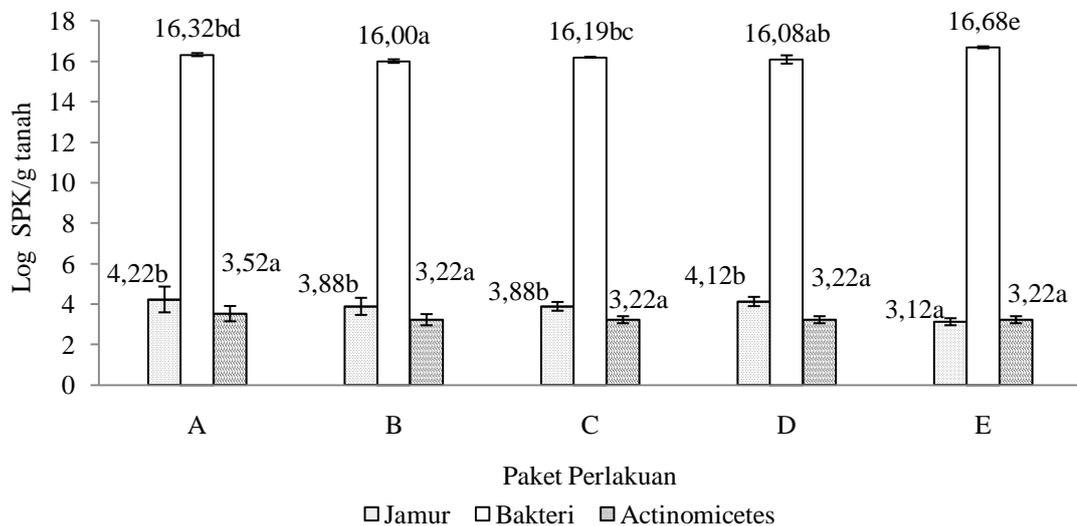
H. Jumlah Populasi Mikrob Tanah pada Rizhosfer Kubis

Tanah secara alami banyak dihuni oleh berbagai jenis mikrob, baik patogen maupun bukan patogen. Faktor-faktor tanah yang mempengaruhi perkembangan patogen tular tanah adalah pH, tekstur, bahan organik, suhu, dan unsur hara tanah. Di antara faktor tersebut, rendahnya bahan organik dan hara merupakan faktor pemicu paling dominan dalam perkembangan patogen (Hidayah *et al.*, 2009).

Adanya periode basah dan kering yang berkesinambungan serta adanya perbedaan pemanfaatan lahan untuk budidaya berbagai jenis tanaman diduga akan berpengaruh terhadap keragaman mikrob tanah. Gambar 6 menunjukkan bahwa hampir pada semua perlakuan menurunkan jumlah populasi mikrob tanah, terutama pada populasi jamur. Hal ini diduga adanya peningkatan populasi mikrob bakteri yang bersifat antagonis, sehingga mampu menekan populasi mikrob jamur.

Menurut Hidayah *et al.* (2009), bahan organik merangsang perkembangan mikroba yang menghambat aktivitas jamur, termasuk jamur patogen penyebab penyakit akar.

Patogen dapat bertahan dalam tanah tanpa ada tumbuhan inang. Jamur dapat bertahan pada sisa-sisa tumbuhan, spora istirahat dalam tanah, ataupun pada tumbuhan inang antara (Abadi, 2003). Sebagian besar mikroorganisme yang hidup dalam tanah mendapat sumber makanan dari pupuk kandang yang diberikan ke lahan.



Gambar 6. Diagram batang rata-rata populasi mikroba pada berbagai perlakuan

Keterangan :

Paket A : Kontrol (perlakuan petani).

Paket B : Tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi manual.

Paket C : Tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi pengolahan tanah dan perendaman air 14 hari.

Paket D : Tanam caisin sebagai tanaman campuran diawal pertumbuhan kubis.

Paket E : Tanam caisin tumpang gilir 14 hari sebelum tanam kubis.

* Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji *t* pada taraf 5%.

* SPK = satuan pertumbuhan koloni

Pengusahaan tanaman semusim memang memungkinkan populasi bakteri dan jamur lebih banyak karena pengelolaan lahan yang lebih intensif seperti pengolahan tanah sebelum tanam serta pemberian pupuk kandang dapat merangsang aktivitas mikroorganisme tanah. Kehadiran suatu mikroorganisme akan mempengaruhi keberadaan mikroorganisme lain baik secara langsung maupun tidak langsung (Nuni *et al.*, 2007). Eliminasi patogen pada tanah merupakan komponen penting dalam pengendalian penyakit secara terpadu pada penyakit akar gada (Singh, 2001). Menurut Semangun (1989), penanggulangan penyakit akar gada perlu dilakukan secara terintegrasi.

I. Pembahasan Umum

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanam kubis perlakuan petani menunjukkan nilai AUDPC tertinggi dari semua perlakuan. Tanam kubis perlakuan petani memberikan nilai AUDPC dan persentase keparahan penyakit sebesar 138,25 dan 45 persen. Tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi manual menunjukkan nilai AUDPC dan keparahan penyakit yang rendah yaitu 61,25 dan 37 persen, sehingga mampu menghasilkan berat krop dan diameter krop yang tinggi. Hal ini berarti penanaman caisin sebagai tanaman perangkap disertai eradikasi dapat menekan gejala penyakit akar gada.

Tanam caisin sebagai tanaman rotasi 38 hari sebelum tanam kubis disertai eradikasi pengolahan tanah dan perendaman air selama 14 hari menunjukkan nilai AUDPC yang tinggi dan berat akar lateral sehat rendah. Namun demikian, tanaman mampu menghasilkan krop dengan berat, diameter dan kepadatan yang baik. Hal ini didukung dengan persentase keparahan penyakit yang rendah. Keparahannya merupakan gejala primer dari serangan patogen akar gada, sedangkan gejala sekunder berupa kelayuan pada tanaman. Diduga gejala primer dan gejala sekunder tidak berjalan secara linier, sehingga antara nilai AUDPC dan keparahan penyakit dapat memberikan nilai yang berbeda.

Insidens penyakit pada perlakuan penanaman caisin sebagai tanaman perangkap terjadi diawal pertumbuhan. Hal ini karena caisin merupakan inang

dari patogen akar gada. Penanaman caisin dapat memacu perkecambahan patogen akar gada, karena caisin mengeluarkan eksudat sehingga spora akar gada menjadi aktif untuk tumbuh. Insidens penyakit pada perlakuan petani terjadi diakhir pertumbuhan. Hal ini karena penanaman kubis dilakukan secara monokultur sehingga spora patogen membutuhkan waktu lama untuk menjadi aktif.

Tanam caisin sebagai tanaman campuran diawal pertumbuhan kubis menunjukkan bahwa nilai AUDPC dan persentase keparahan penyakit tinggi, serta berat akar lateral sehat rendah. Hal ini diduga eksudat yang dihasilkan oleh caisin dan kubis memacu spora patogen menjadi aktif, sehingga spora patogen yang berada dalam tanah mampu menyerang akar dari awal pertumbuhan yang mempengaruhi terhadap hasil, akibatnya diameter krop menjadi rendah. Tanam caisin tumpang gilir 14 hari sebelum tanam kubis menunjukkan nilai AUDPC dan persentase keparahan penyakit yang tinggi. Hal ini mengakibatkan kubis tidak mampu menghasilkan krop dengan berat dan diameter yang maksimum. Namun demikian, masih mampu mempertahankan berat akar lateral sehat, ini didukung dengan serangan patogen akar gada terjadi sejak awal pertumbuhan kemudian terjadi penurunan dan kembali meningkat diakhir pertumbuhan. Hal ini diduga tanaman kubis mampu melakukan pemulihan dari serangan patogen dengan menumbuhkan akar lateral baru.

Tanam caisin sebagai tanaman perangkap disertai eradikasi mampu menekan nilai AUDPC dan keparahan penyakit. Memberikan peningkatan hasil krop sebesar 31,22 persen, memberikan berat krop, diameter dan kepadatan krop yang tinggi. Hal ini berarti perlakuan tersebut dapat meningkatkan hasil kubis baik secara kuantitas maupun kualitas.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa penanaman caisin sebagai tanaman perangkap patogen disertai eradikasi efektif dalam menurunkan intensitas penyakit sehingga mampu meningkatkan hasil kubis.

E. Saran

Berdasarkan penelitian ini maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pola tanam caisin sebagai eradikan juga penggunaan eradikasi yang lebih beragam.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, L. 2003. *Ilmu Penyakit Tumbuhan II*. Bayu media. Malang. 145 hal.
- _____. 2003. *Ilmu Penyakit Tumbuhan III*. Bayu media. Malang. 137 hal.
- Anonim. 2006. Budidaya hortikultura di musim hujan kendala dan kiat mengatasinya. <http://www.tanindo.com/htm>. Internet version. Diakses: 8 Mei 2010.
- _____. 2007. Akar bengkak, akar gada (*Club root*): *Plasmodiophora brassicae* Wor. <http://ditlin.hortikultura.go.id/>. Internet version. Diakses: 8 Mei 2010.
- _____. 2009. Kubis. <http://id.wikipedia.org/wiki/Kubis>. Internet version. Diakses: 30 Juni 2009.
- _____. 2010a. Kubis-kubisan dan selada. pkukmweb.ukm.my. Internet version. Diakses: 8 Mei 2010.
- _____. 2010b. Trap cropping. Online information service for non-chemical pest management in the tropics. PAN Germany. http://www.oisat.org/control_methods/cultural_practices. Internet version. Diakses: 8 Mei 2010.
- Alexopoulos, CJ. & CW. Mims. 1996. *Introductory Mycology*. John Wiley & Sons. New York. 632p.
- Ashari, S. 1995. *Hortikultura: Aspek Budidaya*. Universitas Indonesia. Jakarta. 485 hal.
- Cahyono, B. 1995. *Cara Meningkatkan Budidaya Kubis*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 86 hal.
- Cicu. 2006. Penyakit akar gada (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) pada kubis-kubisan dan upaya pengendaliannya. *J. Litbang Pert.* 25(1):16-21.
- Dalimartha, S. 2000. Atlas tumbuhan obat Indonesia. *Trubus Agriwidya*. Jakarta. 214 hal.
- Djatnika, I. 1993. Penyakit-penyakit tanaman kubis dan cara pengendalian. Dalam: Permadi, A. H. & Sastrosiswojo (Penyunting). *Kubis*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Balai Penelitian Tanaman Hortikultura. Lembang. Hal: 53-56.

- Dixon, GR. 2009. *Plasmodiophora brassicae* in its environment. *J. Plant Growth Regul.* 28:212-228.
- Donald, C. & I. Porter. 2009. Integrated control of clubroot. *J. Plant Growth Regul.* 28:289-303.
- Gardner, FP., RB. Pearce, & RL. Mitchell. 1991. *Physiology of Crop Plants*. (Fisiologi Tanaman Budidaya, alih bahasa oleh H. Susilo). Universitas Indonesia Press. Jakarta. 428 hal.
- Grabowski, MA. 2009. *Plasmodiophora brassicae*. <http://www.cals.ncsu.edu/>. Internet version. Diakses: 7 November 2009.
- Hadiwiyono. 1997. Evaluasi beberapa taktik pengendalian akar gada (*Plasmodiophora brassicae* Wor.). Dalam: *Prosiding Konggres XVI dan Seminar Ilmiah PFI di Palembang*. Fakultas pertanian UNSRI, Palembang, hal. 445-447.
- Hadiwiyono & Supriyadi. 1998. Penyakit “Menthol” sebagai pengganggu baru tanaman kubis-kubisan Tawangmangu, Karanganyar, Jawa Tengah. *Caraka Tani*. 13(2):16-24.
- Harminingsih, I. 2007. *Pengaruh fermentasi dengan penambahan garam dapur dan nitrogen terhadap sisa tanaman sakit dalam eradikasi Plasmodiophora brassicae Wor.* Fakultas Pertanian UNS. Surakarta. (Skripsi).
- Hidayah, N & Djajadi. 2009. Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi perkembangan patogen tular tanah pada tanaman tembakau. *Perspektif*. 8(2): 74- 83.
- Kuswadi. 2003. *Pengapuran Tanah Pertanian*. Kanisius. Yogyakarta. 92 hal.
- Lubis, L. 2008. Hubungan air dengan penyakit tanaman. <http://library.usu.ac.id/modules.php>. Internet version. Diakses: 8 Mei 2010.
- Nuni Gofar, M. Amin Diha & A. Napoleon. 2007. Keragaman mikroba tanah pada lahan budidaya daerah lebak. *J. Akta Agrosia*. 11(1):5-10.
- Permadi, AH. 1993. Budidaya kubis. Dalam: Permadi, A. H. & Sastrosiswojo (Penyunting). *Kubis*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Balai Penelitian Tanaman Hortikultura. Lembang. Hal: 23-38.
- Pracaya. 1994. *Kol Alias Kubis*. Penebar Swadaya. Jakarta. 69 hal.
- Rukmana, R. 1994. *Bertanam Petsai dan Sawi*. Kanisius. Yogyakarta. 57 hal.

- Rukman, J. 2009. Penyakit akar gada kubis. <http://www.tanindo.com/>. Internet version. Diakses: 7 November 2009.
- Semangun, H. 1989. *Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 848 hal.
- Sinaga, MS. 2006. *Dasar-dasar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Penebar Swadaya. Jakarta. 164 hal.
- Singh, RS. 2001. *Plant Disease Management*. Academic Press. San Diego. 238p.
- Sitompul, SM. & B. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 487 hal.
- Sulistyaningsih, E., Budiastuti K., & Endah. 2005. Pertumbuhan dan hasil caisin pada berbagai warna sungkup plastik. *J. Ilmu Pert.* 12(1): 65-76.
- Sulistyawati, H. PR. 2002. *Penanaman caisin dan kenikir sayur serta infestasi Trichoderma untuk mengeliminasi propagul cendawan akar gada pada tanah*. Fakultas Pertanian UNS. Surakarta. (Skripsi).
- Suryadi. 1997. Uji multilokasi hibrida petsai *Brassica campestris* var pekinensis Rupr. di dataran rendah. *J. hort.* 6(5):435-439.
- Sutarya, RG., G. Grubben & H. Sutarno. 1995. *Pedoman Bertanam Sayuran Dataran Rendah*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 264 hal.
- Tjahjadi, N. 1989. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Kanisius. Yogyakarta. 149 hal.
- Wahyuni, TS., R. Setiamihardja, N. Hermiati, & KH. Hendroatmodjo. 2004. variabilitas genetik, heritabilitas, dan hubungan antara hasil umbi dengan beberapa karakter kuantitatif dari 52 genotip ubijalar di Kendal Payuk, Malang. *Zuriat.* 15(2):99-107.
- Widono, S. 2007. Kajian perilaku petani terhadap intensitas dan sebaran penyakit "Menthol" kubis di Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Hortikultura*. Fakultas Pertanian UNS. Surakarta. pp: 229-231.
- Williams, CN., JO. Uzo, & WTH. Peregrine. 1993. *Produksi Sayuran Daerah Tropika*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 375 hal.