

# **Pengaruh Aplikasi *Pseudomonas fluorescens* dan *Trichoderma* spp. terhadap Penyakit Akar Gada serta Pertumbuhan Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L.) di Desa Candikuning, Tabanan, Bali**

I KADEK NGESTIKA PRADNYANA  
NI WAYAN SUNITI  
I KETUT SUADA<sup>\*)</sup>

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana  
Jl. PB. Sudirman Denpasar Bali 80231

<sup>\*)</sup>Email: ketutsuada@unud.ac.id

## **ABSTRACT**

### **The effect of *Pseudomonas fluorescens* and *Trichoderma* spp. Applications against Clubroot Disease and Growth of Cabbage (*Brassica oleracea* L.) in Candikuning Village, Tabanan, Bali**

The research was aimed to find the effectiveness of *P. fluorescens* and *Trichoderma* spp. in suppressing clubroot disease caused by *P. brassicae* Wor. and increasing the growth of cabbage plants as well. The microbes treatments were set on randomized block design, consisting of 36 treatments and 3 replications. The variables observed were percentage of attack, number of clubroot, microbial density, plant height, leaf area, chlorophyll contents, and plant weight. The results showed that the combination of *P. fluorescens* and *Trichoderma* spp. was able to suppress the percentage of pathogen attack and increase the growth of cabbage plants as well. The most effective treatment was combination between *P. fluorescens*-1 and *Trichoderma*-4, followed by combination treatment of *P. fluorescens*-1 and *Trichoderma*-3 and then *P. fluorescens*-1 and *Trichoderma*-5.

Keywords: *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma* spp., *Plasmodiophora brassicae*

## **1. Pendahuluan**

### **1.1 Latar Belakang**

Desa Candikuning, Tabanan, Bali merupakan salah satu sentra penghasil kubis yang terdapat di Provinsi Bali. Namun dalam usaha budidaya tanaman kubis yang dilakukan oleh petani, seringkali dihadapkan oleh adanya serangan berbagai hama dan patogen penyebab penyakit tumbuhan (Sulistiyawati, 2002). Dari hasil wawancara dengan petani kubis di Desa Candikuning, diketahui bahwa penyakit akar gada merupakan salah satu faktor pembatas dalam budidaya kubis di daerah tersebut. Adapun gejala khas yang terlihat dari serangan penyakit ini adalah kelayuan pada siang hari, namun tanaman akan terlihat segar kembali pada sore hingga malam hari,

dan apabila akar dicabut akan terlihat terjadinya pembengkakan pada sistem perakaran serta terdapat sedikit rambut akar.

Salah satu cara pengendalian yang saat ini dikembangkan untuk mengendalikan penyakit akar gada adalah dengan melakukan pengendalian secara biologis yaitu memanfaatkan agen hayati berupa musuh alami dari patogen jamur *P. brassicae* seperti bakteri antagonis *P. fluorescens* yang dikombinasikan dengan jamur *Trichoderma* spp. Berdasarkan hasil penelitian Agustin (2011, dalam Nurhayati, 2011) menyebutkan bahwa penyemprotan dan penyiraman *Trichoderma virens* dan *P. florencens* sebagai agensia hayati mampu menekan infeksi *Peronospora parasitica* dan meningkatkan berat basah tanaman caisin. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka diperlukan uji efektivitas akibat interaksi musuh alami patogen jamur *P. brassicae* yaitu bakteri antagonis *P. fluorescens* dan jamur *Trichoderma* spp. serta penelitian mengenai pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman kubis di Desa Candikuning, Tabanan, Bali. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya interaksi antara bakteri *P. fluorescens* dan jamur *Trichoderma* spp. dalam menekan penyakit akar gada sekaligus meningkatkan pertumbuhan tanaman kubis.

## **2. Metode Penelitian**

### **2.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan pada bulan November 2017 hingga bulan Januari 2018 yang bertempat di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Jalan P.B Sudirman Denpasar dan di Kebun Petani Kubis desa Candikuning, Baturiti, Tabanan, Bali.

### **2.2 Alat dan Bahan**

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, sekop, pisau, cork borer, kapas, tissue, lampu bunsen, jarum oose, mikropipet, gunting, cawan petri, gelas ukur, laminar airflow, autoclave, plastik, alat tulis dan kamera. Bahan yang digunakan adalah bibit tanaman kubis varietas summer autum 633, pupuk kandang, pupuk kompos, isolat *Trichoderma* spp. dan isolat *P. fluorescens* yang telah diseleksi dari rhizosfer berbagai tanaman di Desa Candikuning, kentang, media PDA, media King's B, alkohol 70%, antibakteri kloramfenikol, antifungi nystatin.

### **2.3 Pelaksanaan Penelitian**

Pelaksanaan penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial 2 Faktor. Faktor I adalah penggunaan isolat *P. fluorescens* yang terdiri dari 6 taraf. Faktor II adalah penggunaan isolat *Trichoderma* spp. yang terdiri dari 6 taraf. Jumlah unit terdiri dari 36 perlakuan dan 3 ulangan yang terdiri dari 1 perlakuan kontrol, 25 perlakuan kombinasi serta masing-masing 5 perlakuan tunggal isolat *Trichoderma* spp. dan perlakuan isolat *P. Fluorescens*.

### **2.3.1 Perbanyak Isolat *P. fluorescens* dan Isolat *Trichoderma* spp.**

Adapun isolat bakteri *P. fluorescens* antara lain: P1 dari rhizosfer tanaman brokoli; P2 dari rhizosfer tanaman kol merah; P3 dari rhizosfer tanaman wortel; P4 dari rhizosfer tanaman bit dan P5 dari rhizosfer tanaman arugula yang diperbanyak dengan media King's B yang mengandung anti fungi nystatin. Isolat *Trichoderma* spp. antara lain: T1 dari rizosfer tanaman sukini; T2 dari rizosfer tanaman tomat; T3 dari rizosfer tanaman romana; T4 dari rizosfer tanaman kol merah; T5 dari rizosfer tanaman pakcoy yang diperbanyak menggunakan media PDA yang mengandung antibakteri cloramfenicol.

### **2.3.2 Penyemaian Benih Kubis**

Penyemaian benih kubis dilakukan di dalam tray yang telah diisi media tanah steril dan kompos dengan perbandingan 2:1, setelah benih tumbuh dirawat dengan cara disiram pagi dan sore hari hingga benih berumur 3 minggu.

### **2.3.3 Persiapan Media Tanam di Lahan**

Persiapan media tanam dilakukan dengan membentuk bedengan dengan ukuran 150 cm x 100 cm dan tinggi 30 cm, yang telah ditambahkan sebanyak 1 kg pupuk kandang (kotoran ayam) dan pupuk NPK 15:15:15 sebanyak 125 g pada masing-masing lubang tanam sebagai pupuk dasar.

### **2.3.4 Aplikasi Isolat *P. fluorescens* dan Isolat *Trichoderma* spp.**

Aplikasi jamur *Trichoderma* spp. dilakukan setelah bibit kubis ditanam yaitu inokulasi spora dengan konsentrasi  $1,5 \times 10^6$  CFU yang disuspensikan kedalam 150 ml akuades per tanaman. Setelah tanaman berumur 3 HST, kemudian diaplikasikan bakteri *P. fluorescens* dengan konsentrasi  $1,5 \times 10^6$  CFU yang disuspensikan kedalam 150 ml akuades per tanaman.

### **2.3.5 Pengamatan**

Variabel yang diamati yaitu: persentase serangan, jumlah puru, populasi akhir mikroba, tinggi tanaman, luas daun, klorofil, serta, berat basah dan kering tanaman.

### **2.3.6 Analisis Data**

Data dianalisis statistika dengan menggunakan Sidik Ragam untuk mendapatkan pengaruh perlakuan terhadap variabel dan perbedaan antar perlakuan dianalisis dengan menggunakan uji beda Duncan taraf 5%.

## **3. Hasil dan Pembahasan**

### **3.1 Pengaruh Aplikasi *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp. terhadap Persentase Serangan dan Jumlah Puru akar**

Persentase serangan patogen dan jumlah puru akar terendah terdapat pada kombinasi perlakuan P1T3 (isolat *P. fluorescens* isolat brokoli dan *Trichoderma* isolat

romana) diikuti oleh P1T4 (*P. fluorscens* isolat brokoli dan *Trichoderma* isolat kol merah), P3T2 (*P. fluorscens* isolat wortel dan *Trichoderma* isolat tomat) serta P3T3 (isolat rizosfer tanaman wortel dan romana) yang mampu menekan persentase serangan hingga 0% serta tidak terdapat puru akar pada tanaman seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Pengaruh aplikasi *P. fluoreescens* dan *Trichoderma* spp. terhadap persentase serangan penyakit akar gada

<i>P. fluoreescens</i>	<i>Trichoderma</i> spp.						Rataan
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
	----- % -----						
P0	66,7 a	11,1 bc	11,1 bc	22,2 abc	22,2 abc	11,1 bc	24,1 ab
P1	22,2 bc	22,2 abc	11,1 bc	00,0 c	00,0 c	11,1 bc	7,4 b
P2	33,3 abc	11,1 bc	55,6 ab	55,6 ab	33,3 abc	11,1 bc	24,1 a
P3	22,2 abc	11,1 bc	00,0 c	00,0 c	66,7 a	11,1 bc	20,4 ab
P4	22,2 abc	11,1 bc	11,1 bc	11,1 bc	11,1 bc	33,3 abc	14,8 ab
P5	22,2 abc	44,4 abc	22,2 abc	11,1 bc	11,1 bc	44,4 abc	25,9 a
Rataan	27,8 a	18,5 ab	18,5 ab	7,4 b	24,1 ab	20,4 ab	

Keterangan: Rataan pada masing-masing angka horizontal dan vertikal yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Tabel 2. Pengaruh aplikasi *P. fluoreescens* dan *Trichoderma* spp. terhadap jumlah puru akar tanaman kubis

<i>P. fluoreescens</i>	<i>Trichoderma</i> spp.						Rataan
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
	----- buah -----						
P0	6,0 a	1,0 bcd	0,3 d	0,3 d	1,0 bcd	0,7 cd	1,6 a
P1	0,3 d	1,0 bcd	1,0 bcd	0,0 d	0,0 d	0,3 d	0,4 b
P2	2,0 bcd	1,3 bcd	4,3 abc	0,3 d	2,0 bcd	0,7 cd	1,8 a
P3	0,7 cd	0,3 d	0,0 d	0,0 d	4,7 ab	1,0 bcd	1,1 ab
P4	1,3 bcd	0,3 d	0,3 d	0,3 d	1,0 bcd	4,3 abc	1,3 ab
P5	0,7 cd	2,0 bcd	1,7 bcd	1,0 bcd	0,3 d	1,7 bcd	1,2 ab
Rataan	1,8 a	1,0 ab	1,3 ab	0,3 b	1,5 ab	1,4 ab	

Keterangan: Rataan pada masing-masing angka horizontal dan vertikal yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Isolat bakteri *P. fluoreescens* dan jamur *Trichoderma* spp. yang diaplikasikan diketahui mampu menekan persentase serangan penyakit akar gada dan jumlah puru akar tanaman kubis. Ini disebabkan oleh kemampuan kedua mikroba dalam beradaptasi dengan lingkungan, sehingga dapat tumbuh dengan baik serta mampu mengkolonisasi akar tanaman. Melalui akitivitas *P. fluoreescens* di sekitar perakaran tanaman, mengakibatkan terbentuknya ketahanan kimiawi oleh tanaman dengan menghasilkan senyawa metabolit sekunder berupa siderofor. Siderofor yang

dihasilkan oleh *P. fluorescens* berperan dalam merusak fungsi perlindungan patogen serta memberikan sinyal kepada tanaman agar melakukan pertahanan untuk mencegah terjadinya infeksi patogen. Ongena *et al.* (1999) dalam Mukromah (2005) menyatakan *siderophore* berperan dalam mekanisme *Induced Systemic Resistance* (ISR), yaitu sistem ketahanan yang dibentuk oleh tanaman untuk mencegah perkembangan patogen.

Rendahnya persentase serangan patogen dan jumlah puru akar juga disebabkan oleh aktivitas jamur *Trichoderma* spp. di sekitar perakaran tanaman. Melalui mekanisme antagonis yaitu parasitisme (mikoparasit), antibiosis, dan kompetisi, jamur *Trichoderma* spp. terbukti mampu menekan penyakit pada tanaman yang disebabkan oleh patogen tular tanah. Umumnya mekanisme antagonis yang dilakukan oleh *Trichoderma* spp. dalam mengendalikan patogen secara mikoparasitik dan kompetitor (Baker and Cook, 1982). Menurut Harjono *et al.* (2001), *Trichoderma* spp. melakukan penetrasi ke dalam dinding sel inang dengan bantuan enzim kitinase glukonase dan protease yang akan mendegradasi dinding sel inang, selanjutnya memanfaatkan isi hifa inang sebagai sumber makanan. Pada saat membelit dan menghasilkan enzim pendegradasi dinding sel inang, *Trichoderma* spp. juga menghasilkan antibiotik seperti gliotoksin dan viridian.

Berdasarkan hal tersebut, perlakuan kombinasi bakteri *P. fluorescens* dengan *Trichoderma* spp. secara sinergis mampu menekan persentase serangan dan pembentukan puru akar pada tanaman kubis. Adanya metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *P. fluorescens* berupa siderofor berfungsi untuk mekanisme pertahanan tanaman, serta mekanisme pengendalian *Trichoderma* spp. yaitu kompetisi, antibiosis dan mikoparasitik akan berpengaruh terhadap keberadaan patogen didalam tanah. Melalui mekanisme sinergis tersebut, *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp. akan mendukung pertumbuhan tanaman, namun menghambat pertumbuhan patogen *P. brassicae* Wor.

### **3.2 Pengaruh Aplikasi *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp. terhadap pertumbuhan tanaman kubis**

Kombinasi perlakuan P1T4 (*P. fluorescens* isolat brokoli dan *Trichoderma* isolat kol merah) merupakan perlakuan dengan tinggi tanaman tertinggi (Tabel 3.), luas daun terlebar (Tabel 4) serta kandungan klorofil daun tertinggi (Tabel 5). Adapun tinggi tanaman pada perlakuan P1T4 yaitu sebesar 31,7 cm, luas daun sebesar 102,8 cm<sup>2</sup>, dan kandungan klorofil sebesar 59,6 SPAD.

Tabel 3. Pengaruh aplikasi *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp. terhadap tinggi tanaman kubis

<i>P. fluorescens</i>	<i>Trichoderma</i> spp.						Rataan
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
	-----cm-----						
P0	27,6 g	28,3 efg	29,7 bcdef	28,7 defg	28,5 defg	28,5 defg	28,54 a
P1	28,9 defg	28,9 cdefg	28,9 cdefg	28,5 defg	31,7 a	31,0 ab	29,65 a
P2	29,8 bcdef	28,2 cdefg	29,0 cdefg	29,4 bcdefg	28,7 defg	29,9 bcdef	29,16 a
P3	29,7 bcdef	29,4 cdefg	30,0 bcdefg	28,9 cdefg	29,9 bcdef	29,4 cdefg	29,34 a
P4	30,2 abcde	28,4 defg	29,7 bcdef	29,0 cdefg	28,9 cdefg	28,9 cdefg	29,34 a
P5	29,1 bcdefg	29,3 cdefg	30,3 abcd	30,7 abc	28,7 defg	29,8 bcdef	29,64 a
Rataan	29,4 ab	28,8 b	29,6 a	29,2 ab	29,4 ab	29,6 a	

Keterangan: Rataan pada masing-masing angka horizontal dan vertikal yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Tabel 4. Pengaruh aplikasi *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp. terhadap luas daun tanaman kubis

<i>P. fluorescens</i>	<i>Trichoderma</i> spp.						Rataan
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
	-----cm <sup>2</sup> -----						
P0	50,8 o	69,4 gh	78,6 d	67,5 hi	50,6 n	87,7 b	67,4 c
P1	50,1 no	65,1 ij	71,8 efg	101,2 a	102,8 a	56,9 lm	74,7 a
P2	73,2 efg	69,8 fgh	69,8 fgh	85,5 bc	50,8 no	72,4 efg	70,3 b
P3	87,7 b	62,2 jk	74,1 e	60,5 kl	47,6 no	47,1 no	63,2 d
P4	62,3 jk	46,6 o	60,5 kl	73,3 efg	59,5 klm	66,9 hi	61,5 e
P5	56,2 m	72,8 efg	73,7 ef	66,0 hi	83,0 c	57,1 lm	68,1 c
Rataan	63,4 d	64,3 cd	71,4 b	75,7 a	65,7 c	64,7 cd	

Keterangan: Rataan pada masing-masing angka horizontal dan vertikal yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Tabel 5. Pengaruh aplikasi *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp. terhadap kandungan klorofil daun

<i>P. fluorescens</i>	<i>Trichoderma</i> spp.					Rataan	
	T0	T1	T2	T3	T4		T5
-----SPAD-----							
P0	19,9 s	28,6 nop	34,7 hij	34,6 hij	46,9 de	36,5 h	33,5 c
P1	22,8 r	28,1 op	55,4 b	55,4 b	59,6 a	28,5 nop	36,9 a
P2	31,2 klm	27,2 pq	44,8 ef	44,8 ef	32,6 jkl	23,5 r	32,1 d
P3	51,3 c	36,2 h	31,2 klm	31,2 klm	31,1 klm	32,9 jkl	35,8 b
P4	25,8 q	36,2 h	29,7 mno	47,1 d	42,5 g	43,6 fg	37,5 a
P5	31,8 klm	35,5 hi	29,8 mno	36,5 h	30,5 lmn	31,8 klm	32,7 d
Rataan	30,5 d	32,0 c	31,1 d	41,6 a	40,6 b	32,8 c	

Keterangan: Rataan pada masing-masing angka horizontal dan vertikal yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Kemampuan isolat P1T4 dalam memacu pertumbuhan tanaman diduga karena kedua isolat tersebut secara efektif mampu berperan sebagai pengurai bahan-bahan organik di dalam tanah serta menghasilkan hormon pertumbuhan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Tersedianya unsur hara dalam jumlah yang cukup bagi tanaman pada fase vegetatif, mengakibatkan proses pembelahan, pemanjangan dan differensiasi sel akan berjalan dengan baik (Sarief, 1986). Bakteri *P. fluorescens* merupakan kelompok bakteri PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) yang berperan sebagai dekomposer serta penyuplai unsur hara melalui proses fiksasi nitrogen dan pelarutan fosfat (Choudhary *et al.*, 1991). Selain itu bakteri *P. fluorescens* juga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kubis melalui aktivitasnya yaitu menghasilkan fitohormon dalam jumlah yang besar khususnya IAA untuk merangsang pertumbuhan dan pemanjangan sel pada tumbuhan, sehingga pertumbuhan tanaman akan terpacu.

Pemberian jamur *Trichoderma* spp. juga merangsang pertumbuhan tanaman. Selain melindungi perakaran tanaman dari serangan patogen, *Trichoderma* spp. juga berperan dalam proses dekomposisi unsur hara di dalam tanah. Melalui mekanismenya *Trichoderma* spp. mampu memecah bahan organik seperti nitrogen yang terdapat dalam senyawa kompleks di dalam tanah (Sepwanti *et al.*, 2016). Terurainya bahan organik didalam tanah, mengakibatkan bahan organik akan mudah larut dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman. Azamri *et al.* (2011) menyatakan bahwa dengan pemberian *Trichoderma* spp. dapat meningkatkan jumlah dan lebar daun serta mampu meningkatkan kadar klorofil pada daun.

### 3.3.1 Pengaruh Aplikasi *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp. terhadap berat tanaman kubis

Berat kering akar terendah dari interaksi kedua perlakuan terdapat pada perlakuan P1T4 (*P. fluorescens* isolat brokoli dan *Trichoderma* isolat kol merah) sebesar 20,1 g seperti pada Tabel 6. Rendahnya berat kering akar tanaman kubis pada

perlakuan P1T4 karena pada akar tanaman tidak terjadi kerusakan yang disebabkan oleh serangan patogen, berbeda dengan perlakuan P0T3 (*Trichoderma* isolat tanaman romana) yang menunjukkan berat kering akar tertinggi yaitu sebesar 30,2 g. Tingginya berat kering akar menandakan bahwa terjadi kerusakan pada sistem perakaran tanaman yang diakibatkan oleh serangan patogen. Akar tanaman yang rusak ditandai dengan pembengkakan yang terjadi pada akar akibat peningkatan jumlah sel akar, serta terdapat sedikit rambut akar.

Tabel 6. Pengaruh aplikasi *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp. terhadap berat kering akar tanaman kubis

<i>P. fluorescens</i>	<i>Trichoderma</i> spp.						Rataan
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
	-----g-----						
P0	28,8 ab	27,5 bcde	22,9 mnopqr	30,2 a	26,2 efgh	23,4 klmnop	26,5 a
P1	29,5 abc	28,3 abc	27,9 bcd	20,3 st	20,1 t	20,5 st	24,4 ab
P2	28,7 abc	24,7 hijkl	24,6 hijkl	26,7 def	24,9 hijkl	26,4 defg	26,0 a
P3	26,1 defg	21,8 pqrs	20,1 t	20,3 st	22,7 nopqr	23,6 klmno	22,4 c
P4	21,4 rst	24,2 jklm	22,3 opqr	24,2 jklmn	25,4 fghij	21,3 qrst	23,1 ab
P5	27,1 cde	26,7 def	28,0 abcd	23,0 lmnopq	23,8	23,6 klmno	25,4 b
Rataan	26,9 a	25,5 ab	24,3 b	24,1 b	23,9 c	23,1 c	

Keterangan: Rataan pada masing-masing angka horizontal dan vertikal yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Kombinasi perlakuan dengan berat basah tajuk, berat kering tajuk, berat basah krop dan berat kering krop tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan P1T5 (*P. fluorescens* isolat brokoli dan *Trichoderma* isolat pakcoy), yaitu berat basah tajuk sebesar 6432,3 g (Tabel 3.8), berat kering tajuk sebesar 533,3 g (Tabel 3.9), berat basah krop sebesar 1125,2 g (Tabel 7) dan berat kering krop sebesar 267,2 g (Tabel 8).



Tabel 7. Pengaruh aplikasi *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp. terhadap berat basah tajuk tanaman kubis

<i>P. fluorescens</i>	<i>Trichoderma</i> spp.						Rataan
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
	g						
P0	4525,8 r	5946,0 ghij	5979,7 fghij	5996,7 efghij	5971,3 fghij	6252,3 abcd	5778,63 b
P1	5907,0 hij	6104,0 cdefgh	5548,3 lmno	6338,7 ab	6360,8 ab	6432,3 a	6115,19 a
P2	5765,8 jkl	5328,8 opq	5806,0 jk	5518,8 mnop	5380,33 opq	5778,5 jkl	5596,39 c
P3	6222,3 abcde	5982,5 fghij	6175,3 bcdefg	6387,3 ab	5674,0 klm	5934,3 ghij	6062,63 a
P4	5636,33 abcde	6310,7 abc	5285,7 pq	6053,0 defghi	5947,3 ghij	5629,8 klmn	5810,47 b
P5	5233,0 q	5853,5 ijk	5398,3 opq	5440,0 nopq	6205,0 abcdef	5392,5 opq	5587,06 c
Rataan	5548,4 b	5920,9 a	5698,9 ab	5955,8 a	5923,1 a	5903,3 a	

Keterangan: Rataan pada masing-masing angka horizontal dan vertikal yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Tabel 8. Pengaruh aplikasi *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp. terhadap berat kering tajuk tanaman kubis

<i>P. fluorescens</i>	<i>Trichoderma</i> spp.						Rataan
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
	g						
P0	386,3 m	445,7 efgh	417,1 jkl	417,7 jkl	459,2 de	448,6 defg	429,1 c
P1	420,3 jkl	405,8 l	419,1 jkl	517,0 ab	513,6 ab	533,3 a	468,2 a
P2	424,2 ijkl	466,8 d	435,0 fghij	420,2 jkl	424,3 ijkl	443,3 efgh	435,6 b
P3	431,3 hij	451,5 def	498,2 c	526,9 ab	432,4 ghij	405,7 l	457,7 a
P4	429,7 hij	407,4 l	415,7 jkl	454,0 de	424,8 ijkl	433,8 fghij	427,6 c
P5	409,6 n	419,9 jkl	427,9 hij	433,0 fghij	430,8 ghij	412,2 kl	422,2 c
Rataan	416,9 c	432,9 b	435,5 b	461,5 a	447,5 b	446,2 b	

Keterangan: Rataan pada masing-masing angka horizontal dan vertikal yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Tabel 9. Pengaruh aplikasi *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp. terhadap berat basah krop tanaman kubis

<i>P. fluorescens</i>	<i>Trichoderma</i> spp.						Rataan
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
	g						
P0	751,1 e	1037,9 bc	1045,4 bc	959,3 d	952,0 d	1046,1 bc	965,3 c
P1	1038,7 bc	1075,9 b	936,8 d	964,1 d	1122,6 a	1125,2 a	1043,9 a
P2	1061,5 bc	926,2 d	933,6 d	1035,1 bc	944,2 d	1060,7 bc	993,5 b
P3	1034,1 bc	932,4 d	976,1 d	909,9 d	1061,4 bc	912,2 d	971,0 c
P4	1032,6 bc	1059,3 bc	930,0 d	947,0 d	1053,7 bc	928,7 d	991,9 b
P5	1064,8 bc	1023,7 c	922,0 d	955,7 d	1028,9 bc	961,1 d	992,7 b
Rataan	997,1 b	1009,2 b	957,3 c	961,8 c	1027,1 a	1005,6 b	

Keterangan: Rataan pada masing-masing angka horizontal dan vertikal yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Tabel 10. Pengaruh aplikasi *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp. terhadap berat kering krop tanaman kubis

<i>P. fluorescens</i>	<i>Trichoderma</i> spp.						Rataan
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
	g						
P0	173,4 p	262,1 cd	262,9bcd	214,3 kl	210,2 m	254,3 ghi	229,5 e
P1	265,5 ab	252,6 hi	209,0m	204,7 n	266,4 a	267,2 a	244,2 a
P2	251,1 i	205,6 n	211,7lm	261,8 cd	209,4 m	252,1 hi	231,9 d
P3	261,7 cd	214,9 jk	255,9fg	201,3 o	258,4 ef	204,9 n	232,9 d
P4	264,6 abc	254,3 ghi	204,7n	205,9 n	260,4 de	217,9 j	234,6 c
P5	254,8 gh	253,4 ghi	215,0jk	210,5 m	254,5 gh	214,4 kl	233,8 b
Rataan	245,2 a	240,5 c	226,5 d	216,4f	243,2 b	235,1 e	

Keterangan: Rataan pada masing-masing angka horizontal dan vertikal yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Tingginya berat basah dan berat kering tanaman pada perlakuan bakteri *P. fluorescens* yang dikombinasikan dengan jamur *Trichoderma* spp. menunjukkan bahwa kedua mikroba antagonis yang diaplikasikan secara efektif mampu melindungi tanaman dari serangan patogen serta menghasilkan senyawa kimia dan hormon pertumbuhan, sehingga proses metabolisme tanaman dapat berjalan secara optimal. Optimalnya proses metabolisme akan mempengaruhi pertumbuhan dan penambahan biomasa tanaman. Menurut Dowling & O' Gara (1994) *P. fluorescens* menghasilkan siderofor, senyawa antimikrobia, dan hormon pertumbuhan yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman. Peningkatan berat basah tanaman juga akibat dari kemampuan jamur *Trichoderma* spp. dalam menghasilkan hormon pertumbuhan. Cornejo *et al.* (2009) menyatakan *Trichoderma* spp. mampu menghasilkan auksin yaitu IAA yang mampu meningkatkan pertumbuhan akar lateral, serta meningkatkan biomasa tanaman. Tingginya berat kering tanaman pada

perlakuan kombinasi *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp. juga selaras dengan pendapat Maqqon *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa gabungan antara *P. fluorescens* P60 dan *Trichoderma harzianum* dapat meningkatkan bobot kering tanaman cabai sebesar 13,4%.

Terdapat 3 kombinasi perlakuan terbaik antara *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp. yang mampu menekan serangan penyakit akar gada dan memacu pertumbuhan tanaman kubis, yaitu perlakuan P1T4 (*P. fluorescens* isolat tanaman brokoli dan *Trichoderma* isolat tanaman kol merah), P1T3 (*P. fluorescens* isolat tanaman brokoli dan *Trichoderma* isolat tanaman romana), dan P1T5 (*P. fluorescens* isolat tanaman brokoli dan *Trichoderma* isolat tanaman spinach). Interaksi yang sinergis antara *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp. disebabkan oleh kedua isolat merupakan mikroba indegenus, serta memiliki kemampuan antagonis terhadap patogen. Adapun mekanisme kedua antagonis dalam mengendalikan patogen yaitu dengan mengkolonisasi akar tanaman, serta menghasilkan senyawa antibiosis berupa toksin dan antibiotik yang akan membunuh atau menghambat pertumbuhan patogen di dalam tanah. Melalui mekanisme tersebut, kedua mikroba yang diaplikasikan akan mendukung pertumbuhan tanaman kubis dan menghambat pertumbuhan patogen akar gada.

#### 4. Simpulan dan Saran

##### 4.1 Simpulan

Kombinasi perlakuan *P. fluorescens* dengan *Trichoderma* spp. berinteraksi terhadap seluruh variabel pengamatan. Kombinasi perlakuan terbaik adalah perlakuan P1T4 (*P. fluorescens* isolat brokoli dan *Trichoderma* isolat kol merah), yang diikuti perlakuan P1T3 (*P. fluorescens* isolat brokoli dan *Trichoderma* isolat romana) serta P1T5 (*P. fluorescens* isolat brokoli dan *Trichoderma* isolat pakcoy). Perlakuan P1T4 merupakan perlakuan dengan persentase serangan 0%, jumlah puru 0 buah dan mampu memberikan tinggi tanaman, klorofil daun dan luas daun tertinggi.

##### 4.2 Saran

Perlu dilakukan uji lebih lanjut mengenai dosis aplikasi bakteri *P. fluorescens* yang dikombinasikan dengan jamur *Trichoderma* spp., serta uji molekuler terhadap isolat bakteri yang digunakan sehingga diketahui jenis dari mikroba antagonis tersebut.

#### Daftar Pustaka

- Agustin, S. E. 2011. Efektivitas pengendalian *Perenospora parasitica* Pers. ex Fr. dengan menggunakan *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma virens*, *Bacillus* sp. dan fungisida sintetik pada tanaman caisin (tidak dipublikasikan).
- Azamri, R., B. Hajieghrari, & A. Giglou. 2011. Effect of *Trichoderma* isolates on tomato seedling growth response and nutrient uptake. *African Journal of Biotechnology* 10(31): 5850-5855.

- Baker, K. F. & R. J. Cook. 1982. Biological control of plant pathogens. The American Phytopathology Society. Minnessota Fravel. 433pp.
- Choudhary, D.K., K.P. Sharma, R.K. Gaur. 2011. Biotechnological perspectives of microbes in agro-ecosystems. *Biotechnology Lett.* 33:1905–1910.
- Cornejo, H.A.C., L.M. Rodriguez, C.C. Penagos, and J.L. Bucio. 2009. *Trichoderma virens* a plant *beneficial* fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in arabis. *Plant Physiology* 14(9):1579-1592.
- Dowling, D.N. & F. O’Gara. 1994. Metabolites of *Pseudomonas* involved in the biocontrol of plant disease. *Tibtech.* 12:133-141.
- Harjono, S.M., Widyastuti, & S. Margino. 2001. Pemurnian dan karakterisasi enzim endokitinase dari agen pengendali hayati *Trichoderma reesei*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 7(2): 114-120
- Maqqon M, Kustantinah & Soesanto L. 2006. Penekanan hayati penyakit layu *Fusarium* pada tanaman cabai merah. *Agrosains* 8(1): 50–56
- Mukaromah, F. 2005. Hubungan Antara Populasi Afid dengan Kejadian Penyakit CMV pada Tembakau H382 yang Diintroduksi Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, Cacing Merah (*Lumbricus rubellus*) dan Virus CMV-48. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Jember. Jember
- Nurhayati. 2011. Penggunaan jamur dan bakteri dalam pengendalian penyakit tanaman secara hayati yang ramah lingkungan. Universitas Sriwijaya. Sumatra Selatan.
- Octriana L. 2011. Potensi Agens Hayati dalam menghambat pertumbuhan *Pythium* sp. Secara in vitro. *Buletin Plasmanutfa* 17 (2): 7-9.
- Ongena M, F. Daay, P. Jacques, P. Thonart, N. Benhamou, T.C. Paulitz, P. Comelis, N. Koedam, & R.R. Belanger. 1999. Protection of cucumber against *Pythium* root rot by *fluorescent pseudomonads*: predominant role of induced resistance over siderophores and antibiosis. *Plant Pathol* 48:66-76
- Sarief, E.S. 1986. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Pustaka Buana . Bandung.
- Sepwanti, C., M. Rahmawati, E. Kesumawati. 2016. Pengaruh varietas dan dosis kompos yang diperkaya *Trichoderma harzianum* terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). Fakultas Pertanian Universitas Syah Kuala Darussalam Banda Aceh. *Kawista* 1(1):1-7.
- Sulistiyawati, H.P.R. 2002. Penanaman caisin dan kenikir sayur serta infestasi *Trichoderma* untuk mengeliminasi propagul cendawan akar pada tanah. Fakultas Pertanian UNS. Surakarta. (Skripsi)