

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Di Laboratorium

#### 4.1.1. Karakterisasi Sifat Morfologi Bakteri *Pseudomonas Berfluorescens* Asal Perakaran Kelapa Sawit Pada Lahan Gambut di Medium NA

Hasil pengamatan karakterisasi morfologi isolat *Pseudomonas berfluorescens* pada medium NA dapat dilihat pada tabel 1.

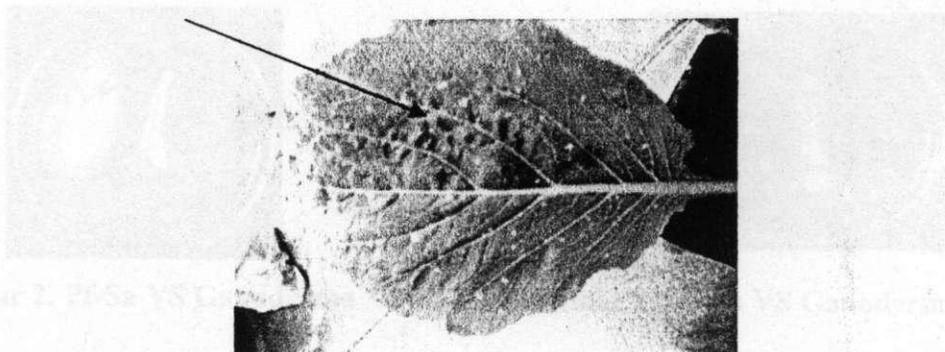
Tabel 1. Karakterisasi morfologi isolat *Pseudomonas berfluorescens* pada medium NA

Isolat	Sifat morfologi			
	Bentuk koloni	Tepi koloni	Bentuk permukaan koloni	Warna koloni
Pf-Ks	Bulat	Tidak rata	Cembung mengkilat	Kuning

Koloni bakteri yang tumbuh berbentuk bulat, berwarna kuning dan bentuk permukaan koloni cembung mengkilat, terutama jika dilihat di bawah sinar ultra violet, yang tampak jelas pada umur 3 hsi. Menurut Nagawangsih (2003) *Pseudomonas berfluorescens* berdasarkan karakteristik morfologi mempunyai koloni bulat, warna kuning dengan tepi tidak rata dan mempunyai kemampuan menghasilkan pigmen berwarna kuning sampai hijau pada medium NA.

#### 4.1.2. Uji Hipersensitif

Hasil pengujian hipersensitif pada daun tanaman sawi dapat dilihat pada gambar 1.



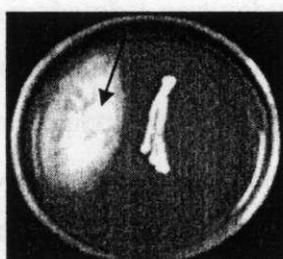
Gambar 1: Uji hipersensitif bakteri yang diisolasi dari perakaran Kelapa Sawit

Keterangan : Daun uji tidak menunjukkan gejala nekrotik atau kekeringan

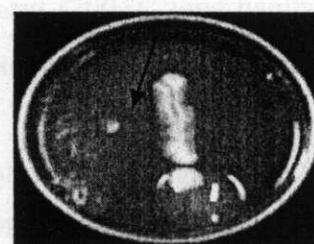
Hasil penyuntikan suspensi bakteri yang dilakukan menunjukkan bahwa bahwa bakteri yang diisolasi dari perakaran tanaman kelapa sawit pada lahan gambut tersebut tidak menimbulkan gejala nekrotik pada daun sawi. Selanjutnya juga dilakukan uji gram menggunakan larutan KOH 3 %. Hasil yang diperoleh bahwa bakteri tersebut bersifat gram positif yang ditandai dengan tidak lengketnya bakteri pada saat diangkat menggunakan jarum ose yang telah diberi larutan KOH 3 %. Patogenesis bakteri dapat diuji berdasarkan respon hipersensitifitasnya pada daun tembakau (Klement dan Goodman 1967). Pada umumnya respon hipersensitif atau hypersensitive response (HR) diartikan sebagai reaksi pertahanan yang cepat dari tanaman menghadapi patogen yang inkompatibel disertai dengan kematian sel yang cepat atau nekrosis jaringan di daerah yang diinjeksi dengan suspensi bakteri. Dari uji fisiologis yang dilakukan menunjukkan bahwa bakteri yang dieksplorasi dari perakaran tanaman kelapa sawit pada lahan gambut bukan patogen bagi tanaman. Bakteri yang telah didapat tersebut kemudian diujikan terhadap patogen busuk pangkal batang kelapa sawit dalam pengujian laboratorium (*in vitro*) dan pengujian di lapangan (*in vivo*).

#### 4.1.3. Uji Antagonis Beberapa Isolat *Pseudomonas Berfluorescens* Terhadap Jamur *Ganoderma boninense*

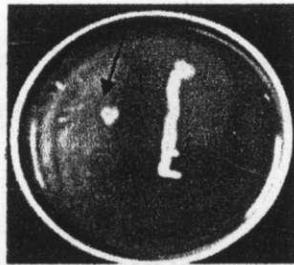
Hasil pengamatan uji koloni ganda dari masing-masing isolat *Pseudomonas berfluorescens* dapat dilihat pada gambar 2,3,4, dan gambar 5.



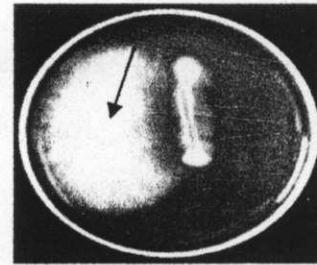
Gambar 2. Pf-Sa VS Ganoderma



Gambar 3. Pf-Ks VS Ganoderma



**Gambar 4. Pf-Pis VS Ganoderma**



**Gambar 5. Pf-Ba VS Ganoderma**

Hasil pengamatan luas zona hambat uji koloni ganda dari masing-masing isolat *Pseudomonas fluorescens* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengamatan luas zona hambat uji koloni ganda dari masing-masing isolat *Pseudomonas fluorescens*

Isolat	% (Persentase) Penghambatan
Pf-Ks	100 %
Pf-Pis	97.75 %
Pf-Ba	87.25 %
Pf-Sa	92.50 %

Gambar 2,3,4, dan 5 serta tabel 2 menunjukkan masing-masing isolat *Pseudomonas fluorescens* mampu menghambat pertumbuhan koloni jamur *Ganoderma boninense*. Pf-ks memiliki zona hambatan paling besar bila dibandingkan dengan bakteri antagonis lainnya. Hal ini menunjukkan tidak semua jenis bakteri antagonis dapat memproduksi senyawa antibiotik dalam jumlah banyak dalam menghambat pertumbuhan patogen. Menurut winarni (2004), zona hambatan yang semakin besar dapat mengindikasikan semakin kuatnya isolat antagonis dalam menghambat pertumbuhan patogen.

Mekanisme kerja dari agens hayati umumnya digolongkan sebagai persaingan zat makanan, parasitisme, dan antibiosis (Fravel 1988). Genus *Pseudomonas* dilaporkan menghasilkan senyawa antifungal, seperti antibiotik *inturin A* (Leyns *et al*



1990), dan lipopeptida yang merupakan isomer dari kelompok *iturin*, *fengycin*, *sufacrin* (Toure *et al* 2004), serta kitinase (Chen *et al* 2004).

## 4.2. Di Lapangan

### 4.2.1. Munculnya Gejala Pertama (hari)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan beberapa isolat *Pseudomonas berfluorescens* berpengaruh nyata terhadap pengamatan masa inkubasi.

Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rerata Masa Inkubasi (hari) Penyakit Busuk Pangkal Batang dengan Perlakuan Beberapa Isolat *Pseudomonas Berfluorescens*

Isolat	Rata-rata
Tanpa Pf	29.33 a
Pf- Ks	40.67 e
Pf- Pis	37.67 d
Pf- Ba	33.33 b
Pf- Sa	34.67 c

Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata pada taraf 5 % menurut uji DNMRT

Perlakuan Pf- Ks menyebabkan muncul gejala lebih lambat dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Lambat munculnya gejala ini disebabkan karena Kemampuan kolonisasi bakteri Pf – Ks yang tinggi sehingga kemampuan berkompetisi terhadap jamur *Ganoderma boninense* juga tinggi, selain itu bakteri Pf-Ks juga memiliki kemampuan lebih baik dalam menghasilkan antimikroba yakni siderofor yang merupakan senyawa bakteriosin. Kolonisasi yang tinggi akan mempengaruhi jumlah siderofor yang dihasilkan yang dapat menghelat ion  $Fe^{2+}$  sehingga tidak tersedia bagi jamur *Ganoderma boninense* Terjadi kompetisi dan tidak tersedianya ion  $Fe^{2+}$  dapat menghambat perkembangan *Ganoderma boninense* sehingga menurunkan kemampuannya dalam menginfeksi tanaman. Induksi ketahanan sistemik yang diaktivasi oleh *Pseudomonas berfluorescens* juga akan mempengaruhi masa inkubasi atau munculnya gejala pada tanaman. Kemampuan *Pseudomonas berfluorescens* dalam menginduksi ketahanan secara sistemik dihubungkan dengan produksi asam salisilat pada rhizosfir. Asam salisilat yang



terbentuk sebagai adanya ketahanan yang terinduksi dengan mengeluarkan senyawa yang berupa protein ekstraseluler kesubstratnya sehingga dapat menginduksi bibit kelapa sawit terhadap serangan jamur *Ganoderma boninense*. Hal ini sesuai dengan pendapat Wymore dan Baker (1982), kerapatan koloni bakteri *Pseudomonas berfluorescens* mempengaruhi kemampuannya dalam melindungi tanaman terhadap serangan *R.solanacearum pv.cubence*. Habazar dan Rivai (2003), menyatakan *Pseudomonas berfluorescens* dapat menekan perkembangan bakteri *R.solanacearum pv.cubence* secara langsung maupun secara tak langsung. Efek secara langsung melalui produksi senyawa antimikroba yakni siderofor dan kompetisi nutrisi dan tempat hidup, sedangkan efek secara tak langsung melalui induksi ketahanan sistemik yang dapat mengaktifasi pertahanan tanaman sehingga dapat menahan perkembangan *R.solanacearum pv.cubence*.

#### 4.2.2. Intensitas Serangan Jamur *Ganoderma boninense*

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penggunaan beberapa isolat *Pseudomonas berfluorescens* berpengaruh nyata terhadap intensitas serangan jamur *ganoderma boninense* penyebab busuk pangkal batang pada pembibitan awal tersebut. Hasil uji lanjut DN MRT pada taraf 5% dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Rerata Intensitas Penyakit (%) Hasil Induksi Ketahanan

Isolat	Rata-rata
Tanpa Pf	56.92 c
Pf- Ks	22.27 a
Pf- Pis	33.25 b
Pf- Ba	33.33 b
Pf- Sa	34.67 b

Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata pada taraf 5 % menurut uji DN MRT setelah ditransformasi dalam  $\text{arc. sin } \sqrt{y}$

Perlakuan Pf-Ks menunjukkan kecenderungan dalam menurunkan intensitas penyakit dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena agen antagonis yang diuji cobakan tidak berasal dari habitat local pada pertanaman kelapa sawit tersebut. Menurut Lindemann (1985) bahwa bakteri yang mampu bersaing



dengan pathogen dengan memonopoli relung ekologi atau habitat yang sama dengan paatogen merupakan bakteri yang sangat efektif sebagai agens antagonis, sehingga kemampuan penginduksinya lebih baik terutama dalam menghasilkan senyawa antimikroba dan siderofor untuk menginduksi ketahanan secara sistemik pada tanaman (Campell, 1989).

#### 4.2.3. Tinggi Bibit Kelapa Sawit

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penggunaan beberapa isolat *Pseudomonas berfluorescens* berpengaruh nyata terhadap tinggi bibit kelapa sawit. Hasil uji lanjut DN MRT pada taraf 5% dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 5. Rerata Tinggi Bibit Kelapa Sawit (cm) Hasil Induksi Ketahanan

Isolat	Rata-rata
Tanpa Pf	24.33 a
Pf- Ks	38.33 d
Pf- Pis	33.37 c
Pf- Ba	28.62 b
Pf- Sa	32.00 c

**Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata pada taraf 5 % menurut uji DN MRT**

Perlakuan Pf-Ks menunjukkan kecenderungan pengaruh pada tinggi tanaman dibandingkan dengan tanpa Pf, Pf-pis, Pf-Ba, dan Pf-Sa. Hal ini diduga Pf- Ks mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam menghasilkan hormon pertumbuhan yang dapat menginduksi tinggi tanaman. Selain itu, teknik aplikasi dengan penyiraman suspensi bakteri menyebabkan bakteri lebih mampu bertahan hidup pada media tanam tersebut. Mekanisme peningkatan pertumbuhan oleh bakteri bisa terjadi dengan beberapa cara, diantaranya merangsang pembentukan akar lateral (Vasundevan et al 2002) dan menghasilkan hormone pertumbuhan seperti IAA (Vonderwell et al 2001), auksin (khalid et al 2004) dan sitokinin. Disamping itu, teknik aplikasi juga mempengaruhi keefektifan agen antagonis. Pada aplikasi penyiraman bakteri antagonis berada di bawah permukaan tanaman yang sangat kaya akan bahan organik. Menurut klopper et al (1991) bakteri antagonis, khususnya rhizobakteria dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman baik secara langsung



maupun tidak langsung. Secara langsung dapat menyediakan nutrisi bagi tanaman, seperti nitrogen, fosfat, dan mineral lainnya, sedangkan secara tidak langsung rhizobacteria terlebih dahulu menekan pertumbuhan pathogen dan mikroorganisme yang mengganggu, yaitu deleterious rhizosphere microorganisms (DRMO) melalui mekanisme kompetisi, predasi langsung, dan antibiotik yang dihasilkannya.

#### 4.2.4. Bobot Berangkas Kering

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penggunaan beberapa isolat *Pseudomonas berfluorescens* berpengaruh nyata terhadap bobot berangkas kering. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 6. Rerata Bobot Berangkas Kering (gr) Hasil Induksi Ketahanan

Isolat	Rata-rata
Tanpa Pf	1.49 a
Pf- Ks	3.93 c
Pf- Pis	3.62 bc
Pf- Ba	2.49 ab
Pf- Sa	2.94 bc

**Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata pada taraf 5 % menurut uji DNMRT**

Perlakuan Pf- Ks menunjukkan rata-rata bobot berangkas kering yang berbeda dengan perlakuan Pf- Ba dan tanpa Pf tetapi tidak berbeda dengan perlakuan Pf- Pis dan Pf- Sa. Perlakuan Pf- Ks menunjukkan bobot berangkas kering tertinggi, hal ini diduga oleh kemampuan Pf- Ks lebih baik dalam melarutkan unsur hara agar tersedia bagi pertumbuhan vegetatif tanaman. Menurut Jumin (1992), pesatnya pertumbuhan vegetatif tanaman tidak terlepas dari ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Produksi berat kering merupakan hasil dari tiga proses yaitu ; proses penumpukan asimilat melalui proses fotosintesis, penurunan asimilat melalui proses respirasi, penurunan asimilat suspensi dan akumulasi ke bagian penyimpanan. Hardjadi (1993), menambahkan pertumbuhan dinyatakan sebagai pertambahan ukuran yang mencerminkan pertambahan protoplasma yang dicirikan dengan pertambahan berat kering tanaman, ketersediaan unsur hara yang optimal bagi tanaman dapat



meningkatkan klorofil sehingga akan meningkatkan aktivitas fotosintesis yang menghasilkan asimilat lebih banyak untuk mendukung berat kering tanaman.

Produksi berat kering tanaman merupakan hasil beberapa proses penumpukan asimilat melalui proses fotosintesis, penurunan asimilat melalui proses respirasi, penurunan asimilat akibat suspensi dan akumulasi sebagian penyimpanan. Haryadi menambahkan pula bahwa pertumbuhan dinyatakan sebagai pertambahan ukuran yang mencerminkan pertambahan protoplasma yang dicirikan pertambahan berat kering tanaman. Ketersediaan unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium yang optimal bagi tanaman dapat meningkatkan jumlah klorofil, dimana dengan meningkatnya jumlah klorofil maka akan meningkatkan aktivitas fotosintesis yang menghasilkan asimilat lebih banyak yang akan mendukung berat kering tanaman (Nyakpa dkk, 1998). Berat kering tanaman mencerminkan akumulasi senyawa organik dan merupakan hasil sintesis tanaman dari senyawa anorganik, terutama air dan karbondioksida yang akan memberikan kontribusi terhadap berat kering tanaman (Lakitan, 1996).

#### 4.2.5. Rasio Tajuk Akar

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penggunaan beberapa isolat *Pseudomonas berfluorescens* berpengaruh nyata terhadap rasio tajuk akar. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Rerata Rasio Tajuk Akar (cm) Hasil Induksi Ketahanan

Isolat	Rata-rata
Tanpa Pf	3.59 c
Pf- Ks	1.24 a
Pf- Pis	2.16 ab
Pf- Ba	3.19 bc
Pf- Sa	2.20 ab

**Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata pada taraf 5 % menurut uji DNMRT**

Hasil pengamatan rata-rata ratio tajuk akar dengan perlakuan beberapa isolat *Pseudomonas berfluorescens* menunjukkan bahwa perlakuan Pf-Ks memiliki rasio



tajuk akar lebih rendah dibandingkan dengan tanpa Pf, Pf-Pis, Pf-Sa, dan perlakuan Pf-Ba. Hal ini diduga karena proses fotosintesis dipengaruhi erat oleh substrat kelapa sawit berbentuk setengah lingkaran dengan ukuran panjang dan diameter 5 cm, dimana substrat yang terdekomposisi didalam tanah mengakibatkan bekal makanan akan cepat hilang sehingga tidak cukup untuk menginfeksi bibit kelapa sawit dan juga karena patogen masuk melalui akar dan menyebar ke batang dan daun sehingga gejala akan terlihat di daun hal ini mengakibatkan proses fotosintesis akan terhambat dan juga dapat mengganggu/menghambat penyaluran unsur hara dari akar ke seluruh jaringan tanaman terutama daun. (Menurut Gardener *et al*, 1991), proses pertumbuhan akar selanjutnya akan dipengaruhi oleh suplay fotosintesis. Daun-daun muda bibit yang terserang tumbuh berperan sebagai wadah penampung fotosintat. Hal ini mengakibatkan penggunaan fotosintat ditajuk lebih besar sehingga hanya sebagian kecil fotosintat diangkut ke bagian akar (Salibusry dan Ross, 1995). Hal ini di duga menjadi penyebab lebih besar berat basah tajuk.

