


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Tanaman Kedelai

Sistematika kedelai diklasifikasikan sebagai berikut:



Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub-divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Rosales
Famili	: Leguminosae
Subfamili	: Papilionaceae
Genus	: Glycine
Species	: <i>Glycine max</i> L.

Tanaman kedelai tumbuh tegak, berbentuk semak, dan merupakan tanaman semusim. Morfologi tanaman kedelai didukung oleh komponen utamanya yaitu akar, batang, polong, dan biji sehingga pertumbuhannya bisa optimal. Akar kedelai mulai muncul dari belahan kulit biji yang muncul di sekitar misofil. Calon akar tersebut kemudian tumbuh dengan cepat ke dalam tanah, sedangkan kotiledon yang terdiri atas dua keping akan terangkat ke permukaan tanah akibat pertumbuhan hipokotil yang cepat (Padjar, 2010).

Tanaman kedelai mulai berbunga pada umur antara 30-50 hari setelah tanam. Stadia vegetatif mulai dari tanaman berkecambah sampai saat berbunga, sedangkan stadia reproduktif mulai dari pembentukan bunga sampai pemasakan biji. Tanaman kedelai termasuk peka terhadap perbedaan panjang hari, khususnya saat pembentukan bunga. Tangkai bunga umumnya tumbuh dari ketiak tangkai daun. Jumlah bunga pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, 2-25 bunga, tergantung dari kondisi lingkungan tumbuh dan varietas kedelai. Bunga pertama yang terbentuk umumnya pada buku kelima, keenam, atau pada buku yang lebih tinggi. Warna bunga yang umum pada berbagai varietas kedelai hanya dua, yaitu putih dan ungu (Ampnir, 2011).

Menurut Padjar (2010), polong kedelai pertama kali terbentuk sekitar 7-10 hari setelah munculnya bunga pertama. Panjang polong muda sekitar 1 cm. Jumlah polong yang terbentuk pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, antara 1-10 buah dalam setiap kelompok polong pada ketiak daun. Pada setiap jumlah polong dapat mencapai lebih dari 50 polong bahkan ratusan. Di dalam polong terdapat biji yang berjumlah 2-3 biji. Setiap biji kedelai mempunyai ukuran bervariasi, mulai dari kecil (sekitar 7-9 g/100 biji), sedang (10-13 g/100 biji), dan besar (>13 g/100 biji). Bentuk biji bervariasi, tergantung pada varietas tanaman, yaitu bulat, agak pipih, dan bulat telur. Tanaman kedelai dikenal sebagai sumber protein nabati yang murah karena kadar protein dalam biji kedelai lebih dari 40%. Semakin besar kadar protein dalam biji, akan semakin banyak pula kebutuhan nitrogen sebagai bahan utama protein. Dilaporkan oleh Pringgohandoko dan Padmini (1999).

2.2 Varietas Kedelai

Varietas kedelai unggul telah banyak ditemukan. Namun, hal itu tidak mendongkrak produksi kedelai dalam negeri karena petani enggan menanam kedelai. Petani memilih menanam padi dan jagung karena lebih menguntungkan. Indonesia memiliki 84 varietas unggul kedelai yang cocok ditanam di beberapa wilayah Indonesia, mulai dari sawah, lahan kering masam (tanah marjinal), lahan pasang surut, ataupun hutan. Semua varietas unggul itu bisa dibudidayakan di lahan yang sesuai jika ingin memperluas areal tanam dan mendongkrak produksi kedelai dalam negeri (BPP Sungai Abang, 2014).

Diantara varietas unggul yang dimiliki Indonesia adalah varietas Dena 1, Dena 2, dan Baluran, dimana varietas Dena 1 dan Dena 2 toleran penyakit karat daun, toleran hama penghisap polong dan sangat toleran naungan 50%. Pada varietas Dena 1 dan Dena 2 juga mampu menghasilkan biji rata-rata 1,7 t/ha (Dena 1) dan 1,3 t/ha (Dena 2). (Balitkabi, 2007).

Pada varietas Baluran walaupun tidak toleran terhadap hama dan penyakit seperti varietas Dena 1 dan Dena 2, namun pada varietas Baluran dilaporkan mempunyai daya hasil 2,5-3,5 t/ha (Balitkabi, 2007).

Dilaporkan oleh Sundari, T. dan Wahyuningsih, S. (2017) varietas Dena 1 dan Dena 2 menunjukkan nilai rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman paling baik pada perlakuan Naungan. Berdasarkan karakter hasil biji varietas Dena 1, Dena 2, dan K-13 sesuai untuk lingkungan naungan, sedangkan Argopuro, IBM-10-75, Grobogan, dan Panderman tidak sesuai untuk lingkungan naungan.

Peningkatan tinggi tanaman, jumlah dan luas daun pada varietas Dena 1 dan Dena 2 merupakan upaya yang dilakukan untuk menghindari kekurangan cahaya dengan meningkatkan kemampuan menyerap cahaya, yang pada akhirnya akan meningkatkan hasil biji. Varietas Dena 1 dan Dena 2 merupakan varietas yang telah dilepas khusus untuk cekaman cahaya (Sundari, T, dan Wahyuningsih Sri, 2017)

2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai

Tanah dan iklim merupakan dua komponen lingkungan tumbuh yang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman kedelai. Pertumbuhan kedelai tidak bisa optimal bila hanya ada satu komponen lingkungan tumbuh optimal. Hal ini dikarenakan kedua komponen ini harus saling mendukung satu sama lain sehingga pertumbuhan kedelai bisa optimal. Kedelai tidak menuntut struktur tanah yang khusus sebagai suatu persyaratan tumbuh. Bahkan pada kondisi lahan yang kurang subur dan agak asam pun kedelai dapat tumbuh dengan baik, asal tidak tergenang air yang akan menyebabkan busuknya akar. Kedelai dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah, asal drainase dan aerasi tanah cukup baik. Kedelai juga membutuhkan tanah yang kaya akan humus atau bahan organik. Bahan organik yang cukup dalam tanah akan memperbaiki daya olah dan juga merupakan sumber makanan bagi jasad renik, yang akhirnya akan membebaskan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman (Bakar, Chairunas, dan Iskandar, 2008).

Tanaman kedelai merupakan tanaman semusim yang dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah alluvial, regosol, grumosol, latosol, atau andosol. Toleransi keasaman tanah sebagai syarat tumbuh bagi kedelai adalah pH 5,8-7,0

tetapi pada pH 4,5 pun kedelai dapat tumbuh. Pada pH kurang dari 5,5 pertumbuhannya sangat terlambat karena keracunan aluminium. Pertumbuhan bakteri bintil dan proses nitrifikasi (proses oksidasi amoniak menjadi nitrit atau proses pembusukan) akan berjalan kurang baik (Adisarwanto, 2014).

Ketinggian tempat juga berpengaruh, varietas kedelai berbiji kecil, sangat cocok ditanam di lahan dengan ketinggian 0,5- 300 m di atas permukaan laut. Sedangkan varietas kedelai berbiji besar cocok ditanam di lahan dengan ketinggian 300-500 m di atas permukaan laut. Kedelai biasanya akan tumbuh baik pada curah hujan 300-400 mm/bln (Bakar, dkk, 2008).

Adisarwanto (2014) menjelaskan, tanaman kedelai sangat peka terhadap perubahan panjang hari atau lama penyinaran sinar matahari karena kedelai termasuk tanaman hari pendek, artinya, tanaman kedelai tidak akan berbunga bila panjang hari melebihi batas kritis, yaitu 15 jam per hari. Umur berbunga pada tanaman kedelai yang ditanam di daerah dataran tinggi mundur sekitar 2-3 hari dibandingkan tanaman kedelai yang ditanam di dataran rendah.

Tanaman kedelai dapat tumbuh pada kondisi suhu yang beragam. Suhu tanah yang optimal dalam proses perkecambahan yaitu 30°C. Bila tumbuh pada suhu tanah yang rendah (<15°C), proses perkecambahan menjadi sangat lambat, bisa mencapai 2 minggu. hal ini dikarenakan perkecambahan biji tertekan pada kondisi kelembaban tanah tinggi. Sementara pada suhu tinggi (>30°C), banyak biji yang mati akibat respirasi air dari dalam biji yang terlalu cepat. Disamping suhu tanah, suhu lingkungan juga berpengaruh terhadap perkembangan tanaman kedelai. Bila suhu lingkungan sekitar 40°C pada masa tanaman berbunga, bunga

tersebut akan rontok sehingga jumlah polong dan biji kedelai yang terbentuk juga menjadi berkurang. Suhu yang terlalu rendah (10°C), seperti pada daerah subtropik, dapat menghambat proses pembungaan dan pembentukan polong kedelai. Suhu lingkungan optimal untuk pembungaan bunga yaitu 24-25°C (Adisarwanto, 2014).

2.4 Penyakit Karat Daun (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.)

A. Biologi Penyebab Penyakit

Penyakit karat pada tanaman kedelai disebabkan oleh jamur *Phakopsora pachyrhizi* Syd. dan diklasifikasikan sebagai berikut :

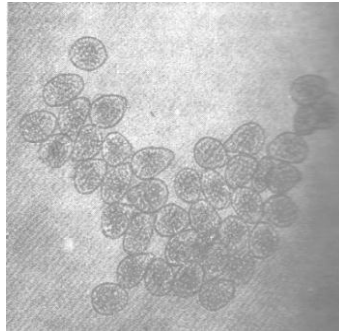
Divisio : Mycota
Class : Basidiomycetes
Sub Class : Heterobasidomycetes
Ordo : Uredinales
Family : Melampaoraceae
Genus : Phakopsora
Spesies : *Phakopsora pachyrhizi* Syd.

Jenis penyakit ini menyerang tanaman kedelai yang umumnya belum tua, dan bisa menyebabkan hampanya polong. Pada serangan yang berat, daun-daunnya rontok. Apabila tanaman yang terserang ini disentuh, sporanya akan beterbangan, kemudian akhirnya hinggap menyerang tanaman yang masih

sehat. Di samping karena sentuhan, spora tersebut bisa terbawa oleh angin (Matnawy, 1989).

Phakopsora pachyrhizi Syd. mempunyai uredium pada sisi bawah dan atas daun coklat muda sampai coklat, bergaris tengah 100-200 μm , sering kali tersebar merata memenuhi permukaan daun. Parafisa pangkalnya bersatu, membentuk penutup yang mirip dengan kubah di atas uredium. Parafisa membengkok, berbentuk gada atau mempunyai ujung membengkak, hialin atau berwarna jerami dengan ruang sel sempit. Ujungnya berukuran 7,5-1,5 μm , dengan panjang 20-47 μm (Semangun, 1993). Jamur ini mempunyai uredium pada permukaan daun bagian bawah dan bagian atas, berwarna coklat, berbentuk tonjolan seperti gunung api kecil, dan bergaris tengah 100-200 μm . Pada bagian atas tonjolannya terdapat lubang yang menjadi jalan keluarnya urediospora.

Uredium dibentuk dibawah epidermis, jika dilihat dari atas berbentuk bulat atau jorong. Di pusat bagian uredium yang menonjol terbentuk lubang yang menjadi jalan keluarnya urediospora. Urediospora membulat pendek, bulat telur, atau jorong hialin sampai coklat kekuningan, 15-34 x 15-24 μm , dengan dinding hialin yang tebalnya 1-1,5 μm , berduri-duri halus (Semangun, 1993).



Gambar 1. Urediospora *Phakopsora pachyrhizi* Syd. penyebab penyakit karat kedelai 300 x (Semangun, 1993).

B. Gejala Serangan

Gejala awal penyakit karat pada kedelai ditandai dengan munculnya bercak klorotik kecil yang tidak beraturan pada permukaan daun. Pada umumnya gejala karat muncul pada permukaan bawah daun (Gambar 2a). Pada (Gambar 2b) bercak klorotik kemudian berubah menjadi coklat atau coklat tua dan membentuk pustul (Sumartini, 2009).

Pustul merupakan kumpulan uredium. Pustul yang telah matang akan pecah dan mengeluarkan tepung yang warnanya seperti karat besi. Tepung tersebut merupakan kantung-kantung spora yang disebut uredium dan berisi uredospora. Penyakit karat menyebabkan daun menjadi kering dan rontok sebelum waktunya (Sumartini, 2009).



Gambar 2. Daun kedelai terserang penyakit karat (a) (foto: Sumartini), dan pustul atau uredium pada daun kedelai dilihat dari dekat (b) (*World Intellectual Property Organization, 2008*)

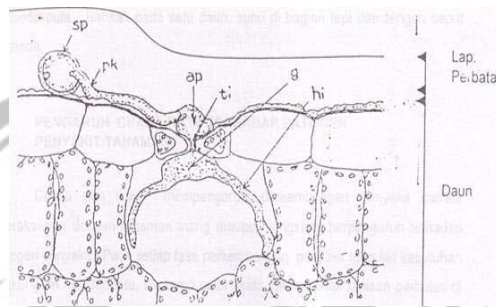
Gejala penyakit karat tampak pada daun, tangkai daun dan kadang-kadang pada batang, yang mula-mula terbentuk bercak-bercak dan kemudian berkembang menjadi bisul (pustul) yang berwarna seperti karat. Karena dibatasi oleh tulang-tulang daun disekitar tempat infeksi, bercak tersebut tampak bersudut-sudut. Bercak-bercak dapat membesar dan menyatu, terutama setelah tanaman berbunga. Pada umumnya serangan terjadi pada permukaan bawah daun dan serangan awal biasanya terjadi pada daun-daun bawah (tua) yang kemudian berkembang ke daun yang lebih muda (Sumartini, 2009). Bercak-bercak, meskipun umumnya terdapat pada sisi bawah, dapat juga terbentuk pada sisi atas daun (Semangun, 1993).

Bercak-bercak karat terlihat sebelum bisul-bisul (pustul) pecah. Bercak tampak bersudut-sudut karena dibatasi oleh tulang-tulang daun di dekat tempat terjadinya infeksi. Setelah tanaman mulai berbunga, bercak-bercak menjadi lebih besar atau kadang-kadang bersatu dan menjadi coklat tua bahkan hitam. Penyakit ini menyerang tanaman kedelai yang umurnya belum tua, dan pada tanaman seperti ini dapat menyebabkan hampunya polong. Pada tanaman yang telah berumur lebih dari 65 hari penyakit tidak berpengaruh terhadap produktivitas biji kedelai (Matnawy, 1989).

C. Daur Hidup Penyakit

Urediospora masuk ke dalam tumbuhan melalui stomata. Setelah mencapai mulut kulit (stomata), ujung pembuluh kecambah membesar dan membentuk apresorium. Alat ini membentuk tabung penetrasi yang masuk ke

dalam lubang stomata lalu membengkak menjadi gelembung substomata di dalam ruang udara. Dari gelembung ini tumbuh hifa infeksi yang berkembang ke semua arah dan membentuk haustorium yang mengisap makanan dari sel-sel tumbuhan inang (Semangun, 1996).



Gambar 4. Permulaan infeksi jamur karat, sp, urediospora; pk, pembuluh kecambah; ap, apresorium; ti, tabung infeksi; g, gelembung (vesicle); hi, hifa infeksi. (Semangun, 1996)

Phakopsora pachyrhizi Syd. dapat menginfeksi banyak tanaman kacang-kacangan antara lain kacang asu (*Calopogonium mucunoides*), kara pedang (*Canavalia gladiota*), kratok (*Phaseolus lunatus*), buncis (*Phaseolus vulgaris*), kecipir (*Psophacarpus tetragonolobus*), kacang hijau (*Vigna radiata* L.), kacang panjang (*Vigna unguiculata*). Namun *Phakopsora pachyrhizi* Syd. tidak dapat bertahan dalam biji (Semangun, 1993).

D. Faktor Yang Mempengaruhi

Urediospora dapat berkecambah pada suhu optimum 15-25° C. Oleh sebab itu, kedelai sering terinfeksi pada suhu 20-25° C dengan cuaca berembun selama 10-12 jam dan penyakit karat yang lebih berat terjadi pada pertanaman kedelai musim hujan (Semangun, 1993).

Penggunaan varietas yang agak resisten atau toleran dapat mengurangi intensitas serangan, akan tetapi oleh karena strain cendawan dapat berubah sehingga ketahanan varietas terhadap serangan penyakit ini dapat menurun bila strain baru timbul (Suprpto, 1990). Penularan dapat terjadi dengan perantaraan angin yang menerbangkan dan menyebarkan spora.

2.5 Agens Hayati Sebagai Pengendali Penyakit Tanaman

Pengertian agens hayati menurut Supriadi (2006) yaitu organisme yang dapat berkembang biak sendiri seperti parasitoid, predator, parasit, arthropoda pemakan tumbuhan, dan patogen. Agens hayati yang digunakan untuk mengendalikan penyakit disebut agens antagonis, pemanfaatan agens hayati dalam menekan perkembangan penyakit terus dikembangkan dan dimasyarakatkan ke petani (Lilik, dkk., 2010)

Mikroba antagonis merupakan suatu jasad renik yang dapat menekan, menghambat atau memusnahkan mikroba lainnya. Dengan demikian, mikroba antagonis berpeluang untuk digunakan sebagai agen hayati dalam pengendalian mikroba penyebab penyakit tanaman (Supriadi, 2006).

Pada dasarnya terdapat 3 mekanisme antagonis dari bakteri yaitu :

1. Hiperparasitisme : terjadi apabila organisme antagonis memparasit organisme parasit (patogen tumbuhan)
2. Kompetisi ruang dan hara : terjadi persaingan dalam mendapatkan ruang hidup dan hara, seperti karbohidrat, Nitrogen, ZPT dan vitamin.

3. Antibiosis : terjadi penghambatan atau penghancuran suatu organisme oleh senyawa metabolik yang diproduksi oleh organisme lain.

Mikroba antagonis dapat berupa bakteri, jamur/cendawan, actinomycetes atau virus. Berbagai spesies mikroba antagonis telah berhasil diisolasi dan dievaluasi keefektifannya sebagai agens hayati pengendali penyakit tanaman. *Bacillus subtilis* misalnya, terbukti efektif mengendalikan penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani* pada krisan, sedangkan *Pseudomonas fluorescens* efektif untuk penyakit akar bengkak yang disebabkan oleh *Plasmodiophora brassicae* pada caisin (Hanudin, *et.al*, 2010). Penggunaan agens pengendali hayati (APH) dalam mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT) semakin berkembang karena cara ini lebih unggul dibanding pengendalian berbasis pestisida. Beberapa keunggulan tersebut adalah:

- 1) Aman bagi manusia dan lingkungan
- 2) Dapat mencegah timbulnya ledakan OPT sekunder
- 3) Produk tanaman yang dihasilkan bebas dari residu pestisida
- 4) Terdapat di sekitar pertanaman sehingga dapat mengurangi ketergantungan petani terhadap pestisida sintesis sehingga menghemat biaya produksi (Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan, 2007).

Berikut adalah salah satu agens hayati yang bersifat antagonis dan digunakan sebagai agens hayati dalam pengendalian penyakit tanaman yang disebabkan oleh mikroba:

A. Bakteri *Corynebacterium sp.*

Menurut Agrios (1997) bakteri *Corynebacterium sp.* dapat diklasifikasikan sebagai berikut ;

Kingdom : Procaryotae (Bacteria)

Divisio : Firmicutes

Class : Thallobacteria

Family : Streptomytaceae

Genus : Clavibacter

Species : Clavibacter (*Corynebacterium sp.*)

Corynebacterium sp. merupakan bakteri antagonis yang secara morfologis dapat dikenali dari bentuk elevasi cembung, berbentuk batang dan jenis gram positif, koloninya berwarna putih kotor dan dibawah lampu ultraviolet tidak bereaksi. Bentuk bakteri *Corynebacterium sp.* adalah berbentuk batang lurus sampai agak sedikit membengkok dengan ukuran 0,5 – 0,9 X 1,5 – 4 μm . Kadang – kadang mempunyai segmen berwarna dengan bentuk yang tidak menentu tetapi ada juga yang berbentuk gada yang membengkak. Bakteri ini umumnya tidak bergerak, tetapi beberapa spesiesnya ada yang bergerak dengan rata – rata dua bulu cambuk polar (Agrios 1997).

Pemanfaatan bakteri *Corynebacterium sp.* di bidang pertanian yaitu dengan penerapan system pengendalian hama terpadu (PHT) dengan cara memaksimalkan penerapan berbagai metode pengendalian hama secara

komprehensif dan mengurangi penggunaan pestisida. Salah satu komponen PHT tersebut adalah pengendalian hayati dengan memanfaatkan bakteri antagonis sebagai pengganti pestisida, hal ini terbukti efektif pada beberapa jenis bakteri potensial yang digunakan sebagai agensia hayati. Bakteri – bakteri antagonis ini dapat menghasilkan antibiotik dan siderofor juga bisa berperan sebagai kompetitor terhadap unsur hara bagi patogen tanaman, pemanfaatan bakteri – bakteri antagonis ini dimasa depan akan menjadi salah satu pilihan bijak dalam usaha meningkatkan produksi pertanian sekaligus menjaga kelestarian hayati untuk menunjang budidaya pertanian berkelanjutan (Hasanuddin (*dalam*) Manik 2011).

Penggunaan bakteri *Corynebacterium sp.* sebagai agens pengedali hayati juga dilakukan pada tanaman krisan untuk mengendalikan penyakit karat, dari hasil penelitian yang dilakukan *Corynebacterium sp.* dapat menekan intensitas serangan *Puccinia horiana* sebanyak 38,49%, (Hanudin, dkk. 2010).

Menurut Dahyar dan Ayu (2010), pada perendaman benih dengan konsentrasi *Corynebacterium sp.* 5 cc/l sebelum tanam dan penyemprotan pada 14 hst, 28 hst dan 42 hst mampu menekan perkembangan penyakit blast pada tanaman padi, hal ini ditunjukkan dengan intensitas serangan yang rendah sehingga dengan demikian produksi yang diperoleh masih cukup baik (6,15 ton/ha) dibanding perlakuan kontrol yang hanya menghasilkan prduksi sebanyak 5,50 ton/ha

B. PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria)

PGPR merupakan salah satu agens antagonis patogen tumbuhan dalam menekan populasi atau aktivitas patogen tumbuhan dapat berupa hiperparasitisme, kompetisi terhadap ruang dan hara serta antibiosis dan lisis. Mekanisme yang terjadi adalah dengan memproduksi siderofor, antibiotik, sianida dan ammonia, enzim litik, induksi resistensi sistemik, dan peningkatan simbiosis bakteri nodulasi (Lugtenberg dan Kamilova 2009; Tilak *et al.* 2010).

Beberapa strain PGPR yang terkenal adalah *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azospirillum*, *Rhizobium*, dan *Serratia* (Fernando *et al.* 2005). Bakteri ini dapat hidup bebas dalam bintil akar, rizosfir, permukaan akar tanaman dan dalam tanah (Reddy, 2014). Menurut Widawati dan Muharam (2012), aktivitas bakteri *Rhizobium*, *Azospirillum*, *Azotobacter* adalah dapat menyediakan unsur N dan beberapa mampu menyediakan unsur P bagi tanaman serta dapat memproduksi hormon tumbuh seperti IAA (Indol Asam Asetat).

Bakteri *Pseudomonas fluorescens* dapat menghasilkan spora, yang bersifat aerobik gram negatif, banyak ditemukan pada daerah rizosfir dan tanah, serta lebih efektif pada tanah netral dan basa. Penanaman pada tanah yang lembab dapat meningkatkan populasi, kolonisasi akar yang merupakan persyaratan sebagai agen biokontrol. Proses Antagonis, tipe mekanisme antagonis *pseudomonas fluorescens* berupa kompetisi unsur hara dalam tanah. Dapat menekan perkembangan *Fusarium sp.* melalui kompetisi terhadap unsur Fe yang tersedia (Soesanto *et al.* 2010)

Penggunaan PGPR sebagai agens hayati untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh virus tumbuhan masih sangat sedikit. Beberapa penelitian menunjukkan potensi penggunaan PGPR untuk mengendalikan berbagai jenis penyakit seperti karat puru pada tanaman sengon (Pracoyo, A. 2013), *Cucumber Mosaic Virus* (Ryu et al. 2004), *Tomato Mottle Virus* (Murphy et al. 2000), dan *Tobacco Necrotic Virus* (Maurhofer et al. 1994). Aplikasi PGPR diharapkan dapat menginduksi ketahanan sistemik tanaman. Ketahanan sistemik terinduksi dicirikan oleh akumulasi asam salisilat (SA) dan pathogenesis-related protein (PR-protein), misalnya peroksidase (Agrios, 1997).

