

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tanaman Kedelai**

##### 2.1.1 Klasifikasi Tanaman Kedelai

Pada tahun 1948 telah disepakati bahwa nama botani kedelai yang dapat diterima dalam istilah ilmiah yaitu *Glycine max* (L.) Merill. Klasifikasi tanaman kedelai menurut Cronquist (1981) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae  
Divisio : Magnoliophyta  
Classis : Magnoliopsida  
Ordo : Fabales  
Familia : Fabaceae  
Genus : *Glycine*  
Species : *Glycine max* (L.) Merill

##### 2.1.2 Deskripsi Tanaman Kedelai

Menurut van Steenis (1997) tanaman kedelai dikenal dengan nama ilmiah *Glycine max* Merr dan *Glycine soya* yang merupakan semak berumur kira-kira 1 tahun, tinggi bisa mencapai 0,2-0,6 meter.

a) Akar

Akar tanaman kedelai berupa akar tunggang yang membentuk cabang-cabang akar. Akar utama tumbuh ke arah bawah, sedangkan cabang akar berkembang menyamping (horizontal) tidak jauh dari permukaan tanah. Jika kelembaban tanah turun, akar akan berkembang lebih ke dalam agar dapat menyerap air dan unsur hara. Pertumbuhan ke arah samping dapat mencapai jarak 40 cm, sedangkan pertumbuhan ke dalam mencapai 120-150 cm. Akar berfungsi untuk tempat bertumpunya tanaman dan alat pengangkut air maupun unsur hara, serta akar tanaman kedelai juga merupakan tempat terbentuknya bintil akar (Pitojo, 2003).

Suprpto (2002) menjelaskan bahwa pada akar terdapat bintil-bintil akar, yang dibentuk oleh bakteri *Rhizobium japonikum*. Pada tanah yang telah mengandung bakteri *Rhizobium*, bintil akar mulai terbentuk sekitar 15-20 hari setelah tanam. Bakteri *Rizobium* dapat mengikat nitrogen dari udara yang kemudian dapat digunakan untuk pertumbuhan kedelai, sebaliknya *Rhizobium* juga memerlukan makanan yang berasal dari tanaman kedelai untuk pertumbuhannya.

b) Batang

Kedelai memiliki batang berbentuk semak yang dapat mencapai ketinggian 30-100 cm (Suprpto, 2002). Batang bersegi dengan rambut coklat yang mengarah ke bawah, memiliki 3-6 percabangan. Batang tanaman kedelai berkayu, biasanya kaku dan tahan rebah (van Steenis, 1997).

c) Daun

Tanaman kedelai yang terbentuk dari biji berbentuk sepasang tunggal. Pada semua node di atasnya terbentuk daun majemuk beranak daun tiga, daun tunggal memiliki tangkai pendek dan anak daun agak panjang (Pitojo, 2003). Masing-masing anak daun berbentuk oval, tipis, dan berwarna hijau (van Steenis, 1997). Anak daun bagian tepi rata, kedua belah sisinya berambut, memiliki panjang 2-7,5 cm dan lebar 2-7 cm (Deressegn, 2017).

d) Bunga

Bunga kedelai termasuk bunga sempurna, artinya terdapat alat kelamin jantan (benang sari) dan alat kelamin betina (putik) (Adisarwanto, 2014). Bunga dalam berkas atau tandan, berkas duduk dan memiliki tangkai yang panjangnya 3 cm, bagian yang mendukung bunga 0,52 cm, anak tangkai bunga sangat pendek. Kelopak memiliki panjang dan lebar hampir sama sekitar 5-7 mm, berambut dan bertaju runcing, berukuran sempit memiliki jumlah taju 5. Mahkota putih, sayap dan lunas berbuku panjang. Benang sari mudah lepas (van Steenis, 1997). Tidak semua bunga menjadi polong saat penyerbukan. Menurut penelitian sekitar 60% bunga rontok sebelum membentuk polong (Suprpto, 2002).

e) Buah

Buah kedelai berbentuk polong yang berbulu dan berwarna kuning kecoklatan atau abu-abu. Selama proses pematangan buah, polong yang awalnya berwarna hijau akan berubah menjadi kehitaman, keputihan, atau kecoklatan. Polong yang telah kering muda pecah, tiap tanaman mampu menghasilkan 100-

250 polong namun bila jarak tanam cukup rapat hanya mampu menghasilkan sekitar 30 polong (Pitojo, 2003).

f) Biji

Biji terdapat di dalam polong dan setiap polong berisi 1-4 biji mengarah kebawah. Polong bertangkai pendek diatas sisa kelopak, pipih sekali dengan beberapa sekat antara seperti selaput. Pada saat muda, biji berukuran kecil berwarna putih kehijauan dan lunak serta terbungkus oleh kulit tipis. Biji berbentuk bulat lonjong, namun ada juga yang berbentuk bundar agak pipih dan kulit berwarna kuning, hitam, hijau atau coklat (Adie, 2016).

### 2.1.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai

Pitojo (2003) menyatakan bahwa syarat tumbuh bagi tanaman kedelai meliputi keadaan iklim dan keadaan tanah.

1) Iklim

Tanaman kedelai dapat tumbuh dan bereproduksi dengan baik didaerah tropis yakni pada zona agroklimat C1-C2 yang memiliki masa basah 5-6 bulan dan masa kering 2-3 bulan, zona D1-D2 yang memiliki masa basah 3-4 bulan dan masa kering 2-6 bulan, zona E1-E2 yang memiliki masa basah 4 bulan dan masa kering 2-3 bulan. Tanaman ini dapat tumbuh di daerah yang memiliki ketinggian tempat 0-900 mdpl (Pitojo, 2003).

Menurut Pitojo (2003), kondisi curah hujan yang ideal bagi tanaman kedelai lebih dari 1.500 mm/tahun dan curah hujan optimal antara 100-200 mm/bulan. Pertumbuhan kedelai yang baik dikisaran suhu antara 20° – 27° C dengan

kelembaban udara rata-rata 50%. Tanaman kedelai memerlukan intensitas cahaya penuh dan terkena sinar matahari selama 12 jam.

## 2) Tanah

Kedelai 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 (Tarigan, 2015). Kedelai tidak menuntut struktur tanah yang khusus sebagai suatu persyaratan tumbuh. Pada kondisi lahan yang kurang subur dan agak asam pun kedelai dapat tumbuh dengan baik, asal tidak tergenang air yang akan menyebabkan busuknya akar (AAK, 1989).

Suprpto (2002) menjelaskan bahwa keadaan tanah yang baik bagi pertumbuhan kedelai yang memiliki aerasi, drainase, dan kemampuan menahan air cukup baik. Jenis tanah yang sesuai bagi pertumbuhan kedelai adalah tanah aluvial, regosol, grumosol, latosol, dan andosol. Jenis tanah tersebut tersebar pada persawahan, tegalan, maupun tanah kering diperkebunan dan kehutanan. Kedelai dapat tumbuh yang optimal pada ditanah yang memiliki pH 5,5 - 6,5.

### 2.1.4 Varietas Tanaman Kedelai

Varietas adalah sekumpulan individu tanaman yang dapat dibedakan oleh setiap sifat (morfologi, fisiologi, kimia, dll) yang nyata untuk usaha pertanian dan bila diproduksi kembali akan menunjukkan sifat yang dapat dibedakan dari yang lain (Sutopo, 1998).

Bentuk dan ukuran biji bervariasi tergantung varietasnya. Umur masak kedelai berkisar antara 75-110 hari. Bila umur masak kedelai 75-85 hst

digolongkan berumur genjah, umur 85-90 hst digolongkan berumur sedang dan lebih dari 90 hst digolongkan berumur dalam (Kilkoda, 2015). Varietas yang termasuk golongan berumur genjah antara lain varietas Grobogan, varietas Gepak Kuning, dan Gema (Balitkabi, 2013)

#### 2.1.4.1 Varietas Grobogan

Kedelai varietas grobogan dikeluarkan pada tahun 2008. Varietas berasal dari pemurnian populasi lokal Malabar Grobogan, potensi hasil panen dari varietas grobogan 3,40 ton/ha dan rata-rata hasil produksi 2,77 ton/ha. Pada umur 30-32 hari varietas Grobogan sudah berbunga. Karakter polong masak tidak mudah pecah, dan pada saat panen >95% daunnya telah luruh. Kedelai varietas grobogan memiliki ciri morfologis warna hipokotil ungu, warna, epikotil ungu, warna bunga ungu, warna daun hijau, warna bulu coklat, warna kulit biji kuning muda, warna hilum coklat, bentuk daun lanceolate, tipe pertumbuhan determinate. Varietas Grobogan tergolong pada tanaman umur genja karena masa panen pada umur 73-76 hari, tinggi tanaman bisa mencapai 50-60 cm (Balitkabi, 2013).

Memiliki kandungan nutrisi (protein sebanyak 43,9% dan lemak sebanyak 18,4%, berat 100 biji  $\pm$ 18 gram, beradaptasi baik pada beberapa kondisi lingkungan tumbuh yang berbeda cukup besar, pada musim hujan dan daerah beririgasi baik (Balitkabi, 2013). Varietas Grobogan termasuk agak tahan terhadap penyakit karat (Sumartini, 2016).

#### 2.1.4.2 Varietas Gepak Kuning

Kedelai varietas Gepak Kuning mempunyai percabangan agak tegak, hipokotil berwarna ungu, epikotil hijau, tipe pertumbuhannya determinate dan warna bulu batang coklat. Varietas Gepak Kuning memiliki tinggi tanaman 55 cm, warna bunga ungu, dan produktifitasnya 2,86 ton/ha. Varietas gepak kuning merupakan golongan umur genjah karena dapat dipanen pada umur tanaman 73 hari setelah tanam (Baliktabi, 2013).

#### 2.1.4.3 Varietas Gema

Varietas gema berasal dari galur harapan Shr/W-60 hasil dari persilangan varietas Wilis dengan kedelai intriduksi dari Jepang, Shirome. Kementerian pertanian melepas galur harapan Shr/W-60 ini menjadi varietas baru dengan nama kedelai varietas Gema melalui Keputusan Menteri Pertanian Nomor: 5039/Kpts/SR.120/12/2011 pada tanggal 9 Desember 2011. Kedelai varietas Gema mempunyai masa panen yaitu pada umur 73 hari setelah tanam. Selain itu kedelai varietas Gema ini juga mempunyai daya hasil yang tinggi yaitu 3,06 ton/ha dan produksi rata-rata mencapai 2,47 ton/ha jauh lebih tinggi dari varietas Burarang yang mencapai 2,2 ton/ha dan varietas Wilis 2,30 ton/ha. Potensi hasil yang tinggi dari varietas Gema ini didukung oleh berat 100 biji yang mencapai 11,90 gram, warna biji kuning muda dan tinggi tanaman rata-rata hanya 55 cm. Varietas Gema tahan terhadap penyakit seperti virus daun CMMV, moderat penyakit karat dan tahan terhadap hama seperti hama penghisap polong, agak tahan hama penggerek polong, moderat terhadap hama ulat grayak (Balitkabi, 2013).

### 2.1.5 Penyakit Karat

Penyebaran tanaman kedelai secara luas didunia, persoalan muncul baik itu penyakit ataupun hama yang selalu membawa dampak buruk pada hasil produksi kedelai. Hama dan penyakit mempunyai daya rusak terhadap tanaman, sejak dari biji tanaman sampai kepada pemungutan hasil. Penyakit yang penting sering menyerang tanaman kedelai adalah penyakit karat. Kerusakan akibat penyakit karat di Indonesia mencapai 90% (Sumartini, 2010).

#### 2.1.5.1 Klasifikasi Jamur Penyebab Penyakit Karat

Soesanto (2015) mengklasifikasikan penyakit karat yaitu:

|            |  |
|------------|--|
| Kingdom    | : Fungi  |
| Phylum     | : Basidiomycota                                  |
| Classis    | : Urediniomycetes                                |
| Subclassis | : Incertaesedis                                  |
| Ordo       | : Uredinales                                     |
| Family     | : Phakopsoraceae                                 |
| Genus      | : Phakopsora                                     |
| Species    | : <i>Phakopsora pachyrhizi</i> H. Syd. & P. syd. |

#### 2.1.5.2 Deskripsi Penyakit Karat

Soesanto (2015) menjelaskan bahwa penyakit karat disebabkan oleh jamur *Phakopsora pachyrhizi* selain menyerang pada kedelai. Penyakit karat daun menyerang pada tanaman kedelai yang terjadi pada musim kemarau dan pada saat



tanaman berumur 3-4 minggu setelah tanam. Penyakit karat menyebabkan daun menjadi kering, rontok, dan polong hampa sebelum waktunya. Stadium awal penyakit karat tidak dapat dibedakan dengan pustul bakteri atau embun bulu (*downy mildew*).

Sumartini (2010) menyampaikan gejala umum penyakit karat ditandai dengan muncul bercak klorotik kecil atau bintik-bintik kecil yang kemudian akan berubah menjadi kecoklatan pada bagian bawah daun yang tidak beraturan pada permukaan daun. Lebih lanjut, Soesanto (2015) menjelaskan dipermukaan daun gejala awal dari karat daun tampak sebagai titik berwarna kuning kadang juga dijumpai pada sisi atas daun. Bercak tersebut merupakan pustul kumpulan uredium yang menghasilkan uredospora. Pustul yang sudah matang akan pecah kemudian mengeluarkan tepung yang berwarna seperti karat besi.

Bercak-bercak pada penyakit karat bisa menyebar ke daerah lain melalui udara dan hembusan angin yang dapat menyebabkan tanaman terjadi infeksi (Safitri, 2015). Hal ini didukung oleh pendapat Abadi (2000) yang menyatakan bahwa jamur penyebab karat dapat ditularkan melalui hembusan udara atau angin kencang dan pada jarak yang bervariasi dari beberapa centimeter sampai kilometer. Perkembangan penyakit karat membutuhkan kelembapan tinggi (> 95%) dan suhu optimal untuk proses infeksi, yang berkisar antara 15–28°C. Kisaran suhu tersebut umumnya terjadi pada musim kemarau sehingga penyakit karat banyak menyerang pertanaman kedelai pada musim kemarau (Sumartini, 2010).



Gambar 2.1. (a) Daun trifoliat pertama kedelai yang diinokulasi dengan spora penyakit karat (foto: Sumartin, 2010), dan (b) pustul atau uredium pada daun dilihat dari dekat (World Intellectual Property Organization 2008).

### 2.1.5.3 Siklus Hidup Penyakit Karat

Soesanto (2015) menjelaskan bahwa uredium jamur karat bertekstur padat, berukuran kecil, berbentuk bulat, diameter 200  $\mu\text{m}$ . Uredium mempunyai banyak parafisis sering melengkung kedalam, panjang 25-45  $\mu\text{m}$ , dengan bagian ujung tebal, lebar 8-13  $\mu\text{m}$  dan dikelilingi oleh selaput yang sangat tipis berbeda dengan peridium terdiri atas sel bersudut. Uredosporanya berbentuk bulat atau agak bulat, oval atau elips, ujung runcing warnanya coklat kekuningan pucat dan memiliki diameter 18-34  $\mu\text{m}$  sampai 15-24  $\mu\text{m}$  (Maulz, 2015).

Uredium jamur karat akan berkembang 5-8 hari setelah proses infeksi dan uredospora baru terbentuk 9 hari setelah infeksi. Pembentukan dapat berlanjut sampai 3 minggu, sedangkan uredium berkembang sampai 4 minggu. Uredium generasi kedua akan tumbuh pada bagian pinggir dari tempat infeksi pertama, dan hal ini dapat berlangsung terus-menerus sampai 8 minggu. Uredospora berkembang sangat cepat dan dapat dibentuk dalam jumlah yang sangat banyak. Jika satu bercak rata-rata memproduksi lebih dari 12.000 uredospora dalam 4-6 minggu maka dari 400 bercak akan terjadi serangan yang berat (Sumartini, 2010).

#### 2.1.5.4 Pengendalian Penyakit Karat

Usaha pengendalian penyakit karat pada tanaman kedelai sering dilakukan dengan penggunaan fungisida sintetik dibandingkan dengan fungisida nabati dan pengendalian agensia hayati. Penggunaan fungisida sintetik dalam jangka waktu yang panjang akan berakibat buruk karena dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, resistensi, dan resurgensi. Pengendalian dengan fungisida nabati dan pengendalian agensia hayati memiliki keunggulan karena tidak mencemari lingkungan, efek residunya dapat bertahan lama sampai beberapa musim tanam (Sumartini, 2010).

Varietas kedelai yang toleran terhadap penyakit karat dan dikategori agak tahan terhadap penyakit karat dapat dipadukan dengan cara pengendalian dengan menggunakan agensia hayati akan lebih baik, dari pada menggunakan fungisida sintetik. Pengendalian dengan agensia hayati dimaksudkan untuk menahan pertumbuhan jamur karat pada tanaman kedelai sehingga dapat meningkatkan produksi (Sumartini, 2010)

Sumartini (2010) menjelaskan bahwa cara pengendalian dengan memanfaatkan mikroorganisme antagonis sebagai penghambat jamur karat. Salah satu pilihan pengendalian mikroorganisme antagonis tersebut karena ramah lingkungan.

##### **a. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)***

Menurut Soesanto (2008), *Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)* merupakan *Rhizoma* bakteri pemacu pertumbuhan tanaman yang terdiri dari bakteri perakaran yang memiliki banyak manfaat. Salah satu peran PGPR dalam

meningkatkan pertumbuhan tanaman ialah dengan dihasilkannya senyawa antifungi untuk menanggulangi mikroba patogen tanaman. Penggunaan PGPR sebagai salah satu mekanisme intensifikasi pertanian dalam mengendalikan penyakit tanaman merupakan langkah yang baik dalam rangka mengurangi penggunaan fungisida maupun bakterisida sintetik yang dapat mencemari lingkungan dan peningkatan resistensi mikroba patogen (Atlas & Bartha 1998). Beberapa PGPR diketahui dapat menghasilkan senyawa antifungi yang dapat menghambat mikroba patogen. Senyawa antifungi yang diproduksi dapat berupa enzim, antibiosis, siderofor atau senyawa toksin (Astuti, 2008).

Salah satu bakteri PGPR yang telah banyak diteliti ialah dari kelompok *Pseudomonas* sp. yang digunakan sebagai agen pemacu pertumbuhan tanaman dan juga agen biokontrol terhadap patogen tanaman. Beberapa isolat *Pseudomonas* sp. telah diketahui mampu menghasilkan hormon pertumbuhan tanaman seperti hormon *indole acetic acid* (IAA), mampu melarutkan fosfat, dan kalium, memiliki aktivitas enzim ACC deaminase yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan panjang akar. *Pseudomonas* sp. merupakan kelompok bakteri PGPR yang cukup banyak diteliti mengenai kemampuannya dalam menghasilkan senyawa antifungi sehingga *Pseudomonas* sp. seringkali digunakan sebagai agen pengendali hayati beberapa patogen tanaman (Astuti, 2008).

Fungsi PGPR bagi tanaman yaitu mampu memacu pertumbuhan dan fisiologi akar serta mampu mengurangi penyakit atau kerusakan oleh serangga. Selain itu PGPR juga meningkatkan ketersediaan nutrisi (phospat, belerang, besi, dan tembaga), menambah bakteri dan cendawan yang menguntungkan serta

mengontrol hama dan penyakit tumbuhan. Penggunaan *Rhizobacteria* (PGPR) pada tanaman secara tidak langsung dapat mengurangi penyakit patogen pada tanaman dan secara langsung melalui pelarutan fosfor, fiksasi nitrogen, pengawetan besi oleh siderophores, produksi fitohormon (misalnya auksin, sitokinin, atau giberellin), dan / atau penurunan enzimatik (Ghorai, 2015).

**b. *Corynebacterium* sp**

*Corynebacterium* sp merupakan agensia hayati golongan bakteri hasil eksplorasi dari daun tanaman padi yang memiliki sifat antagonis terhadap bakteri pathogen. Bakteri antagonis ini telah dirintis pengembangannya sebagai bahan pengendali hayati dan ramah lingkungan. Menurut Hanudin (2010), bakteri *Corynebacterium* sp berhasil diisolasi dan terbukti efektif mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh cendawan dan bakteri. Pada tanaman pangan dan hortikultura, seperti penyakit kresek pada padi dan penyakit layu serta bercak daun pada cabai dan kubis-kubisan. *Corynebacterium* sp. dapat menekan gejala penyakit *bacterial red stripe* (BRS) yang disebabkan oleh *Pseudomonas* sp. hingga 52% dan penyakit hawar daun *bacterial leaf blight* (BLB ) pada padi hingga 28% (Rismansyah, 2010).

Menurut Hanudin & Marwoto (2012), bakteri *Corynebacterium* sp berhasil diisolasi dan terbukti efektif mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh cendawan *Puccinia horiana* yang merupakan penyakit karat pada krisan. *Corynebacterium* secara morfologis dapat dikenali dari bentuknya yaitu batang lurus sampai agak sedikit membengkok dengan ukuran 0,5-0,9 X 1,5-4  $\mu\text{m}$ .

Bakteri *Corynebacterium* termasuk bakteri gram positif. Bakteri gram positif pada umumnya bersifat non pathogen (Setianingsih, 2015). Pada dasarnya terdapat tiga mekanisme antagonis dari bakteri yaitu:

1. Hiperparatisme, terjadi apabila organisme antagonis memparasit organism parasit (pathogen lain)
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 mikroorganisme lain.

## 2.2 Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian Sumartini & Sulistyono (2016) pada pertanaman kedelai menunjukkan bahwa penggunaan varietas unggul tanaman kedelai mampu menekan atau mengurangi produktivitas kedelai akibat penyakit karat daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 10 genotipe (MLGG 0005, MLGG 0253, MLGG 0465, MLGG 0470, var. Argomulyo, var. Tanggamus, var. Wilis, var. Burangrang, var. Grobogan, dan var. Dering 1) seluruh genotipe kedelai yang diuji tergolong agak tahan terhadap penyakit karat.

Hasil penelitian Hanudin, dkk (2010), menunjukkan bahwa formula biopestisida bahan aktif *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Corynebacterium* sp. mampu menekan penyakit karat pada tanaman krisan dan dapat meningkatkan hasil panen. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan ekstrak kascing + gula pasir + *B. subtilis* + *P. fluorescens* + *Corynebacterium* pada tingkat

konsentrasi 0,3% merupakan perlakuan terbaik. Disamping dapat menekan intensitas serangan *P. horiana* (38,49%), biopestisida tersebut juga dapat menaikkan hasil panen bunga krisan layak jual sebanyak 14,58%.

