

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tanaman Kedelai

##### 2.1.1. Deskripsi Tanaman Kedelai

Tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill.) yang berasal dari Cina dan kemudian dikembangkan ke berbagai negara, adalah tanaman semusim yang termasuk familia Leguminosae. Keunggulan teknis budidaya yang sederhana telah memungkinkan kedelai dapat dibudidayakan di daerah sub tropis dan tropis dengan skala masif. Tanaman kedelaiberbentuk perdu dengan tinggi lebih kurang 20-100 cm. Berdasarkan tipe pertumbuhan batangnya, kedelai dibagi menjadi tiga tipe, yaitu tipe determinate, indeterminate dan semi determinate (Najiyati & Danarti, 2000).

Menurut Najiyati & Danarti (2000), tipe determinate dicirikan oleh pertumbuhan batang yang berhenti setelah tanaman berbunga. Besar batang hampir sama dari pangkal sampai ke ujung dan tumbuh tegak. Ukuran batang pendek atau sedang, ukuran daun seragam dan berbunga serempak. Ciri tipe indeterminate adalah perumbuhan batang terus berlanjut meskipun tanaman sudah berbunga, batang tinggi dan agak melilit. Ukuran batang bagian ujung lebih kecil, daun atas lebih kecil dan berbunga secara bertahap. Sedangkan tipe semi determinate merupakan campuran dari kedua tipe tersebut.

Pitojo (2003) menjelaskan bahwa akar tanaman kedelai berupa akar tunggang yang membentuk cabang-cabang akar. Akar tumbuh ke arah bawah, sedangkan cabang akar berkembang menyamping tidak jauh dari permukaan tanah. Jika kelembapan tanah turun, akar-akar berkembang lebih ke dalam agar dapat menyerap air dan unsur hara. Pertumbuhan ke samping dapat mencapai jarak 40 cm, dengan kedalaman hingga 120 cm. Selain berfungsi sebagai tempat bertumpunya tanaman dan alat pengangkut air maupun unsur hara, akar tanaman kedelai juga merupakan tempat terbentuknya bintil akar.

Daun tanaman kedelai termasuk daun majemuk dengan tiga buah anak daun. Helaian daun berbentuk oval dengan ujung lancip. Apabila sudah tua, daun-daun ini akan mulai menguning dan berguguran mulai dari bagian bawah (Najiyati & Danarti, 2000).

Tanaman kedelai mulai berbunga antara umur 30-50 hari, tergantung dari varietas dan iklim. Semakin pendek penyinaran dan semakin tinggi suhu udaranya, maka semakin cepat berbunga. Bunga ini termasuk bunga sempurna, karena memiliki alat perhiasan bunga dan alat reproduksi secara lengkap. Bunga tanaman kedelai berbentuk kupu-kupu, berwarna ungu atau putih dan muncul di ketiak daun. Bunga ini umumnya menyerbuk sendiri, karena penyerbukan terjadi sebelum bunga mekar. Setelah penyerbukan terjadi, bunga akan berkembang menjadi buah. Buah kedelai berbentuk polong, berwarna hijau atau kuning, dan berisi 1-4 biji setiap polong. Apabila sudah tua, buah akan berubah warna menjadi kecokelatan atau keputihan. (Najiyati & Danarti, 2000).

### 2.1.2. Klasifikasi Tanaman Kedelai

Berdasarkan klasifikasi tanaman kedelai kedudukan tanaman kedelai dalam sistematika tumbuhan (taksonomi) diklasifikasikan sebagai berikut (Cronquist, 1981):

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

### 2.1.3. Manfaat Kedelai

Menurut Normal *dkk*, 1995; Thomas dan Erostat (2008) dalam Ferehewiot & Tekalign (2017) mengemukakan di antara biji-bijian kacang polong, kedelai memiliki protein tertinggi dan kandungan minyak. Biji kedelai rata-rata mengandung 40% protein dan 20% minyak, 35% karbohidrat dan abu 5%, yang menentukan nilai ekonomis benih di dunia, dan proteinnya memiliki keseimbangan yang baik antara asam amino esensial yang mendekati standar yang ditetapkan oleh FAO (FAO, 1994 dalam Ferehewiot & Tekalign, 2017)

Selain sebagai sumber protein nabati, kedelai juga sebagai pangan fungsional untuk mencegah timbulnya penyakit degeneratif, seperti jantung koroner dan hipertensi. Bahkan kandungan zat isoflavon pada kedelai ternyata berfungsi sebagai

antioksidan. Perkembangan teknologi terakhir menunjukkan bahwa saat ini kedelai banyak digunakan sebagai sumber energi alternatif (*biofuel*) (Yohanis, 2013).

#### **2.1.4. Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai**

##### **1. Iklim , Suhu, Kelembaban, Intensitas Cahaya Matahari dan Curah Hujan**

Menurut Cahyono (2007), kondisi iklim yang paling cocok untuk pertumbuhan tanaman kedelai adalah daerah – daerah yang mempunyai suhu antara 25° – 28° C, kelembaban udara rata-rata 60%, penyinaran matahari 12 jam/hari atau minimal 10 jam/hari, dan curah hujan paling optimum antara 100 - 400 mm/bulan atau berkisar antara 300 - 400 mm/3 bulan. Bagi pertumbuhannya, tanaman kedelai menghendaki daerah dengan curah hujan minimum sekitar 800 mm pada masa pertumbuhannya selama 3-4 bulan (Kartasapoetra, 1988 *dalam* Barus, 2007).

Sewaktu masih muda, kedelai memerlukan iklim basah, menjelang tua memerlukan iklim kering. Untuk memperoleh produksi yang baik, tanaman kedelai memerlukan hawa panas. Jika iklim terlalu basah, kedelai tumbuh subur tetapi produksi bijinya kurang (Suhaeni, 2007).

##### **2. Ketinggian Tempat, Jenis Tanah, dan Keasaman Tanah**

Menurut Firmanto (2011), tanaman kedelai mempunyai daya adaptasi yang luas terhadap berbagai jenis tanah. Kedelai dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah asal drainase (tata air) dan aerasi (tata udara) tanah cukup baik. Dalam praktek di lapangan, sering digunakan pedoman yaitu apabila tanaman jagung dapat tumbuh dengan baik pada suatu jenis tanah, tanaman kedelai pun dapat tumbuh baik pada jenis tanah tersebut. Selain itu, tanaman kedelai akan tumbuh dengan baik dan berproduksi

tinggi pada tanah yang subur dan gembur, kaya akan humus atau bahan organik dan memiliki pH (derajat keasaman) antara 5,8 – 7,0 dan ketinggian kurang dari 600 m dpl.

#### **2.1.5. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai**

Di Indonesia, kedelai ditanam pada tiga jenis lahan yaitu lahan sawah, lahan kering dan lahan pasang surut. Namun, pada lahan sawah irigasi memiliki potensi yang cukup baik untuk pertumbuhan dan produktivitas tanaman kedelai karena tingkat kesuburan tanahnya relatif subur serta ketersediaan air irigasi yang cukup. Selama pertumbuhan tanaman, kebutuhan air untuk tanaman kedelai sekitar 350-550 mm. Masa pertumbuhan kedelai memerlukan air yang tinggi atau kelembaban tanah yang cukup tinggi adalah pada stadia awal vegetatif (perkecambahan), stadia berbunga, serta stadia pembentukan/pengisian polong. Pertumbuhan tanaman kedelai sangat peka terhadap perubahan kondisi lingkungan tumbuh serta menentukan tingkat keberhasilan pertumbuhan tanaman kedelai (Adisarwanto, 2008).

Keanekaragaman manfaat kedelai telah mendorong tingginya permintaan kedelai di dalam negeri. Selain itu, manfaat kedelai sebagai salah satu sumber protein murah membuat kedelai semakin diminati. Semakin besarnya jumlah penduduk Indonesia berpotensi pada semakin meningkatnya permintaan kedelai. Konsumsi kedelai perkapita pada tahun 2010 adalah 10,10 kg, dan diproyeksikan mengalami pertumbuhan sebesar 1,38% pertahun (Yohanis, 2013).

Tabel 2.1 Proyeksi Konsumsi Kedelai 2010-2014

| Tahun       | Jumlah Penduduk<br>(juta) | Konsumsi Perkapita<br>(kg) | Jumlah<br>Konsumsi |
|-------------|---------------------------|----------------------------|--------------------|
| 2010        | 234,181                   | 10,10                      | 2.365              |
| 2011        | 236,954                   | 10,10                      | 2.393              |
| 2012        | 239,687                   | 10,20                      | 2.445              |
| 2013        | 242,376                   | 10,20                      | 2.472              |
| 2014        | 245,021                   | 10,20                      | 2.499              |
| Pertumbuhan | 1,31                      | 0,24                       | 1,38               |

Sumber : Direktorat Jenderal Tanaman Pangan (2010)

### 2.1.6. Varietas Kedelai

Varietas adalah sekumpulan individu tanaman yang dapat dibedakan oleh setiap sifat (morfologi, fisiologi, sitologi, kimia, dan lain-lain) yang nyata untuk usaha pertanian dan bila diproduksi kembali akan menunjukkan sifat-sifat yang dapat dibedakan dari yang lainnya (Sutopo, 1998 *dalam* Siregar, 2009).

Varietas kedelai yang ditanam di Indonesia pada mulanya berasal dari luar negeri (introduksi), di antaranya mendatangkan dari Jepang, Taiwan, Kolumbia, Amerika Serikat, dan Filipina. Varietas-varietas introduksi pada umumnya kurang cocok di tanam Indonesia, karena faktor perbedaan panjang hari dan suhu. Meskipun demikian, melalui serangkaian penelitian yang berkesinambungan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) Tanaman Pangan, dapat dihasilkan berbagai varietas kedelai yang dapat beradaptasi di Indonesia. Di samping itu, juga dihasilkan varietas-varietas unggul baru (Rukmana & Saputra, 1997).

Menurut Firmanto (2011), varietas kedelai yang dianjurkan mempunyai kriteria-kriteria tertentu, misalnya umur panen, produksi per hektar, daya tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Varietas yang dianjurkan pada prinsipnya

menguntungkan para petani, sehingga banyak petani tertarik untuk menanamnya. Varietas kedelai unggul merupakan salah satu komponen kunci dalam pengembangan suatu teknologi produksi kedelai. Penggunaan varietas unggul yang adaptif merupakan penunjang pokok dalam usahatani kedelai sehingga bisa diperoleh biji kedelai berkualitas tinggi. Adisarwanto (2008), menjelaskan penyediaan varietas kedelai unggul yang adaptif untuk masing-masing agroekologi perlu terus diupayakan agar bila terjadi perubahan kondisi lingkungan strategis untuk pertanaman kedelai, sudah dapat diantisipasi dengan tersedianya varietas yang cocok pada kondisi tersebut.

Pembentukan varietas kedelai unggul bertujuan untuk memperoleh kedelai unggul baru yang mampu mencapai produktivitas lebih dari 2 ton/ha. Beberapa karakter penting dalam pembentukan varietas kedelai unggul, di antaranya tahan rebah, polong tidak mudah pecah, berkualitas biji baik, toleran kondisi lahan suboptimal, serta toleran terhadap hama penyakit utama (Adisarwanto, 2008). Untuk mendapatkan produksi yang tinggi, benih yang ditanam harus berkualitas dan berasal dari varietas unggul (Najiyati & Danarti, 2000)

Varietas kedelai unggul yang telah dilepas mempunyai jangkauan daya adaptasi yang baik pada seluruh tipe agroekologi lahan dan sentra pertanaman kedelai. Hal ini karena selama pertumbuhan kedelai tidak ada perbedaan panjang hari maupun suhu yang mencolok di antara wilayah pertanaman kedelai. Selain itu, beda waktu tanam antara musim kemarau dengan musim penghujan antarsentra pertanaman kedelai

tidak jauh sehingga dapat ditanam secara serempak di seluruh sentra pertanaman (Adisarwanto, 2008).

Ukuran benih kedelai yang berbeda (besar, sedang dan kecil) mengandung jumlah makanan cadangan berbeda, ukuran yang semakin besar akan mempengaruhi pertumbuhan kecambah kedelai. Jumlah benih yang diperlukan tergantung kepada ukuran benih, jarak tanam dan daya tumbuhnya. Untuk kedelai yang benihnya berukuran kecil dengan bobot 100 benih antara 7 -10g diperlukan benih sekitar 35-40 kg per hektar. Untuk benih kedelai berukuran sedang dengan bobot 100 benih antara 11-15g diperlukan benih sekitar 40-45 kg per hektar. Sedangkan untuk benih berukuran besar dengan bobot di atas 15 g diperlukan benih sekitar 45-50 kg per hektar. Umur masak kedelai berkisar antara 75-110 hari. Bila umur masak kedelai 75-85 HST digolongkan berumur genjah, (Abdul Karim, 2015).

Beberapa varietas kedelai unggul yang telah dilepas oleh Balitkabi (2013) antara lain varietas Grobogan, Gema, dan Gepak Kuning.

1. Varietas kedelai Grobogan

Kedelai varietas Grobogan memiliki umur polong berkisar 76 hari, bobot biji berkisar 18 g/100 biji. Warna kulit biji kuning muda dan warna polong tua berwarna coklat. Kedelai varietas Grobogan dilepas tahun 2008 dengan SK Mentan No.238/Kpts/SR.2013/2008. Berasal dari pemurnian populasi lokal Malabar. Tipe pertumbuhan determinate, warna hipokotil berwarna ungu, warna epikotil berwarna ungu, warna hilum biji berwarna coklat, memiliki umur bunga berkisar 30-32 hari, tinggi tanaman berkisar 50-60 cm, rata-rata hasil 2,77 ton/ha, potensi hasil 3,40 ton

/ha, kandungan protein 43,9 %, kandungan lemak 18,4%. Kedelai varietas Grobogan memiliki daerah sebaran dapat beradaptasi pada beberapa kondisi lingkungan tumbuh yang berbeda cukup besar, pada musim hujan dan daerah beririgasi baik. Kedelai varietas Grobogan memiliki polong yang tidak mudah pecah, dan saat panen daun luruh 95-100%.

## 2. Varietas kedelai Gema

Kedelai varietas Gema berasal dari Malang, merupakan varietas kedelai super genjah dengan umur panen di bawah 75 hari. Varietas Gema merupakan varietas kedelai super genjah yang memiliki rata-rata produksi 2,47 ton/ha, juga sesuai untuk bahan baku tahu karena dari 8 kg biji kedelai Gema dihasilkan rendemen tahu 26,7% lebih tinggi dibandingkan kedelai impor yang hanya mencapai 23,5%. Kandungan protein Gema 39%, lebih tinggi dibandingkan kedelai impor yang hanya 37%.

Kedelai varietas Gema dilepas tanggal 9 Desember 2011 dengan SK Mentan No. 5039/Kpts/SR.120/12/2011. Nomor seleksi Shr/W-60. Berasal dari seleksi persilangan galur introduksi Shirome dengan Wilis. Tinggi tanaman kurang lebih 55 cm, tipe pertumbuhan determinate, warna daun berwarna hijau, warna bulu berwarna coklat muda, bentuk daun lonjong, warna hipokotil berwarna ungu, warna epikotil berwarna hijau, umur berbunga berkisar lebih kurang 36 hari, warna bunga berwarna ungu, warna kulit plong berwarna coklat, bentuk biji agak bulat, warna kulit biji berwarna kuning muda, warna hilum biji coklat, warna kotiledon putih, kecerahan kulit biji kusam atau tidak mengkilap, bobot 100 butir lebih kurang 11,90 gram. Ketahanan terhadap penyakit yaitu peka terhadap virus daun CMMV, moderat

penyakit karat. Ketahanan terhadap hama yaitu peka terhadap hama penghisap polong, agak tahan hama penggerek polong, moderat terhadap hama ulat grayak. Wilayah adaptasi yaitu pada lahan sawah dan lahan kering (tegal)

### 3. Varietas kedelai Gepak Kuning

Kedelai Gepak Kuning dielipas tahun 2008 yang berasal dari seleksi varietas lokal Gepak Kuning. Tipe pertumbuhan determinate, warna hipokotil berwarna ungu, warna epikotil berwarna hijau, warna daun hijau, warna bulu batang cokelat, warna bunga ungu, warna kulit biji kuning muda sampai kehijauan, warna polong tua berwarna cokelat, warna hilum biji cokelat, bentuk daun lonjong, percabangan agak tegak, umur berbunga 28 hari, umur polong masak 73 hari, tinggi tanaman 55 cm, bobot 100 biji 8,25 gram, rata – rata hasil 2,22 ton/ha, potensi hasil 2,86 ton/ha, kandungan protein 35,38%, kandungan lemak 15,10%. Ketahanan terhadap penyakit yaitu *Aphis* sp *Phaedonia* sp. Ketahanan terhadap hama yaitu agak tahan terhadap ulat grayak. Daerah sebaran atau adaptasi yaitu dapat beradaptasi baik di lahan sawah dan tegal, baik pada musim hujan maupun kemarau. Memiliki kadar rendemen tahu yang tinggi.

## 2.2. Penyakit Karat Daun

### 2.2.1. Deskripsi Penyakit Karat Daun

Penyakit karat daun yang disebabkan oleh *P. pachyrhizi*, merupakan salah satu dari banyak penyakit yang menyebabkan kerusakan dan penyakit yang penting di negara-negara penghasil kedelai di Asia, Australia, Amerika Serikat dan Indonesia (Sudjono, 1979) dalam Purwoko (2015). Patogen yang menyebabkan karat kedelai,

*Phakopsora pachyrhizi* pertama kali dijelaskan di Jepang pada tahun 1902 (Hennings, 1903) dalam Kelly, dkk (2015).

Rukmana & Saputra (1997) menjelaskan karat yaitu gejala pada permukaan tanaman yang tampak seperti karat (merah kecokelat-cokelatan), merupakan kumpulan spora yang keluar dari spora. Tjahjadi (1989) mengemukakan bahwa patogennya adalah jamur *Phakopsora pachyrhizi*. Penyakit tersebut banyak dijumpai di daerah-daerah yang terutama pada waktu kelembapannya sangat tinggi (Matnawy, 1989). Di Amerika Latin, penyakit karat disebabkan oleh dua spesies, yaitu *P. pachyrhizi* yang sangat virulen dan *P. meibomia* yang kurang virulen (Sumartini, 2010).

Menurut Rukmana & Yunarsih (1996) penyebaran penyakit karat daun melalui spora yang diterbangkan oleh angin. Penyakit ini muncul pada pertanaman kedelai di musim hujan atau kondisi lingkungan lembab dan suhu udara tinggi sekitar 20-35 °C. Beberapa jenis tanaman kacang-kacangan merupakan sasaran penyakit karat daun.

Penyakit karat yang disebabkan oleh *Phakopsora pachyrhizi* telah menyebar luas di sentra penghasil kedelai di dunia dan mengakibatkan penurunan hasil. Laporan pertama penyakit karat dimulai dari Jepang pada tahun 1902, lalu menyebar ke India tahun 1951 dan Afrika (Kenya, Rwanda, dan Uganda) pada tahun 1996 (Miles dkk. 2003 dalam Sumartini & Sulistyono, 2016).

Di benua Amerika, penyakit ini terdeteksi pertama di Paraguay tahun 2001 dan di Brasil tahun 2002. Kehilangan hasil akibat cendawan karat bervariasi dari 28% di

Argentina (Formento, 2008 *dalam* Sumartini & Sulisty, 2016) dan 75% di Brasil (Yorinori, *dkk.* 2005 *dalam* Sumartini & Sulisty, 2016).

### 2.2.2. Klasifikasi Jamur Karat Daun

Jamur yang menyebabkan penyakit karat daun pada tanaman kedelai dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Agrios, 1996) :

|         |                                |
|---------|--------------------------------|
| Kingdom | : Fungi                        |
| Phylum  | : Basidiomycota                |
| Classis | : Hemibasidiomycetes           |
| Ordo    | : Uredinales                   |
| Familia | : Phakopsoraceae               |
| Genus   | : Phakopsora                   |
| Species | : <i>Phakopsora pachyrhizi</i> |

### 2.2.3. Gejala Serangan dan Akibat

Gejala penyakit karat daun yaitu pada permukaan bawah daun terdapat bintik-bintik coklat kecil meluas ke atas. Gejala tampak pada umur tanaman 20-30 hari. Serangan beratnya yaitu daun cepat gugur, polong tidak berisi penuh atau hampa, jumlah biji berkurang, dan daya kecambah biji menurun (Najiyati & Danarti, 2000) dan daun mengering, kemudian rontok (Matnawy, 1989). Menurut Agrios (1996) gejala yang ditimbulkan oleh penyakit karat yaitu terdapat banyak luka-luka kecil pada daun atau batang, biasanya berwarna seperti karat. Penyakit karat pada tanaman kedelai terjadi sebelum terbentuknya polong, maka sangat mempengaruhi pembentukan polong, isi polong, dan mengurangi jumlah bibit yang terbentuk

sehingga produksi menurun. Sebaliknya, jika serangan terjadi setelah pembentukan dan pengisian polong, pengaruhnya terhadap produksi kedelai relatif kecil (Mardinus, 1986) dalam Purwoko (2015).

Serangan berat menyebabkan seluruh daun diliputi oleh karat, akhirnya daun mengering dan gugur. Serangan pada tanaman muda akan mengakibatkan kegagalan panen, sedangkan serangan pada tanaman yang telah membentuk polong tidak akan menimbulkan kerugian yang berarti (Tjahjadi, 1989), namun bisa menyebabkan hampanya polong (Matnawy, 1989).

#### **2.2.4. Cara Pengendalian**

Tindakan pengendalian yang sangat umum adalah menggunakan benih atau bahan perbanyakan yang bebas patogen, menghancurkan bagian tumbuhan atau membuang bagian yang mengandung patogen, menghancurkan tumbuhan inang sukarela (*volunteer*) atau inang penggilir patogen, menggunakan alat dan wadah yang bersih, membuat drainase lahan dan aerasi tumbuhan, pergiliran tanaman, dan menggunakan varietas tumbuhan tahan. Secara umum, telah banyak kemajuan yang didapatkan untuk pengendalian penyakit tumbuhan yang disebabkan jamur, terutama melalui varietas tahan dan bahan kimia, dan sebagai hasilnya penyakit tersebut jauh lebih mudah dikendalikan dibanding dengan kelompok penyakit tumbuhan lain, walaupun kehilangan hasil yang disebabkan oleh penyakit tumbuhan yang disebabkan jamur masih sangat besar (George, 1996) dan penggunaan varietas tahan dapat mengurangi kerugian akibat serangan patogen karat kedelai (Suprpto,1992) dalam Purwoko (2015).

Najiyati & Danarti (2000) menjelaskan mengenai pengendalian penyakit jamur karat yaitu dengan cara menanam varietas tahan, tanaman serempak, pergiliran tanaman, membersihkan gulma, benih dicampur dengan *Benlate T 20*, tanaman disemprot dengan *Baycor 300 EC* dan *Bayleron 250 EC*. Menurut Tjahjadi (1989), pengendalian penyakit jamur karat dilakukan dengan menyemprotkan fungisida yang mengandung belerang, jika telah ada serangan dan penanaman varietas yang resisten perlu dianjurkan sebagai tindakan pencegahan

Matnawy (1989) mengemukakan cara-cara pemberantasan penyakit karat daun, diantaranya melalui *preventif* dan *kuratif*. Cara *preventif* dengan menanam jenis yang resisten, sedangkan cara *kuratif* dengan menyemprotkan tanaman yang sakit dengan fungisida seperti *Dhitane M 45*, *Dakonil*, *Duston*, dan *Copravit*.

## **2.3. Agens Hayati**

### **2.3.1. Deskripsi**

Menurut Jafaruddin (2008), batasan pengendalian secara hayati atau biologis, yaitu pengendalian sesuatu penyakit dengan menggunakan makhluk hidup yang bukan atau selain dari tanaman inang dan patogen yang menyebabkan penyakit tersebut, dan ada yang diatur atau buatan manusia dan ada yang secara alami.

Agens hayati digunakan sebagai peningkatan efisiensi penggunaan pupuk, terutama pupuk nitrogen. Biasanya digunakan *Rhizobium*. Penggunaan *Rhizobium* pada kedelai dapat menurunkan kebutuhan nitrogen 100 kg N menjadi 25 kg per hektar. Efektivitas agens hayati ini dikontrol oleh sifat genetik yang dominan pada kedelai dan galur *Rhizobium*. Kombinasi antara inang dan agens hayati *Rhizobium*

akan menentukan tingkat efisiensi penggunaan pupuk nitrogen atau dengan kata lain semakin efektif agens hayati ini, semakin sedikit kebutuhan pupuk nitrogen pada tindakan agronomi kedelai (Jumin, 2014)

Pengendalian hayati dapat menggunakan mikroorganisme antagonis. Menurut Anonim (2009) dalam Arum (2015) dan Baker & Cook (1974) dalam Sumartini (2010), bakteri antagonis merupakan mikroorganisme yang mengintervensi kegiatan patogen penyebab penyakit pada tumbuhan. Pada dasarnya terdapat tiga mekanisme antagonis dari bakteri yaitu :

1. Hiperparasitisme

Terjadi apabila organisme antagonis memparasit organisme parasit atau penyebab penyakit.

2. Kompetisi ruang dan hara

Terjadi persaingan dalam mendapatkan ruang hidup dan hara antara antagonis dan penyebab penyakit, seperti karbohidrat, nitrogen dan vitamin.

3. Antibiosis

Terjadi penghambatan atau penghancuran suatu organisme oleh senyawa metabolik yang diproduksi oleh organisme lain.

### **2.3.2. Agens Hayati PGPR**

Menurut Soesanto (2008), PGPR merupakan singkatan dari *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* atau rhizobakteri pendukung pertumbuhan tanaman. Penggunaan PGPR di dalam pengendalian hayati telah lama dilakukan, namun

hasilnya masih belum stabil dan tidak terdapat di berbagai tempat, atau dengan kata lain PGPR hanya dijumpai di tempat tertentu (*gnotobiot*).

Soesanto (2008) *dalam* Zhenita (2011) menjelaskan bahwa PGPR merupakan rizobakteri pendukung pertumbuhan tanaman, bakteri PGPR mampu mengkoloni perakaran tanaman. Oleh karena itu, keaktifan pengkolonian akar tersebut, akar dapat menyerap produk mikroba yang secara langsung mempengaruhi pertumbuhan dan fisiologi akar dan invasi patogen. Kecepatan pertumbuhan PGPR di sepanjang akar menentukan tingkat persaingan untuk mengkoloni akar. Kemampuan pengkolonian akar oleh PGPR dipengaruhi oleh faktor di dalam tanah dan persaingannya dengan mikroba lain.

Menurut Soesanto (2008) *dalam* Zhenita (2011) kelebihan dari PGPR yaitu : a) mampu menghasilkan atau mengubah konsentrasi fitohormon asam indolasetat (IAA), b) antagonisme terhadap mikroba fitopatogen melalui produksi siderofor, glukonase, kitinase, selulase, antibiotika, dan sianida, c) pelarut fosfat mineral dan nutrisi lainnya, d) mengatur produksi etilen pada perakaran, e) menurunkan ketoksikan logam berat. Keaktifan PGPR dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu : potensi kelembaban, tekanan oksigen, suhu, pH, kandungan lempung, daya larut ion, dan tahap organik tanah.

Glick & Pastemak (2003) *dalam* Zhenita (2011) mengemukakan keuntungan dari mekanisme PGPR dibedakan menjadi dua yaitu secara langsung dan tidak langsung. Keuntungan secara langsung pada tanaman mencakup mampu memfiksasi nitrogen dan memberikannya pada tanaman; meningkatkan ketersediaan atau

menyimpan besi dan fosfor dari tanah; menyediakan mineral-mineral tersebut dalam bentuk yang dapat digunakan oleh tanaman; dan mensintesis enzim yang dapat mengatur tingkat hormon etilen tanaman; dan mensintesis fitohormon seperti auksin, sitokinin atau giberelin yang memicu perkembangbiakan sel tanaman. Keuntungan PGPR secara tidak langsung terjadi ketika strain mikroba bermanfaat mencegah pertumbuhan dan perkembangan patogen dalam tanah yang dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan normal tanaman. PGPR menghasilkan siderofor yang menghasilkan strain bermanfaat untuk mencegah perkembangan fitopatogen.

Beberapa penelitian pernah dilakukan menggunakan agens hayati PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). Salah satunya penelitian tentang kemampuan bakteri PGPR dalam memperlambat perkembangan SMV (*Soybean Mosaic Virus*) dalam memunculkan gejala serangan.. Pada tanaman kedelai varietas Wilis yang tidak diberikan perlakuan PGPR menunjukkan gejala 3 hari lebih awal daripada yang diberi perlakuan PGPR (Aviva, dkk. 2013).

### **2.3.3. Agens Hayati *Corynebacterium***

Pengendalian dengan memanfaatkan bakteri antagonis *Corynebacterium* sp. terhadap patogen sehingga menghasilkan suatu keseimbangan umum yang lebih rendah dari pada keadaan yang ditunjukkan apabila faktor tersebut tidak ada atau tidak bekerja (Ruslan, 2012).

Menurut Agrios (1997), bakteri *Corynebacterium* dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Procaryotae (Bacteria)

Divisio : Firmicutes

Classis : Thallobacteria

Familia : Streptomytaceae

Genus : *Corynebacterium*

Species : *Corynebacterium* sp.

Bentuk bakteri *Corynebacterium* adalah berbentuk batang lurus sampai agak sedikit membengkok dengan ukuran 0,5-0,9 x 1,5-4  $\mu\text{m}$ . Kadang-kadang mempunyai segmen berwarna dengan bentuk yang tidak menentu atau granular dan bentuk gada yang membengkok. Bakteri ini umumnya tidak bergerak, tetapi beberapa spesies ada yang bergerak dengan rata-rata dua bulu cambuk polar (Pelczar & Chan, 2005)

Pelczar & Chan (2005) dalam Arum (2015) menjelaskan bakteri *Corynebacterium* termasuk bakteri gram positif karena dengan pewarnaan diferensial dengan larutan ungu kristal, sel bakteri berwarna ungu, tetapi ketika ditambahkan larutan safranin warna merah sel bakteri tidak menyerap larutan safranin, sehingga tetap berwarna ungu. Bakteri gram positif pada umumnya bersifat non patogenik.

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan menggunakan *Corynebacterium* sp. Salah satunya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Rizka dkk. (2016), aplikasi *Corynebacterium* sp. pada 28 HST atau 1 minggu sebelum inokulasi bakteri *Xoo* dapat memperlambat masa inkubasi penyakit hawar daun pada tanaman padi. Jika

diaplikasikan bersamaan dengan inokulasi bakteri *Xoo*. atau pada 35 HST mempercepat masa inkubasi. Hal ini disebabkan karena *Corynebacterium* sp. yang diaplikasikan sebelum inokulasi bakteri *Xoo*. berkembangbiak dengan baik dan sudah beradaptasi dengan tanaman padi sehingga mampu menghambat timbulnya gejala serangan penyakit HDB.

