

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Tanaman Kedelai**

Tanaman kedelai adalah tanaman asli daratan Cina, tanaman ini sudah ada sekitar 2500 SM sekitar tahun 175 seiring dengan berkembangnya perdagangan di dunia, maka kedelai pun menyebar ke berbagai wilayah seperti Australia, Jepang, Korea India, Amerika dan Indonesia. Pada awal abad ke-16 kedelai mulai dikenal di Indonesia dengan mula-mula dikenal di pulau Jawa, lalu menyebar ke Bali, Nusa Tenggara dan pulau-pulau lainnya di Indonesia. Kedelai dikenal dengan beberapa nama lokal diantaranya adalah kedelai, kacang jepung, kacang bulu, kacang kuning, gadelai, kadule, kacang gimbol dan demokan. Di Jepang dikenal dengan adanya kedelai rebus (*edamame*) atau kedelai manis dan kedelai hitam (*koramame*) sedangkan nama umum di dunia tersebut “*soybean*”. Berbagai nama ini menunjukkan bahwa kedelai telah lama dikenal di dunia dan Indonesia (Usnawiyah, 2017, h. 1)

#### **2.1.1 Klasifikasi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)**

Menurut Tjitrosoepomo (1993) klasifikasi tanaman kedelai dalam sistematika tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut:

Regnum	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Polypetales
Family	: Leguminosae

Subfamili : Papilionoideae  
Genus : Glycine  
Spesies : *Glycine max* (L.) Merrill

### 2.1.2 Morfologi Kedelai

Biji merupakan komponen morfologi kedelai yang bernilai ekonomis. Bentuk biji kedelai beragam dari lonjong hingga bulat, dan sebagian besar kedelai yang ada di Indonesia berkriteria lonjong. Kulit biji terdiri dari tiga lapisan yaitu epidermis, hipodermis, dan parenkim. Pada epidermis terdapat sel-sel palisade yang diselubungi oleh lapisan kutikula lapisan hipodermis terdiri dari selapis sel yang berbentuk huruf I (*hourglass*). Lapisan parenkim terdiri dari 6-8 lapisan tipis yang terdapat pada keseluruhan kulit biji kecuali pada hilum yang tersusun tiga lapisan yang berbeda. Hilum tersusun atas tiga lapisan yang berbeda. Hilum tersusun atas tiga lapisan parenkim, pada lapisan terluar terdapat ruang interseluler yang berhubungan langsung dengan sel *hourglass*. Sel palisade bersifat impermeable terhadap udara yang berfungsi sebagai tempat terjadinya pertukaran udara dari dalam embrio dengan lingkungan luar dengan hilum. struktur hilum diduga memiliki peran dalam mengatur metabolisme dan kelembaban dalam embrio (Sumarno, 2013, h. 49).

Sistem perakaran tanaman kedelai terdiri atas akar tunggang. Akar tunggang merupakan perkembangan dari akar radikal yang mulai muncul sejak masa perkecambahan. Pada kondisi yang sangat optimal, akar tunggang kedelai dapat tumbuh hingga kedalaman 2 m. perkembangan akar kedelai dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, penyiapan lahan, tekstur tanah, kondisi fisik dan kimia tanah, serta kadar air tanah. Salah satu kekhasan dari sistem perakaran

tanaman kedelai adalah adanya interaksi simbiosis antara bakteri nodul akar (*Rhizobium japonicum*) dengan akar tanaman kedelai yang menyebabkan terbentuknya bintil akar. Bintil akar ini sangat berperan dalam proses fiksasi N<sub>2</sub> yang sangat dibutuhkan oleh tanaman kedelai untuk kelanjutan pertumbuhannya, khususnya dalam aspek penyediaan unsur hara nitrogen (Adisarwanto, 2013, h. 26-27).

Daun kedelai hampir semuanya trifoliat (menjadi tiga) dan jarang sekali mempunyai empat atau lima jari daun. Bentuk daun kedelai bervariasi yakni antara oval dan lanceolate, tetapi untuk praktisnya diistilakan dengan berdaun lebar (*broad leaf*) dan berdaun sempit (*narrow leaf*). Di Indonesia, kedelai yang berdaun sempit lebih banyak ditanam oleh petani dibandingkan kedelai berdaun lebar, walaupun dari aspek penyerapan sinar matahari, tanaman kedelai berdaun lebar menyerap sinar matahari lebih banyak dari pada yang berdaun sempit. Namun, keunggulan tanaman berdaun sempit adalah sinar matahari akan lebih mudah menerobos di antara kanopi daun sehingga memacu pembentukan bunga (Adisarwanto, 2013, h. 28-29).

Kedelai berbatang semak dengan tinggi batang antara 30-100 cm. ciri-ciri tanaman berbatang semak adalah memiliki banyak cabang dan tinggi yang lebih rendah, batang bertekstur lembut dan hijau, tumbuh cepat. Jumlah buku pada tanaman dipengaruhi oleh tipe tumbuh batang dan periode panjang penyinaran pada siang hari. Buku tanaman kedelai pada keadaan normal berkisar 15-30 buah. Cabang akan muncul di batang tanaman dengan jumlah tergantung varietas dan kondisi tanah, tetapi ada juga varietas kedelai yang tidak bercabang (Rohman, 2020, h.8-10).

Kedelai mempunyai dua stadia tumbuh, yaitu stadia vegetatif dan stadia generatif. Stadia vegetatif mulai dari tanaman berkecambah hingga berbunga, sedangkan stadia reproduksi mulai dari pembentukan bunga hingga pemasakan biji. Tanaman kedelai sebagian besar mulai berbunga pada umur antara 5-7 minggu. Bunga kedelai menyerupai kupu-kupu. Periode berbunga pada tanaman kedelai cukup lama yaitu 3-5 minggu untuk daerah subtropik dan 2-3 minggu di daerah tropik. Warna bunga yang umum pada berbagai varietas kedelai hanya dua, yaitu putih dan ungu (Rohman, 2020, h. 11).

Jumlah bunga dari varietas kedelai di Indonesia berkisar dari 47-75 buah (rata-rata 57 bunga) dan kisaran jumlah polong isi dari 33 hingga 64 buah (rata-rata 48 polong isi). Semakin kecil ukuran biji maka jumlah polong per tanaman akan semakin banyak. Jumlah polong bervariasi mulai 2-20 dalam satu pembungaan dan lebih dari 400 dalam satu tanaman. Satu polong berisi 1-5 biji, namun pada umumnya berisi 2-3 biji per polong. Polong berlekuk lurus atau ramping dengan panjang kurang dari 2-7 cm (Sumarno, 2013, h. 57-58)

### **2.1.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai**

Komponen lingkungan yang menjadi penentu keberhasilan usaha produksi kedelai adalah faktor iklim dan kesuburan fisika, kimia dan biologi tanah (solum, tekstur tanah, pH, ketersediaan hara, kelembaban tanah, bahan organik dalam tanah, drainase dan aerasi tanah serta mikrobial tanah). Faktor iklim yang menentukan pertumbuhan tanaman kedelai adalah : lama dan intensitas sinar matahari (panjang hari), suhu, kelembaban udara dan curah hujan (Sumarno, 2013, h. 79).

Tanaman kedelai memerlukan kondisi yang seimbang antara suhu udara dengan kelembaban yang dipengaruhi oleh curah hujan. Secara umum tanaman kedelai memerlukan suhu udara yang tinggi dan curah hujan (kelembaban) rendah. Apabila suhu udara rendah dan curah hujan (kelembaban) berlebihan, menyebabkan penurunan kualitas kedelai yang dihasilkan. Pada umumnya, kondisi iklim yang paling cocok untuk pertumbuhan tanaman kedelai adalah daerah-daerah yang mempunyai suhu antara 25°C-28°C, kelembaban udara rata-rata 60%, penyinaran matahari 12 jam/hari atau minimal 6-10 jam, dan curah hujan paling optimum antara 100-400 mm/bulan atau berkisar antara 300-400 mm<sup>3</sup> bulan (Cahyo, 2007).

Kedelai dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah dengan syarat drainase dan aerasi tanah cukup baik serta ketersediaan air yang cukup selama pertumbuhan tanaman. Kedelai menghendaki kondisi tanah yang tidak tergenang, tetapi air tetap tersedia. Kedelai tidak menuntut struktur tanah yang khusus sebagai suatu persyaratan tumbuh. Bahkan pada kondisi lahan yang kurang subur dan agak masam pun kedelai dapat tumbuh dengan baik, asalkan tidak tergenang air yang menyebabkan busuknya akar (Subaedah, 2019, h. 3-4).

## **2.2 Patologi Benih**

Patologi benih merupakan salah satu bidang ilmu penyakit tanaman (fitopatologi), didefinisikan sebagai studi tentang penyakit benih untuk mengetahui faktor penyimpangan fungsi benih. Bidang ilmu ini juga mempelajari tentang hubungan antara patogen dan inangnya yaitu peran benih sebagai sumber penyebaran dan penularan penyakit (Rahayu, 2016. h. 78).

### 2.2.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Infeksi Benih

Keberhasilan infeksi melalui benih merupakan aspek terpenting dalam penyebaran patogen dalam benih. Keberhasilan patogen menginfeksi benih ditentukan oleh beberapa faktor antara lain:

#### 1. Tanaman Inang

Pengaruh tanaman inang terhadap timbulnya suatu penyakit tergantung dari jenis tanaman inangnya, kerentanan tanamannya, bentuk dan tingkat pertumbuhan, struktur dan kepadatan populasinya, kesehatan tanaman dan ketahanan inangnya. Tanaman inang dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu : 1) tanaman inang rentan: inang yang mudah terserang patogen sementara pada kondisi sama dan patogen sama, inang lain resisten, 2) tanaman inang resisten: inang yang tahan terhadap serangan patogen sementara pada kondisi sama dan patogen sama, inang lain rentan, 3) tanaman inang toleran: inang yang rentan tetapi inang tersebut masi mampu menghasilkan produk yang ekonomis, 4) tanaman inang sekunder: inang yang bukan menjadi makanan utama, 5) tanaman inang primer: inang yang menjadi tempat dan sumber tempat dan sumber nutrisi makanan utama/pokok dari patogen (Sopialena, 2017, h. 31).

#### 2. Lingkungan

Kondisi lingkungan pada masa pembungaan atau pada saat pembentukan benih mempengaruhi infeksi benih dan lokasi inokulum dalam benih. Faktor lingkungan yang mempengaruhi antara lain: kelembaban, suhu, kecepatan angin dan curah hujan (Chailani, 2012, h. 11-12).

#### 3. Pengelolaan Lahan

a. Populasi Tanaman

Populasi tanam yang tinggi atau jarak tanam yang rapat akan menimbulkan kelembaban yang kondusif bagi perkembangan infeksi patogen benih.

b. Pemupukan

Aplikasi nitrogen dapat mempengaruhi infeksi pada biji. Pemberian nitrogen dalam jumlah yang banyak dapat mengurangi timbulnya infeksi pada biji jagung oleh *Fusarium moniliforme*, tetapi nitrogen yang tinggi dibandingkan dengan komposisi yang rendah dapat meningkatkan infeksi patogen benih oleh *A. Padwickli*, *Curvularia lunata* pada padi.

c. Waktu Panen

Penundaan waktu panen akan membantu infeksi patogen. Infeksi akan meningkat saat pemasakan buah sampai waktu panen (Chailani, 2012, h. 13).

### 2.2.2 Inokulasi atau Penularan

Inokulasi adalah bagian dari patogen atau patogen itu sendiri yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman. Pada jamur atau cendawan, inokulum dapat berupa miselium, spora atau sklerotium. Pada bakteri, mikoplasma dan virus inokulumnya berupa individu bakteri, individu mikoplasma dan partikel virus itu sendiri. Pada tanaman parasitik inokulum dapat berupa fragmen tumbuhan atau biji dari tumbuhan parasiti tersebut. Pada nematoda dapat berupa telur, larva atau nematoda dewasa (Sopialena, 2017. H. 8).

Semua patogen mulai melakukan serangan pada tingkat pertumbuhan vegetatif. Jadi, spora jamur dan biji tumbuhan parasitik harus berkecambah

terlebih dahulu. Untuk melakukann perkecambahan dibutuhkan suhu yang sesuai dan kelembaban dalam bentuk lapisan air pada permukaan tanaman. Keadaan basah harus berlangsung cukup lama sampai patogen mampu masuk atau melakukan penetrasi ke dalam sel atau jaringan. Jika hanya berlangsung sebentar maka patogen akan kekeringan dan mati, sehingga gagal melakukan serangan (Sopialena, 2017, h. 9).

Kemampuan hidup patogen dalam biji tergantung pada inokulum perbiji, lokasi inokulum dalam biji dan tipe pertahanan propagul. Jamur dengan pigmen kuat dan tebal mempunyai waktu hidup yang lebih lama. Jamur dengan tubuh buah seperti *Acervuli* dan *Picnidia* umumnya mempunyai periode hidup yang lebih lama. Jamur dengan dinding miselia tebal pada masa istirahat mampu hidup lebih lama. Sedangkan pada bakteri dengan warna yang lebih gelap, mampu hidup lebih lama di dalam biji. Virus mampu bertahan pada periode yang lebih lama pada embrio, tetapi seringkali virus menginfeksi pada semua organ dalam biji (Chailani, 2012, h. 17).

Patogen yang terbawa oleh biji dapat mengurangi nilai gizi dan mengurangi daya tumbuhnya. Semua patogen seperti halnya jamur, bakteri dan virus yang dapat terbawa oleh benih. Hal ini karena benihnya telah terinfeksi atau karena terkontaminasi dengan permukaannya saja atau ada pula yang terbawa bersama benih dalam bentuk sklerotia. Keberadaan patogen yang dipertimbangkan sebagai patogen benih jika, patogen tersebut mampu menulari atau berada dalam benih dengan inokulumnya sehingga menimbulkan penyakit pada tanaman. Walaupun benih tersebut mengandung mikroba atau virus, jika patogen tersebut tidak mampu menyebabkan penyakit maka organisme dan virus



tersebut tidak dipertimbangkan sebagai patogen yang menulari benih. Keberhasilan patogen menginfeksi benih ditentukan oleh beberapa faktor yaitu genotip inang, lingkungan, pengelolaan lahan, fase tanaman yang terinfeksi, keparahan infeksi tanaman induk, infeksi oleh serangga, antagonis dan sinergi (Chailani, 2012, h. 5-14).

Beberapa contoh bakteri yang menyerang benih tanaman kedelai adalah *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Xanthomonas* sp., beberapa penyakit penting yang menyerang benih kedelai adalah *brown rot*/busuk coklat (*P. solanacearum*), *blight*/hawar (*P. syringae* pv. *glycine*), *wildfire* (*P. syringae* pv. *tabaci*), dan *pustule* (*X campestris* pv. *glycine*). Penyakit hawar daun pada tanaman kedelai disebabkan oleh *P. syringae* pv. *Glycine* dengan gejala adanya bercak pada daun, kadang-kadang pada batang, tangkai daun dan polong. Bercak berbentuk persegi, kecil, tembus cahaya, kebasahan, berwarna kuning sampai coklat terang pusat bercak cepat mengering dengan warna coklat kemerahan sampai hitam, pada lingkungan yang cocok, bercak membesar, beberapa bercak bergabung membentuk bercak lebih besar dan tidak beraturan, diikuti bagian tengah bercak sobek sehingga daun tampak lubang dan daun rontok. Infeksi pada benih terjadi pada kotiledon bagian pinggir. Bercak dapat membesar dan berwarna coklat gelap, akibatnya tanaman menjadi kerdil (Winarni, 2013, h. 136-137).

Mutu benih dapat dilihat dari tiga komponen yaitu mutu genetis terkait kemurnian varietas, mutu fisiologis yaitu memiliki daya kecambah dan vigor yang baik, serta mutu fisik. Benih bermutu tinggi harus memiliki kriteria sebagai berikut : 1) Benih harus bersih dan bebas dari segala jenis kotoran, 2) Murni terdiri dari satu varietas saja, tidak tercampur dengan varietas lainnya, 3) Secara

fisik bagus, bernas, warna tidak kusam, kulit tidak terkelupas, mulus tidak ada bercak, tidak keriput, 4) sehat tidak membawa penyakit yang merugikan (Rahayu, 2016, h. 79).

Patologi terbawa benih, menempati posisi yang berbeda seperti :1. Tercampur dengan benih dan patogen tersebar hidup di antara individu benih hal ini bisa terjadi biasanya selama pengelolaan benih di lapangan, propagul sklerosia dan spora jamur dapat tercampur dengan cara ini. 2. Patogen menempel di permukaan biji (eksternal), terjadi pada sel bakteri dan jamur. 3. Patogen menginfeksi masuk ke dalam biji (internal) hidup menetap dalam biji misalnya pada virus dan bakteri (Rahayu, 2016, h. 81).

### **2.3 Peran Agens Hayati**

Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup di dalam jaringan tumbuhan tanpa menimbulkan efek negatif. Sifat mikroba endofit tersebut memungkinkan adanya hubungan simbiosis mutualisme antara mikroba endofit dan inangnya. Bakteri endofit masuk ke dalam tumbuhan melalui luka, stomata atau karena mampu menghasilkan enzim selulase untuk degradasi dinding sel tumbuhan (Nurmalasari, 2020. H. 267).

Bakteri di dalam jaringan tanaman kemudian berkoloni di titik tempat dia masuk atau menyebar ke seluruh bagian tumbuhan melalui xylem. Mikroorganisme ini dapat hidup di dalam pembuluh vaskuler atau di ruang intersel atau stomata. Bakteri endofit memiliki sifat yang sangat unik di mana fisiologi tumbuhan yang berasal dari spesies yang sama namun tumbuh pada lingkungan yang berbeda, maka bakteri endofit yang dihasilkan akan berbeda pula sesuai kondisi lingkungan (Putri, 2018, h. 125-126).

Bakteri pemacu pertumbuhan tanaman (BP2T) diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu spesies bakteri ekstraseluler dan intraseluler. BP2T ekstraseluler umumnya terdapat di permukaan tanah, daerah perakaran, dan di antara sel-sel korteks akar. BP2T intraseluler terdapat pada struktur nodul yang spesifik pada sel-sel akar. Jenis bakteri yang tergolong ekstraseluler adalah *Agrobacterium*, *Arthrobacter*, *Caulobacter*, *Azospieillum*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Caulobacter*, *Chromobacterium*, *Erwina*, *Flavobacterium*, *Micrococcous*, *Pseudomonas* dan *Serratia*. Sementara bakteri yang termasuk BP2T intraseluler umumnya tergolong family Rhizobiaceae, seperti *Allorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium* dan *Frankia* yang dapat bersimbiosis dengan tanaman dalam memfiksasi nitrogen dari udara (Hasanudin, 2018, h. 60).

### **2.3.1 Karakteristik Agens Hayati**

#### **1. *Bacillus* sp.**

*Bacillus* sp. merupakan salah satu genus rizobakteria yang telah banyak diteliti dan dikembangkan. Kemampuannya dalam beradaptasi terhadap lingkungan menjadikan bakteri ini banyak ditemukan di alam terutama di daerah rhizosfer. *Bacillus* spp. Dapat ditemukan di tanah, air, udara dan residu tanaman yang telah membusuk. Keberadaan *Bacillus* sp. yang berada di tanah dan aktif di permukaan tanah dikarenakan kemampuannya dalam memanfaatkan bahan organik yang stabil (Syofiana, 2019, h. 350).

*Bacillus* sp. memiliki fisiologi yang berbeda dengan bakteri lain yang bukan patogen, yaitu mudah dimanipulasi secara genetik dan mudah dikembangbiakkan sehingga dapat dikembangkan pada skala industri. Bakteri ini bersifat antagonis terhadap cendawan tular tanah. Bakteri ini dapat ditemukann

dalam air, tanah, udara dan sisa-sisa tanaman. Bakteri ini mampu menghasilkan berbagai macam enzim protease serta enzim lain yang mampu mendegradasi substrat alami dan berkontribusi terhadap perputaran hara. Selain itu bakteri ini menghasilkan zat antimikroba berupa bakteriosin. Bakteriosin adalah zat antimikroba polipeptida atau protein yang diproduksi oleh mikroorganisme yang bersifat bakterisida (Suriani, 2016, h. 38-39).

## **2. *Pseudomonas* sp.**

*Pseudomonas* merupakan salah satu genus dari famili Pseudomonadaceae. Bakteri ini berbentuk batang lurus atau lengkung, mempunyai flagel, ukuran tiap sel bakteri 0,5-0,1  $\mu\text{m}$  x 1,5-5,0  $\mu\text{m}$ , temperatur optimal untuk pertumbuhannya antara 25-30°C, tidak membentuk spora dan bereaksi negatif terhadap pewarnaan (Soesanto, 2008).

Bakteri *Pseudomonas* memiliki karakteristik seperti, gram negatif, berbentuk batang (*rods*) atau kokus (*coccus*), aerob obligat, motil mempunyai flagel polar, bakteri ini oksidase positif, katalase positif, nonfermenter dan tumbuh dengan baik pada suhu 4°C atau di bawah 43°C. *Pseudomonas* banyak ditemukan di tanah, air dan tanaman. Beberapa spesies *Pseudomonas* seperti *P. aeruginosa*, *P. putida*, *P. fluorescens*, *P. syringae* P. dan lain-lain (Suyono, 2011. H. 8).

### **2.3.1 Mekanisme Pengendalian Hayati Patogen Tanaman**

Ada 2 macam bentuk mekanisme pengendalian hayati patogen tanaman adalah sebagai berikut:

1. Antagonisme diluar inang (*Antagonisme exterior to host*), atau mekanisme secara langsung, agens pengendali hayati memparasit, menekan, dan

mengganggu secara langsung patogen dengan sifat antagonismenya melalui antibiosis, mikroparasit/hiperparasit dan kompetisi.

2. Interaksi agens pengendali agens hayati di dalam inang (*Interaction of agent in host*), atau mekanismenya secara langsung melalui interaksi agens pengendali hayati pada tanaman inang melalui kolonisasi dan pra-penetrasi yang memicu terjadinya respon pertahanan diri dari tanaman tersebut, respon tersebut dikenal dengan mekanisme induksi resistensi, sehingga dapat mempertahankan diri dari serangan patogen (Muslim, 2019, h. 29)

Mekanisme endofit dalam melindungi tanaman terhadap serangan serangga ataupun patogen yaitu : 1) penghambat pertumbuhan patogen secara langsung melalui senyawa antibiotik dan senyawa anti litik yang dihasilkan; 2) menghambat secara tidak langsung melalui perangsang endofit terhadap tanaman dalam pembentukan metabolit sekunder seperti asam salisilat, asam jasmonat, dan etilene yang berfungsi meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen; 3) perangsangan pertumbuhan tanaman sehingga lebih tahan pada serangan serangga patogen; 4) kolonisasi jaringan tanaman sehingga patogen sulit penetrasi; dan 5) hiperparasit (Yulianti, 2013, h. 40-41).

Teknik pengendalian yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tanaman adalah pengendalian agens hayati menggunakan mikroorganisme yang bersosiasi secara alami dan sinergis dengan tanaman inang. Upaya tersebut dapat dilakukan dengan perlakuan invigorisasi benih. Invigori merupakan perlakuan untuk meningkatkan vigor benih yang ditunjukkan dengan peningkatan atau perbaikan peformansi benih baik secara fisiologis maupun biokemis yang

dilakukan dengan berbagai perlakuan benih pasca panen atau pratanam (Windia, 2018, h. 25)

## **2.4 Ensiklopedia**

### **2.4.1 Pengertian Ensiklopedia**

Kata ensiklopedia berasal dari bahasa Yunani, *enkyklios paideia* yang berarti sebuah lingkaran atau pengajaran yang lengkap, jadi ensiklopedia adalah kumpulan tulisan yang berisi penjelasan yang menyimpan informasi secara komprehensif dan cepat dipahami serta dimengerti mengenai keseluruhan cabang ilmu pengetahuan tertentu yang tersusun dalam bagian artikel-artikel dengan suatu topik. (Purbosari, 2016, h. 234).

Ensiklopedia memuat berbagai macam objek yang dilengkapi dengan keterangan dan informasi yang menyeluruh serta lengkap yang berhubungan dengan objek yang dibahas. Objek yang dimuat dan dibahas dalam ensiklopedia merupakan objek-objek atau materi dari berbagai ilmu pengetahuan. Ensiklopedia memiliki penjelasan dan pembahasan yang lebih lengkap dan detail serta dilengkapi dengan gambar agar pembaca dapat lebih memahami informasi yang diperoleh. (Cahyawulan, 2018, h. 141-142).

Ensiklopedia memiliki ciri-ciri yang khas dari buku lainnya yaitu, memiliki daftar istilah-istilah dan ditambahkan penjelasan dari istilah-istilah tersebut menurut abjad sehingga mudah untuk digunakan. Isi dari ensiklopedia meliputi nama istilah dan diilustrasikan dengan gambar serta diberi penjelasan sehingga mudah untuk dipahami (Harapah, 2020, h. 54).

### 2.4.2 Tujuan Utama Ensiklopedia

1. *Source of answer to fact question*, yaitu sebagai sumber jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang memerlukan fakta dan kenyataan serta data-data
2. *Source of background information*, yaitu sebagai sumber informasi yang memuat topik atau pengetahuan dasar yang ada hubungannya dengan suatu subjek dan berguna untuk penelusuran lebih lanjut.
3. *Direction service*, yaitu merupakan suatu layanan pengarahan terhadap bahan-bahan lebih lanjut untuk para pembaca terhadap topik-topik yang dibahas. Direction service ini umumnya ditonjolkan dalam bentuk suatu daftar bacaan/ bibliografi/ referensi yang diajukan untuk dibaca atau dipelajari dan terdapat pada akhir artikel (Prihartanta, 2015, h. 5).

### 2.4.3 Manfaat dan Jenis-jenis Ensiklopedia

Berikut manfaat ensiklopedia antara lain:

1. Sebagai sarana untuk mencari informasi dasar mengenai berbagai masalah.
2. Sebagai sarana utama dalam langkah awal untuk melakukan sesuatu kajian mengenai suatu objek.
3. Sebagai sarana untuk mengetahui kebenaran suatu informasi.
4. Sebagai jendela informasi dunia.

Adapun jenis-jenis ensiklopedia adalah sebagai berikut:

1. Ensiklopedia Umum/ Nasional

Ensiklopedia umum/ nasional adalah ensiklopedia yang berisi informasi dasar tentang hal-hal, abstrak, konsep atau kejadian-kejadian umum.

2. Ensiklopedia Khusus/ Ensiklopedia Subjek

Ensiklopedia khusus atau ensiklopedia subjek adalah ensiklopedia yang mebatasi cakupan isinya pada masalah atau mengenai subjek tertentu.

### 3. Ensiklopedia Internasional

Ensiklopedia internasional adalah ensiklopedia yang memuat informasi (sedapat mungkin) di dunia, tanpa memberi penekanan pada informasi yang berasal dari suatu Negara atau kelompok Negara tertentu (Astiting, 2018, h. 32-33).

## 2.5 Hasil Penelitian yang Relevan

Adapun penelitian yang relevan dengan penelitian ini telah dilakukan oleh:

1. Eka Siti Windia tahun 2018 dengan judul “*Pengaruh Pemberian Agen Hayati Pada Benih dan Pupuk Bokasi Terhadap Mutu Fisiologis Benih Kedelai (Glycine max L. (Merill)) Kultivar Grobogan*”, menjelaskan bahwa tanaman kedelai menunjukkan pertumbuhan yang sehat. Hal ini diduga karena perlakuan *biomatriconditioning* dengan agens hayati dapat menekan pertumbuhan patogen. *Trichoderma* merupakan jamur antagonis yang dapat menghambat pertumbuhan berbagai patogen dengan berbagai mekanisme diantaranya kompetisi ruang dan nutrisi, menghasilkan antibiotik.

Perbedaan penelitian di atas dengan penelitian penulis yaitu penggunaan pupuk bokasi serta tempat penelitian yang berbeda. Persamaan dari penelitian di atas dan penelitian penulis yaitu pemanfaatan agens hayati.

2. Tantri Palupi tahun 2016 dengan judul “*Peningkatan Mutu Fisiologis dan Daya Simpan Benih serta Ketahanan Patogen dan Agen Hayati pada Benih Padi Berpelapis*”, menyatakan bahwa perlakuan *coating* dengan agens hayati isolat *P. diminuta* A6 dan *B. subtilis* 5/B yang digunakan dalam penelitian ini



mampu memproduksi siderofor, dan hydrogen sianida yang bersifat antimikrobia. Berkurangnya ketersediaan Fe (besi) yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan patogen akibat pengkelatan oleh siderofor, menghambat pertumbuhan patogen.

Perbedaan penelitian di atas dengan penelitian penulis yaitu tempat penelitian serta benih yang digunakan. Persamaan dari penelitian di atas dan penelitian penulis yaitu pemanfaatan agens hayati

3. Agustiansyah, dkk tahun 2012 dengan judul “*Pengaruh Perlakuan Benih dengan Agens Hayati dan Pemupukan Terhadap Pertumbuhan Tanaman, Produksi dan Mutu Benih Padi di Lapang*” menyatakan bahwa perlakuan benih dan pemupukan P memberikan pengaruh nyata dalam menurunkan jumlah koloni patogen. Isolat *Bacillus subtilis* 5/B dapat menekan pertumbuhan patogen sedangkan *Pseudomonas diminuta* merupakan isolat yang memiliki kemampuan daya hambat tertinggi terhadap patogen

Perbedaan penelitian di atas dengan penelitian penulis yaitu tempat penelitian serta benih yang digunakan. Persamaan dari penelitian di atas dan penelitian penulis yaitu pemanfaatan agens hayati

## **2.6 Kerangka Pikir**

Benih atau biji adalah bagian tanaman yang dipergunakan untuk menghasilkan tanaman yang dapat berproduksi secara maksimal. Penggunaan benih kedelai bermutu merupakan salah satu kunci untuk mendapatkan pertanaman yang mampu memberikan hasil yang memuaskan. Status mutu benih menentukan keberhasilan produksi tanaman. Mutu benih penting dijaga sejak proses produksi benih, pemasaran hingga sampai ke tangan petani untuk ditanam.

Untuk memastikan mutu benih sebelum ditanam, maka pengujian mutu benih harus dilakukan terlebih dahulu.

Mutu benih terdiri atas empat komponen yaitu: mutu fisik, mutu fisiologis, mutu genetik, serta mutu kesehatan atau mutu patologis. Mutu fisik terlihat dari penampilan fisiknya yang bersih, cerah, bernas, dan berukuran seragam. Mutu fisiologis benih terlihat dari nilai viabilitas (daya berkecambah) dan nilai vigor (kecepatan tumbuh, keserempakan tumbuh, dan daya simpan). Mutu genetik ditunjukkan pada keseragaman genetik yang tinggi tidak tercampur varietas lain. Mutu kesehatan benih atau mutu patologis benih di lihat dari bebas tidaknya dari hama penyakit dan mikroorganisme yang dapat terbawa pada komoditas pangan dan hasil pertanian.

Salah satu faktor penghambat dalam budidaya tanaman kedelai adalah gangguan mikroorganisme yang bersifat patogen terutama patogen terbawa benih (*seedborne*). Patogen terbawa benih dapat menimbulkan efek seperti menurunkan kualitas benih, mengurangi perkecambahan benih, vigor bibit dan daya simpan benih. Namun pencegahan penyebaran mikroorganisme patogenik ini dapat dilakukan dengan perlakuan benih sebelum tanam dengan teknik pengendalian hayati menggunakan mikroorganisme yang berasosiasi secara alami dengan tanaman inang (rizobakter) sebagai alternatif pengganti pencegahan penggunaan pestisida.

Penelitian ini akan menggunakan teknik penggunaann agens hayati menggunakan *Pseudomonas* sp. SWR IA02, *Pseudomonas* sp. LAK II A02 dan *Bacillus* sp. WII R06 yang diaplikasikan penggunaannya dengan teknik invigorasi benih pratanam. Aplikasi *bio-invigorasi* benih pratanam ini diharapkan selain

akan mampu meningkatkan daya tumbuh keserempakan dan kecepatan tumbuh benih di lapangan, juga akan mampu menghasilkan benih yang memiliki mutu patologis tanaman kedelai. Setelah di dapatkan hasil penelitian, dari hasil penelitian tersebut akan di buat media pembelajaran sebagai media alternatif tambahan belajar berupa Ensiklopedia. Kerangka berfikir penelitian dapat dilihat pada diagram alir

