

II. TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Klasifikasi Tanaman Edamame *Glycine max* (L.) Merr.

Taksonomi tanaman edamame diuraikan oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (2022).

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Divisi	: Magnoliophyta
Subdivisi	: Spermatophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Rosidae
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae Lindl.
Genus	: <i>Glycine</i> Willd.
Species	: <i>Glycine max</i> (L.) Merr.

Di Indonesia, beberapa kultivar Edamame yang umum dibudidayakan antara lain Ocunami, Tsurunoko, Tsurumidori, Taiso, dan Riyoko. Jenis-jenis determinate ini dicirikan oleh bijinya yang relatif besar. Menurut Sumarno (2016), kedelai yang sering disebut dengan kedelai biji-bijian dapat digolongkan berbiji berukuran sedang jika berat per 100 biji berada pada kisaran 11-15 g. Sebaliknya benih dianggap raksasa jika berat per 100 benih melebihi 15 g.

1.2 Morfologi Tanaman Edamame *Glycine max* (L.) Merr.

Bentuk tanaman edamame menghasilkan ukuran tanaman yang lebih tinggi dibandingkan kedelai konvensional. Edamame menunjukkan berbagai warna kulit,

termasuk hijau, kuning, dan hitam. Biasanya, ukuran buah edamame melebihi ukuran kedelai konvensional (Oktariana, 2017). Berikut ini disajikan ciri-ciri morfologi tanaman edamame.

2.2.1 Daun Tanaman Edamame

Tanaman edamame mempunyai daun majemuk trifoliolat yang tersusun atas tiga helai daun. Warna daun edamame seringkali bercirikan rona hijau muda atau hijau kekuningan. Selebaran pada simpul tersier sering kali memperlihatkan beragam morfologi, termasuk bentuk bulat dan runcing. Meski demikian, jumlah daun yang tumbuh bisa lebih banyak, dengan potensi dihasilkan hingga tujuh daun (Artika *et al.*, 2017).

Berdasarkan temuan Adie dan Krisnawati (2016), panjang daun soliter pada tanaman edamame berkisar antara 2 sampai 20 cm, sedangkan lebarnya bervariasi antara 3 sampai 10 cm. Tangkai daun lateral seringkali memiliki panjang 1 sentimeter atau kurang. Pada pangkal daun terminal terdapat dua bintik kecil, sedangkan pada setiap daun lateral terdapat pulvinus agak besar yang terletak pada tempat menempelnya tangkai pada batang. Fenomena pulvini berkaitan dengan modulasi pergerakan dan posisi daun selama periode diurnal dan nokturnal, yang dipicu oleh perubahan tekanan osmotik di berbagai wilayah pulvinus.

2.2.2 Batang Tanaman Edamame

Ada dua bentuk pertumbuhan batang edamame yang berbeda, yang secara khusus disebut determinate dan indeterminate. Pertumbuhan batang determinatif ditandai dengan terhentinya pemanjangan batang setelah pembungaan, sedangkan

pertumbuhan batang tak tentu mengacu pada kelanjutan perkembangan batang dan daun setelah tahap pembungaan tanaman (Artika *et al*, 2017).

2.2.3 Akar Tanaman Edamame

Tanaman edamame mempunyai akar tunggang. Akar tanaman edamame tersusun atas akar tunggang, akar lateral, dan akar bantu. Akar tunggang terdiri dari akar primer yang menghasilkan empat baris akar sekunder, yang kemudian menopang banyak akar cabang. Sementara itu, akar adneksa muncul dari daerah yang terletak di bawah hipokotil. Akar lateral adalah sejenis akar yang menunjukkan pola pertumbuhan horizontal atau sedikit melengkung, seringkali dengan panjang berkisar antara 40 hingga 75 sentimeter. Menurut Artika dkk. (2017), proses pembentukan akar pada tanaman biasanya terjadi dalam rentang waktu 3 sampai 7 hari setelah perkecambahan. Lebih lanjut, penelitian menunjukkan bahwa seiring dengan bertambahnya usia tanaman, jumlah akar yang dimilikinya cenderung meningkat.

2.2.4 Bunga Tanaman Edamame

Tanaman edamame mengalami beberapa fase perkembangan yaitu tahap vegetatif dan tahap reproduksi. Tahap vegetatif dalam siklus hidup tumbuhan dimulai dengan perkecambahan dan berlanjut hingga awal pembungaan, sedangkan tahap reproduksi dimulai dari permulaan pembungaan hingga pematangan biji. Bunga edamame yang mekar sangat mirip dengan kupu-kupu. Biasanya batang bunga muncul dari ketiak daun yang disebut rasim. Terdapat variasi yang signifikan dalam jumlah bunga yang ditemukan di setiap ketiak daun, berkisar antara 2 hingga 25 bunga. Bunga edamame seringkali menunjukkan dua variasi warna primer yaitu

putih dan ungu. Tanaman edamame menunjukkan kepekaan terhadap variasi durasi siang hari, khususnya selama proses produksi bunga (Artika et al., 2017).

2.2.5 Polong dan Biji Tanaman Edamame

Perkembangan polong tanaman edamame terjadi dalam jangka waktu 7 hingga 10 hari setelah munculnya bunga pertama kali. Jumlah polong yang tumbuh pada setiap ketiak daun bervariasi, berkisar antara satu hingga sepuluh polong. Jumlah polong per tanaman berpotensi melebihi 50 atau mungkin beberapa ratus buah. Kulit luar buah edamame berwarna hijau, sedangkan biji di dalamnya mempunyai warna yang beragam, mulai dari kuning hingga hijau. Di dalam setiap polong, terdapat jumlah benih yang bervariasi, seringkali berkisar antara tiga hingga lima. Benih ini memiliki ukuran yang berkisar antara 5,5 cm hingga 6,5 cm. Selain itu, diameter benih ini dapat bervariasi dari 5 cm hingga 11 mm. Ukuran biji edamame berbeda-beda menurut jenis tanaman tertentu, namun bentuknya sering bercirikan bulat, agak pipih, dan bulat telur. Benih edamame terdiri dari dua komponen utama: kulit biji dan janin atau embrio (BBPP Lembang, 2015).

2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Edamame

Untuk mendapatkan perkembangan tanaman yang maksimal, tanaman kedelai memerlukan kondisi lingkungan yang sesuai untuk budidayanya. Tanaman kedelai memiliki tingkat kepekaan yang tinggi terhadap variasi kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhannya, dengan penekanan khusus pada komposisi tanah dan pengaruh iklim. Kebutuhan air tanaman bergantung pada banyak faktor, termasuk pola curah hujan yang dialami selama masa perkembangannya, cara pengelolaannya, dan umur spesifik varietas yang dibudidayakan. Tanaman kedelai

memiliki karakteristik pertumbuhan yang baik di wilayah yang memiliki curah hujan bulanan berkisar antara 100 hingga 400 mm. Untuk mendapatkan hasil terbaik, tanaman kedelai memerlukan curah hujan bulanan berkisar antara 100 hingga 200 mm. Kisaran suhu optimal untuk budidaya tanaman kedelai adalah pada kisaran 22 hingga 27 derajat Celcius. Menurut Sumarno (2016), kelembaban udara ideal bagi tanaman kedelai bervariasi sepanjang tahap perkembangannya. Selama masa pertumbuhan tanaman hingga pengisian polong, kisaran optimal adalah antara 75% dan 90% kelembaban relatif (RH). Namun pada tahap pemasakan polong hingga panen, disarankan untuk menjaga tingkat kelembapan udara lebih rendah, yaitu antara 60% hingga 75% RH.

Jenis tanah yang cocok untuk budidaya tanaman edamame antara lain aluvial, regosol, grumosol, latosol, dan andosol. Pertumbuhan kedelai pada tanah podsolik merah-kuning dan tanah dengan kandungan pasir kuarsa tinggi terbatas, kecuali jika digunakan pupuk organik atau kompos dalam jumlah yang cukup. Untuk mengoptimalkan budidaya kedelai, disarankan untuk memulai proses penanaman dengan mengolah tanah dengan bakteri. *Rhizobium* banyak ditemukan pada tanah yang belum pernah ditanami *Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis*, biasa dikenal dengan kacang panjang. Kedelai yang dibudidayakan di tanah berkapur atau di lahan yang dulunya digunakan untuk penanaman padi cenderung memberikan hasil yang lebih baik karena tekstur tanahnya yang baik dan tidak diperlukannya pemupukan dini.

Kisaran pH optimal untuk pertumbuhan kedelai sering dianggap antara 5,8 hingga 7,0, yang menunjukkan preferensi pada kondisi tanah yang sedikit asam

hingga netral. Namun, perlu dicatat bahwa kedelai telah menunjukkan kemampuan untuk mentolerir tingkat keasaman tanah serendah pH 4,5 namun tetap menunjukkan pertumbuhan. Pertumbuhan terhambat secara signifikan akibat keracunan aluminium ketika tingkat pH turun di bawah 5,5. Perkembangbiakan bakteri bintil dan proses nitrifikasi, yang melibatkan oksidasi amonia menjadi nitrit atau proses dekomposisi, mungkin menunjukkan kinerja yang kurang optimal. Menurut Marianah (2012), sebaiknya memilih lokasi budidaya kedelai yang memiliki medan yang rata sehingga tidak perlu membuat teras dan tanggul. Varietas kedelai yang dimaksud memiliki ciri ukuran biji yang kecil sehingga sangat cocok ditanam di daerah dengan ketinggian antara 0,5 hingga 300 meter di atas permukaan laut. Dalam konteks praktik pertanian, perlu dicatat bahwa varietas kedelai dengan ukuran biji lebih besar terbukti cocok untuk ditanam di daerah dengan ketinggian antara 300 hingga 500 meter di atas permukaan laut. Kedelai seringkali menunjukkan pertumbuhan optimal pada kisaran ketinggian tidak melebihi 500 meter di atas permukaan laut.

2.4 Invigorasi Benih Edamame

Invigorasi benih mengacu pada intervensi yang disengaja yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas fisiologis benih melalui penggunaan perlakuan fisik atau kimia. Proses invigorasi benih mempunyai arti penting dalam perolehan benih bermutu, baik aspek vigor maupun viabilitasnya. Ada beberapa teknik yang tersedia untuk meningkatkan vigor benih, termasuk priming, marticonditioning, dan osmoconditioning. Ernawati *et al.* (2017) melakukan beberapa perlakuan invigorasi benih untuk membakukan dan meningkatkan tingkat perkecambahan. Dalam

penelitian yang dilakukan Sutariati *et al.* (2014), konsep invigorasi benih diteliti, yang berkaitan dengan peningkatan proses fisiologis dan biokimia yang terkait dengan kecepatan, sinkronisasi, dan efisiensi perkecambahan benih secara keseluruhan.

Menurut temuan Giamerti *et al.* (2015), penelitian ini menunjukkan bahwa benih yang mengalami kemunduran dapat direvitalisasi dengan teknik penyegaran, yang secara efektif mengaktifkan proses metabolisme di dalam benih, sehingga memfasilitasi perkecambahan. Proses penyegaran ini dapat dilakukan sebelum munculnya struktur embrio yaitu radikula. Temuan ini sejalan dengan temuan penelitian yang dilakukan oleh Hedden dan Thomas (2012), yang menunjukkan bahwa penerapan asam giberelat melalui perendaman benih menghasilkan peningkatan potensi perkecambahan pada benih yang menunjukkan berbagai tingkat degradasi.

Sucahyono (2013) berpendapat bahwa penggunaan terapi penyegaran benih berpotensi meningkatkan aktivitas enzimatis amilase dan dehidrogenase, serta meningkatkan integritas membran. Berdasarkan temuan penelitian Ruliyansyah yang dilakukan pada tahun 2011, penggunaan terapi invigorasi pada benih kedelai menghasilkan peningkatan yang signifikan pada kemampuan perkecambahan, laju pertumbuhan, sinkronisasi pertumbuhan, dan laju pertumbuhan kecambah.

2.5 Osmoconditioning

Osmoconditioning mengacu pada penyerapan air secara sistematis oleh benih melalui proses imbibisi, dimana larutan dengan potensi osmotik rendah digunakan sebagai media imbibisi (Yuanasari *et al.*, 2015). Sebagaimana dikemukakan oleh

Sucahyono (2013), penggunaan perlakuan osmoconditioning mempunyai kemampuan untuk menurunkan laju peresapan air ke dalam benih selama proses imbibisi. Efek ini mungkin disebabkan oleh masuknya larutan garam dengan potensi air yang relatif rendah.

Proses imbibisi, bila dikombinasikan dengan perlakuan osmokondisi, memungkinkan benih meningkatkan faktor internalnya untuk memulai proses perkecambahan. Perlakuan ini membantu pemulihan integritas membran, karena benih yang mengalami kerusakan menunjukkan perubahan permeabilitas membran. Akibatnya jika benih tersebut tertelan maka terjadi kerusakan dinding sel sehingga terjadi kebocoran isi seluler (Ruliyansyah, 2011).

2.6 Deteriorasi Benih

Deteriorasi benih mengacu pada fenomena di mana benih mengalami penurunan kemampuan berkecambah dan menunjukkan penurunan kualitas benih secara keseluruhan. Proses degenerasi yang dijelaskan di sini dianggap tidak dapat diubah, tidak dapat dihindari, dan tidak dapat dihindari (Triani, 2021). Kemunduran benih merupakan fenomena yang terjadi setelah tercapainya kematangan fisiologis benih dan terus berlangsung selama penyimpanan, pengemasan, atau pengangkutan. Kemunduran dapat terjadi akibat beberapa faktor, antara lain proses respirasi, perubahan morfologi, atau terjadinya kebocoran membran sel (Asih, 2020). Demikian pula benih yang telah mencapai masa kadaluarsa akan mengalami proses yang disebut kemunduran benih, yang ditandai dengan berkurangnya kemampuan berkecambah.

Menurut Murrinie *et al.* (2017), benih edamame termasuk dalam kategori benih ortodoks. Benih ortodoks dicirikan oleh kemampuannya untuk menurunkan kadar air hingga kurang dari 10%, sehingga memungkinkan benih disimpan untuk jangka waktu yang lama. Namun demikian, perlu dicatat bahwa biji kedelai mengandung sejumlah besar lemak dan protein, suatu karakteristik yang dapat berkontribusi terhadap percepatan degradasi benih ini selama disimpan. Degradasi benih mengacu pada penurunan viabilitas benih, yang menyebabkan tidak adanya perkecambahan benih dan pertumbuhannya selanjutnya menjadi kurang optimal atau sama sekali. Degradasi benih merupakan suatu fenomena yang ditandai dengan menurunnya daya kecambah benih yang disertai dengan meningkatnya munculnya tunas menyimpang dan terhambatnya perkembangan (Sucahyono, 2013). Perkembangan degradasi benih sangat dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan. Dalam kondisi penyimpanan yang kurang optimal, benih dapat mengalami kerusakan yang lebih cepat, yang mengakibatkan berkurangnya kekuatan dan viabilitas. Adanya kondisi vigor dan viabilitas yang kurang optimal dapat berdampak pada kondisi lapangan. Namun, masalah ini dapat diatasi dengan penggunaan perawatan benih atau pra-tanam. Salah satu pendekatan potensial untuk meningkatkan kekuatan dan viabilitas benih adalah melalui proses invigorasi.

2.7 Ekstrak Daun Kelor

Berdasarkan hasil penelitian Tini *et al.*, 2022 menunjukkan kandungan hormon endogenus pada daun kelor yaitu :

	Auksin/IAA (ppm)	Kinetin (ppm)	Zeatin (ppm)	Giberelin/GA ₃ (ppm)
Daun Kelor	662,17	161,37	66,50	417,88

Menurut temuan Humoen (2017), daun kelor merupakan bahan alami yang mengandung zeatin, sitokinin, askorbat, fenolik, dan mineral esensial termasuk kalsium, kalium, dan zat besi. Konstituen ini memiliki kemampuan untuk memfasilitasi berbagai proses pengembangan tanaman. Konsentrasi zeatin pada daun kelor berkisar antara 5 hingga 200 ng/ml. Selain itu, perlu diperhatikan bahwa ekstrak daun kelor kaya akan hormon sitokinin alami, termasuk zeatin, dihydrozeatin, dan isopentyladenine. Hormon sitokinin memiliki peran penting dalam mengatur pembelahan sel dan diferensiasi sel, sehingga mendorong perkecambahan dan memfasilitasi percepatan perkembangan tanaman. Hormon sitokinin mempunyai peranan penting dalam mengatur proses pembelahan sel dan diferensiasi sel sehingga memudahkan percepatan pertumbuhan tanaman, khususnya pada perkembangan tunas baru (Warohmah *et al*, 2018).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Emongor (2015), penerapan ekstrak daun kelor dengan konsentrasi berkisar antara 20% hingga 30% terbukti dapat meningkatkan perkembangan tanaman kacang panjang. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sigh *et al* (2013), diketahui bahwa pemberian ekstrak daun kelor pada konsentrasi 12,5% menghasilkan peningkatan pertumbuhan tanaman pada berbagai parameter antara lain bobot basah polong, bobot basah biomassa, bobot kering polong, dan berat kering biomassa. Temuan ini berbeda dengan perlakuan kontrol serta penerapan ekstrak daun kelor pada konsentrasi 25% dan 50%. Akan tetapi belum diketahui konsentrasi ekstrak daun kelor untuk tanaman edamame.