

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Tanaman Kedelai Edamame (*Glycine max* (L.)Merr.)

Kedelai edamame (eda = cabang dan mame = kacang) diartikan sebagai buah yang tumbuh di bawah cabang dan berasal dari Jepang dan sering disebut sebagai "kedelai sayur" oleh orang Eropa, dan disebut "mao dou" oleh orang Cina. Tanaman ini pertama kali ditemukan pada tahun 200 sebelum masehi dibudidayakan di Cina, masih dikenal masyarakat saat ini sebagai tanaman obat. Namun kedelai edamame ini baru dipasarkan di Jepang (dikenal sebagai *anomame*) di Engishiki pada tahun 972 sesudah masehi. Pertumbuhan kedelai edamame dapat berkembang di daerah iklim tropis, seperti Amerika yaitu Brazil dan Chile, serta Asia yaitu China, Thailand, Taiwan, Vietnam, dan di Indonesia (Pambudi, 2013).

Menurut Adisarwanto (2014), berdasarkan taksonomi tanaman kedelai dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom: Plantae

Divisi : Spermatophyta

Sub divisi : Angiospermae

Classis: Dicotyledonae

Ordo : Polypetales

Famili : Leguminosae

Sub famili : Papilionoideae

Genus : Glycine

Spesies : *Glycine max* (L.) Merr

Gambar tanaman kedelai edamame untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Tanaman Kedelai Edamame
Sumber: Dokumentasi pribadi, 2022

2.2 Morfologi Tanaman Kedelai Edamame (*Glycine max* (L.) Merr.)

Morfologi tanaman kedelai edamame terdiri dari akar, batang, daun, bunga, dan biji yang berbentuk polong. Kedelai edamame termasuk tanaman legum dengan ciri tumbuh tegak, berdaun trifoliate, tinggi dan jumlah daun tergantung dari varietas dan lingkungan hidupnya.

2.2.1 Akar

Akar tunggang yang dimiliki oleh kedelai edamame membentuk cabang-cabang akar yang tumbuh kearah bawah, sedangkan cabang akarnya berkembang menyamping (horizontal) tidak jauh dari permukaan tanah. Akar umumnya tumbuh mencapai kedalaman 30-50 cm dan dapat mencapai 2 meter pada kondisi tanah yang optimal, sehingga dapat berfungsi sebagai tempat bertumpunya tanaman dan alat pengangkut air maupun unsur hara. Akar tanaman kedelai juga merupakan tempat terbentuknya bintil akar, bintil akar merupakan simbiosis bakteri *Rhizobium* dengan tanaman kedelai, bintil akar ini sangat bermanfaat dalam proses fiksasi N_2 yang sangat dibutuhkan oleh tanaman kedelai dengan tujuan dapat melanjutkan pertumbuhannya khususnya dalam penyediaan unsur hara nitrogen (Adisarwanto, 2014). Bintil akar dibentuk oleh *rizhombium* pada saat tanaman kedelai edamame masih muda yaitu setelah terbentuknya rambut akar pada akar utama atau cabanag akar. Bintil akar terbentuk akibat adanya rangsangan pada permukaan akar yang menyebabkan bakteri dapat masuk kedalam akar dan berkembang dengan pesat di dalamnya. Pembentukan bintil akar dipengaruhi oleh ketersediaan nitrogen dalam tanah, kelembapan, pH dan adanya bakteri *rizhombium*. Morfologi akar tanaman kedelai edamame lebih jelasnya disajikan pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Akar Tanaman Edamame

Sumber: Dokumentasi pribadi, 2022

2.2.2 Batang

Pertumbuhan batang kedelai edamame memiliki dua tipe yaitu determinate dan indeterminate. Perbedaan sistem pertumbuhan batang ini didasarkan atas keberadaan bunga pada pucuk batang. Pertumbuhan batang tipe determinate cirinya adalah batang tidak tumbuh lagi pada saat tanaman mulai berbunga, sedangkan tipe indeterminate cirinya adalah batang dan daun masih tumbuh meskipun tanaman itu mulai berbunga. Jumlah buku pada batang akan bertambah sesuai pertambahan umur tanaman, tetapi pada kondisi normal jumlah buku berkisar 15 – 20 buku dengan jarak antar buku berkisar 2 – 9 cm. Batang kedelai edamame ada yang bercabang dan ada pula yang tidak bercabang, bergantung dari karakteristik varietas, akan tetapi umumnya cabang tanaman kedelai edamame berjumlah antar 1 – 5 cabang (Adisarwanto, 2014). Morfologi batang tanaman kedelai edamame lebih jelasnya disajikan pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Batang Tanaman Edamame

Sumber: Dokumentasi pribadi, 2022

2.2.3 Daun

Tanaman kedelai edamame memiliki daun majemuk yang terdiri atas tiga helai anak daun (trifoliolate) dan umumnya berwarna hijau muda atau hijau kekuning-kuningan. Jarak daun kedelai selang-seling, memiliki 3 buah daun (trifoliolate), jarang memiliki 5 lembar daun, petiola berbentuk panjang menyempit dan slinder stipulanya terbentuk panjang menyempit dan slinder, stipulanya terbentuk lansetlat kecil, dan stipel kecil lembaran daun berbentuk oval menyirip, biasanya palea bewarna hijau dan pangkal berbentuk bulat. Ujung daun biasanya ada tajam dan tumpul, lembaran daun samping sering agak miring, dan sebagian besar kultivar menjatuhkan daunnya ketika buah polong mulai matang (Afriyanti, 2013). Morfologi daun tanaman kedelai edamame lebih jelasnya disajikan pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Daun Tanaman Edamame

Sumber: Dokumentasi pribadi, 2022

2.2.4 Bunga

Kedelai edamame memiliki bentuk bunga sempurna, yakni memiliki benang sari dan putik dalam satu bunga. Mahkota bunga akan rontok sebelum membentuk polong. Bunga kedelai edamame menyerupai kupu-kupu, berwarna putih atau ungu. Bunga dibentuk pada tempat-tempat pertemuan antara tangkai daun dan batang utama (ketiak). Pembungaan merupakan proses pembentukan alat reproduksi pada tumbuhan dimana umumnya pembungaan terjadi di meristem ujung. (Tyas, Setyani, dan Umiyah, 2013) mengatakan bahwa pada pembungaan terjadi proses perubahan dari aspek vegetatif menjadi aspek reproduktif, proses pembungaan sendiri terdiri dari beberapa tahap yaitu inisiasi berbunga, pembentukan bunga, dan perkembangan bunga. Perkembangan awal pembungaan

dimulai dengan pertumbuhan tunas vegetatif, kemudian membengkak menunjukkan adanya pertumbuhan generatif (primordia berbunga). Selanjutnya muncul tunas bunga, bunga akan mekar dan akhirnya kelopak bunga jatuh. Pada tahap ini ada bunga yang gugur (aborsi) dan ada bunga yang bertahan membentuk bakal buah. Bunga akan terbentuk mulai dari tangkai daun yang paling bawah. Satu kelompok bunga, pada ketiak daunnya akan berisi 1 – 7 bunga, bergantung dari karakter dari varietas kedelai yang ditanam. Masa pertumbuhan tanaman kedelai edamame sering mengalami kerontokan bunga. Hal ini masih dikategorikan wajar bila kerontokan yang terjadi pada kisaran 20 – 40% (Adisarwanto, 2014). Morfologi bunga tanaman kedelai edamame lebih jelasnya disajikan pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Bunga Tanaman Edamame

Sumber: Dokumentasi pribadi, 2022

2.2.5 Buah/Polong

Buah kedelai edamame berbentuk polong, setiap tanaman mampu menghasilkan polong 100-250 polong, namun pertanaman yang rapat hanya mampu menghasilkan sekitar 30 polong. Polong kedelai edamame terbentuk 7-10 hari setelah munculnya bunga mekar. Jumlah polong yang terbentuk pada setiap ketiak daun beragam antara 1-10 polong. Kulit polong kedelai berwarna hijau, sedangkan biji bervariasi dari kuning, hijau sampai hitam. Pada setiap polong terdapat biji yang berjumlah 1, 2, dan 3 biji, polong kedelai edamame berukuran 5,5-6,5 cm bahkan ada yang mencapai 8 cm. Biji berdiameter antara 5-11 mm. Warna polong masak dan ukuran biji antara posisi polong paling bawah dengan paling atas akan sama selama periode pengisian dan pemasakan polong optimal, yaitu antara 50 – 75 hari. Periode waktu tersebut dianggap optimal untuk proses pengisian biji dalam polong yang terletak di sekitar pucuk tanaman (Adisarwanto,

2014). Morfologi polong tanaman kedelai edamame lebih jelasnya disajikan pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Buah Tanaman Edamame

Sumber: Dokumentasi pribadi, 2022

2.2.6 Biji

Biji merupakan komponen morfologi kedelai edamame yang bernilai ekonomis. Bentuk biji kedelai beragam dari lonjong hingga bulat, dan sebagian besar kedelai yang ada di Indonesia berkriteria lonjong. Pengelompokan ukuran biji kedelai berbeda antarnegara, di Indonesia kedelai edamame dikelompokkan berukuran besar (berat >14 g/100 biji), sedang (10-14 g/100 biji), dan kecil (< 10 g/100 biji). Di Jepang dan Amerika biji kedelai edamame berukuran besar jika memiliki berat 30 g/100 biji. Biji sebagian besar tersusun oleh kotiledon dan dilapisi oleh kulit biji (testa) (Adisarwanto, 2014).

Ukuran biji kedelai edamame lebih besar dari ukuran kedelai biasa yakni besar dari 30g per 100 biji, dipanen saat polong masih muda (stadia R6-R7) dan dapat dipasarkan dalam bentuk segar maupun beku. Morfologi biji tanaman kedelai edamame lebih jelasnya disajikan pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Biji Tanaman Edamame

Sumber: Dokumentasi pribadi, 2022

2.3.7 Kriteria Panen

Kedelai edamame varietas Ryokko dapat dipanen pada saat tanaman berumur 65-68 hari. Tahap pertumbuhan reproduktif kedelai edamame secara keseluruhan terdiri atas delapan tahap (R1-R8). Tahap R1 ditandai dengan munculnya bunga pertama, kemudian pada tahap R2 muncul bunga pada dua buku teratas. Sedangkan pada tahap R3 dan R4 merupakan tahap pemebentukan dan perkembangan polong pada empat buku teratas yang dilanjutkan dengan tahap perkembangan biji yang mengisi sampai separuh bagian ruang polong (R5), dan biji memenuhi ruang polong (R6). Tahapan R7 dan R8 merupakan tahap pematangan polong dan biji (Handayani dan Hidayat 2012). Namun kedelai edamame dipanen sebelum kematangan penuh saat polong berwarna hijau dan sebelum berubah warna menjadi kuning, dan daun masih hijau segar (Zeipina, Alsin dan Lapse, 2017).

2.3 Syarat Tumbuh Kedelai Edamame (*Glycine max* (L.) Merr.)

2.3.1 Iklim

Kedelai edamame merupakan tanaman yang dapat tumbuh pada iklim tropis sehingga dapat tumbuh pada berbagai kondisi suhu, yakni pada lahan terbuka dengan suhu 24-30°C. Namun suhu yang optimal dalam proses perkecambahan kedelai edamame sekitar 30 °C, sedangkan untuk pembungaan 24-25°C. Tanaman kedelai edamame dapat tumbuh baik di daerah yang memiliki curah hujan sekitar 100-400 mm/bulan namun untuk mendapatkan hasil optimal, tanaman kedelai edamame membutuhkan curah hujan antara 100/200 mm/bulan (Fachruddin dan Lisdiana, 2000 dalam Efriady, 2020).

Menurut Latif (2017) kedelai edamame memerlukan pengairan yang cukup, dengan volume air yang tidak terlalu banyak sehingga mencegah tanaman terserang busuk akar. Maka dari itu faktor lingkungan dan ketersediaan air juga berpengaruh terhadap produktivitas suatu tanaman. Terjadinya iklim ekstrim akan berdampak besar terhadap tanaman, terutama tanaman pangan. Salah satu unsur iklim yang dapat sebagai indikator yang berkaitan dengan tanaman adalah curah hujan. Jumlah hujan secara keseluruhan cukup penting dalam menentukan hasil, apabila suhu melebihi syarat tumbuh maka berakibat pada penurunan hasil. Namun jika terjadi penurunan curah hujan maka dapat menimbulkan kekeringan (Suciantini, 2015). Ketika musim kemarau tanaman akan mengalami kekurangan air sehingga dapat

menyebabkan tanaman menjadi kerdil, perkembangannya menjadi abnormal. Kekurangan air yang terjadi secara terus menerus selama periode pertumbuhan akan menyebabkan tanaman tidak subur dan dapat menyebabkan kematian. Namun saat terjadi musim hujan kekurangan cahaya matahari dapat mengganggu proses fotosintesis dan pertumbuhan, meskipun kebutuhan cahaya tergantung pada jenis tumbuhan, kekurangan cahaya saat perkembangan berlangsung akan menimbulkan gejala etiolase, dimana batang kecambah akan tumbuh lebih cepat namun lemah dan daunnya berukuran kecil, tipis dan berwarna pucat (tidak hijau). Gejala etiolasi tersebut disebabkan oleh kurangnya cahaya atau tanaman berada di tempat yang gelap. Cahaya juga dapat bersifat sebagai penghambat (inhibitor) pada proses pertumbuhan, hal ini terjadi karena dapat memacu difusi auksin ke bagian yang tidak terkena cahaya. Tanaman yang tumbuh ditempat terang dapat menyebabkan lebih lambat pertumbuhannya namun dengan kondisi relatif pendek, daun lebih lebar, lebih hijau, tampak lebih segar dan batang kecambah lebih kokoh. Biasanya kelebihan air ini terjadi pada saat musim hujan. Dampak bagi tanaman antara lain apabila kelembaban (RH) tinggi pada suhu yang rendah maka akan menimbulkan pertumbuhan spora jamur. Tanaman yang tidak sehat akan rentan terkena serangan jamur. Genangan-genangan air pada bagian batang, bonggol, dan daun (bagian-bagian yang kaya karbohidrat) cepat atau lambat akan diserbu jamur (Wiraatmaja, 2017).

Tanaman kedelai edamame merupakan jenis tanaman heliofit yang membutuhkan intensitas cahaya penuh untuk tumbuh optimal. Sinar matahari memberikan berbagai pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, selain menyediakan sumber energi untuk fotosintesis. Ketiadaan sinar akan mempengaruhi keadaan fisiologi jaringan tanaman. Kandungan karbohidrat akan berkurang pada cahaya rendah atau gelap. Perubahan pada level hormon endogenis atau komponen fisiologis lainnya dapat dipengaruhi oleh perubahan intensitas, durasi, atau kualitas cahaya. Dengan adanya tekanan lingkungan akan berakibat pada hasil fotosintesis namun tanaman mempunyai beberapa mekanisme untuk dapat mengoptimalkan intersepsi, penyerapan, dan penggunaan cahaya, berdasarkan lingkungan cahaya dimana mereka tumbuh dan berkembang.

2.3.2 Tanah

Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang secara fisik, kimia dan biologi secara integral mampu mendukung produktivitas tanaman untuk menghasilkan biomassa dan produksi baik tanaman pangan, pakan, obat-obatan, industri, perkebunan, maupun kehutanan. Secara fisik berfungsi sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya perakaran penopang tegak tumbuhnya tanaman dan memenuhi kebutuhan air dan udara yang secara kimiawi berfungsi sebagai penyimpan dan penyuplai hara atau nutrisi (senyawa organik dan anorganik sederhana dan unsur-unsur esensial seperti: N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn, B, Cl serta secara biologi berfungsi sebagai habitat biota (organisme) yang berpartisipasi aktif dalam penyediaan hara tersebut dan zat-zat aditif (pemacu tumbuh, proteksi) bagi tanaman (Roni, 2015). Secara agronomis tanah mempunyai fungsi dan kegunaan sebagai media tumbuh tanaman, penyedia dan sumber unsur hara, selain itu juga sebagai tempat akar tumbuhan berpegang sehingga tumbuhan dapat berdiri tegak. Dalam mendukung kehidupan tanaman, tanah memiliki empat fungsi utama, yaitu memberi unsur hara sebagai media perakaran, menyediakan air sebagai tempat penampungan air, menyediakan udara untuk respirasi (pernapasan) akar, dan sebagai tempat bertumpunya tanaman.

Tanaman kedelai edamame sebenarnya dapat tumbuh di semua jenis tanah. Namun demikian untuk mendapatkan pertumbuhan dan produktivitas yang optimal kedelai edamame harus ditanam pada jenis tanah yang berstruktur lempung berpasir atau liat berpasir. Pada jenis tanah yang bertekstur remah dengan kedalaman tidak lebih dari 50 cm, akar tanaman kedelai dapat tumbuh mencapai kedalaman 2 m (Ultriasratri 2016). Namun tanaman kedelai edamame dapat tumbuh pada tanah alluvial, regosol, grumusol, latosol atau andosol. Toleransi keasaman tanah sebagai syarat tumbuh bagi kedelai adalah pH 5.8 – 7.0 tetapi pada pH 4,5 kedelai edamame dapat tumbuh. Tanah yang terlalu masam akan menghambat pertumbuhan bintil akar dan proses nitrifikasi (Suhaeni, 2007 dalam Efriady, 2020). Karena penyerapan unsur hara pada tanaman dipengaruhi oleh pH, jika pH tanah naik maka akan menyebabkan unsur hara yang terdapat dalam tanah menjadi tersedia sehingga tanaman dengan mudah untuk menyerapnya. Namun penyerapan unsur hara akan terhambat apabila pH tanah terlalu asam atau basa. Ketersediaan unsur hara P dan

kandungan basa akan berkurang jika pH tanah rendah, tetapi akan terjadi sebaliknya apabila pH terlalu tinggi maka akan tidak baik bagi pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu ketersediaan unsur hara yang seimbang di dalam tanah merupakan faktor utama dalam pertumbuhan tanaman. Fungsi unsur hara tanaman tidak dapat digantikan oleh unsur hara lain. Kegiatan metabolisme akan terganggu atau berhenti jika tidak terdapat unsur hara sama sekali. Tanaman yang kekurangan unsur hara akan menampilkan gejala pada organ tertentu yang spesifik dan biasanya disebut kekahatan (Budi dan Sasmita, 2015).

2.4 Media Tanam

Media tanam adalah tempat tumbuhnya suatu tanaman, tempat akar atau bakal akar akan tumbuh dan berkembang, media tanam juga digunakan tanaman sebagai tempat berpegangnya akar, agar tajuk tanaman dapat tegak kokoh berdiri di atas media tersebut. Media tanam yang baik harus memenuhi persyaratan tertentu yang tidak mengandung bibit hama dan penyakit, bebas gulma, mampu menampung air, tetapi juga mampu membuang atau mengalirkan kelebihan air, remah dan gembur sehingga akar bisa tumbuh dan berkembang menembus media tanam dengan mudah. Bahan-bahan untuk media tanam dapat dibuat dari bahan tunggal ataupun kombinasi dari beberapa bahan, asalkan tetap berfungsi sebagai media tumbuh yang baik (Bui, Maria, dan Robeto, 2015). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yakni sekam padi dan serbuk kayu, sebelum sekam padi digunakan sebagai media tanam dilakukan pemabakaran terlebih dahulu agar meningkatkan kandungan karbon dan unsur hara pada sekam padi. Selanjutnya pengomposan serbuk kayu dilakukan agar menghilangkan racun-racun yang terkandung dalam serbuk kayu serta meningkatkan daya ikat tanah terhadap air sehingga dapat menyimpan air lebih lama. Karena media tanam sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Maka dari itu campuran beberapa bahan untuk media tanam harus menghasilkan struktur yang sesuai karena setiap jenis media mempunyai pengaruh yang berbeda bagi tanaman. Media tanam yang baik harus memiliki sifat-sifat fisik, kimia, dan biologi yang sesuai dengan kebutuhan tanaman (Endra, 2014).

Hasil penelitian Junaidi (2013) menunjukkan bahwa media tanam berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi, jumlah daun bibit kakao umur 30, 60 dan

90 HST, dan diameter pangkal batang umur 60, 90 HST. Namun berpengaruh tidak nyata terhadap diameter pangkal batang bibit kakao umur 30 HST.

2.4.1. Arang sekam

Sekam padi yang merupakan salah satu produk dari proses penggilingan padi, selama ini hanya menjadi limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal. Maka dari itu sekam padi dibakar secara tidak sempurna agar menjadi arang sekam yang berwarna hitam, bukan abu sekam yang berwarna putih. Sebagai media tanam, arang sekam berperan penting dalam perbaikan sifat fisik, sifat kimia, dan melindungi tanaman. Kondisi ini akan berdampak positif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman dimana perakaran akan berkembang dengan baik sehingga pengambilan hara oleh akar akan optimal.

Media tanam arang sekam juga menunjukkan hasil terbaik jika dibandingkan dengan beberapa media tanam lainnya. Arang sekam mempunyai sifat yang mudah mengikat air, tidak mudah menggumpal, harganya relatif murah, bahannya mudah didapat, ringan, steril, dan mempunyai porositas yang baik (Wibowo, 2017).

Hasil penelitian Perdanatika (2018) menunjukkan bahwa pemberian dosis arang sekam 15 ton/ha merupakan dosis paling optimal pada tanaman kedelai dan berpengaruh pada tinggi tanaman, berat berangkasan segar, umur berbunga, jumlah polong isi, jumlah bintil akar dan berat biji pertanaman.

2.4.2 Serbuk kayu

Serbuk kayu merupakan limbah produsen atau perusahaan penggergajian kayu yang jumlahnya cukup melimpah serta penggunaannya masih sangat kurang optimal. Upaya pemanfaatan limbah serbuk kayu dapat diolah menjadi bahan media tanam, sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan (Agustin 2014). Pemanfaatan serbuk kayu sebagai media tanam merupakan cara yang baik karena merupakan bahan organik. Secara fisik, bahan organik berperan memperbaiki struktur tanah menjadi lebih remah, meningkatkan kemampuan menahan air sehingga drainase tidak berlebihan serta kelembaban dan suhu tanah menjadi stabil. Serbuk kayu dipilih karena dapat menyerap air dengan optimal, memiliki tekstur yang ringan sehingga akar akan cepat tumbuh dan berkembang. Serbuk kayu ini dapat digunakan sebagai campuran media tanam dalam pot atau polybag karena

memiliki porositas yang cukup tinggi namun bisa diatur kepadatannya, selain itu mampu menyimpan air dalam jumlah banyak.

Kayu sebagian besar tersusun atas tiga unsur yaitu unsur C, H dan O. Komponen kimia kayu yang terikat di dalam dinding sel tersusun dari selulosa, hemiselulosa dan lignin, sedangkan penyusun utama yang terdapat didalam rongga sel adalah zat ekstraktif. Unit gula yang membentuk hemiselulosa antara lain pentosa, heksosa, asam heksuronat dan deoksiheksosa (Lempang, 2017). Serbuk kayu merupakan salah satu limbah yang ketersediaannya melimpah, mudah diperoleh, murah dan dapat terbarukan. Serbuk kayu merupakan biomassa yang belum dimanfaatkan secara optimal. Namun media serbuk kayu ini juga mempunyai kekurangan yakni mudah terjangkit jamur sehingga dapat mematikan akar tanaman akibat jamur.

Menurut penelitian Deselina (2011) untuk anjuran kombinasi media tanam pada Serbuk kayu dengan ukuran polibag 25 cm x 30 cm yaitu mencampurkan Serbuk kayu dengan topsoil dan kompos dengan perbandingan Serbuk kayu 20 % + topsoil 60 % + kompos 20%. Upaya pemanfaatan limbah Serbuk kayu dapat diolah menjadi bahan media tanam, sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

Hasil penelitian Langgeng, Tini, dan Prakoso (2019) menunjukkan bahwa penggunaan Media Serbuk kayu kayu sengon dengan perendaman 7 hari pada persemaian memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tinggi tanaman cabai sebesar 2,66 cm. Dan dari hasil penelitian Putri (2022) menunjukkan bahwa pemberian interval pemberian air 3 hari sekali dan Serbuk kayu dengan dosis 250 gram pada tanaman kedelai mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tinggi tanaman, umur berbunga, umur panen, jumlah cabang, jumlah isi polong pertanaman dan hasil biji pertanaman.

2.5 Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik dikenal sebagai pupuk kimia, berasal dari bahan mineral atau senyawa kimia yang telah diubah melalui proses produksi, yang menjadi bentuk senyawa kimia yang diserap oleh tanaman. Pupuk anorganik merupakan hasil industri atau pupuk buatan dari pabrik sehingga kandungan haranya beragam dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Pupuk anorganik yang

digunakan dapat merangsang pertumbuhan secara keseluruhan khususnya cabang, batang, daun, dan berperan penting dalam pembentukan hijau daun. Pemupukan ditujukan untuk memperbaiki kondisi kimia tanah dan mengganti kehilangan unsur hara dalam tanah serta bertujuan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara bagi tanaman sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman (Riskananda, 2011).

Unsur hara Nitrogen dapat diserap tanaman melalui proses aliran massa (transpirasi). Proses aliran massa merupakan proses pergerakan unsur hara yang berada di dalam tanah menuju ke permukaan akar dengan gerakan massa air. Secara fisiologi nitrogen memiliki peranan yaitu reduksi metabolik nitrat dan asimilasi ammonia. Nitrogen dapat diserap tanaman dalam bentuk NO_3^- , NH_4^+ . Dalam keadaan aerasi yang baik senyawa N dapat diubah dalam bentuk NO_3^- . Reduksi nitrat menjadi ammonia dibagi menjadi dua proses. Pertama nitrat (NO_3^-) yang direduksi menjadi nitrit (NO_2^-) kemudian nitrit direduksi menjadi ammonia (NH_3), sehingga urutan reaksi sebagai berikut :



Langkah kedua terjadi reaksi nitrit menjadi nitrat pada bagian hijau daun, yaitu didalam kloroplas. Nitrat yang diserap oleh akar menuju ke atas bagian tanaman akibat proses transpirasi ke bagian daun. Asimilasi nitrat pada tanaman terjadi pada bagian daun, akar dan batang tanaman (Budi dan Sasmita, 2015).

Unsur hara Fosfor diserap dalam bentuk ion anorganik orthofosfat primer: HPO_2^{4-} atau H_2PO_4^- . Penyerapan kedua macam bentuk ion pada tanaman dipengaruhi oleh pH di sekitar perakaran. Pada pH yang lebih rendah akan meningkatkan absorpsi ion-ion H_2PO_4^- , pH yang lebih tinggi ion-ion HPO_2^{4-} lebih banyak diserap tanaman. Fosfor yang tersedia dalam jumlah cukup akan meningkatkan perkembangan perakaran (Budi dan Sasmita, 2015).

Unsur K yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang besar, yakni terbesar kedua setelah hara N. Pada tanah yang subur kadar K dalam jaringan hampir sama dengan N. Ketersediaan unsur K didalam tanah sangat penting bagi pertumbuhan dan produksi tanaman, unsur ini diserap oleh tanaman dalam bentuk K^+ . Fungsi utama K adalah mengaktifkan enzim-enzim dan menjaga air sel. Enzim yang diaktifkan antara lain: sintesis pati, pembuatan ATP, fotosintesis, reduksi nitrat, translokasi gula ke biji, buah, umbi atau akar.

Pupuk anorganik mempunyai keunggulan sebagai kandungan zat hara dalam pupuk anorganik dibuat secara tepat, pemberiannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman, pupuk anorganik mudah ditemukan karena tersedia dalam jumlah banyak, beberapa jenis pupuk anorganik langsung dapat diaplikasikan sehingga menghemat waktu. Di samping ada keuntungannya, pupuk anorganik juga mempunyai kelemahan, yaitu tidak semua pupuk anorganik mengandung unsur yang lengkap (makro dan mikro). Bahkan ada yang hanya mengandung satu unsur saja.

Hasil penelitian Khaerunnisa, Rahayu, Adimihardja (2015) menunjukkan bahwa dosis pupuk buatan berpengaruh nyata pada tinggi tanaman 3 dan 4 MST, jumlah daun 4 MST, jumlah bunga 40 dan 43 HST, jumlah polong total, jumlah polong berbiji 1, 2 dan 3, bobot basah dan kering polong, bobot basah dan kering tajuk. Interaksi antara pupuk organik dan pupuk buatan berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar, bobot kering bintil dan bobot kering brangkas. Dan hasil penelitian (Setiawati, Sofyan, Nurbaity, 2017) Kombinasi 5 L ha⁻¹ pupuk hayati, 10 ton vermikompos dan ½ dosis rekomendasi N,P,K (Urea 100 kg ha + SP-36 150 kg ha + KCl 125 kg ha) dapat dijadikan dosis terbaik karena dapat meningkatkan populasi *Azotobacter* sp., dan lebih efisien dalam menggunakan pupuk anorganik N,P,K dalam meningkatkan bobot polong kedelai Edamame.

2.5.1 Urea

Urea merupakan salah satu pupuk anorganik tunggal yang mengandung unsur hara nitrogen (N) berkadar tinggi. Kandungan N yang ada dalam urea sekitar 46 % dengan pengertian setiap 100kg mengandung 46 Kg Nitrogen, Moisture 0,5%, Kadar Biuret 1% serta berbentuk butir-butir kristal berwarna putih, dan memiliki tingkat higroskopis yang cukup tinggi sehingga mudah menyerap air dari udara jika disimpan dalam tempat terbuka. Sedangkan unsur nitrogen merupakan zat hara yang sangat diperlukan tanaman. Unsur nitrogen di dalam pupuk urea sangat bermanfaat bagi tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan. Manfaat lainnya antara lain pupuk urea membuat daun tanaman lebih hijau, subur, dan segar. Nitrogen juga membantu tanaman mendapatkan banyak zat hijau daun (klorofil). Dengan adanya zat yang mengandung zat hijau daun, maka tanaman akan lebih mudah melakukan fotosintesis, pupuk urea juga mempercepat pertumbuhan

tanaman (tinggi, jumlah anakan, cabang dan lain-lain). Pupuk urea juga mampu meningkatkan kandungan protein tanaman (Syam, Suryanti dan Killian, 2017).

Zat hara nitrogen merangsang pertunasan bibit, menaikkan pembentukan daun dan batang, meningkatkan pembentukan akar, meningkatkan pembentukan karbohidrat, meningkatkan klorofil, meningkatkan pembentukan protein, meningkatkan pembentukan umbi, dan meningkatkan kemampuan menyerap unsur hara lainnya fosfor, kalium, dan lain-lain). Kekurangan unsur hara nitrogen dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman yang terhambat, daun menjadi kuning, pucat, dan tulang daun berwarna ungu yang dimulai dari daun sebelah bawah. Untuk penggunaan takaran 50 kg/ha urea pada tanaman kedelai telah direkomendasikan dan digunakan pada penelitian (Krisnawati dan Adie, 2015).

2.5.2 SP-36

Pupuk SP-36 merupakan pupuk tunggal dengan kandungan Phosphor (P) yang tinggi dalam bentuk P_2O_5 , yaitu sebesar 36% pupuk ini biasanya berbentuk granul (butiran) berwarna abu-abu kehitaman. Fosfor (SP-36) sangat berguna untuk merangsang akar baru dari benih tanaman muda, dan juga merupakan bahan baku yang membantu asimilasi dan pernafasan, pembentukan sejumlah protein, merangsang pembentukan bunga, buah dan biji. Pupuk yang mengandung unsur hara fosfor (SP-36) adalah pupuk yang mempunyai fungsi meningkatkan komponen dan rendemen hasil panen pada tanaman biji-bijian dan juga meningkatkan mutu dari benih dan bibit (Nawawi, Fitriyah, dan Wasito 2017). Fosfor sangat diperlukan oleh tanaman Edamame yang berfungsi membantu aktivitas bintil akar dan pembentukan bulu-bulu akar tanaman Edamame. Proses fiksasi N_2 akan terjadi maksimal jika mendapatkan pupuk fosfor yang cukup untuk mendapatkan hasil biji yang maksimal. Jika terjadi kekurangan fosfor yang serius maka dapat menunda dan memperlambat primordia, sehingga biji yang didapatkan menjadi berkerut, kecambahnya kecil, ringan, dan matangnya akan lebih awal (Rianto, 2016).

Pada dasarnya pupuk yang dibutuhkan oleh suatu tanaman tergantung kesuburan tanah yang dikelola, suatu lahan yang memiliki tingkat kesuburan tanah dan jenis tanah yang berbeda maka akan berbeda pula penentuan dosis pupuknya. Penggunaan pupuk SP-36 dengan dosis 100 kg P_2O_5 /ha dapat meningkatkan rata-

rata produksi kacang hijau sebanyak 8,79 gram/tanaman (Bimasri, 2014). Fosfat berfungsi sebagai bahan baku dan pembentukan sejumlah protein serta mempercepat pembungaan, pemasakan biji dan buah sehingga hasil produksi yang didapat dengan penambahan dosis pupuk fosfor dengan tepat akan dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman.

2.5.3 KCl

Kalium diserap tanaman dalam bentuk kation yang mengandung abu pada semua proses mekanisme serapan. Pada dasarnya unsur kalium (K) dalam tanah berasal dari: mineral-mineral yang terdiri dari primer tanah. Kalium merupakan unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman setelah unsur nitrogen dalam metabolisme tanaman. Namun kebutuhan unsur kalium dibutuhkan lebih banyak dibanding unsur-unsur yang lain, karena kalium berperan penting sebagai penghubung dalam perubahan protein menjadi asam amino dan sebagai komponen karbohidrat. Hara kalium dibutuhkan tanaman yang berfungsi dalam aktivitas enzim, dan membantu membuka menutup stomata. Kekurangan kalium pada tanaman menyebabkan banyak proses yang tidak berjalan dengan baik misalnya terhambatnya akumulasi karbohidrat, menurunnya kadar pati dan akumulasi senyawa N dalam tanaman dan kegiatan enzim terhambat. Apabila aktivitas enzim terhambat maka terjadi penimbunan senyawa tertentu misalnya enzim katalase yang mengubah glukosa menjadi pati, lemahnya tangkai tanaman dan akarnya lebih mudah terserang organisme pembusuk akar sehingga tanaman mudah rebah dan produksi merosot serta menghasilkan buah yang berkualitas jelek, ukuran buah menjadi kecil, kematangan buah terhambat, buah masak terlalu awal, berwarna hijau, kadar vitamin rendah dan rasanya masam (Putra, 2020).

Pupuk KCl berfungsi mengurangi efek negatif dari pupuk N, membantu mempertahankan kadar air dalam tanaman, membantu pembentukan protein dan karbohidrat serta meningkatkan mutu buah dan biji atau hasil tanaman, meningkatkan daya tahan atau kekebalan tanaman terhadap penyakit dan kekeringan, memperkuat batang tanaman, serta meningkatkan pembentukan hijau daun dan karbohidrat pada buah. Sedangkan kekurangan KCl dapat menyebabkan tanaman kerdil, lemah, ujung daun menguning dan kering atau mengalami klorosis, proses pengangkutan hara pernafasan dan fotosintesis terganggu yang pada

akhirnya mengurangi produksi. Kelebihan KCl dapat menyebabkan daun cepat menua sebagai akibat kadar magnesium daun dapat menurun. Dari hasil penelitian Riyantini, Sudiarso dan Tyasmoro (2016) mengatakan bahwa penggunaan pupuk KCl yang dikombinasikan dengan pupuk kandang kambing dapat berpengaruh nyata pertumbuhan tinggi tanaman edamame ketika berumur 17 dan 32 hst dan bobot kering tanaman umur 32 hst. Selain itu penelitian (Salapudin, 2014) mengatakan bahwa aplikasi pupuk KCl pada tanaman bawang sabrang berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, panjang buah, jumlah akar, jumlah umbi perumpun, berat umbi perumpun, dan berat umbi perplot dengan dosis terbaik 150 kg/ha.

Peran dosis pupuk kalium sangat berpengaruh terhadap fotosintesis dan metabolisme tanaman dalam pembentukan karbohidrat serta aktifitas enzim oleh karena itu kalium sangat berpengaruh terhadap produksi tanaman baik kualitas maupun kuantitas. Kebutuhan edamame yang dominan terhadap pasokan kalium sebesar 100 - 140 kg ha⁻¹ dibanding nitrogen hanya 50 – 80 kg ha⁻¹ (Konovsky, 1994 dalam Riyantini, Sudiarso dan Tyasmoro, 2016).

2.6 Proses Absorpsi Unsur Hara

Pertumbuhan tanaman tidak hanya dikontrol oleh faktor dalam (internal), tetapi juga ditentukan oleh faktor luar (eksternal). Salah satu faktor eksternal tersebut adalah unsur hara esensial. Unsur hara esensial adalah unsur-unsur yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman. Apabila unsur tersebut tidak tersedia bagi tanaman, maka tanaman akan menunjukkan gejala kekurangan unsur tersebut dan pertumbuhan tanaman akan terganggu. Berdasarkan jumlah yang diperlukan, kita mengenal unsur hara makro dan mikro. Unsur hara makro diperlukan bagi tanaman dalam jumlah yang lebih besar (0,5-3% berat tubuh tanaman). Sedangkan unsur hara mikro diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang relatif kecil (Rina, 2015).

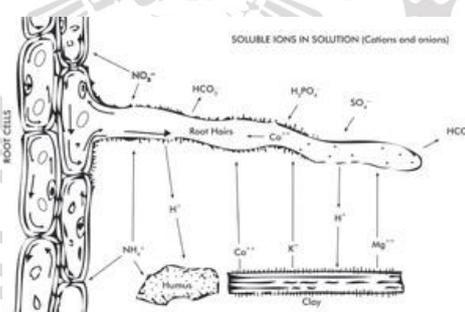
2.6.1 Penyerapan Unsur Hara Melalui Akar

Menurut Wiratmaja (2016) penyerapan unsur hara dari media tanam melalui akar terjadi melalui tiga cara yakni: aliran massa, difusi, dan intrepresiasi akar:

1. Aliran massa

Aliran massa merupakan gerakan larutan hara (air dan hara mineral) ke permukaan akar yang digerakkan oleh transpirasi tanaman. Hara bergerak

karena ada gradien potensial air. Aliran massa terjadi akibat adanya gaya tarik menarik antara molekul-molekul air yang digerakkan oleh lepasnya molekul air melalui penguapan (transpirasi). Setiap ada molekul air yang menguap posisinya akan diisi oleh molekul air yang berada di bawahnya dan molekul air di bawahnya menarik molekul yang di bawahnya lagi sampai pada molekul air yang berada di luar sel epidermis bulu akar masuk ke dalam sel sambil menarik molekul air yang kebetulan kontak dengannya. Demikian tarik-menarik ini terjadi selama ada penguapan. Karena pergerakan ini terjadi tidak membutuhkan energi, maka peristiwa ini disebut transportasi pasif unsur hara dari larutan media tanam menuju sel epidermis bulu akar. Perhitungannya didasarkan pada konsentrasi hara dalam larutan tanah dan jumlah air yang ditranspirasikan melalui tanaman, dapat dinyatakan dalam koefisien transpirasi yaitu jumlah air yang ditranspirasikan oleh berat kering tajuk, misalnya 300-600 liter air per kilogram tajuk kering atau per hektar areal tanaman. Kuantitas unsur hara yang dapat mencapai permukaan akar (*root surface*) melalui peristiwa aliran massa dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: a). Sifat-sifat media tumbuh b). Kondisi iklim c). Kelarutan hara d). Spesies tanaman. Proses aliran massa dapat dilihat pada gambar 2.8



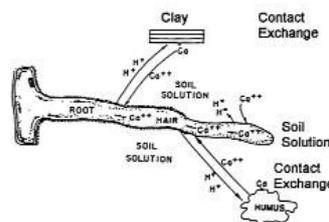
Gambar 2.8 Aliran Massa

Sumber : Sasongko, 2013

2. Difusi

Difusi adalah peristiwa Bergeraknya molekul-molekul dari daerah konsentrasi tinggi ke daerah konsentrasi rendah. Jadi gerakan molekul (hara) terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi (*concentration gradient*). Dari hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa pasokan Ca dan Mg terutama adalah melalui aliran massa, sedangkan K dan P terutama oleh difusi.

Hara yang diangkut ke permukaan akar melalui proses difusi tidak dapat dihitung secara langsung, tetapi dihitung sebagai selisih dari penyerapan hara total oleh tanaman dikurangi penyerapan oleh aliran massa dikurangi penyerapan oleh pertumbuhan akar. Daerah rhizosfir memiliki konsentrasi lebih rendah dari pada daerah di luarnya, sehingga pergerakan unsur hara terjadi dari daerah luar rhizosfir menuju daerah rhizosfir. Akibat dari peristiwa ini unsur hara yang tadinya tidak kontak dengan akar menjadi bersinggungan dengan permukaan akar. Proses difusi bisa dilihat pada gambar 2.9



Diagrammatic scheme showing how root hair takes in nutrients from exchangeable ions on a clay crystal and on humus, and from soil.

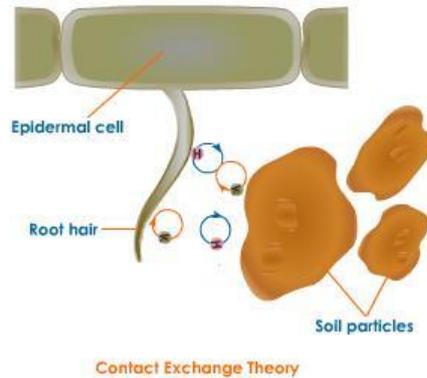
Gambar 2.9 Difusi

Sumber : Sasongko, 2013

3. Interpretasi Akar

Intersepsi akar terjadi akibat dari pertumbuhan akar dari pendek menjadi lebih panjang, dari tidak bercabang menjadi bercabang, dari bercabang sedikit menjadi bercabang banyak. Sebagai akibat dari pertumbuhan ini akar-akar yang terbentuk menjangkau bagian-bagian media tanam yang tadinya belum terjangkau. Bertambahnya jangkauan tentu saja bertambah pula unsur hara yang bisa kontak dengan permukaan bulu-bulu akar dan selanjutnya dapat diserap oleh akar tanaman.

Setelah sampai di permukaan akar, maka hara akan masuk ke dalam akar melalui berbagai proses. Banyaknya hara yang masuk ke dalam akar (F_u) terutama dipengaruhi oleh konsentrasi hara di permukaan akar (C_r). Berdasarkan selisih hara yang datang ke permukaan akar (pasokan) dengan banyaknya hara yang masuk ke akar, dapat terjadi zone penimbunan/*accumulation zone* (tertimbunnya hara di permukaan akar) dan zone pengurasan (*depletion zone*) di permukaan akar (Wiratmaja, 2016). Proses interpretasi akar bisa dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10 Intersepsi Akar
 Sumber : Sasongko, 2013

2.7 Peranan Nitrogen (N), Phospat (P) dan Kalium (K) Pada Tanaman Edamame

Peranan unsur hara N, P dan K, nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan/pertumbuhan bagian - bagian vegetatif tanaman seperti daun, batang dan akar. Menurut Rina (2015) unsur N,P, dan K adalah sebagai berikut :

2.7.1 Unsur N (Nitrogen)

Unsur hara N merupakan salah satu unsur yang paling diperlukan, oleh karena itu disebut unsur hara makro mikro primer. Pada umumnya unsur nitrogen menyusun 1-5% dari berat tubuh tanaman. Unsur N diserap oleh tanaman dalam bentuk ion amonium (NH_4^+) atau ion nitrat (NO_3^-). Sumber unsur N dapat diperoleh dari bahan organik, mineral tanah, maupun penambahan dari pupuk organik. N berfungsi untuk menyusun asam amino (protein), asam nukleat, nukleotida, dan klorofil pada tanaman, sehingga dengan adanya N, tanaman akan merasakan manfaat sebagai berikut:

1. Membuat tanaman lebih hijau
2. Mempercepat pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah anakan, jumlah cabang)
3. Meningkatkan kandungan protein dan hasil panen
4. Meningkatkan perkembangan mikroorganisme dalam tanah

Tanaman yang kekurangan unsur hara N akan menunjukkan gejala :

1. Seluruh tanaman berwarna kuning pucat karena kekurangan klorofil (klorosis)

2. Pertumbuhan tanaman melambat, jumlah anakan atau jumlah cabang sedikit
3. Perkembangan buah menjadi tidak sempurna dan seringkali masak sebelum waktunya

2.7.2 Unsur P (Phospor)

Unsur P juga merupakan salah satu unsur hara makro primer sehingga diperlukan tanaman dalam jumlah banyak untuk tumbuh dan berproduksi. Tanaman mengambil unsur P dari dalam tanah dalam bentuk ion $H_2PO_4^-$. Konsentrasi unsur P dalam tanaman berkisar antara 0,1-0,5% lebih rendah daripada unsur N dan K. Keberadaan unsur P berfungsi sebagai penyimpan dan transfer energi untuk seluruh aktivitas metabolisme tanaman, sehingga dengan adanya unsur P maka tanaman akan merasakan manfaat sebagai berikut:

1. Memacu pertumbuhan akar dan membentuk sistem perakaran yang baik
2. Memacu pembentukan bunga dan pematangan buah/biji, sehingga mempercepat masa panen
3. Memperbesar persentase terbentuknya bunga menjadi buah
4. Menyusun dan menstabilkan dinding sel, sehingga menambah daya tahan tanaman terhadap serangan hama penyakit.

Tanaman yang kekurangan unsur hara P akan menunjukkan gejala :

1. Pertumbuhan tanaman menjadi kerdil
2. Sistem perakaran kurang berkembang
3. Pembentukan bunga/ buah/ biji terhambat sehingga panen terlambat
4. Persentase bunga yang menjadi buah menurun karena penyerbukan tidak sempurna

2.7.3 Unsur K (Kalium)

Dalam proses pertumbuhan tanaman, unsur K merupakan salah satu unsur hara makro primer yang diperlukan tanaman dalam jumlah banyak juga, selain unsur N dan P. Unsur K diserap tanaman dari dalam tanah dalam bentuk ion K^+ . Kandungan unsur K pada jaringan tanaman sekitar 0,5 - 6% dari berat kering.

Manfaat unsur K bagi tanaman adalah :

1. Sebagai aktivator enzim. Sekitar 80 jenis enzim yang aktivasinya memerlukan unsur K
2. Membantu penyerapan air dan unsur hara dari tanah oleh tanaman

3. Membantu transportasi hasil asimilasi dari daun ke jaringan tanaman

Tanaman yang kekurangan unsur hara K akan menunjukkan gejala :

1. Batang tidak kuat
2. Daun terkulai dan cepat menua
3. Seluruh tanaman berwarna pucat kekuningan (klorosis)

2.8 Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Edamame

Menurut Arimbawa (2016) pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh berbagai faktor yakni faktor internal/dalam (genetik) dan faktor eksternal/luar (lingkungan). Faktor eksternal terbagi menjadi dua, yakni faktor biotik, yakni berupa organisme hidup (tumbuhan lain, hama, penyakit dan manusia) dan faktor abiotik berupa benda mati (nutrisi, suhu, matahari, tanah dan curah hujan). Penjelasan dari faktor tersebut meliputi :

2.8.1 Faktor Internal (dalam)

Faktor dalam yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan adalah faktor genetik (hereditas), enzim dan zat pengatur tumbuh (hormon). Faktor genetik merupakan suatu gambaran tentang potensi suatu tanaman dalam menghasilkan produk yang diinginkan, baik berupa hasil tanaman dalam bentuk bagian vegetatif maupun hasil biji. Dalam mempelajari peran faktor genetika bagi pertumbuhan tanaman tidak hanya dilihat dari potensi hasilnya melainkan sifat-sifat bawaan tanaman yang berhubungan dengan daya adaptasi (toleransi) terhadap lingkungan (Sufardi, 2020). Adapun faktor yang mempengaruhi adalah:

1. Gen, merupakan faktor genetik yang membawa kode-kode genetik berupa triplet basa nitrogen, gugus gula, dan juga gugus fosfat. Didalam gen terdapat asam nukleat berupa DNA dan RNA untuk mengkodekan aktivitas dan sifat yang khusus dalam pertumbuhan dan perkembangan. Gen juga dapat menentukan kemampuan metabolisme makhluk hidup, sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangannya. Pada tanaman kedelai terdapat delapan gen yang dikenal dengan gen seri E (E1 sampai E8) dan gen Dt1 yang menentukan tipe

pertumbuhan kedelai yang berfungsi untuk mengendalikan waktu berbunga dan waktu masak polong (Tasma, 2013)

2. Enzim, merupakan komponen kimiawi berupa suatu makromolekul (protein) yang mempercepat suatu reaksi kimia dalam tubuh makhluk hidup. Suatu rangkaian reaksi dalam tubuh makhluk hidup tidak dapat berlangsung hanya melibatkan satu jenis enzim. Perbedaan jenis enzim menyebabkan terjadinya perbedaan respon pertumbuhan terhadap kondisi lingkungan yang sama. Enzim pada pertumbuhan sangat berperan penting dalam merangsang pertumbuhan dan perkembangan tanaman,

3. Hormon, merupakan zat pengatur tubuh, yaitu molekul organik yang dihasilkan oleh satu bagian tumbuhan dan ditransformasikan ke bagian lain yang dipengaruhinya. Hormon dalam konsentrasi rendah menimbulkan respon fisiologis. Hormon pada tumbuhan ragamnya sangat banyak, diantaranya ada hormon geberelin berperan dalam perkecambahan biji, hormon auksin ini adalah hormon paling benci dengan cahaya, hormon rhizokalin berperan sebagai pembentukan akar pada tanaman, hormon asam absat (ABA) untuk pengguguran/meranggas/absisi pada daun, gas etilen untuk pematangan buah, dan lain sebagainya

2.8.2 Faktor Eksternal

Faktor eksternal adalah faktor dari luar tanaman yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Faktor eksternal tersebut di antaranya adalah :

A. Faktor Abiotik

1. Suhu, suhu udara mempengaruhi kecepatan pertumbuhan maupun sifat dan struktur tanaman. Tumbuhan dapat tumbuh dengan baik apabila suhu optimum. Untuk tumbuhan daerah tropis suhu optimumnya berkisar antara 22-37°C. Namun suhu optimum yang sesungguhnya berkisar antara 25-30°C. Tetapi suhu kardinal (minimum, optimum, dan maksimum) ini sangat dipengaruhi oleh jenis dan fase pertumbuhan tanaman

2. Hara, air dan nutrisi, memiliki peranan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hara dan air umumnya diambil tanaman dari dalam tanah dalam bentuk ion. Unsur hara yang dibutuhkan tanaman dapat dibagi atas

dua kelompok yaitu hara makro dan mikro. Hara makro adalah hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar sedangkan hara mikro dibutuhkan dalam jumlah kecil. Nutrisi yang tergolong kedalam hara makro adalah Carbon, Hidrogen, Oksigen, Nitrogen, Sulfur, Posfor, Kalium, Calsium, Ferrum. Sedangkan yang termasuk golongan hara mikro adalah Boron, Mangan, Molibdenum, Zinkum (seng) Cuprum (tembaga) dan Klor. Jika tanaman kekurangan dari salah satu unsur tersebut diatas maka tanaman akan mengalami gejala defisiensi yang berakibat pada penghambatan pertumbuhan

3. Curah Hujan, besarnya curah hujan mempengaruhi kadar air tanah, aerasi tanah, kelembaban udara dan secara tidak langsung juga menentukan jenis tanah sebagai tempat media tumbuh tanaman. Oleh karenanya curah hujan sangat besar pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman
4. Tinggi tempat, ketinggian tempat menentukan suhu udara, intensitas cahaya mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Perbedaan ketinggian tempat dari permukaan laut menyebabkan perbedaan suhu lingkungan
5. Tanah, Keadaan tanah merupakan komponen hidup dari lingkungan yang penting dalam mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kondisi kesuburan tanah yang relatif rendah akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tanaman dan akhirnya akan mempengaruhi hasil.

B. Faktor Biotik

1. Hama, yang menyerang tanaman kedelai edamame yakni ulat grayak yang dapat membuat daun menjadi berlubang, kutu kebul, penggerek polong, lalat dan kutu. Biasanya dikendalikan secara biologis maupun mekanis
2. Penyakit, yang menyerang diantaranya adalah layu bakteri yang dapat mengakibatkan tanaman menjadi layu, bercak daun, dan busuk buah, untuk pengendalinnya bisa menggunakan fungisida
3. Gulma, menurut Ikayanti (2018) gulma merupakan tumbuhan yang tumbuh ditempat yang tidak diinginkan sehingga menimbulkan kerugian bagi tanaman, kerugian yang ditimbulkan diantaranya adalah pengaruh persaingan (kompetisi) yang dapat mengurangi ketersediaan unsur hara tanaman.
4. Lingkungan, terdapat komponen manusia dan hewan yang menjadi salah satu faktor sehingga harus lebih diperhatikan