

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS

2.1. Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Kedelai Hitam

Menurut Tjandramukti, (2000) dalam Purwaningsih & Kusumastuti (2019), Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) termasuk dalam genus *Glycine*, famili *Leguminosae*. Kedelai yang dibudidayakan sebenarnya terdiri atas dua spesies yaitu kedelai putih (*Glycine max*), disebut kedelai putih, bijinya berwarna kuning, agak putih atau hijau dan kedelai hitam (*Glycine soja*).

Klasifikasi Tanaman Kedelai Hitam

Menurut Widodo, dkk. (2010) dalam Nurhadi, (2019) tanaman kedelai hitam diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*
 Divisi : *Spermathophyta*
 Kelas : *Dicotyledonae*
 Ordo : *Polypetales*
 Familia : *Leguminoceae*
 Genus : *Glycine*
 Species : *Glycine soja* L Merril.

Tanaman kedelai hitam termasuk famili *Leguminosae*, subfamili *Papilionideae*. Kedelai hitam berasal dari China, kemudian dikembangkan di berbagai negara di Amerika Latin, juga Amerika Serikat dan negara-negara di Asia. Di Indonesia, penanaman kedelai hitam berpusat di Jawa, Lampung, Nusa Tenggara Barat, dan Bali. (Nurhadi, 2019).

Morfologi Tanaman Kedelai Hitam

1. Akar

Perakaran tanaman kedelai terdiri atas akar tunggang yang terbentuk dari bakal akar, empat baris akar sekunder yang tumbuh dari akar tunggang dan sejumlah cabang yang tumbuh dari akar sekunder, akar adventif tumbuh dari bagian bawah hipokotil. Sistem perakaran tanaman kedelai adalah adanya interaksi simbiosis antara bakteri nodul akar (*Rhizobium japonikum*)

dengan akar tanaman kedelai yang menyebabkan terbentuknya bintil akar. Bintil akar ini sangat berperan dalam proses fiksasi N₂ yang sangat dibutuhkan oleh tanaman kedelai untuk melanjutkan pertumbuhannya khususnya dalam penyediaan unsur hara nitrogen (Nurhadi, 2019).

Menurut (Akmal, 2019), tanaman kedelai memiliki akar yang keluar dari pembelahan kulit biji di sekitar mikrofil. Akar-akar yang akan tumbuh, kemudian berkembang dengan cepat didalam tanah, sedangkan kotiledon yang terdiri dari dua bagian akan terangkat ke permukaan tanah karena perkembangan hipokotil yang cepat. Corak pada hipokotil tanaman kedelai hitam adalah ungu.

2. Batang

Batang kedelai memiliki tinggi antara 30-100 cm. Ciri-ciri tanaman berbatang perdu adalah memiliki banyak cabang dan tinggi leboh rendah, batang jadi halus dan hijau, cepat berkembang (Akmal, 2019).

Waktu tanaman kedelai masih muda, atau setelah fase menjadi kecambah dan saat keping biji belum jatuh, batang kedelai dapat dibedakan menjadi dua, bagian batang bawah keping biji yang belum lepas disebut hipokotil, sedangkan bagian diatas keping biji disebut epikotil. Batang kedelai tersebut berwarna ungu atau hijau. Pertumbuhan batang kedelai dibedakan menjadi dua tipe, yaitu tipe determinate dan indeterminate. Perbedaan sistim pertumbuhan batang ini didasarkan atas keberadaan bunga pada pucuk batang. Pertumbuhan batang tipe determinate ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi pada saat tanaman mulai berbunga. Sementara pertumbuhan batang tipe indeterminate dicirikan bila pucuk batang tanaman masih bisa tumbuh daun, walaupun tanaman sudah mulai berbunga (Nurhadi, 2019).

3. Daun

Jarak daun kedelai berjarak selang seling dengan tipe berdaun tiga (*trifoliolate*) dan sangat jarang berdaun lima. Tangkai daun kedelai panjang dan rapat serta berbentuk tabung, stipula sedikit lanset, dan daun berbentuk lonjong menyirip, biasanya hijau muda dan pangkal bulat. Ujung daun

umumnya tajam atau kasar, tepi samping secara teratur dihitung sedikit, dan sebagian besar kultivar menjatuhkan daunnya ketika unit mulai matang (Akmal, 2019).

Tanaman kedelai mempunyai dua bentuk daun yang dominan, yaitu stadia kotiledone yang tumbuh saat tanaman masih berbentuk kecambah dengan dua helai daun tunggal dan daun bertangkai tiga (*trifoliolate leaves*). Umumnya bentuk daun kedelai ada dua, yaitu bulat (*oval*) dan lancip (*lanceolate*). Kedua bentuk 6 daun tersebut dipengaruhi faktor genetik daun tanaman kedelai berselang-seling, beranak daun tiga, licin atau berbulu, tangkai daun panjang terutama untuk daun yang berada di bagian bawah anak daun, anak daun berbentuk bundar telur sampai bentuk lanset, pinggir daun rata, pangkalnya membulat, ujungnya lancip sampai tumpul. Umumnya daun ke 10 mempunyai bulu dengan warna cerah. Panjang bulu bisa mencapai satu mm dan lebar 0,0025 mm (Nurhadi, 2019).

4. Bunga

Bunga pada tanaman kedelai umumnya muncul atau tumbuh pada ketiak daun, yakni setelah buku kedua, tetapi terkadang bunga dapat pula terbentuk pada cabang tanaman yang mempunyai daun. Hal ini karena sifat morfologi cabang tanaman kedelai serupa atau sama dengan morfologi batang utama. Pada kondisi lingkungan tumbuh dan populasi tanaman optimal, bunga akan terbentuk mulai dari tangkai daun yang paling bawah. Satu kelompok bunga, pada ketiak daunnya akan berisi satu sampai tujuh bunga, bergantung dari karakter dari varietas kedelai yang ditanam. Bunga kedelai termasuk sempurna karena pada setiap bunga memiliki alat reproduksi jantan dan betina. Penyerbukan bunga terjadi pada saat bunga masih tertutup sehingga kemungkinan penyerbukan silang sangat kecil, yaitu hanya 0,1% warna bunga kedelai ada yang ungu dan putih. Potensi jumlah bunga yang terbentuk bervariasi, bergantung dari varietas kedelai, tetapi umumnya berkisar antara 40 – 200 bunga pertanaman. Masa pertumbuhan tanaman kedelai sering mengalami kerontokan bunga. Hal ini

masih dikategorikan wajar bila kerontokan yang terjadi pada kisaran 20 – 40% (Nurhadi, 2019).

5. Polong dan Biji

Polong kedelai pertama kali terbentuk sekitar tujuh sampai sepuluh hari setelah munculnya bunga pertama. Panjang polong muda sekitar satu cm, jumlah polong yang terbentuk pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam antara satu sampai sepuluh buah dalam setiap kelompok. Pada setiap tanaman, jumlah polong dapat mencapai lebih dari 50 buah. Kecepatan pembentukan polong dan pembesaran biji akan semakin cepat setelah proses pembentukan bunga berhenti. Ukuran dan bentuk polong menjadi maksimal pada masa awal periode pemasakan biji. Hal ini kemudian diikuti oleh perubahan warna polong dari hijau menjadi kuning kecoklatan pada saat masak. Di dalam polong terdapat biji yang berjumlah dua sampai tiga biji dengan ukuran bervariasi, mulai dari kecil (7 – 9 g/biji), sedang (10 – 13 g/biji), dan besar (> 13 g/biji). Bentuk biji bervariasi tergantung pada varietas tanaman yaitu bulat, agak pipih dan bulat telur. Sebagian besar biji kedelai berbentuk bulat telur. Biji kedelai terbagi menjadi dua bagian utama yaitu kulit biji dan janin (embrio). Pada kulit biji terdapat bagian yang disebut pusar (hilum) yang berwarna coklat, hitam, atau putih. Pada ujung hilum terdapat mikrofil, berupa lubang kecil yang terbentuk pada proses pembentuk biji. Warna kulit biji bervariasi mulai dari kuning, hijau, coklat, hitam atau kombinasi campuran dari warna-warna tersebut. Biji kedelai tidak mengalami masa dormansi sehingga setelah proses pembijian selesai, biji kedelai dapat langsung ditanam (Nurhadi, 2019).

Tanaman kedelai berbentuk perdu dengan ketinggian 40 – 100 cm, yang dapat membentuk 3 – 6 cabang. Daun kedelai termasuk daun majemuk dengan tiga helai anak daun. Helain daun berbentuk oval dengan ujung lancip, permukaan daun berbulu halus (*trichoma*) pada kedua sisi.

Tunas atau bunga akan muncul pada ketiak tangkai daun majemuk. Setelah tua daun akan menguning dan gugur, dimulai dari daun yang

menempel di bagian bawah batang. Daun berfungsi sebagai sumber karbohidrat sebagai persediaan untuk fase generatif dalam proses translokasi.

2.2. Syarat Tumbuh dan Fase Pertumbuhan Tanaman Kedelai Hitam

Tipe pertumbuhan batang tanaman kedelai dapat dibedakan menjadi determinate (terbatas), indeterminate (tidak terbatas) dan semi determinate. Tipe determinate mempunyai ciri-ciri berbunga serentak dan mengakhiri pertumbuhan meninggi, tanaman pendek sampai sedang, ujung batang hampir sama besar dengan batang bagian tengah, daun teratas sama besar dengan daun batang tengah. Tipe indeterminate mempunyai ciri-ciri ujung batang lebih kecil dari bagian tengah, berbunga secara bertahap dari bawah ke atas dan tumbuhan terus tumbuh, tanaman berpostur sedang sampai tinggi. Tipe semi determinate mempunyai karakteristik antara kedua tipe lainnya (Purwaningsih & Kusumastuti, 2019).

Perakaran kedelai terdiri atas akar tunggang, akar lateral dan akar serabut dengan kedalaman akar mencapai 1,5 m. Pada kondisi lengas tanah rendah akar akan berkembang lebih dalam agar dapat menyerap air dan unsur hara. Pada pangkal batang dan akar lateral terdapat bintil-bintil akar yang merupakan kumpulan bakteri *Rhizobium japonicum* yang menginfeksi akar dalam kondisi aerob. Bakteri tersebut bersimbiosis secara mutualis dengan kedelai. Pada tanah yang telah mengandung bakteri ini, bintil akar mulai terbentuk 15 – 20 hari setelah tanam (Purwaningsih & Kusumastuti, 2019).

Kedelai mempunyai bunga sempurna yang dapat menyerbuk sendiri. Penyerbukan terjadi pada saat mahkota bunga masih menutup. Bunga terletak pada ruas-ruas batang, berwarna ungu atau putih. Tidak semua bunga yang terbentuk dapat menjadi polong, kurang lebih 60 % bunga rontok sebelum membentuk polong (Purwaningsih & Kusumastuti, 2019).

Buah kedelai berbentuk polong berisi 1 – 4 biji, tetapi rata-rata berisi dua biji. Jumlah polong per batang sangat bervariasi tergantung kultivar kedelai, jarak tanam dan kesuburan tanah. Biji kedelai berkeping dua,

terbungkus kulit biji dan tidak mengandung jaringan endosperm, embrio terletak diantara keping biji. Bentuk biji bulat lonjong tetapi ada juga yang bundar atau bulat agak pipih (Purwaningsih & Kusumastuti, 2019).

Biji berukuran 6-10 g, warna kulit biji bermacam-macam yaitu kuning, hitam, hijau atau coklat. Berdasarkan berat biji kedelai digolongkan menjadi tiga golongan yaitu berbiji kecil bila berat 100 biji antara 6-10 g, berbiji sedang bila berat 100 biji 13 g dan berbiji besar bila berat 100 biji lebih dari 13 g (Purwaningsih & Kusumastuti, 2019). Kedelai yang ditanam di Indonesia umumnya tipe determinate dan semi determinate varietas Manchuria dan India. Varietas Manchuria berbiji besar mengkilat, sedangkan varietas India bijinya kecil.

Umur masak kedelai berkisar antara 75-110 hari tergantung pada kultivarnya. Kedelai dengan umur masak 75-85 hari termasuk kedelai genjah, umur masak 85-95 hari kedelai tengahan dan lebih dari 95 hari kedelai dalam. Kedelai yang berumur 85 hari pertumbuhan awal terjadi selama 15 hari diteruskan dengan pertumbuhan vegetatif aktif antara umur 16 – 30 hari. Pembungaan dan pengisian polong terjadi selama 35 hari antara umur 31 – 65 hari. Pematangan biji berlangsung selama 20 hari antara umur 66 – 85 hari (Purwaningsih & Kusumastuti, 2019).

2.3. Pupuk Organik

Produksi kedelai di Indonesia hanya mencukupi sekitar 35% kebutuhan (Ralle & Subaedah, 2020). Oleh karena itu perlu adanya usaha perbaikan teknik budidaya untuk meningkatkan produksi dan produktivitas kedelai hitam. Usaha peningkatan produksi kedelai hitam dengan perbaikan teknik budidaya, misalnya dengan pemupukan yang tepat. Pemupukan dapat dilakukan dengan pupuk anorganik maupun pupuk organik. Pemupukan anorganik yang terus menerus tanpa diimbangi dengan pemberian pupuk organik akan mengakibatkan degradasi lahan, yang ditandai dengan rendahnya kadar bahan organik tanah dan rendahnya ketersediaan hara bagi tanaman.

Menurut Sugito et al., 1995 *dalam* Ralle & Subaedah (2020) kadar bahan organik di dalam tanah di lahan-lahan pertanian sangat rendah yakni kurang dari 2 %, sedangkan untuk mencapai produktivitas optimal dibutuhkan kadar bahan organik tanah >2,5 %. Bahan organik merupakan kunci dalam memperbaiki kesuburan tanah (Ralle & Subaedah, 2020). Oleh karena itu, dalam pembudidayaan tanaman diperlukan usaha untuk meningkatkan kadar bahan organik tanah dengan penggunaan pupuk organik dan mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Berbagai jenis bahan organik yang dapat dijadikan sebagai pupuk organik, seperti misalnya jerami padi, batang pisang, daun gamal dan lain-lain.

Menurut Purwaningsih & Kusumastuti (2019), kandungan bahan organik dalam tanah sangat penting untuk tanah-tanah pertanian. Bahan organik berperan dalam hal pengaturan berbagai sifat tanah, penyangga persediaan unsur-unsur hara bagi tanaman dan berpengaruh terhadap struktur tanah. Sumber utama bahan organik bagi tanah berasal dari jaringan tanaman baik yang berupa seresah tanaman ataupun sisa-sisa tanaman yang telah mati. Sumber bahan organik lainnya adalah hewan (unggas, ternak, dll). Hewan merupakan pemakan berbagai tanaman. Limbah atau kotorannya merupakan bahan organik yang diperlukan bagi tanah-tanah pertanian. Sisa-sisa tanaman, limbah maupun kotoran hewan dan kompos yang dapat diubah di dalam tanah menjadi bahan-bahan organik tanah sering disebut sebagai pupuk organik.

Salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan produksi kedelai adalah dengan pemberian pupuk untuk mencukupi unsur hara tanaman. Salah satu jenis pupuk yang potensial digunakan adalah pupuk organik yang berasal dari kandang ternak yang sering disebut pupuk kandang. Pupuk kandang disamping dapat diproduksi oleh petani jika mempunyai ternak, juga mampu memperbaiki sifat fisik tanah seperti struktur tanah menjadi lebih gembur dan drainase tanah menjadi lebih baik, secara biologi dapat meningkatkan populasi mikroorganisme yang terdapat di dalam tanah dan secara kimia membantu penyerapan hara dari pupuk

kimia yang ditambahkan, mempertinggi porositas tanah dan secara langsung meningkatkan ketersediaan air tanah serta tidak menimbulkan resiko karena bahan organik tersebut tidak mencemari lingkungan dan aman digunakan dalam jumlah besar. Kotoran ayam dan kotoran sapi dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik karena mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman seperti unsur N, P dan K serta beberapa unsur hara lainnya (Nurlisan et al., 2014).

Tanaman membutuhkan unsur hara dalam jumlah yang cukup terutama unsur N, P, K serta unsur penunjang lainnya. Secara umum kebutuhan pupuk bagi tanaman ditentukan oleh bagian tanaman yang akan dipanen. Bagian tanaman kedelai yang dibutuhkan adalah biji yang akan dikonsumsi, sehingga tanaman kedelai membutuhkan unsur P yang cukup agar produksinya berkualitas. Meskipun jumlah P diperlukan kedelai relatif lebih kecil dibandingkan N dan K, tetapi pemupukan P dilaporkan dapat meningkatkan hasil tanaman kedelai. Diantara tiga unsur hara penting yaitu N, P dan K, pemberian unsur P sering berpengaruh nyata terhadap hasil kedelai. Kekurangan unsur P menyebabkan pembentukan dan aktivitas bintil akar serta hasil biji tidak maksimal (Nurlisan et al., 2014).

Penggunaan pupuk organik akan meningkatkan kandungan bahan organik tanah yang akan memperbaiki kesuburan tanah dan selanjutnya memperbaiki pertumbuhan dan meningkatkan produksi tanaman (Ralle & Subaedah, 2020). Di samping itu bahan organik berfungsi sebagai perekat yang akan meningkatkan kemantapan struktur tanah dan meningkatkan kemampuan tanah menahan air, sehingga ketersediaan air tanah bagi tanaman akan meningkat (Ralle & Subaedah, 2020) Setiap dosis pupuk organik memiliki pengaruh yang berbeda. Kebaharuan penelitian ini adalah penggunaan berbagai dosis pupuk organik yaitu sebanyak 20 ton/ha untuk meningkatkan produksi kedelai hitam yang tumbuh dalam kondisi tercekam salinitas.

2.4. Salinitas

Salinitas adalah tingkat kegaraman yang mengindikasikan jumlah garam terlarut dalam air. Salinitas tanah pada umumnya bersumber pada kadar garam yang terlarut dalam tanah atau air tanah, yang dapat diukur berdasarkan daya hantar listrik atau elektro konduktivitas (EC) dengan satuan dS/m. Salinitas dapat didefinisikan sebagai kondisi tanah dengan EC > 4 dS/m (setara dengan 40 mM NaCl), tekanan osmotik 0,2 MPa, dan exchangeable sodium percentage (ESP) < 15 (Putri, 2016). Tanah salin biasanya memiliki pH netral dan cenderung bersifat alkali (Putri, 2016), yang dapat terbentuk secara alami ataupun campur tangan manusia.

Cekaman salinitas dapat mempengaruhi berbagai proses fisiologis dan biokimia diantaranya menyebabkan toksisitas ion dan cekaman air. Adanya garam terlarut dalam tanah seperti NaCl, Na₂SO₄, MgSO₄, CaSO₄, KCl, MgCl₂, Na₂CO₃ dapat menyebabkan terjadinya cekaman salinitas (Prabowo & Rachmawati, 2020).

Varietas kedelai toleran salinitas lebih ekonomis untuk mengantisipasi meluasnya areal lahan dengan cekaman salinitas. Lahan pertanian di beberapa tempat di Indonesia telah mengalami peningkatan salinitas akibat pencemaran air irigasi, pemupukan berlebihan, intrusi air laut, dan kekeringan. Salah satu cara yang murah dan mudah untuk mengatasi masalah salinitas adalah menanam varietas toleran. Untuk mendapatkan varietas kedelai toleran salinitas diperlukan pengetahuan karakter morfofisiologi dan agronomis yang menjadi indikator toleransi genotipe kedelai terhadap cekaman salinitas. Genotipe kedelai yang mampu tumbuh dan menghasilkan biji dengan baik pada kadar salinitas tanah di atas 5 dS/m berpotensi menjadi varietas toleran salinitas (R. D. Purwaningrahayu, 2016).

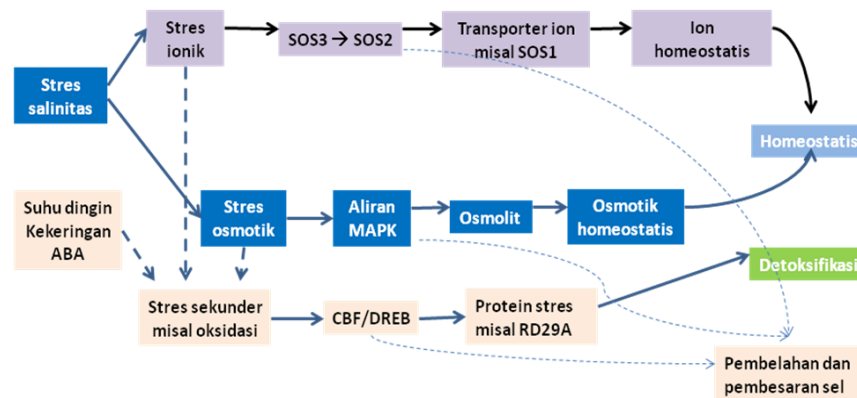
Salinitas mempengaruhi hampir semua aspek fisiologis dan biokimia tanaman sehingga menurunkan pertumbuhan dan hasil (Kristiono et al., 2013). Meskipun demikian, tingkat toleransi dan laju penurunan pertumbuhan pada konsentrasi letal bervariasi antarspesies tanaman (Kristiono et al., 2013). Salinitas menyebabkan cekaman terhadap tanaman

yang mencakup cekaman osmotik, ketidak-seimbangan hara, toksisitas ion, dan cekaman oksidatif (Kristiono et al., 2013). Cekaman salinitas memberi dampak negatif terhadap setiap fase pertumbuhan tanaman. Respon kedelai terhadap salinitas dapat dilihat dari fenotip morfologi, anatomi, fisiologi, dan molekuler. Kedelai tergolong dalam tumbuhan glikofit yang sebenarnya tidak memiliki mekanisme adaptasi terhadap salinitas.

Peningkatan kadar garam dalam larutan tanah berdampak buruk bagi tanaman yang tumbuh di atasnya termasuk kedelai (*Glycine max* L. Merr.). Tanaman yang tercekam salinitas menghadapi setidaknya tiga masalah utama yaitu kekurangan air, toksisitas ion, dan ketidakseimbangan ion. Ketersediaan air berkurang karena peningkatan potensial osmotik air tanah yang menyebabkan hilangnya turgor sel. Ion Na dan Cl yang berlebihan sehingga bersifat racun bagi tanaman. Terganggunya metabolisme dan pertumbuhan tanaman seperti aktivitas enzim, stabilitas membran, dan peningkatan produksi *Reactive Oxygen Species*/ROS (R. Purwaningrahayu et al., 2016). ROS ini akan terus diproduksi selama cekaman kekeringan, karena aktivitas enzim siklus kalvin menurun dan produksi NADP⁺ sebagai penerima elektron pada rantai transpor elektron fotosintesis terhambat, sehingga terjadi penyerapan energi oleh oksigen. Proses selanjutnya akan terbentuk senyawa radikal bebas seperti diantaranya meliputi molekul-molekul seperti superoksida (O_2^-), singlet oxygen (1O_2), radikal hidroksil (OH) dan hidrogen peroksida (H_2O_2) yang akan menimbulkan kerusakan pada tanaman. Pada tingkat yang lebih lama akan menimbulkan kematian pada tanaman (Violita & Hamim, 2010).

Secara umum, komponen pertumbuhan dan hasil kedelai menurun pada perlakuan salin. Pengamatan pada fase perkecambahan pun cenderung menurun pada perlakuan salin. Salinitas menghambat dan menunda waktu perkecambahan bahkan mengakibatkan biji gagal berkecambah (Putri, 2016). Kedelai yang diberi perlakuan salin menunjukkan peningkatan aktivitas enzim antioksidatif. Semakin tinggi konsentrasi NaCl yang diberikan, semakin tinggi aktivitas enzim antioksidatif (Putri, 2016).

Secara umum respon tanaman merespon cekaman osmotik melalui tiga jenis yaitu homeostatis, detoksifikasi dari elemen yang merusak dan recovery pertumbuhan (Gambar 1).



Gambar 1. Respon tanaman merespon cekaman abiotik (sumber: (Zhu, 2001))

Beberapa ion transporter adalah penentuan akhir dari ionic homeostatis. Karena Na^+ menghambat banyak enzim, maka akumulasi Na^+ perlu dicegah dalam sitoplasma atau dalam organel. Na^+ yang masuk dalam sel dapat disimpan dalam vakuola atau dikeluarkan dari sel. Kompartemen Na^+ secara ekonomi berarti mencegah keracunan Na^+ dalam sitosol, karena Na^+ dapat digunakan sebagai osmolyte dalam vakuola guna membantu mencapai osmotic homeostatis (Zhu, 2001).

Beberapa osmolyte dan protein stress dengan fungsi yang tidak diketahui yang dapat mencegah kerusakan struktur sel. Banyak tanaman transgenic yang toleran pada kadar garam tinggi dicapai melalui strategi detoksifikasi. Tanaman transgenic mengalami over ekspresi enzim yang terlibat dalam perlindungan oksidatif seperti terhadap glutathione peroksidase, superoksid dismutase, askorbat peroksidase dan glutathione reduktase. Selain itu protein kinase seperti MAPK muncul sebagai mediasi respon cekaman oksidatif. Engineering dengan osmolyte seperti mannitol, fructans, threhalose, ononitol, prolin, glicinbetaine dan octoine juga bekerja melalui detoksifikasi oksidatif (Zhu, 2001).

Cekaman abiotik menghambat pertumbuhan. Pertumbuhan yang lambat merupakan gambaran pertumbuhan di bawah kondisi tercekam, karena tanaman menggunakan energinya untuk mencegah stress. Secara alami, toleransi kadar garam tinggi dan kekeringan sering muncul atau dalam kondisi yang berlawanan dengan laju pertumbuhan. Penyebab turunnya laju pertumbuhan adalah menutupnya stomata yang menyebabkan CO₂ terhambat, sehingga berpengaruh pada fotosintesis. Selain itu stress akan menghambat pembelahan dan penambahan sel (Zhu, 2001).

2.5. Kerangka Pemikiran

Di Indonesia terdapat berbagai jenis kedelai yaitu kedelai putih, kuning, agak putih, hijau dan kedelai berbiji hitam (Ralle & Subaedah, 2020). Kedelai hitam tidak terlalu populer dibandingkan kedelai kuning. Kedelai hitam sangat bermanfaat sebagai bahan makanan sehat atau industri kecap yang berkualitas tinggi karena mengandung antosianin. Kandungan antosianin yang tinggi mempunyai aktivitas antioksidan yang besar (Ralle & Subaedah, 2020).

Menurut Adie (2009), varietas kedelai hitam Detam-1 dan Detam-2, berdaya hasil tinggi dan memiliki keunggulan berkandungan protein sangat tinggi, memiliki adaptasi luas, dapat dibudidayakan pada berbagai agroekosistem kedelai, baik pada lahan sawah maupun lahan tegalan. karakteristik demikian usahatani kedelai hitam menggunakan varietas Detam-1 dan Detam-2 memberi keuntungan usaha tani yang dapat diterima dan propektif dikembangkan.

Selain itu untuk meningkatkan produksi dan produktivitas kedelai hitam harus diperhatikan juga lahan pertaniannya. Peralihan fungsi lahan pertanian menjadi wilayah pemukiman dan industri menyebabkan semakin berkurangnya lahan pertanian. Hal tersebut menyebabkan pengembangan pertanian perlu diarahkan pada lahan-lahan marginal seperti tanah salin. Tanah salin adalah tanah yang mengandung garam terlarut netral dalam jumlah tertentu yang berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Penyebab tanah menjadi salin adalah intrusi air laut, air

irigasi yang mengandung garam atau tingginya penguapan dengan curah hujan yang rendah sehingga garam-garam akan naik ke daerah perakaran (Kusmiyati et al., 2014).

Menurut Kristiono et al., (2013), salinitas yang tinggi merupakan salah satu cekaman lingkungan yang mengakibatkan tanaman mengalami cekaman osmotik, ketidak-seimbangan hara, toksisitas ion tertentu, dan cekaman oksidatif. Cekaman tersebut mempengaruhi hampir semua proses fisiologis dan biokimia serta tahap pertumbuhan tanaman. Fase perkecambahan dan pertumbuhan semaian adalah fase kritis terhadap cekaman salinitas bagi sebagian besar tanaman, termasuk kedelai (*Glycine max* L. Merr.), kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) dan kacang hijau (*Vigna radiata* L. Wilczek), sehingga ketahanan tanaman terhadap cekaman salinitas dapat dievaluasi pada fase-fase tersebut. Toleransi tanaman legum terhadap cekaman salinitas beragam antar spesies maupun varietas. Batas kritis tingkat salinitas berdasarkan penurunan hasil pada tanaman kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau berturut turut adalah 5 dS/m, 3,2 dS/m, dan 1–2,65 dS/m.

Permasalahan tanah salin adalah nilai daya hantar listrik tanah dan kadar garamnya tinggi sehingga akan menyebabkan terjadinya cekaman lingkungan. Kondisi ini akan menyebabkan tingkat kesuburan tanah menurun yang berdampak pada produktivitas lahan pertanian menurun. Kendala dalam pemanfaatan tanah salin untuk budidaya tanaman adalah tingginya kadar garam terlarut utamanya NaCl. Munns, (2002) dalam Kusmiyati, F., & Karno, K. (2014) menyatakan bahwa salinitas menurunkan kemampuan tanaman menyerap air sehingga menyebabkan penurunan kecepatan pertumbuhan. Apabila tanaman menyerap garam berlebihan akan menyebabkan penuaan daun tua. Hal tersebut akan menyebabkan penuaan daun lebih awal dan mengurangi luas daun yang berfungsi pada proses fotosintesis. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi pengaruh buruk dari tanah salin adalah melakukan perbaikan tanah salin melalui cara kimia dan biologi. Perbaikan tanah salin melalui cara kimia bisa dengan

penambahan bahan pembenah tanah seperti gipsum, dan secara biologi dapat dilakukan dengan penambahan bahan organik atau pupuk organik seperti pupuk kandang, atau penambahan kalium juga dapat memperbaiki pengaruh buruk dari tanah salin (Kusmiyati, F., & Karno, K. 2014).

Pupuk organik, kombinasi dan residunya dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan hara tanah untuk produksi kedelai. Abu sekam padi dapat menurunkan intensitas serangan hama, tetapi sebaiknya tidak diberikan secara tunggal melainkan dikombinasikan dengan pupuk organik yang lain (Melati et al., 2008).

Hasil penelitian Dharmasika et al., (2019) menunjukkan bahwa interaksi pemberian arang sekam padi dan pupuk kandang sapi berpengaruh nyata terhadap jumlah baris biji per tongkol, bobot jagung pipilan, rendemen dan nilai daya hantar listrik tanah. Aplikasi arang sekam padi 6 ton/ha dan pupuk kandang sapi 15 ton/ha menghasilkan pertumbuhan dan hasil lebih tinggi. Tinggi tanaman, jumlah daun dan bobot pipilan jagung masih dibawah potensial genetik tanaman jagung hibrida.

Hasil penelitian Arifiani et al., (2018) menunjukan bahwa aplikasi bahan organik berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil padi (*Oryza sativa* L.) yang tercekam salinitas dan terjadi penurunan pertumbuhan dan hasil secara nyata pada tanaman padi varietas IR-64 yang tercekam salinitas, pada tingkat salinitas 2,5 dS/m pertumbuhan luas daun, bobot segar tajuk, bobot kering tajuk, bobot kering akar panjang akar total, luas permukaan akar, bobot kering total tanaman, serta hasil yaitu panjang malai, bobot malai, jumlah gabah per malai, bobot 100 butir gabah bernas dan bobot gabah kering giling total per rumpun yang menghasilkan nilai lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang tidak tercekam (kontrol).

Upaya dalam menangani cekaman salinitas tanah tersebut dapat dilakukan dengan penambahan pupuk organik dari bahan arang sekam padi untuk meningkatkan ketahanan tanaman dan pupuk kandang sapi untuk menurunkan konsentrasi natrium pada tanah salin. Arang sekam padi mengandung unsur silika kadar tinggi yaitu 87-97% yang dapat

meningkatkan ketahanan tanaman terhadap ketidakseimbangan unsur hara, menguatkan batang sehingga tahan rebah, mengurangi cekaman abiotik maupun biotik sehingga dapat memperkuat jaringan (Dharmasika et al., 2019). Unsur silika yang terakumulasi pada daun akan menjaga daun tetap tegak sehingga membantu penangkapan cahaya matahari untuk fotosintesis dan translokasi CO₂ dan P ke malai (Dharmasika et al., 2019). Pemberian arang sekam padi sebesar 5 ton/ha sebagai pembenah tanah dapat memberikan pengaruh terhadap sifat kimia tanah, pertumbuhan dan produksi tanaman (Dharmasika et al., 2019).

Pupuk kandang sapi dapat meningkatkan kandungan hara, menurunkan pH tanah, meningkatkan daya ikat air dalam tanah sebagai pelarut nutrisi bagi pertumbuhan tanaman (Dharmasika et al., 2019). Pupuk kandang sapi mampu mencukupi kebutuhan hara tanaman sehingga dapat menyelesaikan siklus hidupnya lebih cepat, namun pemberian pupuk dilakukan sesuai kebutuhan tanaman agar tanaman tidak kelebihan ataupun kekurangan hara (Dharmasika et al., 2019).

Pupuk kandang diberikan pada 2 minggu sebelum tanam atau pada saat setelah pengolahan tanah, dengan dosis 0 ton/ha, 10 ton/ha, dan 20 ton/ha, sesuai perlakuan. Aplikasi pupuk kandang dengan dosis 10 ton/ha mampu meningkatkan pertumbuhan, kadar klorofil a, kadar klorofil total, serta produksi bahan kering turi dan rumput benggala pada tanah dengan salinitas sedang (DHL 4,10 dS/m) (Tolib et al., 2017). Hasil penelitian Suryaman et al., (2021), menunjukkan bahwa benih yang ditanam pada baki perkecambahan dengan menggunakan media tanah, kemudian media tanam diberi perlakuan cekaman salinitas dengan menggunakan air sumur, air laut 10 %, dan air laut 20%. Pemberian perlakuan cekaman salinitas dilakukan dengan cara menyiram media tanah tersebut dengan air, dan larutan air laut sesuai dengan konsentrasi perlakuan pada baki perkecambahan, hingga media tanah mencapai kondisi lembab. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terjadi efek interaksi secara nyata antara cekaman salinitas dengan invigorasi terhadap semua parameter pengamatan, tetapi masing masing

perlakuan secara mandiri memberikan pengaruh yang signifikan. Cekaman salinitas menimbulkan efek negatif pada fase perkecambahan.

Pertumbuhan kedelai sangat ditentukan pada saat fase vegetatifnya. Fase vegetatif merupakan fase yang dimulai dari perkecambahan benih sampai dengan primordia bunga. Fase vegetatif juga sangat menentukan pertumbuhan suatu tanaman saat akan menuju ke fase generatif atau reproduktif. Namun, adanya cekaman garam dapat memberikan tekanan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman karena terjadi pengurangan jumlah suplai hasil-hasil metabolisme esensial yang dibutuhkan tanaman pada saat proses pertumbuhan. Maka dari itu, perlu dilakukan ameliorasi pada lahan salin tersebut dengan menambahkan bahan organik. Bahan organik dapat mempercepat pencucian Na^+ (molekul terbesar yang terdapat dalam lahan salin) dan menurunkan daya hantar listrik (DHL) tanah karena kemampuannya meningkatkan infiltrasi dan stabilitas agregat tanah, kemampuan menyimpan air serta mengurangi penguapan (Hodiyah et al., 2021). Pada takaran berapa bahan organik yang dapat mengatasi cekaman salinitas yang ditunjukkan oleh pertumbuhan dan hasil kedelai, maka perlu dilaksanakan penelitian.

Oleh karena itu penerapan teknologi budidaya kedelai perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh dosis pupuk organik dan tingkat salinitas tanah terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai khususnya kedelai hitam varietas Detam 1.

2.6. Hipotesis

Dari uraian tersebut diatas, dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut :

Ada pengaruh interaksi antara dosis pupuk organik dan tingkat salinitas tanah terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai hitam (*Glycine soja* L.) Varietas Detam 1.