

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kedelai (*Glycine max* L. Merrill)

Tanaman kedelai adalah tanaman polong-polongan yang termasuk tanaman leguminosa yang mempunyai nama ilmiah *Glycine max* (Adisarwanto, 2013). Kedelai diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*,
Divisio : *Spermatophyte*,
Subdivision : *Angiospermae*,
Class : *Dicotyledoneae*,
Ordo : *Polypetalis*,
Family : *Leguminosae*,
Subfamily : *Papilotoideae*,
Genus : *Glycine max* (L.) Merrill (Sharma, 1993).

Tanaman kedelai merupakan tanaman yang memiliki batang berbentuk semak yang dapat mencapai ketinggian antara 30-100 cm. Batangnya beruas-ruas dan memiliki percabangan antara 3-6 cabang/tanaman. Tanaman kedelai memiliki 3 tipe pertumbuhan yaitu: tipe determinate, semi-determinate, dan indeterminate. Daun kedelai mempunyai ciri-ciri antara lain helai daun berbentuk oval dan tata letaknya pada tangkai daun bersifat majemuk berdaun tiga (*trifoliolatus*). Daun

memiliki fungsi sebagai alat untuk proses asimilasi, respirasi, dan transpirasi (Rukmana,1996).

Tanaman kedelai memiliki akar tunggang, akar sekunder yang tumbuh dari akar tunggang, serta cabang akar yang tumbuh dari akar sekunder. Akar tanaman kedelai dapat bersimbiosis dengan bakteri nodul akar (*Rhizobium japonicum*) yang berperan dalam fiksasi N₂ (Adisarwanto, 2013). Bintil berfungsi untuk memfiksasi N (nitrogen) udara sebagai suplai nitrogen tanaman untuk pertumbuhannya. Nitrogen dapat digunakan untuk mensintesis protein. Tanaman legume yang diinokulasi dengan *Rhizobium* menunjukkan hasil yang signifikan lebih tinggi dibanding kontrol (Fuskhah dkk., 2007). Menurut Milani dkk. (2013), kedelai varietas Grobogan memiliki potensi produksi 2,7 ton/ha dan berat kedelai 18,83 g/100 biji.



Ilustrasi 1. Tanaman Kedelai

Kandungan gizi biji kedelai kering tiap 100 g seperti Tabel 1. Kedelai merupakan komoditas pangan yang digunakan untuk pangan, pakan, dan bahan industri pengolahan. Kedelai merupakan sumber protein nabati yang dapat diolah menjadi berbagai macam makanan seperti tempe dan kecap.

Tabel 1. Kandungan Gizi Biji Kedelai Kering Tiap 100 g

Komponen	Biji kedelai
Kalori (Kkal)	331,0
Protein (g)	34,9
Lemak (g)	18,1
Karbohidrat (g)	34,8
Serat (g)	4,2
Kalsium (mg)	227,0
Fosfor (mg)	585,0
Besi (mg)	8,0
Vitamin B1 (mg)	1,0

Sumber: Muchtadi, 2010.

Kedelai memiliki pertumbuhan yang cepat tergantung pada lingkungannya dan dapat mencapai masa panen pada umur 10 minggu setelah penanaman (Adisarwanto, 2013). Kedelai dapat dipanen ketika 70% daun telah menguning dan rontok serta polong menjadi keras dan berubah warna menjadi kecoklatan. Kedelai dapat dipanen dengan memotong batang utama tanaman kedelai (Purwono dan Heni, 2007). Produksi kedelai sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan organ vegetatif tanaman. Semakin besar pertumbuhan organ vegetatif yang berfungsi sebagai penghasil asimilat (*source*) akan meningkatkan pertumbuhan organ pemakai (*sink*) yang akhirnya akan memberikan hasil yang semakin besar pula (Ohorella, 2011).

Tanaman kedelai dikelompokkan sebagai glikofita yang peka terhadap salinitas dengan ambang batas 5 mmhos/cm (Purwaningrahayu, 2016). Tanaman

kedelai merupakan tanaman yang agak toleran terhadap kadar garam Na tetapi tergantung pada jenis varietasnya. Tanaman yang toleran terhadap garam Na disebut tanaman natrofilik. Varietas kedelai yang toleran yaitu varietas Wilis, Malabar, dan Sindoro (Yuniarti, 2004).

3.2. Salinitas

Salinitas merupakan proses alami yang terkait erat dengan bentang alam dan proses pembentukan tanah. Garam dalam tanah dapat berasal dari pelapukan bahan induk yang mengandung deposit garam, intrusi air laut atau gerakan air tanah yang direklamasikan dari dasar laut. Metode untuk mengukur jumlah garam terlarut adalah dengan daya hantar listrik (DHL). Hasil pengukuran merupakan konversi tahanan listrik menjadi konduktansi listrik yang diukur pada suhu standar 25°C. Satuan pengukurannya adalah mmhos/cm (Kristiono dkk., 2013).

Salinitas adalah tingkat kegaraman yang mengindikasikan jumlah garam terlarut dalam air. Ion yang dapat menyebabkan salinitas adalah ion-ion Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , dan Cl^- . Satuan yang digunakan beragam seperti ppt (*part per thousand*), PSU (*practical salinity unit = g/kg*). Konduktivitas elektrik (EC) umum digunakan untuk menunjukkan tingkat salinitas dan dinyatakan dengan satuan dS/m (desi siemens/m; $1 \text{ dS/m} = 1 \text{ mmhos/cm} = 640 \text{ ppm}$ atau $\text{mg/kg} = 1000 \mu\text{S/cm}$) (Taufiq dan Sundari, 2012). Adapun klasifikasi tingkat salinitas air dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Salinitas Air

Klasifikasi salinitas air	EC (dS/m)
Non salin	< 0,7
Agak salin	0,7-2,0
Salinitas sedang	2,0-10,0
Salinitas tinggi	10,0-20,0
Salinitas sangat tinggi	20,0-45,0
Brine	>45,0

Sumber: Rhoades dkk. (1992), EC = Electrical Conductivity.

Semua tanah mengandung unsur garam dan juga semua air irigasi baik dari sungai maupun air tanah yang dipompa mengandung beberapa macam garam terlarut. Beberapa garam terlarut yang ada diirigasi merupakan unsur hara yang berguna bagi tanaman seperti nitrat dan potasium (Kritiono dkk., 2013). Air tanah yang digunakan untuk air irigasi memiliki nilai TDS lebih tinggi dari air sungai pada daerah yang sama. Nilai TDS air sumur 2000 – 3000 mg/L diklasifikasikan salinitas air sedang (McNeal, 1982). Penggunaan air tanah secara terus – menerus untuk irigasi/pengairantanaman dapat menyebabkan akumulasi garam pada lahan pertanian (Sonon dkk, 2012). Pengakumulasian garam seperti Na, Ca, dan Mg yang terkandung dalam air irigasi terjadi, seiring terjadinya penguapan (Serrano dkk., 1999). Pengelolaan drainase tanah yang buruk menyebabkan evaporasi lebih besar daripada perkolasi sehingga mempercepat proses salinisasi (Kritiono dkk., 2013).

Toleransi tanaman terhadap cekaman salinitas merupakan ukuran kemampuan tanaman dalam mempertahankan konsentrasi garam dalam protoplasma agar tidak berlebihan. Kemampuan toleransi ini menyebabkan tanaman dapat bertahan pada konsentrasi garam yang tinggi. Toleransi tanaman terhadap cekaman salinitas dapat dicapai melalui proses pengeluaran atau pengasingan/penyimpan

garam ke bagian tanaman melalui mekanisme pengeluaran garam diperlukan untuk menghindari terjadinya kekurangan air dalam sel tanaman, sedangkan penyimpanan garam diperlukan untuk menghindari konsentrasi yang tinggi pada bagian tanaman yang berperan dalam proses metabolisme agar pertumbuhan tanaman tidak terganggu (Marschner, 1985).

Tanaman kedelai yang mengalami cekaman salinitas dalam waktu lama akan mengalami keracunan akibat akumulasi ion Na dan Cl yang tinggi dapat terlihat secara visual antara lain: daun tanaman berwarna kuning/klorosis, nekrosis, tepi daun mengering dan menggulung. Hal ini sangat mempengaruhi fisiologi tanaman yaitu menurunkan fotosintesis sehingga berakibat pada penurunan pertumbuhan tanaman (Purwaningrahayu, 2016).

3.3. Kandungan Air Laut

Air laut banyak mengandung unsur hara dan kandungannya dalam per seribu berat yaitu: Cl (18,98); Na (10,556); SO₄ (2,649); Mg (1,272); Ca (0,400); K (0,380); KCO₃ (0,14); Br (0,065); H₂BO₃ (0,0276), Sr (0,013); Fe (90,001) (Brown dkk., 1989; Yufdy, 2008). Unsur hara tersebut berguna untuk tanaman apabila dalam jumlah tertentu sehingga ketika jumlah unsur hara berlebihan maka akan berpengaruh negatif bagi tanaman. Air laut memiliki salinitas yang tinggi menyebabkan terhambatnya serapan air dan terganggunya proses dalam metabolisme tanaman. Salinitas yang tinggi dapat dilihat dari EC (*Electrical Conductivity*) air laut yang tinggi. Air laut memiliki EC (*Electrical Conductivity*) sebesar 44-45 dS/m (Djukri, 2009).

Kandungan air laut yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman yaitu unsur Cl, Na, Mg, dan Ca. Unsur Cl berfungsi untuk meningkatkan dan memperbaiki kualitas dan kuantitas produksi tanaman; memperbaiki dan meningkatkan hasil kering tanaman; membantu dalam pembentukan hormon tanaman. Magnesium (Mg) berfungsi dalam transportasi fosfat dalam tanaman; membantu pembentukan hijau daun (klorofil); membantu pembentukan karbohidrat, asam amino, vitamin, gula dan lemak. Kalsium (Ca) berfungsi untuk merangsang pembentukan bulu-bulu akar dan biji; menguatkan batang tanaman; membantu proses penyerbukan dan merangsang pembentukan biji; membantu pemecahan sel dan aktivitas; menetralisasi senyawa pada tanah yang jelek. Natrium (Na) dapat menggantikan fungsi unsur kalium (K) untuk membantu pembentukan protein, gula, dan karbohidrat; memperkuat jaringan tanaman agar daun, bunga, dan buah tidak mudah rontok dan gugur; meningkatkan daya tahan dari penyakit dan kekeringan (Lingga dkk., 2009). Kandungan Na dan Cl dalam air laut yang terlalu tinggi tidak menguntungkan bagi tanaman. Pengaruh salinitas bisa disebabkan akumulasi Na dan Cl yang berlebihan yang dapat berdampak berkurangnya pertumbuhan daun, menurunnya berat kering karena terjadi asimilasi nitrogen karena tampaknya langsung menghambat penyerapan nitrat (NO_3) yang merupakan ion penting untuk pertumbuhan tanaman (Yuniarti, 2004). Salinitas dan kandungan hara air laut pantai Marina Semarang seperti Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Nutrisi Air Laut Pantai Marina Semarang

Parameter	Hasil ^{*)}	Satuan	Metode	Kriteria ^{**)}
DHL	45,3	ms/cm	Konduktometri	Sangat tinggi
Temperatur	11,1	°C	Konduktometri	Sangat rendah
N total	<0,002	%	Kjeldahl	Sangat rendah
Phosphor	0,14	ppm	Spektrofotometri UV-vis	Sangat rendah
K	323,40	ppm	SSA-on	Sangat tinggi
Na	1,37	%	SSA-on	Sangat tinggi

Sumber : ^{*)}Hasil Penelitian dan Tes Laboratorium Penelitian dan Penguji Terapan (LPPT), Universitas Gadjah Mada, ^{**)} Agus (2005).

3.4. Fotosintesis

Laju fotosintesis dipengaruhi oleh luas daun dan kandungan klorofil, apabila luas daun dan klorofil tinggi maka laju fotosintesis akan tinggi juga. Klorofil mempunyai peran penting dalam proses fotosintesis yaitu penangkap energi sinar matahari dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan ATP (*adenosine-5'-triphosphate*) (Proklamasiningsih, 2012). Luas daun dapat digunakan untuk menunjukkan kandungan total klorofil daun pada tiap individu tanaman, sehingga meningkatnya luas daun maka meningkat pula LAI (*Leaf Area Indeks*) (Purbajantidkk., 2010).

Klorofil adalah pigmen yang berfungsi sebagai antena, mengumpulkan cahaya serta mentransfer energi ke pusat energi pada proses fotosintesis. Klorofil terbagi menjadi dua yaitu: klorofil a dengan rumus molekul $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ dan klorofil b dengan rumus molekul $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$. Klorofil a berperan langsung dalam reaksi perubahan energi radiasi menjadi energi kimia serta menyerap dan mengangkut energi ke pusat reaksi molekul. Klorofil b berfungsi sebagai penyerap energi radiasi yang selanjutnya diteruskan ke klorofil a (Sirait,

2008). Faktor yang mempengaruhi sintesis klorofil yaitu cahaya, gula/karbohidrat, air, temperatur, faktor genetik dan unsur-unsur nitrogen, magnesium, besi, mangan, Cu, Zn, sulfur dan oksigen (Hendriyanti, 2009). Klorofil mempunyai fungsi utama dalam proses fotosintesis adalah memanfaatkan energi matahari, memicu fiksasi CO₂ untuk menghasilkan karbohidrat dan menyediakan energi bagi ekosistem secara keseluruhan. Karbohidrat yang dihasilkan dalam fotosintesis akan diubah menjadi protein, lemak, asam nukleat dan molekul organik lainnya (Ai dan Yunia, 2011).

Sifat kimia klorofil, antara lain; tidak larut dalam air, melainkan larut dalam oraganik yang lebih polar, seperti etanol dan kloroform; inti Mg akan tergeser oleh 2 atom H bila dalam persenyawaan yang disebut *feofitin* yang berwarna coklat (Dwidjoseputro, 1994; Ai dan Yunia, 2011). Faktor utama pembentuk klorofil adalah N (nitrogen). Nitrogen merupakan penyusun klorofil yang merupakan unsur makro bagi tanaman. Tanaman yang kekurangan unsur N akan menunjukkan gejala klorosis pada daun. N₂ tidak dapat langsung diserap oleh tanaman karena gas N₂ harus difiksasi terlebih dahulu oleh bakteri menjadi amonia (NH₃) (Hendriyanti, 2009).

Selama pertumbuhan vegetatif tanaman, terjadi perubahan penyimpanan asimilat di daun, akar, dan bintil akar. Asimilat hasil fotosintesis pada fase terang sementara disimpan dalam bentuk pati di daun dan jaringan tanaman lain., kemudian pati hasil fotosintesis tersebut akan dimobilisasi pada saat gelap dalam bentuk sukrosa. Fase gelap akan terjadi peningkatan ekspor sukrosa ke organ penyimpanan tanaman (Soedradjad dkk., 2005).Proses pertumbuhan dan

perkembangan tanaman dapat diwujudkan dengan adanya akumulasi asimilat fotosintesis yang ditranslokasikan ke bagian organ tanaman yang memerlukan seperti biji. Pertumbuhan organ vegetatif akan mempengaruhi produksi tanaman sehingga semakin besar pertumbuhan organ vegetatif yang berfungsi sebagai penghasil asimilat (*source*) akan meningkat pula pertumbuhan organ pemakai (*sink*) yang akan memberikan hasil yang besar pula (Kastono, 2005).