

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS

#### 2.1 Tinjauan pustaka

##### 2.1.1 Kedelai

Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) merupakan tanaman semusim, salah satu tanaman yang peka terhadap perubahan kondisi iklim. Kedelai tergolong tanaman berhari pendek, yaitu berbunga bila lama penyinaran <12 jam, dan lambat berbunga bila >16 jam (Taufiq dan Wijanarko, 2017).

Secara sistematis kedelai dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Adie dan Krisnawati, 2013)

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Angiospermae
Ordo	: Leguminosae
Famili	: Papilionaceae
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max</i> L.

Morfologi tanaman kedelai didukung oleh komponen utamanya yaitu akar, daun, batang, bunga, buah/polong dan biji sehingga pertumbuhannya bisa optimal.

##### a. Akar

Kedelai mempunyai akar tunggang yang membentuk akar-akar cabang yang tumbuh menyamping (horizontal) tidak jauh dari permukaan tanah. Jika kelembaban tanah turun, akar akan berkembang lebih ke dalam agar dapat menyerap unsur hara dan air. Akar tanaman kedelai selain berfungsi sebagai tempat bertumpunya tanaman dan alat pengangkut air maupun unsur hara, akar tanaman kedelai juga merupakan tempat terbentuknya bintil-bintil akar. Bintil akar tersebut dapat bersimbiosis secara mutualisme dengan bakteri pengikat nitrogen *Bradyrhizobium japonicum*. Bakteri bintil akar dapat mengikat nitrogen langsung dari udara dalam bentuk gas N<sub>2</sub> (nitrogen) yang kemudian dapat digunakan oleh kedelai setelah dioksidasi menjadi nitrat (NO<sub>3</sub><sup>+</sup>) (Subaedah, 2020).

b. Daun

Daun kedelai mempunyai ciri-ciri antara lain berbulu, bagian ujung daun meruncing dan tata letaknya pada tangkai daun bersifat majemuk. Daun kedelai terbagi menjadi empat tipe, yaitu kotiledon atau daun biji, dua helai daun primer sederhana, daun bertiga, daun profil (Adie dan Krisnawati, 2013). Daun kedelai berbentuk oval, tipis, dan berwarna hijau. Permukaan daun berbulu halus (*trichoma*) pada kedua sisinya (Subaedah, 2020).

c. Batang

Batang kedelai dapat mencapai tinggi 30-100 cm dan dapat membentuk 3-6 cabang. Tipe pertumbuhan batang dapat dibedakan menjadi terbatas (*determinate*) dan tidak terbatas (*indeterminate*). Tipe *determinate* dicirikan dengan pertumbuhan tinggi tanaman dan penambahan jumlah daun terhenti pada saat tanaman sudah memasuki fase pembungaan. Tipe *indeterminate* dicirikan dengan pertumbuhan tinggi tanaman dan penambahan jumlah daun yang terus tumbuh. Tanaman berpostur sedang sampai tinggi, ujung batang lebih kecil dari bagian tengah (Subaedah, 2020).

d. Bunga

Tanaman kedelai mulai berbunga pada umur 30 sampai 50 hari setelah tanam. Bunga kedelai termasuk bunga sempurna yaitu setiap bunga mempunyai alat jantan dan alat betina. Penyerbukan terjadi pada saat mahkota bunga masih menutup sehingga kemungkinan kawin silang alami amat kecil. Bunga terletak pada ruas-ruas batang, berwarna ungu atau putih. Bunga tanaman kedelai akan muncul pada ketiak tangkai daun majemuk (Subaedah, 2020).

e. Buah

Buah kedelai berbentuk polong yang didalamnya berisi biji-biji kedelai. Banyaknya biji kedelai dalam setiap polong bervariasi antara 1-3 biji. Polong kedelai berbulu dan berwarna kuning kecoklatan atau abu-abu. Selama proses pematangan buah, polong yang mula-mula berwarna hijau akan berubah menjadi kehitaman (Subaedah, 2020).

f. Biji

Biji merupakan komponen morfologi kedelai yang bernilai ekonomis. Warna biji kedelai bervariasi, ada yang berwarna kuning, hitam, hijau, dan coklat. Bentuk biji kedelai beragam dari lonjong hingga bulat, dan sebagian besar kedelai yang ada di Indonesia berkriteria lonjong. Pengelompokan ukuran biji kedelai berbeda antar negara, di Indonesia kedelai dikelompokkan berukuran besar (berat > 14 g/100 biji), sedang (10-14 g/100 biji), dan kecil (< 10 g/100 biji). Biji sebagian besar tersusun oleh kotiledon dan dilapisi oleh kulit biji (testa) (Subaedah, 2020). Antara kulit biji dan kotiledon terdapat lapisan endosperm (Adie dan Krisnawati, 2013).

Kedelai merupakan tanaman daerah subtropis yang dapat beradaptasi baik di daerah tropis. Di Indonesia, kedelai cocok ditanam di daerah terbuka dan berhawa panas, terutama dataran rendah sampai pada ketinggian 1.200 m dari permukaan laut. Suhu optimum berkisar antara 25 sampai 30°C dengan kisaran curah hujan 150 hingga 200 mm per bulan, lama penyinaran 12 jam per hari dan kelembaban rata-rata 65%. Tanaman kedelai dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah dengan syarat drainase dan aerasi tanah cukup baik selama pertumbuhan tanaman dan pH yang cocok untuk kedelai adalah sekitar 5,8 sampai 7,0 (Subaedah, 2020).



Gambar 1. Bentuk biji kedelai

Sumber : Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian (2018).

### 2.1.2 Cekaman kekeringan

Cekaman abiotik seperti kekeringan, kadar garam tinggi (salinitas), suhu tinggi atau rendah, serta kemasaman tanah dapat mengakibatkan perubahan pada morfologi, fisiologi, dan biokimia, yang akhirnya akan berpengaruh buruk pada pertumbuhan tanaman serta produktivitasnya. Kekeringan, salinitas, temperatur ekstrim, dan cekaman oksidatif, seringkali saling berhubungan dan menginduksi kerusakan yang sama pada sel tanaman (Song dan Banyo, 2011).

Cekaman kekeringan merupakan kondisi lingkungan tanaman tidak menerima asupan air yang cukup, sehingga tanaman tidak dapat melakukan proses pertumbuhan dan perkembangan secara optimal yang menyebabkan produksi menurun (Setiawan, Soedradjad dan Siswoyo 2015). Cekaman kekeringan ditandai dengan kadar air tanah berada pada kondisi yang minimum untuk pertumbuhan dan produksi tanaman. Kekurangan air memengaruhi semua aspek pertumbuhan tanaman, yang meliputi proses fisiologi, biokimia, anatomi dan morfologi (Purwanto dan Agustono, 2010).

Pertumbuhan tinggi tanaman dipengaruhi oleh kadar lengas tanah. Hal itu disebabkan proses pertumbuhan tinggi tanaman, diawali dengan proses pembentukan tunas yang merupakan proses pembelahan dan pembesaran sel. Kedua proses ini dipengaruhi oleh turgor sel. Proses pembelahan dan pembesaran sel akan terjadi apabila sel mengalami turgiditas yang unsur utamanya adalah ketersediaan air (Samanhudi, 2010 *dalam* Hermanto dan Aprianingrum, 2022).

Strategi tanaman toleran menghadapi kondisi cekaman kekeringan dimulai pada saat fase perkecambahan dan pertumbuhan vegetatif dengan membentuk formasi akar yang dalam dan percabangan akar yang banyak. Pertumbuhan tanaman ditunjang oleh perakaran yang dalam dan besar. Perluasan akar yang lebih besar (panjang akar dan bobot kering akar besar) memberi peluang untuk mengabsorpsi air lebih banyak pada lapisan tanah yang lebih dalam dengan lengas tanah lebih besar dibanding di permukaan tanah. Absorpsi air yang cukup oleh akar pada kondisi cekaman kekeringan berpengaruh terhadap kelangsungan pertumbuhan tajuk tanaman (Efendi dan Azrai, 2010).

Kekeringan dianggap stres yang paling merusak lingkungan, yang dapat menurunkan produktivitas tanaman. Rendahnya curah hujan ditambah proses evapotranspirasi menyebabkan kekeringan pada lahan pertanian. Kekeringan identik dengan kekurangan air, jadi apabila tanaman mengalami kekurangan air maka stomata yang berada pada daun akan menutup dan akan mengakibatkan CO<sub>2</sub> terhambat untuk masuk serta menurunkan aktivitas fotosintesis pada tanaman tersebut (Setiawan dkk., 2015).

Cekaman kekeringan menyebabkan penghambatan pembelahan, pembesaran dan pemanjangan sel akibat rendahnya kadar air yang tersedia. Cekaman kekeringan menyebabkan menurunnya potensial air tanaman akibat berkurangnya difusi air dari larutan tanah ke dalam tanaman sehingga menurunkan turgor sel. Cekaman kekeringan berpengaruh terhadap fisiologi dan morfologi tanaman kedelai. Tanaman kedelai mempunyai fase-fase kritis terhadap kecukupan air, yaitu fase awal pertumbuhan vegetatif (V0-V1-V2), saat berbunga (R1-R2), dan fase-fase tersebut dapat menurunkan hasil, baik kualitas maupun kuantitas (Singh, 2010). Berdasarkan hasil penelitian Suhartina dkk. (2014), tanaman kedelai mengalami cekaman kekeringan selama fase reproduktif, diindikasikan oleh kadar air tanah yang berkisar antara 20% sampai 30% sedangkan kadar air tanah pada kondisi kapasitas lapang adalah 42,5% dan kadar air tanah pada kondisi titik layu permanen adalah 30,5%.

Menurut Hardjowigeno dan Widiatmaka (2007), kapasitas lapang yaitu keadaan tanah yang cukup lembab yang menunjukkan jumlah air yang dapat ditahan oleh tanah terhadap gaya gravitasi. Air yang dapat ditahan oleh tanah tersebut terus menerus diserap oleh akar-akar tanaman atau menguap sehingga tanah semakin lama semakin kering. Kapasitas lapang merupakan kondisi ketersediaan air yang optimum bagi tanaman. Kondisi ketersediaan air yang kurang dari kapasitas lapang dapat menimbulkan cekaman kekeringan dengan beberapa kategori berdasarkan jumlah kadar air yang tidak memenuhi kebutuhan tanaman sehingga menurunkan laju pertumbuhan tanaman.

### 2.1.3 Gulma siam

Menurut *Integrated Taxonomic Information System*, ITIS (2022) berdasarkan taksonomi gulma siam dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Sub kingdom : Viridiplantae  
Divisi : Tracheophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Sub kelas : Asteridae  
Ordo : Asterales  
Famili : Asteraceae  
Genus : *Chromolaena*  
Spesies : *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King H. Rob.

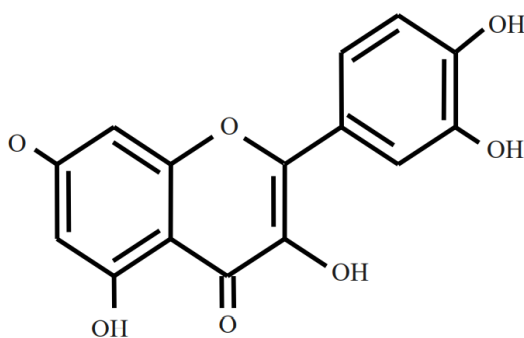


Gambar 2. Keragaan gulma siam (*Chromolaena odorata* L.)  
Sumber : Dokumentasi pribadi.

Daun gulma siam berbentuk oval, bagian bawah lebih lebar, makin keujung makin runcing. Panjang daun 6 sampai 10 cm dan lebarnya 3 sampai 6 cm. Tepi daun bergerigi, menghadap ke pangkal. Letak daun juga berhadap-hadapan. Karangan bunga terletak di ujung cabang (terminal). Setiap karangan bunga terdiri atas 20 sampai 35 bunga, warna bunga pada saat muda kebiru-biruan, semakin tua menjadi coklat. Gulma siam memiliki batang yang tegak, berkayu, ditumbuhi rambut-rambut halus, bercorak garis-garis membujur yang paralel, tingginya mencapai 100 sampai 200 cm, bercabang-cabang dan susunan daun berhadapan (Prawiradiputra, 2007).

Pada tumbuhan *Chromolaena odorata* memiliki susunan akar berupa akar tunggang, besar dan dalam. Akar tunggang tersebut adalah akar tunggang bercabang. Akar ini berbentuk kerucut panjang, tumbuh lurus kebawah, dan bercabang. Warna akar kekuning-kuningan. Bagian-bagian akar terdiri dari: Leher akar atau pangkal akar (*collum*), ujung akar (*apex radices*), batang akar (*corpus radices*), cabang-cabang akar (*radix lateralis*), serabut akar (*fibrilla radicalis*), rambut/bulu akar (*pilus radicalis*) dan tudung akar (*calyptra*) (Prawiradiputra, 2007).

Menurut Saputra, Gani dan Erlidawati (2017) bahwa ekstrak etanol daun gulma siam mengandung senyawa metabolit sekunder alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan steroid. Senyawa polifenol dan flavonoid merupakan antioksidan alami yang banyak terdapat di tumbuhan. Flavonoid meliputi berbagai senyawa fenolik dengan struktur kimia  $C_6-C_3-C_6$ . Santoso (2021) menyatakan bahwa, golongan senyawa ini banyak terdapat dalam berbagai bagian tanaman baik buah, biji, maupun bagian lain umumnya dalam bentuk glikosida atau glikon. Menurut Hermiati dkk. (2013) dalam Saputra dkk. (2017), golongan flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan meliputi flavon, flavonol, isoflavon, kateksin, flavonol dan kalkon.



Gambar 3. Kerangka  $C_6-C_3-C_6$  (Flavonoid)  
Sumber : Redha (2013).

Antioksidan didefinisikan sebagai senyawa yang dapat menghambat, menunda, atau mencegah terjadinya oksidasi lemak atau senyawa-senyawa lain yang mudah teroksidasi (Santoso, 2021). Antioksidan berfungsi sebagai donor elektron bagi senyawa yang bersifat radikal maupun senyawa yang tergolong kedalam *Reactive Oxygen Species* (ROS) (Anggraini, 2017). Antioksidan bersifat

mudah teroksidasi atau bersifat reduktor kuat dibandingkan dengan molekul lain. Semakin mudah teroksidasi maka semakin efektif antioksidan tersebut. Oksidasi adalah jenis reaksi kimia yang melibatkan peningkatan oksigen, hidrogen atau pelepasan elektron (Miryanti dkk., 2011).

Antioksidan dibagi menjadi antioksidan endogen dan eksogen. Antioksidan endogen yaitu enzim-enzim yang bersifat antioksidan, seperti *Superoksida Dismutase* (SOD), katalase (Cat), dan glutathione peroksidase (Gpx), sedangkan antioksidan eksogen, yaitu yang didapat dari luar tubuh/makanan. Berbagai bahan aktifnya antara lain vitamin C, vitamin E, pro vitamin A, organsulfur, flavonoid, thymoquinone dan lain-lain (Werdhasari, 2014).

Berdasarkan hasil penelitian Akinmoladun dkk. (2007) menunjukkan bahwa persentase aktivitas antioksidan gulma siam adalah sekitar satu per tiga dari nilai untuk asam askorbat. Antioksidan dari daun gulma siam dapat menghambat radikal 59,10% ekstrak etanol dan 52,13% ekstrak metanol.

## **2.2 Kerangka berpikir**

Pemanfaatan lahan-lahan marginal di Indonesia terutama lahan kering perlu ditingkatkan untuk pemenuhan kebutuhan bahan pangan terutama kedelai. Permasalahan yang terjadi pada pemanfaatan lahan kering ini adalah ketersediaan air yang bisa menyebabkan kondisi kekeringan atau cekaman kekeringan (Rosawanti, Ghulamahdi dan Khumaida 2015).

Masalah kekeringan (*drought*) dalam budidaya kedelai merupakan salah satu faktor pembatas utama produksi. Menurut Liu (2004) cekaman kekeringan mendorong perubahan konsentrasi ABA dalam tanaman sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan polong serta mendorong kerontokan polong dan menurunkan pembentukan polong sampai 40% serta menurunkan ukuran biji. Hasil penelitian Suryaman, Sunarya dan Beliandari (2020) bahwa cekaman kekeringan hingga 50% kapasitas lapang dapat mereduksi tinggi tanaman dan luas daun. Sejalan dengan penelitian Kalefetoglu dan Ekmekci (2005) yang menyatakan bahwa selama terjadi cekaman kekeringan penurunan laju fotosintesis



yang disebabkan oleh penutupan stomata dan terjadinya penurunan transport elektron dan kapasitas fosforilasi di dalam kloroplas daun.

Kedelai membutuhkan air pada fase pertumbuhan cepat sebesar 2,54 sampai 5,08 mm/hari, pada fase pembungaan hingga polong isi penuh sebesar 5,08 sampai 7,62 mm/hari, dan fase pemasakan polong hingga panen sebesar 1,27 sampai 5,08 mm/hari. Secara umum, selama pembuahannya, (85 sampai 100 hari) kedelai membutuhkan air sebanyak 300 sampai 450 mm atau 2,5 sampai 3,3 mm/hari (Taufiq dan Sundari, 2012).

Cekaman kekeringan akan memudahkan stimulasi pembentukan *Reactive Oxygen Species* (ROS) akibat tingginya fotooksidatif yang terjadi sehingga tanaman mengalami stres oksidatif. Menurut Violeta dan Hamim (2010), sistem penyelamatan tanaman terhadap stres oksidatif dilakukan dengan meningkatkan aktivitas enzim antioksidan khususnya pada saat tanaman mengalami stres kekeringan berat. Aktivitas enzim antioksidan ini umumnya mengalami peningkatan 2 sampai 9 kali setelah perlakuan cekaman kekeringan yaitu pada batas nilai Kadar Air Relatif (KAR) sekitar 50%. Salehi dkk. (2011), upaya dalam mengembangkan kemampuan adaptasi tanaman dalam mentolerir kekurangan air atau cekaman kekeringan dapat dilakukan dengan meningkatkan peran antioksidan dalam tanaman dengan mengaplikasikan antioksidan. Kemampuan antioksidan untuk menginduksi toleransi cekaman abiotik tergantung dari jenis tanaman, tahap perkembangan, metode aplikasi dan konsentrasi antioksidan.

Berdasarkan hasil penelitian Suryaman dkk. (2020), bahwa peningkatan cekaman kekeringan dari kapasitas lapang ke cekaman kekeringan sedang (50% kapasitas lapang) menurunkan kadar air relatif daun, namun dengan pemberian antioksidan dengan konsentrasi 1,5% dapat mengurangi penurunan kadar air pada kondisi cekaman sedang. Sejalan dengan penelitian Suryaman dkk. (2021) pada pertumbuhan kedelai yang tercekam kekeringan setelah pemberian antioksidan dari ekstrak gulma sembung rambat dengan konsentrasi 1,5%, tinggi tanaman dapat meningkat sebesar 17,5%, dan luas daun bertambah 44,6% dibandingkan tanaman kontrol dan pada konsentrasi tersebut merupakan konsentrasi yang berpengaruh

paling baik pada pertumbuhan kedelai. Namun pertumbuhan kedelai terhambat akibat mengalami cekaman kekeringan pada kondisi kapasitas lapang 40%.

Menurut Fitrah (2016) daun gulma siam mengandung senyawa utama seperti fenol, flavonoid, saponin, steroid, dan tanin. Berdasarkan hasil penelitian Usunomena dan Ewere (2016) menunjukkan adanya aktivitas antioksidan dari gulma siam yaitu pada konsentrasi 0,2 mg/ml; 0,4 mg/ml; 0,6 mg/ml; 0,8 mg/ml dan 1 mg/ml berturut-turut yaitu 64%, 77%, 79%, 82% dan 90% yang dapat menghambat reaksi radikal bebas. Menurut penelitian Handayany, Umar dan Ismail (2018) aktivitas antioksidan pada ekstrak daun gulma siam dengan konsentrasi 0,12% memiliki kemampuan penghambat terhadap radikal bebas sebesar 41,62%.

### **2.3 Hipotesis**

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, maka dapat diambil hipotesis sebagai berikut :

1. Terdapat interaksi antara konsentrasi ekstrak daun gulma siam dengan kondisi cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan kedelai.
2. Terdapat konsentrasi ekstrak daun gulma siam yang berpengaruh baik terhadap pertumbuhan kedelai pada kondisi cekaman kekeringan.