

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pertambahan jumlah penduduk dan peningkatan pendapatan turut meningkatkan kebutuhan makanan yang bernilai gizi tinggi. Bahan makanan yang bernilai gizi tinggi khususnya protein yang bersumber dari nabati, salah satunya adalah kedelai. Kebutuhan kedelai berkembang pesat seiring dengan perkembangan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat yang berminat pada makanan berprotein nabati rendah kolesterol, berkembangnya usaha pertanian, dan sebagai bahan baku industri.

Kebutuhan nasional untuk kedelai mencapai 2 juta ton per tahun, tetapi hanya 20 sampai 30 persen saja dari kebutuhan tersebut yang dapat dipenuhi oleh produksi dalam negeri, sementara kekurangannya 70 sampai 80 persen bergantung pada impor. Ketergantungan terhadap Impor yang tinggi membuat instansi terkait sulit untuk mengontrol harga kedelai (BPS, 2013).

Data produksi kedelai, luas panen, dan produktivitas kedelai tahun 2000--2013 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Produksi kedelai di Indonesia tahun 2000—2013.

Tahun	Luas Panen (ha)	Produktivitas (ku/ha)	Produksi (ton)
2000	824.484	12,34	1,017,634
2001	678.848	12,18	826,932
2002	544.522	12,36	673,056
2003	526.796	12,75	671,600
2004	565.155	12,80	723,483
2005	621.541	13,01	808,353
2006	580.534	12,88	747,611
2007	459.116	12,91	592,534
2008	590.956	13,13	775,710
2009	722.791	13,48	974,512
2010	672.242	13,46	905,015
2011	622.254	13,68	851,286
2012	567.624	14,85	843,153
2013	550.797	14,16	780,163

Sumber: Badan Pusat Statistik (2014).

Kedelai (*Glycine max* [L.] Merr.) merupakan komoditas pertanian pokok di Indonesia. Kedelai digunakan sebagai bahan makanan manusia, pakan ternak, bahan baku industri, dan bahan baku penyegar. Kedelai juga sebagai komoditas ekspor berupa minyak nabati, pakan ternak, dan lain lain di berbagai negara di dunia (Rukmana dan Yuyun, 1996).

Menurut Hamim (2007), peningkatan produksi pertanian di Indonesia termasuk kedelai dilakukan melalui usaha intensifikasi, ekstensifikasi, dan diversifikasi. Dalam usaha ekstensifikasi, penggunaan lahan-lahan pertanian akan bergeser dari lahan yang subur ke lahan-lahan marginal. Lahan marginal di Indonesia terdiri

atas lahan kering, lahan salin, gambut, dan lahan-lahan lain yang memiliki tingkat produksi yang rendah. Indonesia memiliki lahan kering yang cukup luas dibandingkan dengan lahan berpengairan dan cukup potensi bagi pengembangan tanaman palawija seperti kedelai. Lahan kering di Indonesia masih cukup luas bagi pengembangan areal pertanian termasuk perluasan areal kedelai. Luas lahan kering yang terdapat di Pulau Sumatera sekitar 5 juta ha dan lahan terlantar sekitar 2,5 juta ha yang didominasi oleh lahan masam.

Definisi lahan kering yang diberikan oleh Soil Survey Staffs (1998 dalam Haryati 2002) bahwa hamparan lahan yang tidak pernah tergenang atau digenangi air selama periode sebagian besar waktu dalam setahun. Menurut Rismaneswati (2006), permasalahan utama yang ditemui di lahan kering adalah masalah ketersediaan air terutama pada saat musim kemarau dan ketersediaan hara. Kendala kekurangan air terutama pada musim kemarau sering menyebabkan terjadinya cekaman kekeringan yang mengakibatkan rendahnya produksi kedelai. Masalah cekaman air akan berpengaruh terhadap berkurangnya kelarutan dan serapan hara yang akan berdampak pada pertumbuhan dan produksi tanaman (Hanum , 2007).

Menurut Setyobudi *et al.* (2004 dalam Farid, 2006), kekurangan air pada jaringan tanaman meskipun hanya beberapa saat dapat mengganggu pertumbuhan dan hasil tanaman. Kekeringan akan mempengaruhi semua proses metabolisme tanaman. Kekeringan merupakan faktor yang berhubungan dengan keseimbangan air yang tersedia bagi tanaman yang dapat mempengaruhi produktivitas tanaman.

Pada tanaman sayuran, cekaman terjadi pada potensial air berkisar $-0,5$ MPa.

Untuk tanaman pangan dan hijauan ternak, pertumbuhan yang baik masih dapat terjadi pada kondisi potensial air mendekati $-1,6$ MPa. Cekaman $-0,06$ MPa pada kedelai dilaporkan telah menghambat proses perkecambahan benih (Heatherly and Russel, 1979 dalam Widoretno, 2002).

Menurut Sasli (1994), faktor kekeringan pada tanaman merupakan salah satu masalah utama bagi pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman. Kekeringan dapat memberikan pengaruh yang cukup berarti dan dampaknya bisa menjadi permanen bila tidak diatasi dengan segera. Khusus dalam mengatasi ketersediaan air dan antisipasi terhadap musim kering yang berkepanjangan di lahan-lahan yang bermasalah dengan ketersediaan air, diperlukan suatu manajemen atau pengelolaan air yang baik. Menurut Hidayat (2001 dalam Rahayu, 2008), kekeringan pada tanaman kedelai menyebabkan efek fisiologis berupa tekanan pertumbuhan dan produksi. Cekaman kekeringan merupakan salah satu kendala pada budidaya kedelai. Air merupakan faktor pembatas pertanaman kedelai. Masa kritis tanaman kedelai terhadap kekurangan air adalah pada masa pembungaan dan pengisian polong atau biji. Cekaman kekeringan yang terjadi selama pembungaan mengakibatkan meningkatnya jumlah bunga dan polong muda yang gugur. Kondisi kekeringan berlanjut ke periode pembentukan dan pengisian polong atau biji mengakibatkan berkurangnya hasil yang disebabkan oleh menurunnya jumlah polong per tanaman (Suyamto, 2004 dalam Farid, 2006).

Sloane *et al.* (1990 dalam Agung, 2004) menyatakan bahwa cekaman air pada masa generatif, misalnya pada saat pengisian polong akan menurunkan produksi. Tanaman kedelai yang mengalami defisit air, akan mengakibatkan translokasi fotosintat ke biji akan terhambat sehingga biji yang dihasilkan akan lebih kecil dari ukuran normalnya.

Pada Varietas Burangrang, Kaba, Agromulyo, Grobogan, dan Tanggamus yang mengalami cekaman kekeringan akan menghasilkan produksi benih yang berbeda antarvarietasnya seperti ukuran benih. Kramer (1980 dalam Arabi, 2004) menyatakan bahwa potensi genetik akan berbeda pada masing masing tanaman. Jenis tanaman atau varietas mempunyai potensi genetik yang baik akan memberikan hasil yang baik, terutama bila kondisi faktor lingkungan dapat memberikan modifikasi dan fungsi yang baik terhadap tanaman.

Untuk peningkatan produksi kedelai di lahan kering dapat ditempuh dengan cara menyediakan varietas yang adaptif atau toleran pada kondisi lingkungan setempat. Pengembangan varietas kedelai toleran cekaman kekeringan melalui pendekatan pemuliaan tanaman merupakan salah satu alternatif prospektif. Penanaman varietas kedelai yang toleran di lahan kering, merupakan salah satu alternatif dalam pengembangan dan peningkatan budidaya dan pertanaman kedelai. Upaya tersebut dapat dilakukan jika tersedia sumber genetika dan metode seleksi yang efektif. Metode seleksi untuk cekaman kekeringan yang telah dikembangkan ialah perlakuan kekeringan di lapangan (Sloane *et al.*, 1990, dalam Widoretno, 2002).

Dalam penelitian ini, solusi terhadap permasalahan yang telah dikemukakan dapat didekati melalui metode pemberian cekaman kekeringan pada lima varietas kedelai yang berbeda yaitu dengan cara pengaturan pemberian air pada masing-masing varietas kedelai berdasarkan jumlah air yang diberikan hingga tanaman berproduksi.

Berdasarkan latar belakang dan masalah, perlu dilaksanakan suatu penelitian untuk menjawab permasalahan yang dirumuskan dalam pertanyaan sebagai berikut:

- (1) Varietas kedelai manakah menghasilkan pertumbuhan dan produksi benih yang baik?
- (2) Bagaimanakah pengaruh tingkat cekaman air terhadap pertumbuhan dan Produksi benih?
- (3) Apakah pertumbuhan dan produksi benih yang dihasilkan berbagai varietas kedelai ditentukan oleh kondisi cekaman air tertentu?

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi dan perumusan masalah, tujuan penelitian dirumuskan sebagai berikut:

- (1) Menentukan varietas kedelai yang menghasilkan pertumbuhan dan produksi benih yang baik.
- (2) Menentukan pengaruh tingkat cekaman air terhadap pertumbuhan dan produksi benih kedelai.
- (3) Mengetahui apakah pertumbuhan dan produksi benih yang dihasilkan berbagai varietas kedelai ditentukan oleh kondisi cekaman air tertentu.

1.3 Landasan Teori

Air merupakan faktor utama yang sangat penting dalam mendukung kegiatan fisiologi tanaman. Air merupakan reagen yang penting dalam proses-proses fotosintesis dan dalam proses-proses hidrolisis. Air juga merupakan pelarut garam-garam, gas-gas, dan material-material yang bergerak ke dalam tumbuhan melalui dinding sel dan jaringan esensial untuk menjamin adanya turgiditas, pertumbuhan sel, stabilitas bentuk daun, proses membuka dan menutupnya stomata serta kelangsungan gerak struktur tumbuh-tumbuhan (Ismal, 1979).

Pengaruh cekaman kekeringan pada tanaman kedelai beragam bergantung pada varietas, besar dan lamanya cekaman, dan masa pertumbuhan tanaman. Karakter morfologi atau fenotipik yang umum untuk menduga tingkat toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan dapat diketahui dengan mengamati perkembangan perakaran yang dapat digunakan untuk membedakan tanaman yang tahan atau tanaman peka (Vallejo dan Kelly, 1998 dalam Hanum, 2007).

Turner (1990 dalam Hamim, 1996) menyatakan bahwa toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan dapat melalui beberapa mekanisme yaitu melepaskan diri dari cekaman kekeringan, bertahan terhadap kekeringan dengan tetap mempertahankan potensi air yang tinggi dalam jaringan atau yang biasa dikenal sebagai mekanisme menghindar dari kekeringan dan bertahan terhadap kekeringan dengan potensi air jaringan yang rendah.

Kekurangan air pada tanaman terjadi karena ketersediaan air dalam media tidak cukup dan transpirasi yang berlebihan atau kombinasi kedua faktor tersebut. Di lapangan walaupun di dalam tanah air cukup tersedia, tanaman dapat mengalami cekaman (kekurangan air). Hal ini terjadi jika kecepatan absorpsi tidak dapat mengimbangi kehilangan air melalui proses transpirasi (Islami dan Utomo, 1995).

Penutupan stomata pada kebanyakan spesies akibat kekurangan air pada daun akan mengurangi laju penyerapan CO₂ pada waktu yang sama dan pada akhirnya akan mengurangi laju fotosintesis. Penutupan stomata merupakan faktor yang sangat penting dalam perlindungan mesophyta terhadap cekaman air yang berat (Fitter dan Hay, 1994).

Penggunaan benih bermutu merupakan kunci sukses pertama dalam usaha tani kedelai. Syarat benih bermutu adalah murni dan diketahui nama varietasnya, memiliki daya tumbuh yang tinggi (>85%) dan vigor baik (Balai Penelitian Kacangkacangan dan Umbi-umbian Malang, 2007). Varietas kedelai yang digunakan yaitu varietas Burangrang, kaba, Agromulyo, Grobogan, dan Tanggamus merupakan varietas unggul kedelai yang telah dipakai oleh petani, setiap varietas kedelai secara genetik mempunyai kemampuan yang berbeda untuk bertahan pada cekaman kekeringan.

Cekaman kekeringan selama periode pengisian polong di lapang menurunkan hasil 55% (Soegiyatni dan Suyamto, 2000 dalam Azra, 2010). Masalah kekeringan (*drought tolerance*) dalam budidaya kedelai merupakan salah satu faktor pembatas utama produksi sehingga diperlukan suatu varietas yang

mempunyai kemampuan untuk hidup dan berfungsi secara metabolis pada cekaman tersebut. Ketahanan suatu tanaman terhadap kekeringan merupakan suatu fenomena yang kompleks baik dalam fisiologi dan genetiknya. Gen-gen yang terinduksi pada keadaan cekaman dibagi atas dua fungsional group yaitu gen yang langsung melindungi tanaman terhadap cekaman lingkungan dan gen yang terlibat dengan regulasi dan signal transduksi sebagai respon terhadap cekaman lingkungan (Gao, 2003 dalam Azra, 2010).

Pengaruh cekaman air terhadap pertumbuhan tanaman tergantung pada tingkat cekaman yang dialami dan jenis atau kultivar yang ditanam. Pengaruh awal tanaman yang mendapat cekaman air adalah terjadinya hambatan terhadap pembukaan stomata daun yang kemudian berpengaruh besar terhadap proses fisiologis dan metabolisme dalam tanaman (PennyPacker *et al.*, 1990 dalam Mapegau, 2006).

Respon tanaman yang mengalami cekaman kekeringan mencakup perubahan ditingkat seluler dan molekuler seperti perubahan pada pertumbuhan tanaman, volume sel menjadi lebih kecil, penurunan luas daun, daun menjadi tebal, adanya rambut pada daun, peningkatan ratio akar-tajuk, sensitivitas stomata, penurunan laju fotosintesis, perubahan metabolisme karbon dan nitrogen, perubahan produksi aktivitas enzim dan hormon, dan perubahan ekspresi (Sinaga, 2008).

Pengaruh cekaman kekeringan pada tanaman kedelai beragam bergantung pada varietas, besar dan lama cekaman, dan fase pertumbuhan. Tanaman kedelai memerlukan air yang cukup selama pertumbuhannya. Pada kondisi kelebihan air dan kekeringan, tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik. Periode kritis tanaman

kedelai terhadap kekeringan mulai pada saat pembentukan bunga hingga pengisian biji (fase reproduktif) (Hendy, 2009).

Karakter morfologi atau fenotipik untuk menduga tingkat toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan dapat diketahui dengan mengamati perubahan struktur yang mengarah kepada bentuk yang menghindarkan tanaman dari bahaya cekaman, misalnya perkembangan sistem perakaran, perubahan bentuk daun, mekanisme penutupan stomata daun dan sebagainya, yang dapat digunakan untuk membedakan tanaman yang tahan atau tanaman peka (Hamim, 1996).

Cekaman kekeringan yang terjadi pada saat pertumbuhan generatif, misalnya saat pengisian polong, akan menurunkan produksi. Kekeringan dapat juga menurunkan bobot biji, sebab bobot biji sangat dipengaruhi oleh jumlah air yang diberikan dalam musim tanam (Scott *et al.*, 1987 dalam Agung, 2004).

Diduga respon berbagai varietas tanaman kedelai selama fase vegetatif dan generatif sangat tergantung pada kondisi cekaman kekeringan. Varietas Burangrang, kaba, Agromulyo, Grobogan, dan Tanggamus dalam kondisi cekaman kekeringan akan menghasilkan pertumbuhan dan produksi yang berbeda satu sama lain, hal ini karena respon dari masing masing varietas terhadap cekaman kekeringan yang diberikan akan berbeda satu sama lain Menurut Schmidt (dalam Suita, 2008),

1.4 Kerangka Pemikiran

Selama siklus hidup tanaman, air difungsikan mulai dari perkecambahan sampai panen. Pada proses perkecambahan air masuk ke dalam benih melalui hilum. Air

masuk ke dalam benih disebabkan nilai potensial air di dalam tanah lebih tinggi daripada nilai potensial di dalam benih. Akibat pengkondisian cekaman kekeringan, air yang terserap tidak maksimal mengakibatkan fungsi air dalam perkecambahan tidak maksimal yaitu untuk mengaktifkan enzim-enzim hidrolitik dan merombak cadangan makanan dalam bentuk tersedia. Hal ini mengakibatkan proses perkecambahan relatif lama. Perbedaan akan sangat terlihat pada tanaman kedelai yang tidak diaplikasikan cekaman kekeringan.

Pada saat vegetatif, tanaman kedelai berbagai varietas yang diaplikasikan cekaman kekeringan akan mengakibatkan menurunnya air dalam jaringan tanaman yang akan mempengaruhi pengaturan fisiologis tanaman, yakni penutupan stomata dan serapan CO_2 bersih, yang terjadi pada daun berjalan tidak normal secara bersamaan. Proses asimilasi karbon akan menurun sebagai akibat dari berkurangnya CO_2 pada kloroplas dan penutupan stomata. Dengan menurunnya air, dan CO_2 senyawa organik yang disintesis tanaman akan menurun. Hasil sintesis ini dimanfaatkan dalam proses pembelahan sel di seluruh jaringan tanaman, penambahan ukuran sel, dan peningkatan pasokan bahan organik dalam sel, akan tetapi hasil sintesis senyawa organik yang tidak maksimal mengakibatkan pertumbuhan akan terhambat yaitu akan menghambat tinggi tanaman dan pembentukan daun. Pada saat generatif tanaman kedelai yang mengalami cekaman kekeringan akan berakibat terhambatnya pembentukan bunga pada kedelai, banyaknya bunga yang gugur, terhambatnya proses pembentukan polong, dan proses pengisian biji kedelai. Dengan demikian benih yang dihasilkan akan mengalami penurunan kandungan cadangan makanan sehingga akan mengalami bobot 100 butir.

Tiap jenis varietas kedelai yang digunakan yaitu Varietas Burangrang, Kaba, Agromulyo, Grobogan, dan Tanggamus; secara genetik mempunyai sifat dan kemampuan yang berbeda antar satu sama lain untuk beradaptasi terhadap setiap lingkungan tempat hidup. Adanya perbedaan potensi genetik masing-masing varietas kedelai akan menghasilkan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah polong, bobot polong, jumlah benih, kemampuan bobot 100 butir yang berbeda sesuai dengan lingkungan tempat hidupnya saat penanaman dan kemampuan setiap varietas untuk beradaptasi pada tempat hidupnya.

Adanya kekurangan air akibat cekaman air yang diaplikasikan pada Varietas Burangrang, kaba, Agromulyo, Grobogan, dan Tanggamus akan menyebabkan respon yang berbeda pada setiap varietas kedelai. Akibat cekaman kekeringan menyebabkan turgor sel tanaman kedelai menurun dan berakibat menurunnya proses fisiologis. Jumlah pembukaan stomata yang menurun menyebabkan tingginya laju kehilangan air yang diikuti dengan penutupan stomata. Penutupan stomata ini menyebabkan serapan CO_2 menurun pada daun. Asupan CO_2 , ketersediaan air, dan hara yang larut menyebabkan menurunnya laju fotosintesis serta fotosintat yang dihasilkan tanaman dan berakibat langsung pada penurunan pembelahan dan pembesaran sel. Kondisi tersebut mengakibatkan gangguan pada tanaman setiap varietas kedelai seperti tinggi tanaman dan jumlah daun. Cekaman kekeringan yang berlanjut pada masa generatif tanaman akan berakibat menurunkan produksi kedelai setiap varietas tersebut karena pembentukan bunga tidak berjalan baik sehingga akan mengalami penurunan jumlah polong per tanaman lalu pengisian polong dipercepat sehingga mengakibatkan bobot polong isi menurun serta penurunan jumlah benih dan bobot benih yang dihasilkan.

Varietas kedelai yang toleran terhadap cekaman kekeringan akan menghasilkan pertumbuhan dan produksi yang baik, tetapi varietas kedelai yang tidak toleran terhadap cekaman kekeringan mengakibatkan pertumbuhan dan produksi yang dihasilkan rendah.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah

- (1) Terdapat varietas yang toleran dan tetap menghasilkan pertumbuhan dan produksi benih yang baik.
- (2) Semakin tinggi tingkat cekaman air maka akan menghasilkan pertumbuhan dan produksi benih yang semakin rendah.
- (3) Tanggapan varietas yang berbeda akan menghasilkan pertumbuhan dan produksi benih yang berbeda pada kondisi tingkat cekaman yang berbeda.