

# **PEMULIAAN CEKAMAN KEKERINGAN PADA KEDELAI**

**Diana Sofia Hanafiah**

**USU Press**

*Art Design, Publishing & Printing*

Universitas Sumatera Utara, Jl. Pancasila, Padang Bulan,  
Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 20155

Telp. 0811-6263-737

usupress.usu.ac.id

© USU Press 2023

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang; dilarang memperbanyak menyalin, merekam sebagian atau seluruh bagian buku ini dalam bahasa atau bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

ISBN

Hanafiah, Diana Sofia

Pemuliaan Cekaman Kekeringan pada Kedelai/Diana Sofia Hanafiah --  
Medan: USU Press 2023

v, 60 p; illus : 25 cm

Bibliografi

ISBN:

Dicetak di Medan, Indonesia

## KATA PENGANTAR

Tanaman merespons secara berbeda terhadap kondisi cekaman yang berkaitan dengan kekeringan atau kekurangan air di dalam tanah. Adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan bersifat kompleks dan dipengaruhi oleh mekanisme internal yang membentuk toleransi terhadap kekeringan dan faktor lingkungan eksternal seperti ketersediaan air atau interaksi keduanya. Seleksi tanaman kedelai toleran cekaman air dapat dilakukan berdasarkan sifat fisiologis, morfologi, dan agronomi. Sifat fisiologis dan morfologi tidak selalu berkorelasi dengan sifat agronomi, karena genotipe kedelai toleran berdasarkan kedua sifat tersebut belum tentu mempunyai potensi hasil yang tinggi. Pemuliaan kedelai terutama bertujuan untuk menghasilkan varietas kedelai unggul yang berdaya hasil tinggi. Oleh karena itu, ketiga sifat ini harus dipadukan dalam program pemuliaan kedelai toleran kekeringan untuk mengurangi hasil akibat kekeringan.

Buku Monograf berjudul “Pemuliaan Cekaman Kekeringan pada Kedelai”, disusun untuk menginformasikan kepada mahasiswa tentang respon dan mekanisme tanaman kedelai dalam menghadapi cekaman kekeringan. Mekanisme toleransi kekeringan pada tanaman dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu “*escape*”, “*avoidance*”, dan “toleransi kekeringan”. Tanaman toleran kekeringan akan menggunakan lebih dari satu mekanisme (strategi) di atas untuk melawan cekaman kekeringan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr.Ir.Trikoesoemaningtyas, MSc., Prof.Dr.Ir.Sudirman Yahya, MSc., Dr. Desta Wirnas, SP, MSi. yang telah membimbing penulis serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Buku Monograf ini. Kami sangat mengharapkan saran-saran untuk perbaikan agar buku ini menjadi lebih baik dan membawa manfaat yang luas.

Medan, November 2023  
Penulis

Diana Sofia Hanafiah

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>v</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>BAB II PROSPEK DAN ARAH PENGEMBANGAN KEDELAI .....</b>	<b>5</b>
<b>BAB III CEKAMAN KEKERINGAN PADA TANAMAN KEDELAI.....</b>	<b>9</b>
<b>BAB IV MEKANISME ADAPTASI TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN .....</b>	<b>12</b>
<b>BAB V PEMULIAAN BAGI LINGKUNGAN BERCEKAMAN .....</b>	<b>16</b>
<b>BAB VI TANGGAP MORFOLOGI, FISIOLOGI, DAN KORELASI HASIL TANAMAN KEDELAI TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN.....</b>	<b>20</b>
Tanggap Morfologi Tanaman Kedelai terhadap Cekaman Air.....	20
Tanggap Fisiologi Tanaman Kedelai terhadap Cekaman Air .....	32
Efisiensi Penggunaan Air.....	38
Tahapan Pemulihan dari Cekaman Air .....	41
Analisis Korelasi antar Karakter yang Diamati terhadap Hasil ....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Karakter luas daun trifoliat varietas kedelai pada berbagai ketersediaan air .....	21
<b>Tabel 2.</b> Karakter kerapatan stomata varietas kedelai pada berbagai ketersediaan air .....	23
<b>Tabel 3.</b> Karakter bobot kering tajuk varietas kedelai pada berbagai ketersediaan air .....	25
<b>Tabel 4.</b> Karakter panjang akar varietas kedelai pada berbagai ketersediaan air .....	26
<b>Tabel 5.</b> Karakter bobot kering akar varietas kedelai pada berbagai ketersediaan air .....	28
<b>Tabel 6.</b> Pengaruh cekaman air terhadap karakter volume akar.....	30
<b>Tabel 7.</b> Karakter rasio tajuk-akar varietas kedelai pada berbagai ketersediaan air .....	31
<b>Tabel 8.</b> Karakter kehijauan daun saat awal cekaman dan pada tahap R <sub>6</sub> pada berbagai ketersediaan air .....	33
<b>Tabel 9.</b> Karakter kandungan klorofil a dan klorofil b varietas kedelai pada berbagai ketersediaan air .....	35
<b>Tabel 10.</b> Karakter evapotranspirasi varietas kedelai pada berbagai ketersediaan air .....	36
<b>Tabel 11.</b> Pengaruh cekaman air terhadap karakter evapotranspirasi.....	38
<b>Tabel 12.</b> Karakter efisiensi penggunaan air varietas kedelai pada berbagai ketersediaan air .....	38
<b>Tabel 13.</b> Karakter kandungan gula total varietas kedelai pada berbagai ketersediaan air.....	40
<b>Tabel 14.</b> Karakter umur panen varietas kedelai pada berbagai ketersediaan air.....	42
<b>Tabel 15.</b> Karakter bobot biji per tanaman varietas kedelai pada berbagai ketersediaan air .....	44
<b>Tabel 16.</b> Koefisien korelasi parsial antar karakter pada semua varietas .....	47

<b>Tabel 17.</b> Koefisien korelasi parsial antar karakter pada Anjasmoro .....	48
<b>Tabel 18.</b> Koefisien korelasi parsial antar karakter pada Argomulyo .....	49
<b>Tabel 19.</b> Koefisien korelasi parsial antar karakter pada Ceneng .....	50
<b>Tabel 20.</b> Koefisien korelasi parsial antar karakter pada Tanggamus .....	51

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.** Hubungan antara volume akar (ml) varietas kedelai dengan persentase ketersediaan air..... 29
- Gambar 2.** Hubungan antara evapotranspirasi varietas kedelai dengan ketersediaan air ..... 37



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Kedelai merupakan tanaman pangan terpenting ketiga setelah padi dan jagung. Perkembangan industri pangan berbahan baku kedelai telah menyebabkan permintaan kedelai terus meningkat melampaui produksi dalam negeri (Sudaryanto dan Swastika 2007). Berdasarkan Prognosa Neraca Pangan yang dihimpun Badan Pangan Nasional, produksi kedelai dalam negeri tahun 2023 diperkirakan 289 ribu ton, sementara kebutuhan kedelai nasional sekitar 248 ribu ton per bulan. Sampai saat ini hanya 20 – 30 % kebutuhan nasional yang dapat dipenuhi oleh produksi kedelai nasional, sedangkan sisanya dipenuhi dengan melakukan impor kedelai (Hayati 2023).

Usaha meningkatkan produksi kedelai dapat dilakukan melalui peningkatan produktivitas dan perluasan areal tanam. Upaya peningkatan produktivitas kedelai di lahan kering dapat ditempuh melalui penggunaan teknik budidaya yang sesuai dan penanaman varietas unggul. Teknik budidaya digunakan berdasarkan agroekologi daerah. Peningkatan produktivitas dapat diupayakan melalui penggunaan varietas unggul yang adaptif dan berpotensi hasil baik terhadap agroekologi daerah (Arsyad *et al.* 2007).

Perluasan areal dapat dilakukan dengan memanfaatkan lahan-lahan sub optimal (marjinal), misalnya perluasan tanam pada lahan kering (Balittanah 2006). Permasalahan yang dihadapi dalam budi daya kedelai di lahan kering antara lain adalah lahan kurang subur, penggunaan varietas lokal (bukan varietas unggul dan spesifik agroekologi), gangguan gulma, hama dan penyakit tanaman serta kekeringan karena curah hujan tidak menentu (Rachman *et al.* 2007). Cekaman kekeringan pada tanaman dapat disebabkan oleh dua hal :

(a) kekurangan suplai air di daerah perakaran dan (b) permintaan air yang berlebihan oleh daun akibat laju evapotranspirasi melebihi laju absorpsi air walaupun keadaan air tanah cukup (Levitt 1980; Borges 2004).

Cekaman kekeringan akan mendorong tingkat penyerapan air yang rendah oleh akar kedelai. Jika akar tanaman tidak mampu menyerap air untuk mengimbangi kehilangan air oleh transpirasi menyebabkan tanaman menjadi layu. Tanaman akan mengurangi kehilangan air dengan penutupan stomata. Penutupan stomata membantu tanaman untuk menghindari kekeringan yang cepat. Bagaimanapun, pori-pori stomata yang tertutup juga menghambat pertukaran karbondioksida dan oksigen antara jaringan internal tanaman dan udara di luarnya. Hal ini juga menghentikan aliran air melalui tanaman yang mengurangi juga penyerapan hara. Semua faktor yang diuraikan di atas adalah penyebab tanaman kedelai mengurangi metabolismenya dalam rangka untuk mempertahankan hidupnya selama masa kekeringan. Pengurangan tingkat laju fotosintesis tanaman mengurangi hasil akhir produksi. Sebagai tanggap penurunan tekanan turgor (layu), tanaman kedelai mempunyai pertumbuhan daun-daun yang kecil, melambat atau terhentinya pertumbuhan dan pembungaan, menggugurkan bunga, menggugurkan polong, dan tidak terbentuknya biji (Borges 2004).

Pengertian toleransi kekeringan adalah kemampuan dari tanaman untuk berproduksi pada lingkungan yang kekurangan air, berhubungan dengan pengelolaan air oleh tanaman. Mekanisme toleransi kekeringan terbagi atas tiga kategori yaitu (a) melepaskan diri dari cekaman kekeringan (*drought escape*), yaitu kemampuan tanaman untuk dapat melengkapi siklus hidupnya sebelum mengalami defisit air yang parah, (b) penghindaran dari cekaman

kekeringan (*drought avoidance*), yaitu kemampuan tanaman untuk menjaga potensial air jaringan yang tinggi, (c) toleransi terhadap cekaman kekeringan (*drought tolerance*), yaitu kemampuan tanaman untuk bertahan pada potensial air jaringan yang rendah. Mekanisme ini menjaga tekanan turgor tanaman melalui *osmotic adjustment* (suatu proses yang menginduksi akumulasi bahan-bahan terlarut atau solut, seperti gula dan asam amino), meningkatkan elastisitas sel serta penurunan ukuran sel (Mitra 2001).

Tanaman yang tumbuh pada cekaman kekeringan menghasilkan produksi buah yang lebih sedikit dan kualitas yang rendah dibandingkan tanaman kontrol. Cekaman kekeringan yang terjadi pada tanaman juga menghambat pengambilan nitrogen, fosfat dan kalium pada tanaman. Penurunan produksi, kualitas, dan pertumbuhan tanaman disebabkan oleh pengurangan transpirasi dan nilai relatif luas daun. Penurunan laju fotosintesis, fiksasi CO<sub>2</sub>, transpirasi dan daya hantar stomata seiring dengan peningkatan intensitas cekaman yang mempengaruhi produksi asimilat untuk pertumbuhan dan produksi tanaman (Kirnak *et al.* 2001; Purwanto 2003).

Kriteria seleksi terhadap cekaman air adalah (i) seleksi tidak langsung berdasarkan sifat fisiologis dan morfologi yang mungkin berkorelasi dengan toleransi cekaman air dan (ii) seleksi langsung berdasarkan sifat agronomi (Khandakar 1992). Kriteria berdasarkan karakteristik morfologi dan fisiologis pada kondisi cekaman kekeringan dianggap lebih efektif dan efisien dalam melakukan penilaian (Swindale dan Bidinger 1981). Pemilihan karakter seleksi untuk kondisi kekeringan dilakukan berdasarkan mekanisme adaptasi tanaman terhadap kekeringan. Karakter-karakter yang mewakili mekanisme *escape*, *avoidance*, dan *tolerant* dapat dipilih

sebagai karakter seleksi apabila karakter tersebut berkorelasi positif dengan hasil. Toleransi kekeringan pada umumnya dikendalikan oleh banyak gen dan ekspresi masing-masing gen tersebut bersifat kompleks (Blum, 2004; Rutger dan Mackill, 2001; Datta, 2002) sehingga program pemuliaan bertujuan untuk menciptakan tanaman toleran kekeringan bertujuan untuk mencapai tanaman dengan jumlah karakteristik yang terkait dengan toleransi kekeringan.

Cekaman kekeringan pada kedelai yang terjadi pada akhir fase vegetatif dan awal dari fase reproduktif ( $R_1$ – $R_2$ ), terjadi peningkatan pertumbuhan akar yang terdapat pada lapisan terdalam tanah. Cekaman kekeringan sedikit mempengaruhi pertumbuhan akar pada tahap  $R_4$  (pemanjangan polong) dan tidak mempengaruhi pertumbuhan akar pada tahap  $R_5$  (pengisian polong). Cekaman kekeringan yang terjadi sebelum tahap berbunga, tidak mempengaruhi produksi biji dibandingkan cekaman kekeringan yang terjadi setelah pembungaan (Manavalan *et al.* 2009)

## BAB II

### PROSPEK DAN ARAH PENGEMBANGAN KEDELAI

Kedelai [*Glycine max* (L. Merr.) bukan tanaman asli Indonesia dan diduga berasal dari daratan pusat dan utara Cina. Hal ini didasarkan pada adanya penyebaran *Glycine ussuriensis*, spesies yang diduga sebagai tetua *Glycine max*. Bukti sitogenetik menunjukkan bahwa *Glycine max* dan *Glycine ussuriensis* tergolong spesies yang sama. Penyebaran kedelai di kawasan Asia, khususnya Jepang, Indonesia, Filipina, Vietnam, Thailand, Malaysia, Birma, Nepal dan India dimulai sejak pada abad pertama setelah masehi bersamaan dengan semakin berkembangnya jalur perdagangan lewat darat dan laut (Adie dan Krisnawati 2007).

Klasifikasi kedelai yang disempurnakan oleh Verdcourt (1966) yang mengklasifikasikan kedelai menjadi tiga subgenus yaitu *Glycine*, *Bracteata* dan *Soja*. Sub genus *Soja* umumnya merupakan tanaman semusim. Spesies *Glycine ussuriensis* dan *Glycine max* memiliki jumlah kromosom somatik  $2n = 40$ . Klasifikasi dari *Glycine max* (L.) Merrill adalah :

Ordo	: <i>Polypetales</i>
Famili	: <i>Leguminosae</i>
Sub-famili	: <i>Papilionoideae</i>
Genus	: <i>Glycine</i>
Sub-genus	: <i>Soja</i>
Species	: <i>max</i>

*G.ussuriensis* merupakan tanaman semusim, batangnya menjalar, daun berukuran kecil dan berbentuk lancip, bunga berwarna ungu, biji keras berwarna hitam hingga coklat tua. *G.ussuriensis* lebih

dikenal sebagai kedelai liar (*wild soybean*). *G.max* adalah kedelai yang telah dibudidayakan dan merupakan tanaman semusim, warna bunga putih atau ungu, dan memiliki ragam bentuk dan ukuran untuk karakter daun dan biji (Adie dan Krisnawati 2007).

Pengembangan kedelai di dalam negeri diarahkan untuk meningkatkan produksi kedelai nasional. Peningkatan produksi dapat dicapai melalui perluasan areal tanam dan penanaman varietas unggul sesuai dengan agroekologi yang menjadi target area produksi (Arsyad *et al.* 2007).

Selain dengan memanfaatkan lahan sawah, peningkatan luas area panen dapat dilakukan dengan memanfaatkan lahan kering (tegalan), lahan perkebunan, lahan bukaan baru, lahan gambut dan lahan pasang surut yang telah direklamasi. Secara umum pengembangan kedelai dapat ditujukan pada berbagai provinsi yang pernah menjadi sentra produksi kedelai, antara lain Nangroe Aceh Darussalam, Sumatera Utara, Lampung, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara (Rachman *et al.* 2007; Sumarno dan Manshuri 2007). Perluasan areal tanaman kedelai melalui pemanfaatan lahan dengan keragaman agroekosistem harus didukung oleh varietas yang sesuai untuk masing agroekosistem (Arsyad *et al.* 2007).

Pengembangan varietas kedelai juga harus diarah untuk perbaikan kualitas sesuai kebutuhan konsumen baik rumah maupun industri. Perbaikan kualitas diarahkan untuk perbaikan ukuran biji, kandungan protein, kandungan asam amino tertentu serta penurunan kandungan anti nutrisi.

Saat ini pertanian mendapat tekanan sebagai dampak dari pemanasan global. Pemanasan global adalah kejadian terperangkapnya radiasi gelombang panjang matahari (infra merah atau gelombang panas) yang dipancarkan oleh bumi, sehingga tidak

dapat lepas ke angkasa dan akibatnya suhu di atmosfer bumi memanas (Hairiah 2008).

Penjebak gelombang panas tersebut adalah lapisan gas yang berperan seperti dinding kaca atau 'selimut tebal', antara lain adalah uap air, gas asam arang atau karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), gas metana (CH<sub>4</sub>), dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O), perfluorokarbon (PFC), hidrofluorokarbon (HFC) dan sulfurheksfluorida (SF<sub>6</sub>). Gas rumah kaca yang menyelimuti atmosfer bumi akan menyerap radiasi gelombang panjang yang memanaskan bumi (Hairiah 2008)

Akibat pemanasan global mempengaruhi perubahan iklim dan pola penanaman tanaman pangan dan tanaman pertanian lainnya. Dampak pemanasan global yang paling berpengaruh terhadap produksi tanaman antara lain adalah kekeringan, penurunan/peningkatan curah hujan, gangguan hama penyakit tanaman dan peningkatan suhu udara telah menimbulkan dampak nyata terhadap ekosistem pertanian (Irianto 2009).

Untuk mengantisipasi dampak perubahan iklim terhadap penurunan produksi tanaman diperlukan tanaman atau varietas unggul yang mampu beradaptasi pada perubahan lingkungan dan kondisi bercekaman. Varietas unggul tersebut memiliki *ideotype* (tipe tanaman ideal) pada lingkungan bercekaman tertentu seperti abiotik dan biotik sehingga penurunan produksi tanaman dapat dikendalikan (Soepandie 2006; Irianto 2009).

Untuk mendapatkan varietas kedelai yang mampu beradaptasi pada lingkungan kekeringan, diperlukan varietas unggul spesifik lokasi. Apabila karakter yang diinginkan tidak terdapat dalam plasma nutfah, maka perakitan varietas baru dapat dilakukan. Perakitan varietas baru memerlukan populasi dasar yang memiliki keragaman genetik tinggi (Arsyad *et al.* 2007).

Besarnya kerugian hasil kedelai akibat cekaman kekeringan ditentukan oleh varietas, lamanya cekaman, dan stadia tumbuh. Di lapang, cekaman kekeringan selama fase generatif menurunkan hasil kedelai dari 34%. Sebetulnya kekurangan air pada setiap periode pertumbuhan berpengaruh terhadap penurunan hasil, namun yang paling besar pengaruhnya pada saat periode kritis tanaman yaitu fase pembungaan, pembentukan biji, dan masa pengisian polong (Suhartina dan Arsyad 2005; Suhartina dan Kuswantoro 2011).