

Artikel Konseptual

Proses Fisiologis Pembentukan Protein Kedelai pada Kondisi Tanaman Mengalami Cekaman Kekeringan

Desti Kurniawan Gulo, Nurhayati

Program Studi Magister Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Sumatera Utara, Medan

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 27 Oktober 2022
Revisi Akhir: 12 November 2022
Diterbitkan *Online*: 11 Desember 2022

KATA KUNCI

Nitrogen; Fosfor; Kalium; Gulma

KORESPONDENSI

Phone: -

E-mail: gulodestikurniawan@gmail.com

A B S T R A K

Cekaman kekeringan merupakan kondisi lingkungan dimana tanaman tidak menerima asupan air yang cukup, sehingga tanaman tidak dapat melakukan proses pertumbuhan dan perkembangan secara optimal serta produksi menurun. Cekaman kekeringan adalah masalah utama pada hasil produksi tanaman di seluruh dunia. Hal tersebut juga dapat memicu terjadinya cekaman oksidatif yakni suatu keadaan lingkungan yang mengalami peningkatan Reactive Oxygen Spesies (ROS) akibat adanya suatu over reduksi dari proses fotosintesis. Peningkatan ROS yang bersifat radikal bebas dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara ROS tersebut dan status antioksidan yang ada di dalam tanaman. Tanaman yang toleran terhadap cekaman seperti tanaman kedelai beradaptasi dengan cara memproduksi senyawa-senyawa yang bersifat antioksidan.

PENDAHULUAN

Peningkatan permintaan kedelai dipasaran harus diimbangi dengan peningkatan produksi dalam negeri. Namun produksi kedelai saat ini belum dapat memenuhi kebutuhan pasar nasional walaupun terjadi peningkatan produksi dari tahun 2014 sampai 2015. Kurangnya produksi kedelai nasional karen penanaman yang tidak sesuai dengan musimnya, dimana umumnya kedelai ditanam pada musim kemarau di lahan sawah sedangkan pada musim hujan di lahan kering. Hal ini akan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman karena akan ditemui beberapa kendala diantaranya adalah ketersediaan air yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman. Kondisi kekurangan air atau cekaman kekeringan akan menjadi kendala utama dalam upaya peningkatan produksi tanaman jika penyediaan air melalui sistem irigasi tidak tersedia mengingat kedelai lebih sensitif terhadap kekeringan daripada jenis kacang yang lain.

Pengaruh langsung dari cekaman kekeringan adalah dapat meyebabkan penurunan turgor tanaman. Sedangkan secara tidak langsung berpengaruh terhadap proses fisiologis seperti fotosintesis, metabolisme nitrogen, absorpsi hara dan translokasi fotosintat (Salisbury dan Ross 1985). Apabila berlangsung pada periode yang lama akan berdampak kematian pada tanaman. Upaya untuk mengatasi masalah cekaman kekeringan dalam budidaya kedelai dapat didukung dengan menyediakan varietas kedelai yang toleran terhadap cekaman kekeringan. Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui bagaimana pertumbuhan dan batas tingkat toleransi pada beberapa varietas pada tingkat cekaman yang berbeda.

Tanaman kedelai memiliki toleransi terhadap cekaman kekeringan, tetapi tingkat ketahanan cekaman kekeringan dipengaruhi oleh fase pertumbuhannya. Pada fase perkecambahan hingga reproduktif merupakan fase kritis bagi tanaman

Kedelai (Filho et al., 2000). Sehingga perlakuan cekaman kekeringan diberikan pada setiap fase pertumbuhan, untuk mengetahui pengaruhnya terhadap tanaman kedelai serta produksi yang dihasilkan.

Pada kondisi cekaman kekeringan, tanaman meningkatkan daya tahannya baik secara morfologi, fisiologi, seluler maupun molekuler (Fang dan Xiong, 2015). menyatakan bahwa pada kondisi cekaman kekeringan, fotosintesis tanaman cenderung menurun, serta perubahan hormonal (auxin, sitokinin dan ABA) menyebabkan menutupnya stomata, mengurangi pembelahan dan pengembangan sel sebagai upaya adaptasi tanaman. Respons biokimia tanaman terhadap cekaman kekeringan dengan meningkatkan senyawa prolin sebagai osmoprotektan untuk mempertahankan potensial osmotik dalam tanaman.

Pada kondisi cekaman kekeringan, metabolisme tanaman khususnya akan terganggu apabila stomata sebagai tempat untuk pertukaran gas dan CO₂ terganggu terlebih dahulu, namun demikian hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lebar bukaan stomata maupun kerapatan stomata tidak berbeda pada kondisi cekaman kekeringan sampai 50 persen sehingga masih mampu untuk mensuplai karbon dalam proses fotosintesis. Hal ini menunjukkan hal yang berbeda dengan tanaman kedelai dimana melaporkan bahwa cekaman kekeringan menurunkan biomassa tanaman, laju asimilasi CO₂, dan laju transpirasi tanaman, serta kehilangan hasil pada tanaman kedelai mencapai 44 persen (Kobraei et al., 2011).

PENGARUH CEKAMAN KEKERINGAN TERHADAP PEMBENTUKAN PROTEIN

Pada Cekaman kekeringan merupakan kondisi lingkungan tanaman tidak menerima asupan air yang cukup, sehingga tanaman tidak dapat melakukan proses pertumbuhan dan perkembangan secara optimal serta produksi menurun. Cekaman kekeringan adalah masalah utama pada hasil produksi tanaman di seluruh dunia (Farooq et al., 2009).

Dampak kekeringan juga mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan dan produksi tanaman, terutama pada tahap pengisian biji dan pengaruh perkembangan. Cekaman kekeringan identik dengan kekurangan air, jadi apabila tanaman mengalami kekurangan air maka stomata yang berada pada daun akan menutup dan akan mengakibatkan CO₂ terhambat untuk masuk serta menurunkan aktivitas fotosintesis pada tanaman tersebut. Selain itu tanaman juga akan mengalami keterhambatan dalam mensintesis protein dan dinding sel.

Cekaman kekeringan dapat menurunkan tingkat produktivitas (biomassa) tanaman, karena menurunnya metabolisme primer, penyusutan luas daun dan aktivitas fotosintesis. Setiawan (2012) menyatakan bahwa kekeringan merupakan salah satu cekaman lingkungan yang dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan, serta produktivitas tanaman. Proses pembelahan dan pembesaran sel akan terjadi apabila sel mengalami turgiditas yang unsur utamanya adalah ketersediaan air. Tanaman yang mengalami kekurangan air atau ketersediaan air terbatas (cekaman kekeringan) maka pertumbuhan tinggi tanaman akan mengalami keterhambatan.

Kekeringan yang terjadi pada tanaman dapat mempengaruhi proses morfologi, anatomi, fisiologi dan biokimia. Ketika hal ini terjadi sebagian stomata daun menutup sehingga CO₂ yang akan masuk terhambat dan terjadi penurunan aktivitas fotosintesis. Cekaman ini juga dapat memicu terjadinya cekaman oksidatif yakni suatu keadaan lingkungan yang mengalami peningkatan Reactive Oxygen Spesies (ROS) akibat adanya suatu over reduksi dari proses fotosintesis. Hal ini terjadi dikarenakan senyawa reduktan yang tidak termanfaatkan akibat CO₂ yang terhambat selama terjadinya proses cekaman kekeringan. Peningkatan ROS yang bersifat radikal bebas dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara ROS tersebut dan status antioksidan yang ada di dalam tanaman. Namun pada tanaman yang toleran terhadap cekaman seperti tanaman sorgum akan melakukan suatu adaptasi dengan cara memproduksi senyawa-senyawa yang bersifat antioksidan. Protein merupakan suatu senyawa organik kompleks berbobot molekul tinggi yang merupakan polimer dari monomer-monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida. Tumbuhan menyerap unsur-unsur hara kemudian disalurkan ke seluruh bagian tanaman sampai ke daun sehingga tumbuhan membentuk protein dan melakukan perombakan (proses katabolisme). Tanaman yang mengalami cekaman kekeringan akan meningkatkan kandungan prolin yang berperan terhadap toleransi dehidrasi dengan cara melindungi protein dan struktur membran. Pada mekanisme ini, terjadi sintesis dan akumulasi senyawa organik yang dapat menurunkan potensial osmotik sehingga menurunkan potensial air dalam sel tanpa membatasi fungsi enzim serta menjaga turgor sel. Beberapa senyawa yang berperan dalam penyesuaian osmotik sel antara lain gula osmotik, prolin dan betain, protein dehidrin (Setiawan, 2012).

Pola pita protein merupakan pola yang jumlah pita protein pada sampel yang dianalisis. Terdapat nilai pada setiap pita protein yang muncul dengan melihat marker yang digunakan sebagai penentuan nilai dari hasil elektroforesis tersebut. Tanaman yang mengalami suatu cekaman abiotik salah satunya cekaman kekeringan, maka tanaman akan merespon kekeringan tersebut dengan cara mensintesis protein pelindung, seperti dehidrin. Hal ini juga didukung oleh penelitian sahebat et al. (1998), yang dimana menyatakan bahwa ditemukan adanya akumulasi protein dengan berat molekul yang rendah apabila tanaman mengalami cekaman kekeringan.

Di lapang, cekaman kekeringan selama fase generatif menurunkan hasil kedelai sebesar 34% (Suhartina, 2011). Taraf perlakuan kapasitas lapang (100%) memberikan hasil lebih baik dibandingkan dengan 50% kapasitas lapang. Cekaman kekeringan (50% kapasitas lapang) menurunkan laju pertumbuhan tanaman sebesar 75%; laju pertumbuhan relatif sebesar 50%; tinggi tanaman sebesar 32,89%; jumlah polong isi sebesar 51,94%; bobot polong sebesar 51,23%; bobot biji pertanaman sebesar 63,92%; efisiensi serapan nitrogen sebesar 65,74%; dan efisiensi penggunaan nitrogen sebesar 55,46%.

PERANAN AIR TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN

Gulma Air telah mempengaruhi pertumbuhan tanaman dimulai dari perkecambahan biji yang terjadi setelah adanya dormansi. Peran air dalam proses ini adalah sebagai berikut:

1. Air yang diserap oleh biji berguna untuk melunakkan kulit biji dan menyebabkan pengembangan embrio dan endosperm. Hal ini mengakibatkan pecah atau robeknya kulit biji.
2. Air memberikan fasilitas untuk masuknya oksigen kedalam biji. Dinding sel yang kering hamper tidak permeabel untuk gas, tetapi apabila dinding sel diimbibisi oleh air, maka gas akan masuk kedalam sel secara difusi. Apabila dinding sel kulit biji dan embrio menyerap air maka suplay oksigen meningkat kepada sel-sel hidup sehingga memungkinkan lebih aktifnya pernafasan. Sebaliknya juga CO₂ yang dihasilkan oleh pernafasan tersebut lebih mudah mendifusi keluar.
3. Air berguna untuk mengencerkan protoplasma sehingga dapat mengaktifkan bermacam-macam fungsinya. Sebagian air didalam protoplasma sel-sel embrio dan bagian hidup lainnya pada biji, hilang sewaktu biji tersebut telah mencapai masak sempurna dan lepas dari induknya (Seed Are Shed) Semenjak saat ini aktifitas protoplasma hamper seluruhnya berhenti sampai perkecambahan dimulai. Sel-sel hidup tidak bias aktif melaksanakan proses-proses yang normal seperti pencernaan (Digestion), pernafasan (Respiration), asimilasi (Assimilation), dan tumbuh (Growth), apabila protoplasma tidak mengandung sejumlah air yang cukup.
4. Air berguna sebagai alat transport larutan makanan dan endosperm atau cotyledon kepada titik tumbuh pada embryonik axis, didaerah mana diperlukan untuk membentuk protoplasma baru.

Air merupakan faktor yang penting bagi tanaman, karena berfungsi sebagai pelarut hara, berperan dalam translokasi hara dan fotosintesis (Harwati, 2007).

Translokasi melalui xylem berupa unsur hara yang dimulai dari akar terus ke organorgan, seperti daun untuk diproses dengan kegiatan fotosintesis. Stress air memperlihatkan pengaruhnya melalui terhambatnya proses translokasi. Pengaruhnya tidak langsung terhadap produksi adalah berkurangnya penyerapan hara dari tanah. Berkurangnya penyerapan unsur hara akan menghasilkan laju sintesis bahan kering, antara lain protein yang rendah pula.

PROSES PEMBENTUKAN PROTEIN

Protein sendiri merupakan suatu senyawa organik kompleks yang memiliki bobot molekul tinggi yang merupakan polimer dari monomer-monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida. Tumbuhan yang menyerap unsur-unsur hara kemudian disalurkan ke seluruh bagian tanaman sampai ke daun sehingga tumbuhan membentuk proteindan melakukan perombakan (proses katabolisme). Tanaman yang mengalami cekaman kekeringan akan meningkatkan kandungan prolin yang berperan terhadap toleransi dehidrasi dengan cara melindungi protein dan struktur membran (Verslues et al, 2006). Pada mekanisme ini, akan terjadi sintesis dan akumulasi senyawa organik yang dapat menurunkan potensial osmotik sehingga menurunkan potensial air dalam sel tanpa membatasi fungsi enzim serta menjaga

turgor sel. Beberapa senyawa yang berperan dalam penyesuaian osmotikal sel antara lain yaitu gula osmotik, prolin dan betain, protein dehidrin (Setiawan, 2012).

Tanaman yang mengalami suatu cekaman abiotik salah satunya cekaman kekeringan, maka tanaman akan merespon kekeringan tersebut dengan cara mensintesis protein pelindung, seperti dehidrin (Vaseva et al, 2012). Hal ini juga didukung oleh penelitian Sahebat et al. (1998), yang dimana menyatakan bahwa ditemukan adanya akumulasi protein dengan berat molekul yang rendah apabila tanaman mengalami cekaman kekeringan.

KESIMPULAN

Cekaman kekeringan pada setiap fase pertumbuhan dapat mempengaruhi pada morfologis tanaman yang dapat dilihat melalui pemanjangan akar tanaman sampai dalam dan menemukan air untuk diserap, mengecilnya permukaan daun sehingga respirasi berkurang, dan tanaman juga akan menggugurkan daunnya. Sehingga cekaman kekeringan dapat menurunkan tingkat produktivitas (biomassa) tanaman. Tanaman yang mengalami cekaman kekeringan akan meningkatkan kandungan prolin yang berperan terhadap toleransi dehidrasi dengan cara melindungi protein dan struktur membran. Sehingga tanaman yang mengalami cekaman kekeringan akan mengalami akumulasi protein sehingga memiliki berat molekul yang rendah. Berat molekul yang rendah diartikan sebagai kandungan protein yang rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi, D.S. Toleransi kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) Terhadap Genangan Air Statis pada Berbagai Fase Pertumbuhan. hlm. 207–212.
- Farooq *et al.*, 2009. Pengaruh kelebihan air terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Fang dan Xiong, 2015. Respons Tanaman Kedelai Terhadap (*Glycine max* L.) Cekaman Kekeringan Paada Fase Vegetatif Dan Generatif. Tesis. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Kobraei, S, Khoiruddin A. 20011. Pengaruh Interval Pemberian Air Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L) pada Berbagai Jenis Tanah. *Jurnal Embryo* 5(1).
- Sahebat *et al.* 1998. Pemuliaan Tanaman Kedelai Toleran terhadap Cekaman Kekeringan. *Bul. Palawija*. 21: 26–38.
- Salisbury dan Ross 1985. Toleransi tanaman kedelai terhadap cekaman air: uji lapang beberapa genotipe toleran. *Bul. Agron*. 25:10-14.
- Setiawan, 2012. Kajian dan implementasi karakter fisiologi fotosintetik tanaman kedelai toleran terhadap intensitas cahaya rendah : optimalisasi pemanfaatan lahan tegakan di Provinsi Jambi. Perpustakaan Universitas Indonesia.
- Suhartina, 2011. Evaluasi galur-galurharapan kedelai hitam toleran terhadap kekeringan. *Laporan Akhir Tahun*. Hasil Penelitian Komponen Teknologi Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi umbian. Hlm 70—76.
- Verslues *et al.* 2006.. Pengaruh stres kekeringan pada fase vegetatif terhadap kandungan prolin, gula total terlarut pada beberapa genotip kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) *J. Ilmu-ilmu Hayati (Life Sciences)* 22:1-7.