

Optimalisasi Pembukaan Porus Stomata Daun Kedelai (*Glycine max* (L) merrill) Pada Pagi Hari dan Sore

Sri Haryanti dan Tetrinica Meirina

Laboratorium Biologi dan Struktur Fungsi Tumbuhan Jurusan Biologi FMIPA Undip

Abstract

Kedelai merupakan tanaman palawija sumber protein nabati. Tanaman ini lebih kaya kadar proteinnya jika dibandingkan dengan sumber protein nabati lainnya. Peningkatan produksi kedelai memerlukan pemupukan yang maksimal yaitu melalui daun. Stomata merupakan salah satu alat transpirasi melalui daun, sehingga perlu dilakukan pengukuran panjang dan lebarnya untuk mengetahui pembukaan stomata maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan ukuran panjang dan lebar porus stomata daun kedelai pada pagi, siang dan sore hari. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan penyiraman tanaman kedelai pagi, siang dan sore hari. Tiap perlakuan diberi perulangan 3 kali. Setelah tanaman umur 30 hari dilakukan pembuatan preparat dengan metode replika/cetakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penyiraman dengan waktu yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap panjang porus stomata, tetapi berpengaruh terhadap lebar porus stomata. Pembukaan porus stomata maksimal terjadi pada pagi hari (jam 9.00)

Key words: wilt rots disease, peanut, *S. roflsii*, and *T. Lignorum*

PENDAHULUAN

Tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dapat diperbanyak dengan biji. Upaya untuk mendapatkan hasil kedelai yang berkualitas dilakukan dengan pemupukan tanaman. Salah satu pupuk yang dapat digunakan yaitu pupuk cair. Penggunaan pupuk cair ini akan efektif dan hasilnya maksimal jika dilakukan saat stomata membuka. Hal ini diperkuat oleh Novrizan (2002) bahwa penyemprotan pupuk yang ideal adalah dilakukan pada pagi dan sore hari saat terjadi pembukaan stomata. Stomata tumbuhan pada umumnya membuka pada saat hari terang, sehingga memungkinkan masuknya CO₂ yang diperlukan untuk fotosintesis pada siang hari dan penutupan berlangsung bertahap menjelang sore hari. Stomata akan menutup lebih cepat jika tanaman ditempatkan pada ruang gelap secara tiba-tiba. Hal inilah yang menjadi latar belakang dari penelitian ini. Optimalisasi pembukaan stomata dipacu dengan cara tanaman disiram dahulu sebelum dilakukan pemupukan. Hal ini akan mempengaruhi turgor sel penutup, sehingga panjang dan lebar porusnya bertambah seiring dengan adanya perubahan intensitas cahaya matahari setiap saat, maka perlu pengamatan lebih

lanjut tentang ukuran stomata pada waktu yang berbeda-beda.

Tanaman kedelai dapat tumbuh dengan baik pada kondisi tanah yang tidak terlalu basah, tetapi air tetap tersedia. Jagung merupakan tanaman indikator yang baik bagi kedelai. Tanah yang baik ditanami jagung, baik pula ditanami kedelai (Suprpto, 1992).

Kedelai tidak menuntut struktur tanah yang khusus bagi syarat tumbuhnya. Bahkan diketahui pada kondisi lahan yang kurang subur dan agak asam pun kedelai dapat tumbuh dengan baik, asal tidak tergenang air yang bisa menyebabkan busuknya akar. Kedelai dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah asal drainase dan aerasi tanah cukup baik. Jenis tanah tersebut misalnya alluvial, regosol, grumosol, latosol atau andosol. Pada tanah yang miskin hara dan jenis tanah podsolik merah-kuning, kedelai perlu diberi pupuk organik dan pengapuran (Anonim, 2000). Toleransi keasaman tanah sebagai syarat tumbuh tanaman kedelai adalah pH 5,8 - 7,0, tetapi pada pH 4,5 pun kedelai dapat tumbuh. Pada pH kurang dari 5,5 pertumbuhannya sangat terhambat karena keracunan aluminium. Pertumbuhan bakteri bintil akar dan proses nitrifikasi akan berjalan kurang baik (Suprpto, 1992).

Budidaya tanaman kedelai sebaiknya dilakukan di daerah yang topografi tanahnya datar, sehingga tidak perlu dibuat teras dan tanggul. Pemeliharaan tanaman kedelai biasanya diberi pengairan 3-4 kali selama periode pertumbuhannya sesuai dengan masa peka akan kekurangan air yaitu 2-3 minggu sebelum berbunga, pada saat berbunga dan saat pengisian polong (Suprpto, 1992).

Stomata ditemukan pada sebagian besar permukaan tanaman misalnya daun, batang, dan akar tetapi yang terbanyak terdapat pada daun. Sebagian besar pohon angiospermae daun-daunnya mempunyai stomata pada permukaan bawah, sehingga disebut hipostomatus (Wilkins, 1991). Sedang pada daun tanaman akuatik yang mengapung, stomata hanya terdapat pada permukaan atas daun, pada tanaman lainnya stomata terdapat pada kedua permukaannya.

Menurut Pandey dan Sinha (1993) sel penutup terdiri dari sepasang sel yang kelihatan simetris dan pada dikotil umumnya berbentuk ginjal. Dinding sel atas dan bawah tampak adanya alat yang berbentuk birai (ledges), kadang-kadang birai tersebut hanya terdapat pada dinding sel bagian atas. Fungsi birai tersebut adalah sebagai pembatas ruang depan di atas porusnya, sedangkan pembatas ruang belakang merupakan batas antara porus dengan ruang udara yang terdapat di bawahnya. Keunikan dari sel penutup adalah serat halus selulosa pada dinding selnya yang tersusun melingkar. Pola susunan ini dikenal sebagai miselasi radial. Karena serat selulosa ini relatif tidak elastis, maka jika sel penutup menyerap air mengakibatkan tidak membesar diameternya melainkan memanjang. Akibat melekatnya sel penutup satu sama lain pada kedua ujungnya memanjang saat menyerap air, sehingga akan melengkung ke arah luar dan terbukalah porus atau celah stomata (Kartasaputra, 1988). Sel penutup mengontrol diameter stomata dengan cara mengubah bentuk yang akan melebarkan dan menyempitkan celah di antara kedua sel tersebut. Ketika sel penutup mengambil air melalui osmosis, sel penutup akan membengkak dan semakin dalam keadaan turgid. Perubahan tekanan turgor yang menyebabkan pembukaan dan penutupan stomata terutama disebabkan oleh

pengambilan dan kehilangan ion kalium (K) secara reversibel oleh sel penutup. (Cambell *et al*, 2003).

Menurut Dwijoseputra (1989) pada pagi hari masih kedapatan amilum di dalam sel-sel penutup stomata. Penaruh sinar matahari ini membangkitkan klorofil-klorofil untuk mengadakan fotosintesis dalam kloroplas jaringan palisade dan spon parenkim. Dengan adanya fotosintesis ini, maka kadar CO₂ dalam sel-sel tersebut menurun, ini karena sebagian dari CO₂ mengalami reduksi menjadi CH₂O. Karena peristiwa reduksi ini, maka berkurangnya ion-ion H, sehingga pH lingkungan jadi lingkungan menuju basa. Kenaikan pH ini sangat baik bagi kegiatan enzim posporilase guna mengubah amilum dalam sel penutup menjadi glukosa-1 pospat. Naiknya osmosis isi sel penutup menyebabkan masuknya air dari sel tetangga, sehingga menaikkan turgor dan mengembangkannya dinding sel tetangga yang tipis tersebut.

Salisbury dan Ross (1995) menyatakan ada beberapa faktor yang mempengaruhi membuka dan menutupnya stomata yaitu :

1. Faktor eksternal : Intensitas cahaya matahari, konsentrasi CO₂ dan asam absisat (ABA). Cahaya matahari merangsang sel penutup menyerap ion K⁺ dan air, sehingga stomata membuka pada pagi hari. Konsentrasi CO₂ yang rendah di dalam daun juga menyebabkan stomata membuka.
2. Faktor internal (jam biologis) : Jam biologis memicu serapan ion pada pagi hari sehingga stomata membuka, sedangkan malam hari terjadi pembasiran ion yang menyebabkan stomata menutup

Menurut Sutriana, 1992 ada 4 tipe stomata berdasarkan letak penebalan pada sel penutupnya:

1. Tipe Amaryllidaceae

Sel penutup jika dilihat dari atas berbentuk ginjal. Dinding punggung tipis, tetapi dinding perutnya lebih tebal, dinding atas dan bawah terjadi penebalan kutikula. Sel-sel tetangga berbatasan dengan sel penutup. Stomata tipe ini biasanya terdapat pada kebanyakan tanaman dikotil, tetapi kadang-kadang ada juga pada monokotil.

2. Tipe Helleborus

Sel penutup jika dilihat dari atas berbentuk ginjal, tetapi pada dinding punggung dan perut tipis. Dinding atas dan bawah lebih tebal

3. Tipe Graminea

Bentuk sel penutup seperti halter, dinding sel penutup bagian tengah tebal yang merupakan penopang pada halter tersebut. Masing-masing ujung dindingnya tipis, sedangkan dinding atas dan bawah tebal. Stomata tipe ini hanya terdapat pada Gramineae/Poaceae dan Cyperaceae.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di kebun percobaan dan lab BSFT Jur. Biologi F MIPA UNDIP. Bahan daun tanaman kedelai yang berumur 30 hari. Optimalisasi pembukaan stomata dilakukan dengan penyemprotan air pada media tanam sebanyak 500 ml setiap hari mulai umur 4 hari yaitu pagi jam 9.00 siang jam 12.00 dan sore jam 15.00. Setelah itu baru diambil sampel daun tanaman kedelai yang dipakai untuk pembuatan preparat (parameter) untuk mengetahui panjang dan lebar porus stomata (permukaan bawah) adalah daun ke 4 dari pucuk tanaman. Alat yang dipakai untuk penelitian adalah cat kuku, gelas benda dan penutup, silet, mikroskop dan mikrometer.

Cara pembuatan preparat stomata adalah dengan metode replika/cetakan (Sumargono, 1994) yaitu :

1. Permukaan bawah daun diolesi cat kuku, dibiarkan kering kira-kira 5-10 menit
2. Setelah kering cat kuku dikelupas dengan silet
3. Letakkan di atas gelas benda (jangan terbalik), lalu ditutup gelas penutup
4. Supaya tidak lepas susut-sudut gelas penutup ditetesi cat kuku
5. Diberi label

Parameter yang diamati adalah panjang dan lebar (porus) stomata daun. Pengukuran panjang atau lebar porus stomata dapat dilakukan dengan cara menghitung berapa skala yang tertera pada okuler mikrometer dikalikan nilai okuler mikrometer. Nilai okuler mikrometer ditera lebih dahulu dengan obyek mikrometer. Adapun cara menera okuler mikrometer sbb:

1. Lensa okuler mikrometer dipasang dalam okuler mikroskop
2. Dilihat bayangan skalanya
3. Obyak mikrometer ditempatkan pada meja benda, lalu dicari bayangan skalanya

4. Dicari bayangan skala kedua mikrometer tersebut yang berimpit
5. Dihitung skala tersebut dari nol sampai yang berimpit
6. Nilai skala okuler mikrometer dapat diketahui

Cara mengukur panjang dan lebar stomata sbb:

1. Obyek mikrometer diambil, lalu diganti dengan preparat stomata., dicari bayangannya
2. Bayangan skala okuler mikrometer ditepatkan bayangan panjang atau lebar porus stomata
3. Nilai panjang atau lebar porus stomata ditentukan dengan mengalikan jumlah bayangn skala panjang atau lebar tersebut dengan nilai peneraan okuler mikrometer

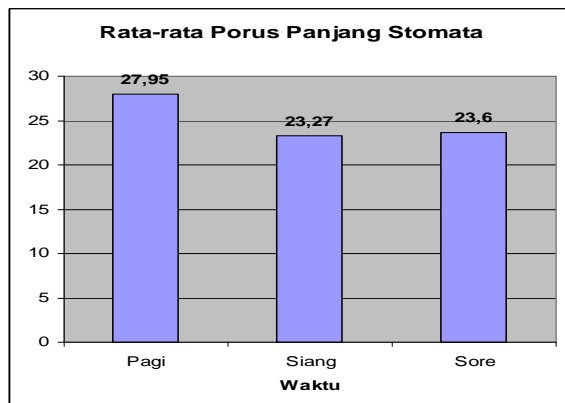
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang meliputi panjang porus stomata dan lebar porus stomata setelah optimalisasi pada pagi, siang dan sore hari tersaji pada tabel 1 dan 2 berikut ini :

Tabel 1. Rata-rata Panjang Porus Stomata (mikron) Pada pagi, siang dan sore hari

Perlakuan	Pagi	Siang	sore
1	27,04	29,27	29,27
2	29,27	19,96	20,95
3	27,56	20,59	20,59
Rata-rata	27,95 ^a	23,27 ^a	23,60 ^a

Keterangan: angka-angka pada baris yang sama diikuti dengan abjad yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji taraf kepercayaan 95%

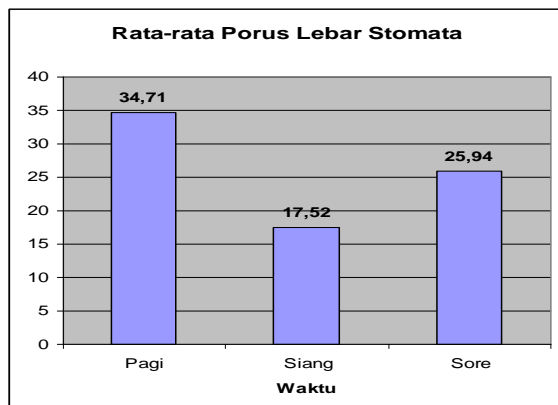


Gambar 1: Histogram panjang porus stomata pada waktu yang berbeda

Tabel 2. Rata-rata Lebar Porus Stomata (mikron) Pada pagi, siang dan sore hari

Perlakuan	Pagi	Siang	Sore
1	37,59	13,31	34,58
2	34,58	22,98	21,99
3	31,98	16,27	21,26
Rata-rata	34,71^b	17,52^a	25,94^b

Keterangan : angka pada baris yang sama diikuti dengan abjad yang sama menunjukkan tidak ada beda ata pada uji taraf kepercayaan 95%



Gambar 2 : Histogram lebar porus stomata pada waktu yang berbeda

Hasil uji anova taraf signifikansi 95% pada tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan waktu penyiraman air yang berbeda terhadap tanaman tidak berpengaruh secara nyata terhadap panjang

porus stomata daun tanaman kedelai baik pagi hari, siang maupun sore hari.

Hasil uji anova taraf signifikansi 95% pada tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan waktu penyiraman air sebagai pendorong pembukaan stomata yang berbeda terhadap tanaman berpengaruh secara nyata terhadap lebar stomata daun kedelai. Berdasarkan uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa lebar porus stomata pagi hari berbeda nyata terhadap lebar porus stomata siang hari, tetapi tidak berbeda nyata dengan lebar porus stomata sore hari.

Menurut Suprpto 1992 tanaman kedelai dapat diberi pengairan 3-4 kali selama periode pertumbuhannya sesuai dengan masa peka akan kekurangan air yakni 2-3 minggu sebelum berbunga, pada saat berbunga dan saat pengisian polong. Pengairan sebaiknya sampai di daerah perakaran tanaman. Pada dasarnya kedelai tumbuh dengan baik pada kondisi tanah yang tidak terlalu basah, tetapi air tetap tersedia. Adanya faktor luar seperti ketersediaan air tanah menyebabkan tumbuhan menyerap air tersebut bila kandungannya terletak antara kapasitas lapang dengan titik layu bila air berada di atas kapasitas lapang, penyerapan akan terhambat karena akar berada dalam lingkungan anaerob (Santosa,1990). Oleh karena itu media tanam kedelai disiram setiap hari dengan maksud air akan diserap lewat akar, sehingga akan mempengaruhi tekanan turgor sel-sel penutup stomata. Namun tidak beda nyata yang terjadi pada panjang porus stomata diduga bahwa walaupun pada pagi siang dan sore cahaya yang masuk ke dalam tanaman merangsang akumulasi ion kalium (K) mengakibatkan stomata membuka, tetapi karena adanya kekhasan sel penutup dalam hal serat halus selulosa pada dinding selnya. Sifat serat selulosa ini relatif tidak elastis, sehingga sel penutup tidak memanjang melainkan melebar. Dengan demikian saat membuka panjang stomata relatif tetap. Kedelai mempunyai tipe stomata dengan sel penutup berbentuk ginjal. Dinding punggung tipis, tetapi dinding perutnya lebih tebal, dinding atas dan bawah mengalami penebalan kutikula. Umumnya sel penutup stomata mengandung kloroplas dan berklorofil, sehingga dapat melaksanakan fotosintesis. Hasil fotosintesis yang berupa glukosa atau amilum. Saat pagi hari masih ada kepadatan

amilum di dalam sel-sel penutup stomata. Adanya pengaruh sinar matahari membangkitkan klorofil-klorofil dalam kloroplas sel-sel palisade parenkim dan spon untuk mengadakan fotosintesis. Dengan adanya fotosintesis ini maka kadar CO₂ di dalam sel-sel tersebut menurun, ini disebabkan karena sebagian dari CO₂ mengalami reduksi menjadi CH₂O. Karena peristiwa reduksi inilah, maka berkurangnya ion-ion H, sehingga pH lingkungan itu bertambah, jadi lingkungan itu menuju ke basa. Kenaikan ini sangat baik bagi kegiatan enzim posporilase guna mengubah amilum yang ada di dalam sel-sel penutup menjadi glukosa 1- pospat. Dengan terbentuknya glukosa ini maka naiklah nilai osmose isi sel-sel penutup stomata yang kemudian menyebabkan masuknya air dari sel-sel tetangganya. Tambahan volume ini menimbulkan turgor, sehingga mengembanglah dinding-dinding sel penutup di bagian yang tipis dan membukalah stomata (Dwijoseputro, 1989)

Menurut Salisbury dan Ross (1995) tidak semua spesies stomatanya peka terhadap kelembaban atmosfer. Stomata akan menutup bila selisih kandungan uap air di udara dan ruang antar sel melebihi titik kritis. Hal ini disebabkan oleh gradien uap yang tajam mendorong penutupan stomata, respon paling cepat terhadap kelembaban yang rendah terjadi pada saat tingkat cahaya rendah. Hasil penelitian menunjukkan adanya beda nyata lebar porus stomata siang hari dengan pagi dan sore hari. Hal ini diduga suhu tinggi 30-35⁰ C biasanya stomata menutup/menutup sedikit sebagai respon tidak langsung terhadap keadaan rawan air dan laju respirasi, sehingga CO₂ dalam daun juga naik. Disamping itu juga tanaman berusaha memperkecil transpirasi untuk mencegah kekeringan. Adanya faktor dalam tumbuhan maka penyerapan air hampir setara dengan transpirasi bila penyediaan air cukup. Hal ini terjadi karena adanya transpirasi potensial osmotik sel-sel mesofil daun naik menyebabkan terbentuknya daya isap daun sebagai akibat kohesi yang diteruskan lewat sistem hidrostastik pada xilem (Santosa, 1990). Suhu lingkungan ini sangat mempengaruhi membuka dan menutupnya stomata tersebut. Pada pagi hari suhu lingkungan masih seimbang dengan suhu tubuh tanaman, sehingga penguapan air tanaman masih terkontrol. Sedangkan pada siang hari suhu tersebut sudah

mulai naik sementara suhu tanaman masih rendah, oleh karena itu tanaman harus mengurangi penguapannya (transpirasi), sehingga porus stomata mulai menyempit secara perlahan. Zat pengatur tumbuh juga mempengaruhi pembukaan dan penutupan stomata. Jika daun tanaman mengalami kekurangan air, ABA di dalam jaringan meningkat. Jika daun mengering normal secara perlahan-lahan ABA meningkat sebelum akhirnya stomata menutup. Penutupan ini diduga karena responnya terhadap rawan air melalui peranan ABA. Pada sore hari cahaya matahari mulai berkurang intensitasnya, sehingga suhu lingkungan menjadi turun, porus stomata mulai membesar lagi tapi tidak semaksimal pembukaan pada pagi hari karena sore sampai malam hari secara perlahan stomata akan menutup lagi.

Peran transpirasi pada tumbuhan sangat banyak namun yang terpenting adalah untuk melepas energi yang diterima dari radiasi matahari. Energi matahari yang digunakan untuk fotosintesis hanya 2% atau kurang, sehingga selebihnya harus dilepaskan ke lingkungan, baik dengan pancaran, hantaran secara fisik dan sebagian besar untuk menguapkan air (Santosa, 1990). Ion K sangat berpengaruh terhadap kemungkinan keluar masuknya bahan terlarut ke sel penutup, sehingga terjadi perubahan permeabilitas pada membrannya.

KESIMPULAN

1. Optimalisasi pembukaan stomata berbeda tidak nyata terhadap panjang porus stomata
2. Optimalisasi pembukaan stomata berbeda nyata terhadap lebar porus stomata
3. Pembukaan porus stomata maksimal terjadi pada pagi hari berbeda dengan siang hari, namun berbeda tidak nyata dengan sore hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2000. Budidaya Kedelai. <http://www.iptek.net.id>
- Cambell, N.A, J.B. Reece and L.G.Mitchell. 2003. Biologi. *Alih Bahasa* :L.Rahayu, E.I.M Adil, N Anita, Andri, W.F Wibowo, W.Manalu. Penerbit Erlangga Jakarta
- Dwijoseputro.D. 1989. Fisiologi Tumbuhan. PT Gramedia Jakarta

- Kartasaputra, A.G. 1988. Pengantar Anatomi Tumbuhan tentang Sel dan Jaringan. Bina Aksara Jakarta
- Novrisan. 2002. Petunjuk Pemupukan Efektif. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Pandey, S.N & B.K.Sinha 1993. Fisiologi Tumbuhan. Terjemahan : Agustino N. 3 ed Yogyakarta
- Santosa. 1990. Fisiologi Tumbuhan. Metabolisme dan Pertumbuhan pada Tumbuhan Tingkat Tinggi. Yogyakarta
- Salisbury, F.B & C.W Ross. 1995. Plant Physiology. 3 ed. Wadsworth Publishing Co.Belmont California
- Suprpto, H.S. 1992. Bertanam Kedelai. PT.Penebar Swadaya. Jakarta
- Sutrian, Y. 1992. Pengantar Anatomi Tumbuhan. Edisi Revisi. Rineka Cipta. Jakarta
- Sumargono, B. 1992. Pengaruh Kepadatan Lalu Lintas terhadap Jumlah dan Ukuran Stomata daun rambutan (*Nephelium lappaceum*). Skripsi Jur Biologi F.MIPA UNDIP Semarang.
- Wilkins, M.B. 1991. Fisiologi Tanaman I. PT Bina Aksara Jakarta