

KARAKTERISTIK STOMATA DAUN TANAMAN PADI GOGO (*Oriza sativa* L.) BERDASARKAN KETINGGIAN TEMPAT TUMBUH DI KABUPATEN JAYAWIJAYA

Characteristics of Paddy Gogo Stomata (*Oryza sativa* L.) Based on Different Altitude in Jayawijaya Regency

Anti U. Mahanani¹⁾, S. Tuhuteru^{1)*}, T. A. Dwi Haryanto²⁾, M. Rif'an³⁾

¹⁾ Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Petra Baliem Wamena, Jayawijaya, Papua

²⁾ Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

DOI: <http://dx.doi.org/10.21111/agrotech.v6i3.4940>

Terima 15 September 2020

Revisi 2 Oktober 2020

Terbit 31 Desember 2020

Abstrak: Daun akan menyerap energi dari cahaya matahari dan mengubahnya menjadi energi kimia yang tersimpan dalam bentuk gula melalui proses fotosintesis. Bagian tumbuhan yang mekanisme kerjanya dipengaruhi oleh cahaya matahari salah satunya adalah stomata. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik stomata daun tanaman padi gogo berdasarkan tingkat ketinggian tempat tumbuh di Kabupaten Jayawijaya. Penelitian dilaksanakan pada Januari – Maret 2019 di tiga zona agroekosistem di Kabupaten Jayawijaya dengan lima varietas padi gogo yang diuji coba dalam penelitian ini, yaitu varietas Inpago Unsoed 1, Inpago Unsoed Parimas, Inpari 28, Inpago 9 dan satu varietas Lokal Wamena (Moai) sebagai pembanding, yang menggunakan metode rancangan acak kelompok dengan varietas sebagai perlakuan dan diulang sebanyak 3 kali untuk setiap zona agroekosistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas yang tahan terhadap kondisi lingkungan di Kabupaten Jayawijaya adalah Inpari 28 pada Distrik Walelagama (Zona 1), Lokal Wamena (Moai) di Distrik Kurulu (Zona 2) dan Inpago Unsoed 1 di Distrik Sogokmo (Zona 3). Hal ini disebabkan karena tingginya tingkat kerapatan stomata atau indeks stomata menunjukkan bahwa tanaman tersebut tidak tahan pada kondisi cekaman air atau kondisi lahan sub-optimal.

Kata kunci: Karakteristik, Morfologi, Padi Gogo, Stomata, Jayawijaya

* Korespondensi email: tuhuteru.ummy@gmail.com

Alamat : Prodi Agroteknologi, Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Petra Baliem Wamena, Jayawijaya
Jl. Trikora No.18, Wamena Kota, Wamena, Kabupaten Jayawijaya, Papua 99511, Indonesia

Abstract: The leaves will absorb energy from sunlight and convert it into chemical energy which is stored in the form of sugar through photosynthesis. One of plants part mechanism that is controlled by sunlight is the stomata. The purpose of this study was to determine the stomata characteristics of paddy gogo leaves based on the altitude of the growing place in Jayawijaya Regency. There search was conducted in January – March 2019 in three agroecosystem zones in Jayawijaya Regency with five Paddy gogo varieties, namely the Inpago Unsoed 1 variety, Inpago Unsoed Parimas, Inpari 28, Inpago 9 and one local variety of Wamena (Moai) as comparison, which used a randomized block design method with varieties as a treatment and repeated 3 times for each agroecosystem zone. The results showed the varieties that resistant to environmental conditions in Jayawijaya Regency were Inpari 28 variety in Walelagama District (Zone1), Local of Wamena variety (Moai) in Kurulu District (Zone2) and Inpago Unsoed 1 variety in Sogokmo District (Zone3). This is because the high level of stomata density or the stomata index indicates that the plant cannot with stand water stress conditions or sub-optimall and conditions.

Keywords: Characteristics, Morphology, Paddy Gogo, Stomata, Jayawijaya

1. Pendahuluan

Padi (*Oryza sativa*) merupakan salah satu jenis bahan pangan yang dibutuhkan lebih dari separuh penduduk dunia dan merupakan bahan pangan stabil yang paling penting di dunia yang ditanam pada daerah beriklim sedang dan tropis. Tanaman padi diketahui mempunyai kemampuan adaptasi pada lingkungan yang luas, dapat tumbuh baik antara 530 LU dan 350 LS, meliputi daerah kering sampai genangan serta daerah dari dataran rendah sampai dengan ketinggian 2000 mdpl (Yoshida, 1981).

Dalam rangka memenuhi kebutuhan beras nasional saat ini pemerintah telah melakukan berbagai upaya baik penerapan teknologi maupun perluasan areal penanaman padi. Meski, dalam pelaksanaan Program Peningkatan Produksi Beras Nasional (P2BN) masih banyak tercurah pada lahan sawah irigasi dibanding lahan kering. Di lain pihak laju pertambahan produktivitas lahan sawah semakin menurun akibat diterapkannya teknologi yang semakin intensif. Dimana, setiap tahun terjadi konversi lahan baik di Jawa maupun luar Jawa yang mengakibatkan berkurangnya lahan sawah karena alih fungsi ke non pertanian. Untuk itulah, pengembangan lahan sub optimal salah satunya pada kondisi lahan di Kabupaten Jayawijaya perlu dioptimalkan. Pengembangan lahan sub optimal yang dimaksud terutama untuk wilayah produktif pedesaan yang belum dikembangkan seperti dataran tinggi wilayah Pegunungan Tengah Kabupaten Jayawijaya. Hal ini diakibatkan

karena kondisi lahan yang dikategorikan sebagai lahan sub-optimal. Kondisi lahan di Kabupaten Jayawijaya adalah kondisi lahan yang kering dan bersifat tadah hujan dengan penerapan system pertanian masih tergolong tradisonal karena masih menerapkan ladang berpindah, sehingga produksi tanaman padi gogo yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan padi lahan sawah, kecuali varietas Lokal Wamena (Moai) yang diketahui merupakan varietas endemik yang mempunyai daya tahan terhadap kondisi iklim dan tanah Kabupaten Jayawijaya. Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan hasil budidaya dan produksi padi adalah kurangnya sumber daya air, khususnya selama periode curah hujan rendah yang mempengaruhi laju pertumbuhan vegetatif dan jumlah hasil (Mostajeran, 2009). Keberlanjutan produksi padi dalam kondisi air yang terbatas terancam oleh meningkatnya kelangkaan air irigasi (Davatgar, 2009). Dikarenakan air merupakan salah satu faktor abiotik yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Namun, pada kenyataannya keberadaan air di suatu daerah tidak selalu tersedia dengan baik. Padahal air dapat membatasi pertumbuhan dan produktivitas tanaman hampir pada semua tempat, baik karena periode kering maupun curah hujan yang rendah (Salisbury dan Ross, 1995).

Optimalisasi peranan tumbuhan bagi keberlangsungan hidup manusia bergantung pada faktor internal dan eksternal (kondisi

lingkungan), salah satunya adalah cahaya matahari. Daun akan menyerap energi dari cahaya matahari dan mengubahnya menjadi energi kimia yang tersimpan dalam bentuk gula melalui proses fotosintesis. Hal tersebut dibutuhkan tumbuhan untuk dapat tumbuh dan berkembang, serta melakukan aktivitas kehidupan lainnya yang memerlukan energi. Bagian tumbuhan yang mekanisme kerjanya dipengaruhi oleh cahaya matahari salah satunya adalah stomata (Campbell et al., 2003).

Stomata merupakan kombinasi dari dua sel penutup yang terdiri dari sel-sel epidermis khusus terletak di epidermis daun, terdapat pula lubang di antara dua sel penutup yang disebut dengan porus stomata (Lakna, 2017). Karakteristik stomata pada daun meliputi jumlah stomata total, jumlah stomata yang terbuka dan tertutup, kerapatan stomata, dan jenis stomata (Izza & Laily, 2015). Stomata terlibat dalam proses pertukaran gas dengan lingkungan seperti mengatur hilangnya air melalui proses transpirasi dan proses pengambilan CO₂ selama fotosintesis. Pengendalian kehilangan air sangat penting guna menghindari dehidrasi daun karena transpirasi yang berlebihan. Cahaya matahari mempengaruhi kerja stomata dalam membuka dan menutupnya stomata dengan merangsang sel penutup untuk menyerap ion K⁺ dan air, sehingga stomata membuka. Selain itu, serapan ion pada pagi hari memicu stomata membuka, dan pada malam hari terjadi pembebasan ion yang menyebabkan stomata menutup (Hidayat,

1995; Salisbury & Ross, 1995; Camargo & Marengo, 2011; Lakna, 2017; Wu et al., 2018). Morfologi stomata tanaman diketahui berkaitan erat dengan cekaman kekeringan yang dihadapi tanaman. Mengingat kondisi iklim Kabupaten Jayawijaya merupakan lahan kering dengan kandungan air tanah yang tergolong tinggi.

Tanaman yang mengalami kondisi cekaman kekeringan adalah tanaman yang mengalami kekurangan air akibat keterbatasan air dari lingkungannya yaitu media tanam (Levitt, 1980). Pertumbuhan tanaman sangat peka terhadap cekaman air, oleh karena itu hasil panen dapat menurun pada saat terjadi kekeringan. Begitu pula pada tanaman padi yang merupakan tanaman C3 yang tidak tahan pada kondisi kekeringan. Menurut Sulistyono *et al.* (2012) proses respon tanaman yang dipengaruhi oleh cekaman kekeringan adalah penurunan ukuran daun yang dapat menyebabkan penurunan jumlah stomata dan fotosintesis. Hal ini didukung oleh Subantoro (2014), yang menyatakan bahwa cekaman kekeringan menyebabkan penurunan luas daun yang diakibatkan oleh terhambatnya pembelahan dan perbesaran sel. Hendrati (2016), menyatakan bahwa tanaman yang mengalami kekurangan air mempunyai ukuran daun yang lebih kecil dibandingkan tanaman yang tumbuh normal. Dimana, terjadi penghambatan panjang daun yang mengurangi luas permukaan daun dan reduksi jumlah stomata untuk mencegah proses penguapan (Sinay, 2015).

Selain itu, cekaman air juga menyebabkan penurunan turgor pada sel tanaman dan berakibat pada menurunnya proses fisiologi. Tanaman-tanaman yang tumbuh pada kondisi cekaman kekeringan jumlah stomatanya akan berkurang untuk menurunkan laju kehilangan air yang diikuti dengan penutupan stomata (Subantoro, 2014). Menurut Flexas (2002), penurunan pembukaan stomata ini dilakukan untuk meminimalisir kehilangan air yang berlebihan. Dengan terjadinya penurunan pembukaan stomata, maka konsentrasi CO₂ daun akan menurun sehingga dengan sendirinya proses fotosintesis juga menurun. Cekaman kekeringan juga memberikan respon terhadap indeks stomata atau kerapatan stomata. Untuk itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi mengenai panjang, lebar stomata, dan kerapatan stomata di tiga zona agroekosistem di Kabupaten Jayawijaya sebagai bentuk respon tanaman dalam mempertahankan siklus hidupnya di lahan sub-optimal.

2. Bahan dan Metode

Alat yang digunakan dalam proses pengamatan adalah alat tulis, buku catatan, gunting, jam tangan, kaca objek, kaca penutup, label, luxmeter, mikroskop cahaya, dan thermohigrometer, sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah aquades, cat kuku bening, daun sampel tanaman padi yang terdiri atas Inpago Unsoed 1, Inpago Unsoed Parimas, Inpari 28, Inpago 9

dan satu varietas Lokal Wamena (Moai) sebagai pembanding, selotip bening, dan ziplock atau plastik pembungkus.

Penelitian dilaksanakan pada Januari – Maret 2019 di tiga zona agroekosistem di Kabupaten Jayawijaya, yakni zona Kabupaten Jayawijaya bawah (zona 1) dengan ketinggian antara 1600-2000 mdpl diwakili pada ketinggian 1882 mdpl terletak di Distrik Walelagama; Zona agroekosistem Kabupaten Jayawijaya tengah (zona 2) dengan ketinggian antara 2000-2400 mdpl diwakili pada ketinggian 2145 mdpl terletak di Distrik Kurulu; dan zona agroekosistem Kabupaten Jayawijaya atas (zona 3) dengan ketinggian antara 2400-2800 mdpl diwakili pada ketinggian 2653 mdpl terletak di Distrik Sogokmo.

Penanaman dilakukan dengan menggunakan metode rancangan acak kelompok dengan varietas sebagai perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali untuk setiap zona agroekosistem. Sehingga terdiri dari 15 unit percobaan per zona pengamatan dengan total 45 unit percobaan dengan luasan petak berukuran 5x6 m. Benih ditanam dengan jarak tanam 30 cm antar barisan dan 15 cm dalam barisan, penanaman dilakukan dengan cara ditugal dengan kedalaman sekitar 5 cm, 4-5 benih per lubang dengan pemanfaatan pupuk kandang dosis 100 kg/ha sebagai pupuk dasar. Pada saat tanam tidak diberikan insektisida dan pupuk kimia lainnya. Pengendalian hama dan penyakit dilaksanakan dengan menggunakan sistem sanitasi lingkungan.

Hal ini disebabkan oleh penerapan sistem pertanian organik di wilayah Kabupaten Jayawijaya.

Pengamatan dilakukan hanya difokuskan kepada morfologi stomata dari masing-masing varietas yang di uji coba pada tiap ketinggian tempat. Pengambilan sampel tanaman dilakukan secara acak pada fase vegetative tanaman dan fase generative tanaman. Adapun prosedur kerja dalam pelaksanaan penelitian ini adalah pengukuran parameter fisik dalam penelitian ini terdiri dari lamanya penyinaran matahari menggunakan lux meter serta suhu dan kelembaban udara menggunakan thermohigrometer (Tabel 1). Pengambilan sampel daun dilakukan pada nodus ke-3 yang masing-masing diambil tiga helai daun untuk setiap varietas tanaman pada masing-masing ketinggian tempat.

Tabel 1. Rata-rata Suhu Udara (°C), Kelembaban Udara (%) dan Lamanya Penyinaran Matahari (%) bulan Januari-April 2019

Bulan	Rata-rata Suhu Udara (°C)	Rata-rata Kelembaban Udara (%)	Lamanya Penyinaran Matahari (%)
Januari	22,0	66	56
Februari	14,0	60	67
Maret	14,8	74	44
April	15,0	75	44

Sumber: Data Pribadi di Olah, 2019

Pengambilan sampel dilakukan dilakukan di pagi hari yakni pada 08.00 WIT - 09.00 WIT, 11 di tiga lokasi pada masing-masing fase pertumbuhan tanaman padi. Kemudian, dilakukan

pengamatan. Sampel daun dibersihkan menggunakan tissue, lalu olesi cat kuku bening pada bagian permukaan bawah daun dan biarkan 5-10 menit hingga mengering. Selanjutnya, olesan yang sudah kering ditemplei isolasi bening dan ratakan. Lalu, isolasi dilepas perlahan dan hasil cetakan ditempel pada kaca objek. Selanjutnya diamati di bawah mikroskop cahaya (Haryani, 2010). Buka stomata, panjang, lebar dan kerapatan stomata diamati dengan lensa okuler mikrometer berbentuk pagar pada pembesaran 10 kali. Mikrometer okuler ditera dengan lensa objektif pada pembesaran 40 kali. Kerapatan stomata dihitung dengan rumus (Suhaimi, 2017):

$$\text{Kerapatan Stomata (sel/mm}^2\text{)} = \frac{\text{Jumlah Stomata (sel)}}{\text{Luas Bidang Pandang (mm}^2\text{)}}$$

Keterangan:

$$\begin{aligned}\text{Luas bidang pandang perbesaran 400x} &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (0.5)^2 \\ &= 0.19625 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Data hasil pengamatan dilakukan secara deskriptif yang kemudian dianalisis dengan menggunakan ANOVA taraf 5%. Jika hasil pengujian menunjukkan adanya pengaruh yang nyata atau sangat nyata, maka pengujian dilanjutkan dengan uji jarak berganda *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf uji 5%.

3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 2. Karakteristik Stomata Tanaman Padi pada Fase Vegetatif
(4 MST)

No	Zona Agroekosistem (mdpl)	Perlakuan	Panjang Stomata (µm)	Lebar Stomata (µm)	Kerapatan Stomata (/mm ²)
1	Walelagama Districts (1882) (Zona 1)	Inpago Unsoed 1	14,08 a	3,14 a	212,723 ab
		Inpago Unsoed Parimas	11,66 ab	2,36 a	267,378 a
		Inpari 28	11,81 ab	3,33 a	193,849 c
		Inpago 9	12,81 ab	3,36 a	238,674 b
		Lokal Wamena (Moai)	10,35 b	2,34 a	208,381 bc
		Rerata	11.43	2.88	224.201
		F	*	tn	**
2	Kurulu Districts (2145) (Zona 2)	Inpago Unsoed 1	9,21 d	2,41 b	219,80 a
		Inpago Unsoed Parimas	11,05 cd	2,71 b	221,373 a
		Inpari 28	14,82 ab	3,05 b	163,089 b
		Inpago 9	13,31 bc	3,32 b	147,451 b
		Lokal Wamena (Moai)	15,56 a	4,44 a	147,058 b
		Rerata	12.79	3.19	179.75
		F	**	*	*
3	Sogokmo Districts (2653) (Zona 3)	Inpago Unsoed 1	13,32 a	2,52 a	166,718 c
		Inpago Unsoed Parimas	9,61 b	3,13 a	226,484 b
		Inpari 28	11,51 ab	2,59 a	207,218 b
		Inpago 9	9,68 b	2,73 a	187,950 bc
		Lokal Wamena (Moai)	13,02 a	3,42 a	265,018 a
		Rerata	12.14	2.90	218.677
		F	*	tn	**

Keterangan: Angka pada kolom yang sama dan diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata antara perlakuan dengan varietas yang diuji coba (tn); **: menunjukkan pengaruh sangat nyata; *: Menunjukkan pengaruh nyata.

Hasil penelitian terhadap morfologi stomata daun tanaman Padi Gogo yang diuji coba di tiga zona agroekosistem di Kabupaten Jayawijaya menunjukkan beragam karakter yang ditunjukkan baik panjang, lebar dan kerapatan pada pengamatan vegetative maupun generative. Hasil penelitian pada fase vegetative tanaman dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pada tiap zona agroekosistem ditemukan jenis stomata daun tanaman yang berbeda-beda. Pada Distrik Walelagama (Zona 1) dengan ketinggian 1882 mdpl dan pada Distrik Sogokmo (Zona 3) dengan ketinggian 2653 mdpl, hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh nyata yang ditunjukkan oleh varietas Inpago Unsoed 1 yang memiliki karakter panjang stomata terpanjang (14,08 μm dan 13,32 μm) dan berpengaruh nyata terhadap varietas Lokal Wamena (Moai), namun pada Distrik Sogokmo terlihat varietas Inpago Unsoed 1 tidak berbeda nyata dengan varietas Lokal Wamena. Sebaliknya pada Distrik Kurulu dengan ketinggian 2145 mdpl, hasil penelitian juga berpengaruh nyata oleh varietas local Wamena (Moai) dengan panjang stomata 15,56 μm dan berbeda nyata terhadap varietas Inpago Unsoed 1. Hal ini menunjukkan bahwa ketinggian tempat berpengaruh terhadap karakter morfologi stomata tanaman, yang diketahui akan berpengaruh pada proses fisiologis tanaman hingga produksi yang diperoleh.

Selanjutnya, hasil penelitian terhadap karakter lebar stomata juga menunjukkan perbedaan antara ketiga zona Agroekosistem yang diuji coba. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata pada Distrik Walelagama dan Kurulu. Sedangkan pada Distrik Sogokmo, menunjukkan pengaruh nyata oleh stomata daun varietas Lokal Wamena (Moai) yang berpengaruh terhadap varietas Inpago Unsoed 1. Kemudian, pada tingkat kerapatan stomata daun di masing-masing zona agroekosistem yang di uji coba. Hasil penelitian menunjukkan kerapatan stomata daun varietas Inpago Unsoed Parimas berpengaruh nyata pada distrik Walelagama dan Kurulu, sedangkan pada Distrik Sogokmo hasil penelitian menunjukkan tingkat kerapatan stomata daun tertinggi ditunjukkan oleh Varietas Lokal Wamena (Moai).

Respon pertama tanaman dalam menanggapi kondisi defisit air yang parah ialah dengan cara menutup stomata (Mahajan & Tuteja, 2010). Penutupan atau penyempitan stomata dilakukan untuk menghambat proses fotosintesis, hal ini berhubungan dengan proses transportasi air dalam tubuh tanaman dan menurunnya aliran karbondioksida pada daun (Zlatev & Lidon, 2012). Yohana, Sulistyaningsih, Dorly, dan Akmal (1994) menyatakan bahwa ukuran dan kerapatan stomata berkaitan dengan ketahanan terhadap kekeringan.

Dengan kata lain, kerapatan stomata suatu tanaman berhubungan dengan ketahanan tanaman terhadap kekeringan dan suhu rendah, demikian pernyataan Mc Cree dan Davis (1994). Hal ini didukung dengan hasil penelitian terhadap kondisi iklim di Kabupaten Jayawijaya (Tabel 1). Suhu rata-rata pada bulan pertanaman diketahui tergolong rendah, kelembaban yang cukup tinggi dengan lama penyinaran tergolong tinggi di bulan februari, dan rendah di bulan Maret atau jelang proses panen. Hal ini diduga berpengaruh terhadap karakter morfologi stomata daun tanaman. Hal ini didukung oleh pendapat Pugnaire dan Pardos (1999) yang menyatakan bahwa bentuk adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan antara lain dengan modifikasi daun yakni dengan mengurangi luas daun dan mengurangi ukuran stomata serta meningkatkan kerapatan stomata tanaman.

Selain cekaman kekeringan yang terjadi di Kabupaten Jayawijaya, juga terjadi cekaman suhu rendah dimana kondisi suhu rata-rata terlihat rendah pada bulan-bulan penanaman (Tabel 1). Hal ini berpotensi menghambat pengembangan pertanian di dataran tinggi terutama untuk padi dan tanaman lain yang sensitif. Masalah budidaya di dataran tinggi diantaranya perbedaan suhu malam dan siang yang terpaut jauh, dan seringnya terjadi penurunan suhu secara tiba-tiba. Cekaman suhu rendah pada padi sangat mempengaruhi produksi dan produktivitas padi terutama pada daerah tropis, subtropis dan daerah yang terletak di dataran

tinggi (Bai *et al.*, 2015). Informasi tentang cekaman suhu rendah diperlukan untuk mengantisipasi perubahan suhu yang terjadi pada daerah pertanian Indonesia terutama dataran tinggi. Selain cekaman suhu, hasil penelitian juga dipengaruhi oleh lama penyinaran matahari. Hal ini berpengaruh pada jumlah stomata yang terbentuk dan pada akhirnya berpengaruh terhadap produksi tanaman.

Leopold & Kriedemann (1975), menyatakan bahwa intensitas cahaya yang tinggi menyebabkan jumlah stomata lebih banyak tetapi dengan ukuran stomata lebih kecil. Sebaliknya intensitas cahaya yang rendah dapat menyebabkan proses fotosintesis yang berlangsung sangat lambat, disebabkan stomata yang menutup karena difusi CO₂ lambat, sehingga secara tidak langsung proses fotosintesis terganggu akibatnya hasil fotosintat berkurang dan pertumbuhan tanaman terhambat. Kemungkinan proses pembentukan dan pembelahan sel-sel calon stomata terhambat, sehingga jumlah stomata yang terbentuk lebih sedikit (Bowen, 1991).

Selain itu, Menurut Salisbury dan Ross (1992) cahaya matahari mempunyai peranan besar dalam proses fisiologi tumbuhan seperti fotosintesis, respirasi, pertumbuhan dan perkembangan, menutup dan membukanya stomata, perkecambahan tanaman, dan metabolisme tanaman hijau. Cahaya matahari mempengaruhi fisiologis tumbuhan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Pengaruh cahaya matahari secara langsung terhadap tumbuhan misalnya pada proses fotosintesis karena cahaya matahari berperan secara langsung dalam proses fotosintesis. Pengaruh tidak langsung misalnya pada proses pertumbuhan dan perkembangan, sebab cahaya tidak dimanfaatkan langsung tetapi zat makanan yang dihasilkan pada fotosintesis dibutuhkan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan. Hasil penelitian terhadap karakter morfologi stomata pada fase generative di tiga zona agroekosistem juga menunjukkan respon yang berbeda-beda.

Hasil penelitian terhadap karakter morfologi stomata daun tanaman padi gogo juga diamati pada fase generative tanaman. Hal ini bertujuan untuk melihat dan membandingkan respon stomata tanaman di tiga zona agroekosistem terpilih (Table 3).

Tabel 3. Morfologi Stomata Tanaman Padi pada Fase Generatif
(12 MST)

No	Zona Agroekosistem (mdpl)	Perlakuan	Panjang Stomata (μm)	Lebar Stomata (μm)	Kerapatan Stomata ($/\text{mm}^2$)
1	Distrik Walelagama (1882) (Zona 1)	Inpago Unsoed 1	14.49 a	3.75 a	65.271 b
		Inpago Unsoed Parimas	10.79 b	3.74 a	84.145 ab
		Inpago Inpari 28	12,29 ab	2.26 a	56.621 c
		Inpago 9	10.65 b	2.73 a	89.257 a
		Lokal Wamena (Moai)	14.29 a	3.30 a	64.091 b
		Rerata	12.50	2.98	71.87
		F	*	tn	**
2	Distrik Kurulu (2145) (Zona 2)	Inpago Unsoed 1	11.92 b	2.29 c	219.800 a
		Inpago Unsoed Parimas	11.05 b	2.99 bc	221.373 a
		Inpago Inpari 28	15.34 a	3.11 b	163.179 b
		Inpago 9	13.31 ab	3.63 ab	147.464 b
		Lokal Wamena (Moai)	15.31 a	4.44 a	147.058 b
		Rerata	13.39	3.43	79.77
		F	*	**	*
3	Distrik Sogokmo (2653) (Zona 3)	Inpago Unsoed 1	15.24 a	3.14 b	177.334 b
		Inpago Unsoed Parimas	11.88 b	2.36 c	274.062 a
		Inpago Inpari 28	12.04 b	3.33 b	208.414 b
		Inpago 9	12.51 b	3.37 b	204.465 b
		Lokal Wamena (Moai)	8.95 c	4.75 a	265.018 a
		Rerata	10.12	2.76	225.86
		F	*	*	*

Keterangan: Angka pada kolom yang sama dan diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata antara perlakuan dengan varietas yang diuji coba (tn); **: menunjukkan pengaruh sangat nyata; *: Menunjukkan pengaruh nyata.

Terlihat pada ketiga zona agroekosistem menunjukkan pengaruh nyata untuk pengamatan panjang stomata, dimana pada Distrik Walelagama (Zona 1) dan Distrik Sogokmo (Zona 3) varietas Inpago Unsoed 1 menunjukkan pengaruh nyata panjang stomata yang dihasilkan yakni sebesar 14,49 μm dan 15,24 μm , yang berbeda nyata dengan varietas Lokal Wamena (Moai). Kemudian pada Distrik Kurulu (Zona 2) hasil penelitian menunjukkan varietas Inpari 28 menunjukkan stomata terpanjang (15,34 μm) namun tidak berbeda nyata dengan varietas Lokal Wamena (15,31 μm).

Selanjutnya parameter lebar stomata juga menunjukkan respon yang berbeda dengan saat fase vegetative tanaman di tiap zona agroekosistem yang diamati. Hasil penelitian pada fase generative di Distrik Walelagama (Zona 1) menunjukkan tidak adanya pengaruh nyata pada hasil penelitian yang diamati. Sedangkan pada Distrik Kurulu (Zona 2) dan Distrik Sogokmo (Zona 3) menunjukkan adanya pengaruh nyata yang ditunjukkan oleh varietas Lokal Wamena (4,44 μm dan 4,75 μm). Kemudian pada parameter kerapatan stomata di masing-masing zona agroekosistem juga menunjukkan adanya pengaruh nyata. Dimana, pada distrik Waleagama (Zona 1), hasil penelitian menunjukkan varietas Inpago 9 menunjukkan tingkat kerapatan stomata tertinggi (89,257/ mm^2) dan berpengaruh nyata terhadap varietas Inpari 28. Sedangkan pada Distrik Kurulu (Zona 2) dan Distrik Sogokmo

(Zona 3), varietas Inpago Unsoed Parimas menunjukkan kerapatan stomata tertinggi ($21,337/\text{mm}^2$ dan $274,062/\text{mm}^2$) dan berbeda nyata terhadap varietas Lokal Wamena (Moai) di Distrik Kurulu dan varietas Inpago Unsed 1 di Distrik Sogokmo.

Hasil penelitian tersebut diduga merupakan efek dari cekaman lingkungan yang ditiap zona agroekosistem, dimana tanaman tersebut meningkatkan ketahanan diri untuk proses fisiologisnya dan hasil yang dicapainya nanti. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Sulistyaningsih *et al.* (1994) bahwa ukuran dan kerapatan stomata berkaitan dengan ketahanan terhadap cekaman air. Selain itu, diduga dipengaruhi oleh iklim setempat (Suhu, kelembaban dan lama penyinaran). Cekaman suhu rendah selama fase generatif/reproduksi menyebabkan kelainan struktural dan fungsional pada organ reproduksi, kegagalan fertilisasi atau aborsi dini biji atau buah, sehingga berakibat penurunan hasil.

Kendala utama dalam budidaya pada lahan kering adalah ketersediaan air yang sangat sedikit serta fluktuasi kadar air tanah yang besar. Hal ini menyebabkan seluruh proses metabolisme tanaman akan terhambat. Apalagi suhu setempat tergolong rendah yang berpengaruh pada proses vegetatif dan generatif tanaman padi yang diuji coba. Upaya pengembangan padi gogo akan dihadapkan pada ketersediaan air yang rendah (Noor, 1996). Setiap tanaman, termasuk padi membutuhkan air untuk melaksanakan siklus hidupnya. Kebutuhan padi akan

ketersediaan air dalam melakukan proses pertumbuhan berbeda-beda, diantara faktor yang berpengaruh adalah faktor internal tanaman disamping faktor lingkungan sebagai faktor luar (Santoso, 2008). Karena adanya kebutuhan air yang tinggi dan pentingnya air, tumbuhan memerlukan sumber air yang tetap untuk tumbuh dan berkembang. Setiap kali air menjadi terbatas, pertumbuhan berkurang dan berkurang pula hasil panen tanaman budidaya (Gardner *et al.* 1991).

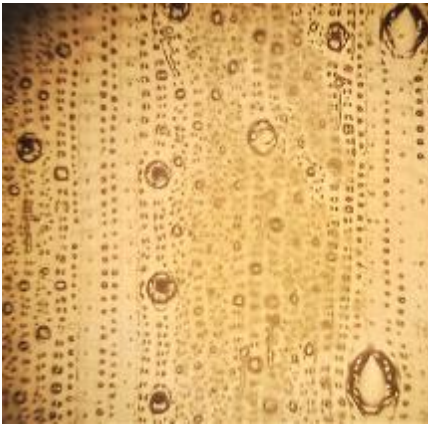
Kekurangan air diketahui mengganggu aktivitas fisiologis maupun morfologis tanaman, sehingga mengakibatkan terhentinya pertumbuhan. Terutama bila didukung oleh kondisi suhu udara pada masing-masing zona Agroekosistem. Defisiensi air yang terus menerus akan menyebabkan perubahan irreversibel (tidak dapat balik) dan pada gilirannya tanaman akan mati. Selanjutnya, suhu merupakan faktor lingkungan yang berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Cekaman/stress suhu yang tidak mampu di tolerir tanaman melalui mekanisme adaptasi akan berdampak pada kerusakan dan kematian tanaman. Suhu rendah merupakan salah satu faktor utama yang membatasi potensi hasil pada tanaman. Tingkat kerusakan dan efek yang berhubungan dengan suhu rendah bervariasi tergantung pada jenis tanaman, tahap perkembangan tanaman, laju perubahan temperatur, lama pemaparan, radiasi dan hara (Mildaerizanti & Pangestu, 2016).

Kemudian tanaman yang memiliki fase pertumbuhan vegetatif yang lebih lama seperti karakter morfologi stomata yang ditunjukkan pada Tabel 2, yang diketahui cekaman kekeringan terjadi pada fase vegetatif dan berakhir sebelum atau jauh mendekati fase generatif, akan berpengaruh pada kemunduran waktu berbunga yang lebih pendek dibandingkan dengan tanaman yang fase vegetatifnya lebih pendek dan cekaman dihentikan pada saat tanaman itu akan memasuki fase generatif. Hal ini dikarenakan tanaman padi gogo tergolong tanaman yang disebut *determinant*, yaitu tanaman yang akan menghentikan pertumbuhan vegetatif apabila sudah memasuki fase generatif.

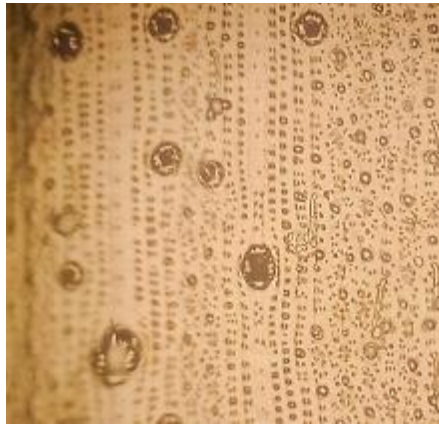
Tanaman yang mengalami cekaman dan belum berbunga pada saat yang seharusnya sudah memasuki umur generatif, itu dikarenakan tanaman tersebut sedang menyempurnakan pertumbuhan vegetatifnya atau tanaman tersebut menunda fase generatifnya karena pertumbuhan vegetatifnya belum sempurna. Hal ini ditemui pada varietas Lokal Wamena pada umumnya, yang memiliki siklus hidup yang tergolong panjang. Selain itu diketahui bahwa karakter stomata menentukan tingkat adaptasi tanaman terhadap lingkungan kering dan kerapatan stomata yang rendah merupakan potensi untuk meningkatkan ketahanan terhadap defisit air. Tanaman yang memiliki kerapatan stomata tinggi diketahui akan berkurang ukuran panjang dan lebar stomatanya. Jelas terlihat pada Tabel 2 dan 3, bahwa varietas Inpago Unsoed Parimas

memiliki tingkat kerapatan yang tinggi kedua zona agroekosistem dan memiliki panjang dan lebar stomata yang tergolong kecil.

Pendekatan anatomi stomata tanaman ini penting dilakukan guna mendukung pendekatan fisiologi maupun morfologi dalam menentukan varietas yang peka maupun yang mampu beradaptasi pada kondisi cekaman kekeringan atau pada kondisi lahan yang tergolong sub-optimal. Dari hasil penelitian ini membuktikan bahwa tanaman yang menghasilkan kerapatan stomata tinggi merupakan tanaman yang tahan terhadap kekeringan (gambar 1., 2., dan 3.



Gambar 1. Anatomi Stomata
Inpago Unsoed Parimas



Gambar 2. Anatomi Stomata
Inpago 9



Gambar 3. Anatomi Stomata Moai

Menurut Haruningtyas (2011), indeks stomata atau kerapatan stomata yang lebih tinggi pada kondisi tercekam menyebabkan tanaman mudah layu karena laju transpirasi yang meningkat akibat jumlah stomata yang bertambah. Selain itu, berdasarkan penelitian Lestari (2006), terhadap hubungan antara kerapatan stomata dengan ketahanan kekeringan pada varietas Gajahmungkur, Towuti, dan IR46 bahwa Indeks stomata yang lebih rendah dianggap lebih tahan terhadap kekeringan, karena dapat mengurangi laju transpirasi. Hal serupa juga dijelaskan oleh Lilis, dkk (2016) bahwa indeks stomata yang tinggi tidak tahan terhadap kekeringan karena memiliki laju transpirasi yang lebih tinggi dari indeks stomata yang rendah. Untuk mengatasi kurangnya produksi tanaman pangan seperti padi pada kondisi cekaman kekeringan, maka di perlukan varietas yang lebih bisa bertahan pada kondisi kadar air rendah.

Padi gogo merupakan salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan pangan di Indonesia. Disamping itu padi gogo mempunyai manfaat dalam pengembangan lahan kering dan pengembangan pola tanam pada lahan-lahan kritis. Dibandingkan padi sawah perkembangan dan produksi padi gogo lebih rendah. Sama seperti pertanaman padi sawah, padi gogo juga banyak gangguan biotik dan abiotiknya. Gangguan abiotik untuk padi gogo lebih menonjol seperti kekurangan air dan tingkat ketersediaan hara dan fisik tanah yang kurang menunjang. Pola sebaran curah hujan perlu dicermati benar dan pemilihan varietas umur pendek juga harus dipertimbangkan terutama untuk daerah yang memiliki bulan basah berurutan yang pendek. Padi Gogo memerlukan bulan basah (min. 200 mm) berurutan minimal 4 bulan (Supriyanto, 2013).

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas yang tahan terhadap kondisi lingkungan di Kabupaten Jayawijaya adalah varietas Inpari 28 pada Distrik Walelagama (Zona 1), Lokal Wamena (Moai) di Distrik Kurulu (Zona 2) dan Inpago Unsoed 1 di Distrik Sogokmo (Zona 3). Hal ini disebabkan karena tingginya tingkat kerapatan stomata atau indeks stomata menunjukkan bahwa tanaman tersebut tidak tahan pada kondisi cekaman air atau kondisi lahan sub-optimal seperti, varietas Inpago Unsoed Parimas

yang memiliki tingkat kerapatan stomata lebih tinggi pada fase vegetative di Distrik Walelagama (Zona 1) dan Distrik Kurulu (Zona 2) dan juga pada fase generative di Distrik Kurulu (Zona 2) dan Distrik Sogokmo (Zona 3), kemudian Varietas Lokal Wamena yang memiliki tingkat kerapatan stomata lebih tinggi pada fase vegetative di Distrik Sogokmo (Zona 3), dan menjadi yang paling rendah kerapatannya saat memasuki fase generatif. Kemudian, varietas Inpago 9 fase generative yang memiliki tingkat kerapatan stomata lebih tinggi pada fase vegetative di Distrik Walelagama (Zona 1).

5. Acknowledgement

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat atas dukungan finansial dalam pelaksanaan penelitian ini, dengan nomor kontrak : 07/K14/AK/KontrakPenelitian/2018.

6. Referensi

- Bai, B., J. Wu, WT. Sheng, B. Zhou, LJ Zhou, W. Zhuang, DP. Yao, and QY. Deng. Comparative Analysis of Anther Transcriptome Profiles of Two Different Rice Male Sterile Lines Genotypes under Cold Stress. *Int. J. Mol. Sci.* 2015, 16, 11398-11416; doi:10.3390/ijms160511398.
- Bowen G. 1991. Soil Temperature, Root Growth and Plant Function. Marcel Dekker. Inc. New York.

- Camargo M & Marengo R. 2011. Density, Size and Distribution of Stomata in 35 Rainforest Tree Species in Central Amazonia. *Journal Acta Amazoniza*, 41 (2): 205-212.
- Campbell NA, Reece JB, Mitchell LG (2003) *Biologi*. Jilid ke-dua. Edisi ke-lima. Erlangga, Jakarta
- Davatgar, N., M. R Neishabouri., A. R Sepaskhah., A. Soltani. 2009. Physiological and morphological responses of rice (*Oryza sativa* L.) to varying water stress management strategies. *International Journal of Plant Production*. Vol 3 (4).
- Flexas, J. and Medrano, H. 2002. Drought Inhibition of Photosynthesis in C3 Plants: Stomatal and Non-Stomatal Limitations Revisited. *Annals of botany*, 89(2): 183-189.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce dan R. L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Penerjemah: H. Susilo. Universitas Indonesia Press. Jakarta. Hal.112-113.
- Haruningtyas, N. 2011. *Respon Pertumbuhan dan Anatomi Jaringan Daun Pada Asytasia gangetica, Impatiens balsamina, dan Mirabilis jalapa Akibat Polusi Udara*. Skripsi. Bogor: Departemen Biologi FMIPA IPB.
- Haryani S. 2010. Jumlah dan distribusi stomata pada daun beberapa spesies tanaman dikotil dan monokotil. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, XVIII (2).

- Hendrati, R.L., Diah, R., Asri, CP. 2016. Respon Kekeringan Terhadap Pertumbuhan, Kadar Prolin, dan Anatomi Akar *Acacia auriculiformis* Cunn., *Tectona grandis* L., *Alstonia spectabilis* Br., dan *Cedrela odorata* L. Jurnal Balithu Makassar. Vol (5) 2
- Hidayat, E. B. 1995. Anatomi Tumbuhan Berbiji. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Izza F & Ainun N Laily. 2015. Karakteristik stomata tempuyung dan hubungannya dengan transpirasi tanaman. Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Lakna L. 2017. Difference between stoma and stomata. Artikel Online. On line at <http://pediaa.com> [diakses 31 Agustus 2020].
- Leopold, A. G. dan Kriedemann, P. E. 1975. Plant Growth and Development. Second Edition. McGraw-Hill Book Company. New York. USA. 545p.
- Lestari E.G. 2006. Hubungan antara Kerapatan Stomata dengan Ketahanan Kekeringan pada Somaklon Padi Gajahmungkur, Towuti, dan IR 64. Jurnal Biodiversitas ISSN: 1412-033X Volume 7, Nomor 1 Januari Halaman: 44-48 Bogor.

- Lestari, E.G dan I. Mariska, 2006. Identifikasi Somaklon Padi Gajahmungkur, Towuti dan IR64 Tahan Kekeringan Menggunakan Polyethylene Glycol. Buletin Agroteknologi.34(2): 71 – 78.
- Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Volume II. Water, Radiation, Salt, and Other Stresses. Academic Press. Inc. New York. 607 p.
- Lilis, N.P., Enny, A., Sukka, S. 2016. Penentuan Keragaman Karakter Tanaman Manggis Melalui Identifikasi Morfologis dan Anatomi Daun Tanaman Manggis (*Gracinia mangostana* L.) di Kabupaten Morowali Utara. Jurnal Agrotekbis. Palu: Fakultas Pertanian Universitas Tadulako. 4(3).
- Mc Cree, K.J. and S.D. Davis. 1994. Effect of water stress and temperature on leaf and on size and number of epidermal cells in grain sorghum. Crop Science 14: 751-705.
- Mahajan, S., & Tuteja, N. 2010. Cold, Salinity, and Drought Stress. Plant Stress Biology: From Genomics to Systems Biology, 444, 137–159.
<https://doi.org/10.1016/j.abb.2005.10.018>.
- Mildaerizanti dan Pangestu, R. 2016. Pengaruh Cekaman Suhu Rendah Terhadap Tanaman. Prosiding Seminar Nasional Membangun Pertanian Modern dan Inovatif Berkelanjutan dalam Rangka Mendukung MEA. Kementerian Pertanian:

185-193p.

<http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/6869>.

- Mostajeran, A. and V.R. Eichi. 2009. Effects of drought stress on growth and yields of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars and accumulation of proline and soluble sugars in sheath and blades of their different ages leaves. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 5(2):264272.
- Noor, M. 1996. Padi Lahan Marjinal. Penebar Swadaya. Jakarta. 15 hal.
- Pugnaire, F.I, L. Serrano, J. Pardos. 1999. Constrains by Water Stress on Plant Growth In M. Pessarakli (Ed.). *Handbook of plant and crop stress*. 2nd Edition. Marcell Dekker. New York.
- Salisbury, F. B. dan C. W. Ross. 1992. *Fisiologi Tumbuhan*. Penerbit ITB. Bandung
- Sinay, H. 2015. Pengaruh Perlakuan Cekaman Kekeringan Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Prolin Pada Fase Vegetatif Beberapa Kultivar Jagung Lokal dari Pulau Kisar Maluku di Rumah Kaca. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*. FKIP UNM.
- Santoso, 2008. *Kajian Morfologis dan Fisiologis Beberapa Varietas Padi Gogo (Oryza Sativa L.) Terhadap Cekaman Kekeringan*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

- Subantoro, R. 2014. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Respon Fisiologis Perkecambahan Benih Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). Jurnal Mediagro. Semarang. Vol 10 (2).
- Suhaimi S. 2017. Pengaruh kadar timbal (Pb) terhadap kerapatan stomata dan kandungan klorofil pada glodokan (*Polyalthia Longifolia* Sonn) sebagai peneduh Kota Di Langsa. Journal of Islamic Science and Technology, 3 (1).
- Sulistyaningsih, Y. C., Dorli dan H. Akmal. 1994. Studi Anatomi Daun *Saccharum* spp. sebagai Induk dalam Pemuliaan Tebu. Hayati. Vol. 1. No. 2.
- Sulistiyono E., Suwarno, Ikandar, L., Deni, S. 2012. Pengaruh Frekuensi Irigasi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Lima Galur Padi Sawah. Jurnal Agrovigor, 5(1): 1-8.
- Supritanto, B. 2013. Influences of water stress to growth and yields of Jambu local up land rice (*Oryza sativa* Linn). Jurnal AGRIFOR 12(1): 77-82.
- Yohana, C., Sulistyaningsih, Dorly, & Akmal, H. 1994. Studi Anatomi Daun *Saccharum* spp sebagai Induk dalam Pemuliaan Tebu. Hayati, 1(2), 32–36. Retrieved from <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/25297>
- Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. Internasional Rice Research Institute. Los Banos. Philipine.

- Wu, G. Hui Liu, Lei Hua, Qi Luo, Yixue Lin, Pengcheng He, Shiwei Feng, Juxiu Liu, & Qing Ye. 2018. Differential responses of stomata and photosynthesis to elevated temperature in two co-occurring subtropical forest tree Species. *Front Plant Sci*, 9 (467). doi: 10.3389/fpls.2018.00467.
- Zlatev, Z., & Lidon, F. C. (2012). An overview on drought induced changes in plant growth, water relations and photosynthesis. *Emir. J. Food Agric.*, 24(1), 57–72.