

Respon Kerapatan Stomata dan Kandungan Klorofil Padi (*Oryza sativa* L.) Mutan terhadap Toleransi Kekeringan

*Response of Stomata Density and Chlorophyll Content Rice (*Oryza sativa* L.) Mutants to Drought Tolerance*

H. Dama^{1*}, S. I. Aisyah², Sudarsono², A. K. Dewi³

¹ Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
Jl. Meranti, Babakan, Kec. Dramaga, Bogor, Jawa Barat 16680, Indonesia

² Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jl. Meranti, Babakan, Kec. Dramaga, Bogor, Jawa Barat 16680, Indonesia

³ Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta 12440, Indonesia

* E-mail : hasnadama93@gmail.com

ABSTRAK

Perakitan varietas padi toleran cekaman kekeringan dengan teknik pemuliaan mutasi mampu meningkatkan keragaman genetik tanaman sehingga memberi peluang untuk mendapatkan genotipe mutan yang toleran dengan mengetahui respon kerapatan stomata dan klorofil daun pada suatu tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk melihat hubungan antara kerapatan stomata dan kandungan klorofil dengan ketahanan terhadap kekeringan pada genotipe padi mutan. Sampel menggunakan salah satu genotipe, daun yang digunakan adalah daun kedua dari daun bendera, perhitungan jumlah stomata dilakukan pada luas bidang pandang 40x dengan perhitungan jumlah stomata dibagi dengan satuan luas bidang pandang dan untuk klorofil daun diamati menggunakan klorofil meter (SPAD). Hasil penelitian menunjukkan bahwa genotipe padi mutan menunjukkan ketahanan terhadap cekaman kekeringan dengan respon kerapatan stomata paling tinggi dan skor penggulungan daun terkecil.

Kata kunci: kekeringan, klorofil, radiasi, stomata

ABSTRACT

The assembling drought tolerant rice varieties with mutation breeding techniques is able to increase plant genetic diversity so as to provide an opportunity to obtain mutant genotypes by knowing the response of leaf stomata and chlorophyll density in a plant. The purpose of this study is to look at the relationship between stomata density and chlorophyll content with resistance to drought in mutant rice genotypes. The sample used one genotype, the leaf used was the second leaf from the flag leaf. The calculation of the number of stomata was carried out at 40x the field of view by calculating the number of stomata divided by the unit of field of view and for chlorophyll the leaves were observed using a chlorophyll meter (SPAD). The results showed that mutant rice genotypes showed resistance to drought with the highest stomata density response and the smallest leaf winding score.

Keywords: drought, chlorophyll, radiation, stomata

PENDAHULUAN

Beras merupakan makanan pokok penduduk di Indonesia. Peningkatan produktivitas tanaman padi merupakan bagian dari upaya untuk peningkatan produksi pertanian khususnya tanaman pangan. Ketersediaan tanaman padi sebagai salah satu tanaman pangan yang mengalami penurunan pada tahun 2016-2018 BPS mencatat tahun 2016 (53,97 ku/ha dan 33,07

ku/ha), 2017 (53,15 ku/ha dan 32,72 ku/ha) dan 2018 (53,54 ku/ha dan 32,81 ku/ha) [1], oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan pangan penduduk Indonesia maka produksi beras nasional perlu ditingkatkan [2]. Selama ini budidaya tanaman padi hanya difokuskan pada lahan sawah atau lahan yang digenangi air, sedangkan optimalisasi lahan kering belum dilakukan, sedangkan potensi lahan kering di Indonesia

sangat luas sehingga dapat dimanfaatkan untuk budidaya tanaman padi, sehingga luas areal tanaman padi akan bertambah dan produksi padi secara nasional akan semakin meningkat [3]. Ketersediaan air merupakan kendala utama untuk mengembangkan padi lahan kering, karena tanaman padi membutuhkan air yang cukup tersedia selama fase pertumbuhannya.

Menurut Kadir [4] tanaman padi dapat tumbuh dan berkembang baik pada lingkungan yang ekstrim seperti kekeringan, melalui proses evolusi atau mutasi buatan. Proses ini terjadi dengan cara perubahan konstitusi genetik sebagai upaya adaptasi tanaman terhadap lingkungannya. Mutasi induksi dengan sinar gamma mampu. Semakin besar dosis iradiasi maka semakin besar pengaruh perubahan genetik yang mempengaruhi adaptasi secara morfologi dan fisiologis pada tanaman yang diiradiasi [5].

Mekanisme toleransi pada tanaman sebagai respon adanya cekaman kekeringan meliputi (i) kemampuan tanaman tetap tumbuh pada kondisi kekurangan air yaitu dengan menurunkan luas daun dan memperpendek siklus tumbuh, (ii) kemampuan akar untuk menyerap air di lapisan tanah paling dalam, (iii) kemampuan untuk melindungi meristem akar dari kekeringan dengan meningkatkan akumulasi senyawa tertentu seperti glisin, betain, gula alkohol atau prolin untuk *osmotic adjustment* dan (iv) mengoptimalkan peranan stomata untuk mencegah hilangnya air melalui daun [6].

Stomata merupakan organ penting dalam proses fotosintesis dan juga transpirasi pada tanaman. Stomata berfungsi sebagai tempat pertukaran CO₂ di daun untuk proses fotosintesis dan sebagai tempat penguapan air dalam proses transpirasi [7]. Apabila terjadi proses pertukaran CO₂ mengalami penurunan konsentrasi, maka dengan sendirinya proses fotosintesis CO₂ di daun juga mengalami penurunan [8]. Selain stomata, kandungan klorofil juga merupakan salah satu bagian penting pada proses fotosintesis dalam sel tanaman yang berfungsi menyerap cahaya untuk menghasilkan energi. Kehilangan kandungan klorofil pada tanaman mengakibatkan tanaman menjadi kerdil, mengakibatkan daun-daun gugur dan akhirnya mati [9].

Tujuan penelitian adalah untuk melihat respon kerapatan stomata dan kandungan klorofil pada padi genotipe mutan terhadap cekaman kekeringan Hasil penelitian diharapkan dapat

memberikan informasi kriteria seleksi ketahanan tanaman padi terhadap kekeringan.

BAHAN DAN METODE

Pelaksanaan Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikroteknik, Departemen Agronomi dan Holtikultura, Fakultas Pertanian, IPB University dari tanggal 6 September - 15 Oktober 2019. Alat yang digunakan dalam penelitian ini \terdiri atas: mikroskop, meja objek, cat kuku bening, selotip, gunting dan mistar. Materi genetik yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas sampel daun tanaman padi berumur 120 hari yang masing-masing dari genotipe mutan (iradiasi varietas Towuti dosis 300 Gy), varietas Towuti (kontrol induk), genotipe 8375 (cek tahan), varietas IR20 dan IR64 sebagai (cek rentan) yang di tanam pada kondisi kekeringan .

Pengukuran stomata dilakukan satu kali, Setiap varietas diwakili oleh satu tanaman sampel. Daun yang digunakan adalah daun kedua dari daun bendera. Permukaan daun dibersihkan dari pasir atau tanah kemudian diolesi dengan cat kuku seluas 1 cm pada permukaan bawah daun di bagian ujung, tengah dan pangkal. Setelah cat mengering dipasang selotip menutupi lapisan cat. Selotip dilepaskan sehingga cat kuku ikut terkelupas. Selotip tersebut kemudian ditempelkan di atas gelas benda. Permukaan daun dan stomata akan terekam pada lapisan cat kuku seperti cetakan. Hasil cetakan stomata diamati menggunakan mikroskop. Perhitungan jumlah stomata dilakukan pada luas bidang pandang 40x. Berikut rumus penghitungan kerapatan stomata [10].

$$\text{Kerapatan stomata} = \frac{\text{jumlah stomata}}{\text{Satuan luas bidang pandang}}$$

Data pengamatan karakter daun yang diperoleh dari lapang dianalisis dengan menggunakan uji F untuk melihat pengaruh beda nyata antara cekaman kekeringan terhadap karakter tanaman, apabila terdapat beda nyata maka akan dilanjutkan dengan menggunakan uji beda nyata terkecil (BNT 0,05) menggunakan program aplikasi SPSS versi 22.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan daun dan kriteria ketahanan terhadap cekaman kekeringan, menunjukkan bahwa kandungan klorofil daun tertinggi terdapat pada genotipe 8375 yang berbeda nyata dengan

tiga varietas pembanding Towuti lainnya yaitu, IR64 dan IR20, namun tidak berbeda nyata dengan genotipe mutan (Tabel 1). Semakin banyak kandungan klorofil yang terdapat pada suatu tanaman, maka laju fotosintesis juga semakin meningkat. Karakter fisiologi seperti kandungan klorofil perlu dipelajari sebagai suatu informasi terhadap pengaruh kekurangan air pada proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, karena parameter kandungan klorofil berkaitan erat dengan laju fotosintesis [11]. Penurunan kandungan klorofil pada varietas pembanding Towuti, IR64 dan IR20 diduga karena varietas tersebut rentan terhadap cekaman kekeringan selain itu, varietas IR20 dan IR64 adalah jenis padi sawah irigasi yang menyebabkan varietas tersebut sulit untuk melakukan proses fotosintesis pada saat kondisi cekaman kekeringan, sehingga menghasilkan kandungan klorofil yang rendah.

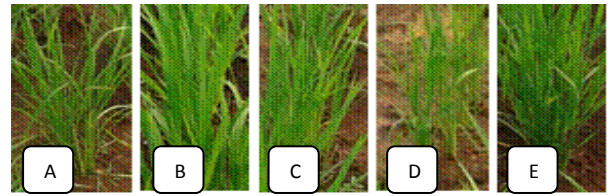
Tabel 1. Parameter pengamatan klorofil daun dan kriteria ketahanan terhadap cekaman kekeringan

Varietas	Klorofil Daun	Skor PGD	Skor SPD
Genotipe mutan	36,14ab	3,43b	3,66
Towuti	35,58b	4,48a	3,68
8375	37,21a	5,06a	3,21
IR64	35,71b	4,30ab	3,76
IR20	35,51b	4,16ab	3,51

Keterangan : PGD=Penggulungan daun, SPD=Skala pengeringan daun

Menurut Faroog [12], cekaman kekeringan pada beberapa spesies tanaman dapat menyebabkan perubahan penurunan kandungan klorofil yang bervariasi antar varietas, dimana tanaman memiliki mekanisme pertahanan yang berbeda-beda terhadap cekaman kekeringan salah satunya adalah dengan metode lolos dari kekeringan (*drought escape* atau *escaping*) [13]. Pada penelitian ini skor penggulungan daun memiliki korelasi positif dengan kandungan klorofil daun, dimana genotipe mutan memiliki skor terendah dengan kategori agak toleran yang menunjukkan gejala daun menggulung (bentuk V dalam), sedangkan tanaman induk dan kontrol lainnya berada pada kategori agak peka dengan gejala daun melengkung (melengkung bentuk U). Semakin kecil skor penggulungan daun maka

semakin toleran tanaman terhadap cekaman kekeringan [14].



Gambar 1. Keragaan tanaman dilapangan (A) Genotipe mutan (B) Towuti (C) 8375 (D) IR64 (E) IR20

Respon tanaman peka dan toleran akan menunjukkan kerapatan stomata yang berbeda, tanaman peka akan menunjukkan respon kerapatan stomata yang semakin menurun ketika kapasitas lapang menurun sedangkan tanaman toleran akan menunjukkan kerapatan stomata yang semakin meningkat apabila kapasitas lapang menurun.

Kerapatan stomata pada suatu tanaman berhubungan erat dengan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan, sedangkan ukuran stomata dan kerapatan stomata berkaitan dengan ketahanan terhadap cekaman air [15]. Menurut Rofiah kerapatan stomata diklasifikasikan menjadi kerapatan rendah ($<300/\text{mm}^2$), kerapatan sedang ($300\text{--}500/\text{mm}^2$) dan kerapatan tinggi ($>500/\text{mm}^2$) [16]. Berdasarkan Tabel 1. Kerapatan stomata pada genotipe tergolong pada kategori tinggi sebesar $642,85 \text{ mm}^2$ jika dibandingkan dengan tanaman induk dan varietas kontrol lainnya. Varietas IR20 memiliki kerapatan stomata dengan kategori sedang sebesar $357,14 \text{ mm}^2$. Rendahnya tingkat kerapatan stomata pada IR20 karena varietas tersebut termasuk dalam sub golongan *Indica* yang tingkat transpirasinya rendah [17].

Tabel 2. Kerapatan dan ukuran stomata daun

Varietas	Kerapatan Stomata (mm^2)	Rerata Panjang (μm)	Rerata Lebar (μm)
Genotipe mutan	642,85	11,72	17,87
Towuti	617,34	12,71	19,87
8375	438,77	12,36	21,82
IR64	392,85	10,34	20,57
IR20	357,14	10,93	21,80

Radiasi menggunakan sinar gamma terbukti dapat menimbulkan variasi genetik, yang terlihat dari perubahan baik pada tingkat jaringan maupun pada tingkat sel. Tanaman yang tahan kekeringan

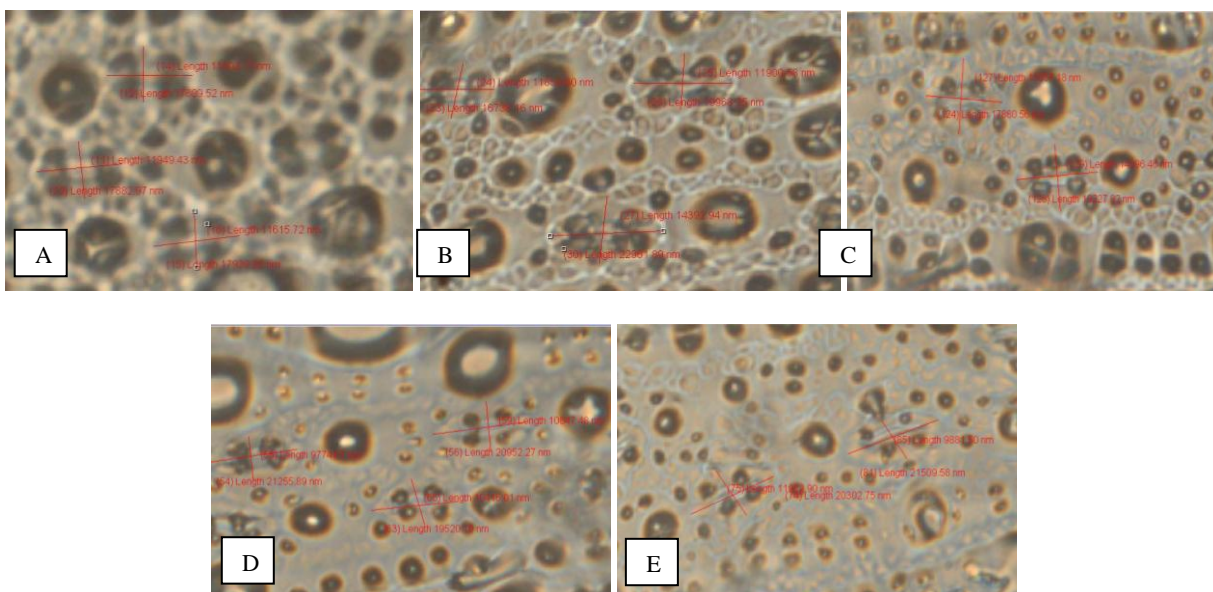
mengembangkan sejumlah strategi yang berhubungan dengan proses fisiologi. Mekanisme ketahanan kekeringan tersebut dibagi menjadi tiga kategori yaitu *escape*, *avoidan* dan *toleran*. Yang termasuk dalam *escape* meliputi perkembangan daun menjadi lebih sempit dan mempunyai lapisan kutikula tebal termasuk jumlah stomata pada epidermis bagian bawah, dan kemampuan stomata menutup dengan cepat [18].

Panjang dan lebar stomata berkaitan erat dengan ukuran porus stomata, semakin besar ukuran stomata maka porus stomata juga akan semakin besar. Hal ini mengakibatkan tingginya laju transpirasi karena air yang keluar lebih banyak sehingga akan meningkatkan serapan unsur hara dari dalam tanah. Unsur hara yang diserap akan digunakan untuk proses fotosintesis yang menyebabkan peningkatan laju fotosintesis yang akan berpengaruh pada meningkatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman [7].

Menurut Juairiyah [19], ukuran panjang stomata diklasifikasikan menjadi tiga: ukuran kurang panjang ($< 20 \mu\text{m}$), ukuran panjang ($20\text{--}25 \mu\text{m}$), dan ukuran sangat panjang ($> 25 \mu\text{m}$), sementara ukuran lebar juga dikelompokkan menjadi tiga, yaitu ukuran kurang lebar ($<19,42 \mu\text{m}$), ukuran lebar ($19,42\text{--}38,84 \mu\text{m}$), dan ukuran

sangat lebar ($>38,84 \mu\text{m}$). Hasil pengukuran panjang dan lebar stomata pada Tabel.2 menunjukkan bahwa panjang stomata untuk genotipe mutan dan varietas kontrol berada pada kategori kurang panjang ($< 20 \mu\text{m}$). Lebar stomata menunjukkan kontrol 8375, IR64 dan IR20 berada pada kategori lebar, genotipe mutan dan tanaman induknya Towuti berada pada kategori kurang lebar ($<19,42 \mu\text{m}$). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan radiasi tidak memberikan pengaruh terhadap ukuran stomata baik ukuran panjang maupun lebar stomata, namun memberikan pengaruh terhadap jumlah stomata.

Jumlah stomata yang lebih banyak terdapat pada genotipe mutan dibandingkan dengan kontrol induk dan cek lainnya. Hal tersebut sesuai dengan informasi dari Diskison [20], yang menyebutkan bahwa radiasi ionisasi dapat menyebabkan terjadinya perubahan anatomi diikuti oleh perubahan aktivitas fisiologi tanaman. Semakin banyak jumlah stomata, maka semakin rapat sebarannya di daun. Jumlah stomata dapat dipengaruhi oleh faktor eksternal, seperti cahaya. Semakin rendah intensitas cahaya, maka semakin sedikit jumlah stomata dari suatu tanaman [21].



Gambar 2. Kerapatan stomata padi. (A) Genotipe mutan (B) Towuti (C) 8375 (D) IR64 (E) IR20

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa genotipe padi

mutan memiliki karakteristik stomata dan klorofil yang berbeda dengan kontrol induknya. Kerapatan stomata, penggulungan daun dan kandungan klorofil genotipe mutan lebih baik. Dimana

karakter-karakter tersebut merupakan bagian mekanisme tanaman dalam merespon kondisi cekaman kekeringan agar mampu menyelesaikan siklus hidupnya selama fase kekeringan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi - Badan Tenaga Nuklir Nasional yang telah memfasilitasi terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. [BPS] Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jendral Tanaman Pangan. 2018. Produktivitas padi menurut provinsi 2014-2018. (Internet) diunduh pada 11 Desember 2019. Tersedia pada <https://www.pertanian.go.id/home/?shw = page&act=view&id=61>
- [2]. I. Khomawatie, "Ekspresi fenotipe padi transgenik pembawa gen CsNitr1-L terhadap variasi dosis pemupukan nitrogen", *Skripsi*, Institut Pertanian Bogor. Bogor (ID), 2010.
- [3]. M.Y. Samullah, Drajat, "Toleransi beberapa genotip padi gogo terhadap cekaman kekeringan", *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 20 (1): 1921, 2001.
- [4]. K. Abdul, "Respons genotipe padi mutan hasil iradiasi sinar gamma terhadap cekaman kekeringan", *J. Agrivigor* 10 (3): 235-246, 2011.
- [5]. R. Ratna, "Studi pengaruh iradiasi gamma terhadap timbulnya mutasi imbas pada kedelai", Hasil Penelitian 1981-1987. Jakarta, BATAN, 1988.
- [6]. H.T. Nguyen, R.C. Babu, A. Blum, "Breeding for drought resistance in rice physiology and molecular genetic considerative", *Crop Science* 37: 1426-1434, 1997.
- [7]. M.F. Putri, A.S. Widodo, S. Darmanti, "Pengaruh pupuk nanosilika terhadap jumlah stomata, kandungan klorofil dan pertumbuhan padi hitam (*Oryza sativa* L. cv. *japonica*)", *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 2 (1): 72-79, 2017.
- [8]. J. Flexas, H. Medrano, "Drought inhibition of photosynthesis in C-3 plants: stomatal nonstomatal limitation revisited", *Ann. Bot.* 89: 183-189, 2002.
- [9]. F. Suherman, "Pertumbuhan dan kandungan klorofil pada *Capsicum annum* L. dan *Licopersicon esculentum* yang terpapar pestisida", Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 2013.
- [10]. E.G. Lestari, "Seleksi *in vitro* untuk ketahanan terhadap kekeringan pada tanaman padi" [Disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, 2005.
- [11]. R. Li *et al.*, "Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerance in barley", *Agricultural Sciences in China* 5 (10) : 751-757, 2006.
- [12]. M. Farooq *et al.*, "Plant drought stress: Effect, mechanism and management", *Agron. Sustain. Dev.* 29: 185-212, 2009.
- [13]. A.A. Abdullah, M.H. Ammar, A. T. Badawi, "Screening rice genotypes for drought resistance in Egypt", *Journal of Plant Breeding and Crop Science* 2 (7): 205-215, 2010.
- [14]. R.H. Wening, S. Untung, "Skrining plasma nutfah padi terhadap cekaman kekeringan", *Widyariset* 17 (2): 193-204, 2014.
- [15]. Y.CV. Sulistyarningsih, Dorly, A. Hilda, "Studi anatomi daun *Saccharum* spp. sebagai induk dalam pemuliaan tebu", *Hayati* 1 (2): 32-35, 1994.
- [16]. A.I. Rofiah, "Kajian aspek anatomi daun beberapa varietas kedelai (*Glycine max* L.) pada kondisi cekaman kekeringan", *Skripsi*. Malang: Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim, 2010.

-
- [17]. E.G. Lestari, "Hubungan antara kerapatan stomata dengan ketahanan kekeringan pada somaklon padi Gajahmungkur, Towuti, dan IR64", *Jurnal Biodiversitas*, 7 (1): 44-48, 2006.
- [18]. B. Courtois, R. Lafitte, "Improving rice for drought-prone upland environments", In Ito-O'Toole, J. and B. Hardy (eds.) *Genetic Improvements*. Los Banos: *International Rice Research Institute*, 1999.
- [19]. L. Juairiah, "Studi karakteristik stomata beberapa jenis tanaman revegetasi di lahan pasca penambangan timah di Bangka", *Widyariset* 17 (2) : 213-218, 2014.
- [20]. W.C. Dickison, "Integrative plant anatomy", New York: John Wiley & Sons, 2000.
- [21]. A. Fahn, "Plant anatomy", Third Edition. Tjitrosoepomo S.S. Editor. *Anatomi Tumbuhan, Gajah Mada University Press*. Yogyakarta, 1991.