



# AGROSAINSTEK

## Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>

### Artikel Penelitian

## Karakterisasi Karakter Fisiologi Genotipe-Genotipe F<sub>2</sub> Padi Ketan dengan Kemampuan *Recovery* Setelah Infeksi Tungro

### *Characterization of Physiological Traits of F<sub>2</sub> Glutinous Rice Genotypes with Recovery Ability After Tungro Infection*

EMA KOMALASARI<sup>1,3</sup>, FITRI WIDIANTINI<sup>2</sup>, SANTIKA SARI<sup>2</sup>, NONO CARSONO<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Program Magister Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor 45363, Indonesia.

<sup>2</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor 45363 Indonesia

<sup>3</sup>Loka Penelitian Penyakit Tungro, Lanrang-Sidendeng Rappang 91651, Indonesia

Diterima: 14 Juli 2019/Disetujui: 26 Agustus 2019

#### ABSTRACT

*Tungro virus is one of the rice diseases which become one of limiting factors for rice production in Indonesia. The effective control can be done by using and rotation of resistant varieties. In order to develop tungro resistant varieties, hybridization has been conducted between susceptible (Ketonggo) and resistant variety (Utri Merah and ARC12596) i.e., Ketonggo x Utri Merah and Ketonggo x ARC12596. The main objective of the study was to characterize physiological response of recovery genotypes group when compared to resistant genotypes. The genetic materials were F<sub>2</sub> progenies of Ketonggo x Utri Merah and Ketonggo x ARC12596, each 230 genotypes. The experiment was conducted at BB Padi and Experimental Station of Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran. Virus transmission was done using forced-tube inoculation method and symptoms scoring based on a standard evaluation system for rice. Traits observed were chlorophyll content, number of stomatal conductance, and quantum photosynthetic efficiency. The comparison of those traits between genotypes with recovery ability with those of resistant genotypes, susceptible genotypes, resistant variety check, and susceptible variety check was evaluated. It is found that recovered genotypes from both crossings did not show significant differences with those of resistant genotypes or resistant check variety on the above traits observed. Genotypes group with recovery ability can be used to suppress the spread of tungro disease.*

**Keywords:** *Tungro; Symptoms scale; Recovery genotypes.*

#### ABSTRAK

*Penyakit pada padi, salah satunya tungro masih menjadi pembatas utama produksi padi di Indonesia. Pengendalian efektif dapat dilakukan melalui penggunaan dan pergiliran varietas tahan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui fisiologi genotipe-genotipe yang mengalami recovery setelah serangan tungro dibandingkan dengan genotipe-genotipe tahan. Penelitian dilakukan pada dua populasi generasi kedua persilangan Ketonggo x Utri Merah dan Ketonggo x ARC12596 masing-masing 230 genotipe di rumah kaca BB Padi dan Kebun percobaan Universitas Padjadjaran. Inokulasi virus pada tanaman dilakukan dengan menggunakan forced-tube inoculation dan skoring gejala berdasarkan sistem evaluasi standar untuk padi. Pengamatan kandungan klorofil, jumlah konduktansi stomata, dan kuantum efisiensi fotosintesis dilakukan dengan membandingkan antara grup genotipe recovery dengan grup genotipe tahan dan grup genotipe rentan, serta varietas cek tahan, dan varietas cek rentan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum genotipe-genotipe recovery dari persilangan Ketonggo x Utri Merah tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan dengan genotipe tahan maupun cek tahan pada pengamatan kandungan klorofil, konduktansi stomata, dan kuantum efisiensi fotosintesis. Hasil yang sama juga diperoleh untuk persilangan Ketonggo x ARC12596. Genotipe-genotipe yang mengalami recovery dari kedua persilangan memiliki morfologi dan fisiologi yang sama baiknya dengan genotipe tahan dan cek tahan sehingga dapat digunakan untuk menekan penyebaran penyakit tungro.*

**Kata kunci:** *Tungro; Skor gejala; Genotipe-genotipe recovery.*

\*Korespondensi Penulis.

E-mail : [n.carsono@unpad.ac.id](mailto:n.carsono@unpad.ac.id) (N. Carsono)

DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v3i2.67>

## 1. Pendahuluan

Padi merupakan komoditas pangan utama masyarakat Indonesia. Kebutuhan beras di Indonesia dipenuhi oleh dua kelas mutu beras yaitu kelas medium dan premium serta satu beras khusus. Beras khusus terdiri dari beras ketan, beras merah, beras hitam, dan beras dengan persyaratan khusus (Permentan, 2017). Konsumsi beras masyarakat Indonesia pada tahun 2016 mencapai 100,57 kg per kapita per tahun, meningkat sebesar 2,22% dibandingkan tahun sebelumnya yaitu sebesar 98,39 kg per kapita per tahun (Susanti & Waryanto, 2017). Produktivitas padi Indonesia tahun 2013 menempati peringkat ketiga dunia setelah India dan China yaitu mencapai 13,32 juta hektar atau penguasaan pangsa sebesar 8,23% (Nuryati *et al.*, 2015)

Salah satu penyakit penting tanaman padi di Indonesia adalah tungro, yang disebabkan oleh interaksi kompleks disebabkan oleh dua jenis virus, yaitu *Rice Tungro Bacilliform Virus* (RTBV) dan *Rice Tungro Spherical Virus* (RTSV) (Hibino *et al.* 1978). Penularan tungro terjadi melalui vektor wereng hijau (*Nephotettix virescens*) secara semi persisten atau tanpa multiplikasi virus dalam vektornya (Hibino, 1996; Hull *et al.*, 1996). Tanaman yang terinfeksi hanya oleh RTBV saja memperlihatkan gejala agak kerdil dan menguning, dan jika hanya terinfeksi oleh RTSV saja memperlihatkan gejala kerdil tapi daun tidak bergejala. Gejala semakin jelas saat kedua virus menginfeksi tanaman secara bersama (Hibino *et al.*, 1996).

Beberapa tanaman sakit akibat tungro memiliki kemampuan bertahan hidup dan memperbaiki diri. Pemberian nutrisi tanaman dapat menurunkan keparahan gejala (Umar & Wahyuni, 2013). Menurut Singh *et al.* (2015), gejala-gejala warna daun dari kuning ke orange dan klorosis pada tanaman kultivar tahan, tertutupi saat tanaman mencapai pertumbuhan vegetatif. Hilangnya gejala dan tanaman kembali normal setelah terkena serangan tungro pada beberapa tanaman merupakan kemampuan pulih atau *recovery* pada tanaman.

Pengendalian penyakit tungro efektif dilakukan dengan pengaturan lingkungan. Menurut Praptana *et al.* (2013), penggunaan dan pergiliran varietas tahan, eradikasi sumber inokulum, serta keputusan dalam pemilihan varietas merupakan kultur teknis dalam pengendalian tungro. Metode yang paling efektif untuk mengendalikan penyakit tungro, menurut Khatun *et al.* (2017), yaitu dengan menggunakan varietas tahan atau varietas yang memiliki kemampuan *recovery* bila dibandingkan

dengan metode memusnahkan vektor menggunakan insektisida.

Pada kegiatan skrining sebagai salah satu tahap perakitan varietas, genotipe-genotipe dengan kemampuan pemulihan tidak dikategorikan sebagai genotipe terpilih. Genotipe mengalami pemulihan tetap dapat bertahan hingga tanaman menghasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fisiologi genotipe-genotipe yang memiliki kemampuan pulih atau *recovery* dibandingkan dengan genotipe-genotipe tahan, dan rentan, sehingga dapat digunakan sebagai genotipe terpilih.

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Bahan penelitian

Genotipe-genotipe uji yang digunakan merupakan hasil persilangan antara Ketonggo x Utri Merah dan Ketonggo x ARC12596. Sebanyak 230 genotipe dari masing-masing F<sub>2</sub> persilangan diuji bersama dengan varietas pembanding tahan (Tukad Petanu) dan varietas pembanding rentan (*Thaicung Native 1* = TN1). Wereng hijau (*Nephotettix virescens*) yang digunakan sebagai vektor merupakan hasil perbanyakan dari rumah kaca BBPadi. Sumber inokulum tungro berasal dari Subang, Jawa Barat yang memiliki tingkat virulensi tinggi (073) (Suprihanto *et al.*, 2010).

### 2.2. Inokulasi virus dan pemeliharaan tanaman

Inokulasi virus tungro pada genotipe-genotipe uji dilakukan pada bulan Februari 2018. Metode yang digunakan mengikuti Azzam *et al.* (2000), dengan metode *forced-tube inoculation*. Serangga wereng hijau diberi makan tanaman sakit sebagai sumber inokulum selama 1 x 24 jam di dalam kurungan kasa. Vektor *viruliferus* dimasukkan ke dalam *test tube* berisi benih (2 serangga per benih) selama 1 x 24 jam. Pindahkan wereng hijau dari tempat perbanyakan ke tube inokulasi menggunakan aspirator dari selang dan ditutup kain kasa.

Bibit yang telah diinokulasi kemudian dipindahkan dalam baki-baki berisi tanah sawah dan ditempatkan dalam rumah kaca. Setelah pengamatan skor ketahanan pada 4 minggu setelah inokulasi, tanaman dipindahkan ke kebun percobaan untuk pengamatan fisiologi tanaman dan skor ketahanan pada vase vegetatif.

### 2.3. Metode penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen tanpa rancangan tata ruang

karena benih yang digunakan adalah benih F<sub>2</sub> yang masih mengalami segregasi (Baihaki, 2000). Skoring dilakukan pada genotipe-genotipe uji dan kontrol pada dua, empat, dan sepuluh minggu setelah inokulasi, berdasarkan sistem evaluasi standar (SES) untuk padi dengan skala 1-9 yang ditunjukkan pada Tabel 1 (IRRI, 2014). Genotipe-genotipe dikelompokkan berdasarkan perubahan hasil skoring pada setiap waktu pengamatan. Pengelompokan dibagi menjadi grup genotipe tahan, grup genotipe rentan dan grup genotipe yang mengalami pemulihan (*recovery*).

Tabel 1. Skor gejala penyakit tungro (IRRI, 2014)

Skala	Deskripsi
1	Tidak ada gejala serangan
3	Berkurangnya tinggi tanaman 1-10%, perubahan warna daun dari kuning ke kuning oranye tidak jelas
5	Berkurangnya tinggi tanaman 11-30%, perubahan warna daun dari kuning ke kuning oranye tidak jelas
7	Berkurangnya tinggi tanaman 31-50%, perubahan warna daun dari kuning ke kuning oranye jelas
9	Berkurangnya tinggi tanaman >50%, perubahan warna daun dari kuning ke kuning oranye jelas

Pengamatan pada karakter fisiologis dilakukan pada karakter-karakter yang dianggap memiliki pengaruh terhadap keberadaan virus dan pertumbuhan tanaman yaitu:

- Indeks kandungan klorofil (CCI), pengukuran indeks kandungan klorofil dilakukan dengan menggunakan alat klorofil meter (Chlorophyll Meter Opti-Sciences CCM-200 plus) dalam satuan *Chlorophyll Content Index* (CCI). Pengukuran dilakukan pada daun ke-3 dari atas.
- Jumlah konduktansi stomata ( $\text{mmol m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ), pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat Leaf Porometer, pada daun ketiga dari atas pada setiap sampel.
- Terhambatnya fotosintesis ( $F_v F_m^{-1}$ ), pengukuran terhambatnya fotosintesis dengan mengukur nilai kuantum efisiensi fotosintesis menggunakan *Handy Pea Chlorophyll Fluorescence*.

## 2.4. Analisis data

Setiap grup genotipe yang diperoleh dari skoring gejala serangan dilakukan uji normalitas dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Pengujian juga dilakukan pada dua varietas cek. Uji beda Mann-Whitney U digunakan untuk

membandingkan data fisiologi pertumbuhan genotipe grup *recovery* terhadap genotipe grup tahan, genotipe grup rentan, dan varietas cek.

## 3. Hasil

### 3.1. Indeks kandungan klorofil

Klorofil merupakan pigmen utama pada tanaman dan memberikan warna hijau pada daun. Hasil uji beda antara grup genotipe mengalami *recovery* dengan grup genotipe tahan dan varietas cek tahan pada kandungan klorofil tidak memperlihatkan ada perbedaan pada kedua persilangan. Perbedaan secara signifikan terlihat bila dibandingkan dengan grup genotipe rentan dan cek rentan (Tabel 2.). Hal ini menunjukkan bahwa grup genotipe *recovery* dapat tetap hijau (*stay green*) dan lambat mengalami degradasi klorofil.

### 3.2. Konduktansi stomata

Nilai konduktansi stomata pada grup genotipe *recovery* persilangan Ketonggo x Utri Merah tidak berbeda secara signifikan dengan grup genotipe tahannya. Perbedaan nyata terlihat bila dibandingkan dengan genotipe rentan, varietas cek rentan dan varietas cek tahan. Cek tahan memiliki nilai konduktansi stomata yang lebih kecil dibandingkan dengan grup genotipe *recovery*, sehingga tingkat konduktansi stomata grup genotipe *recovery* lebih tinggi. Pada genotipe-genotipe persilangan Ketonggo x ARC12596, grup genotipe *recovery* memiliki konduktansi stomata yang sama dengan genotipe tahan dan berbeda signifikan bila dibandingkan dengan cek tahannya (Tabel 2).

### 3.3 Penghambatan fotosintesis

Penggunaan alat *chlorophyll fluorescence* digunakan untuk mengetahui tingkat efisiensi maksimum fotosintesis ( $F_v F_m^{-1}$ ) sebagai parameter fotosintesis. Nilai kuantum efisiensi fotosintesis pada grup genotipe *recovery* tidak berbeda nyata dengan tanaman cek tahan pada kedua persilangan. Bila dibandingkan dengan genotipe tahan, pada persilangan Ketonggo x Utri Merah menunjukkan berbeda nyata namun nilai grup genotipe *recovery* lebih besar daripada grup genotipe tahan. Hal ini berarti grup *recovery* memiliki efisiensi stomata yang lebih tinggi daripada grup genotipe tahan. Perbedaan signifikan terlihat bila dibandingkan dengan nilai rata-rata pada cek rentan yaitu 0,664 pada

persilangan Ketonggo x Utri Merah dan 0,666 pada persilangan Ketonggo x ARC12596 (Tabel 2). Ritchie (2006) menyatakan bahwa nilai Fv Fm<sup>-1</sup> daun dalam kisaran 0,7 dan 0,8 menunjukkan

bahwa tanaman tidak dalam keadaan tertekan. Hal ini menunjukkan bahwa genotipe-genotipe *recovery* memiliki tingkat efisiensi fotosintesis optimum.

Tabel 2. Rata-rata karakter fisiologi grup genotipe *recovery*, cek tahan, cek rentan, grup genotipe tahan dan grup genotipe rentan pada kedua persilangan

Karakter pengamatan	Rata-rata perlakuan				
	Grup genotipe <i>recovery</i>	Grup genotipe tahan	Grup genotipe rentan	Cek tahan	Cek rentan
Ketonggo x Utri Merah					
kandungan klorofil	28,8±7,2	29,3±9,8	12,3±8,8*	26,0±10,8	6,4±2,9*
konduktansi stomata	473,1±127,1	405,7±145,0	133,0±104,4*	261,1±29,6*	82,5±47,0*
Kuantum efisisensi fotosintesis	0,749±0,0	0,713±0,1*	0,605±0,2*	0,723±0,0	0,664±0,1*
Ketonggo x ARC12596					
kandungan klorofil	23,8±4,3	23,0±3,0	15,8±8,5*	24,0±1,4	14,0±3,3*
konduktansi stomata	283,9±133,3	345,0±159,7	145,2±78,7*	522,8±69,8*	125,8±29,5*
Kuantum efisisensi fotosintesis	0,727±0,0	0,745±0,0	0,635±0,2*	0,742±0,0	0,666±0,0*

Keterangan: \* signifikan bila dibandingkan dengan rata-rata grup genotipe *recovery* menggunakan uji beda Mann-Whitney U.

#### 4. Pembahasan

Perubahan warna daun dari hijau menjadi kuning merupakan salah satu gejala tungro di lapangan. Tanaman tergolong rentan tungro memiliki warna daun kuning hingga oranye yang merupakan akibat dari berkurangnya klorofil (Tabel 2.). Senoaji & Praptana (2013), mengemukakan bahwa pengurangan pigmen klorofil pada tanaman terinfeksi virus mengakibatkan daun berubah warna menjadi kekuningan. Jabeen *et al.* (2017), juga memberikan pernyataan yang senada yaitu terdapat adanya pengurangan kandungan klorofil a dan b yang semakin besar pada tanaman rentan, diikuti oleh tanaman yang moderat dan kemudian tanaman tahan. Pengurangan kandungan klorofil karena penyakit tanaman, menurut Mishra *et al.* (2015), memberikan pengaruh terhadap proses fotosintesis.

Keberadaan patogen dapat mengganggu fisiologi tanaman, salah satunya penurunan jumlah klorofil, meskipun lingkungan dalam keadaan optimum bagi tanaman. (Agustamia *et al.*, 2016).

Kandungan klorofil sendiri merupakan salah satu indikator proses fotosintesis pada tanaman. Fungsi utama klorofil dalam fotosintesis menurut Ai dan Banyo (2011) yaitu memanfaatkan energi matahari, memicu fiksasi CO<sub>2</sub> untuk menghasilkan karbohidrat dan menyediakan energi. Pada tanaman sakit, jumlah kandungan klorofil yang sedikit mengakibatkan proses fotosintesis yang tidak optimum. Hal ini memberikan pengaruh terhadap produksi yang dihasilkan tanaman.

Virus masuk ke dalam jaringan tanaman memberikan pengaruh terhadap konduktansi stomata. Konduktansi stomata merupakan respon membuka dan menutupnya stomata yang dipengaruhi oleh ukuran lubang stomata dan kerapatan stomata (Jiménez *et al.*, 2013; Murray *et al.*, 2016). Menurut Sholeh *et al.* (2017), peran stomata sebagai alat untuk lalu lintas gas pada tanaman berjalan seiring dengan tingkat konduktansi stomata. Pembukaan stomata, menurut Lestari (2007), dipengaruhi oleh konsentrasi karbondioksida, kelembaban, suhu, angin, cahaya, dan potensial air daun. Setiawan *et al.* (2012), mengemukakan bahwa saat nilai konduktansi stomata tinggi maka jumlah

karbondioksida yang dapat masuk semakin banyak dan laju transpirasi meningkat. Keberadaan virus tungro pada jaringan xylem (Cruz *et al.*, 1992), menghambat pengakut air dari tanah ke daun. Pada tanaman kekurangan air menurut Sujinah & Jamil (2016), memperlambat laju transpirasi dengan cara menutup stomata dan memperkecil luas permukaan daun. Murray *et al.* (2016), melaporkan bahwa pada tanaman *Arabidopsis thaliana* dan *Nicotiana tabacum* yang rentan terhadap infeksi virus mengalami penurunan kerapatan stomata yang pada akhirnya menyebabkan penurunan rata-rata transpirasi. Pada grup genotipe *recovery*, memperlihatkan konduktansi stomata yang tidak berbeda dengan grup genotipe tahan.

Keadaan tanaman yang terserang penyakit juga memberikan pengaruh terhadap proses fotosintesis. *Chlorophyll fluorescence* digunakan secara umum dalam menganalisa mekanisme fotosintesis tanaman pada lingkungan tertekan dan menjadi metode dalam melakukan seleksi tanaman terhadap ketahanan virus (Guo *et al.*, 2005). Ritchie (2006), menyatakan bahwa tanaman dalam kondisi optimum bila nilai Fv/Fm daun dalam kisaran 0,7 dan 0,8. Nilai kuantum efisiensi fotosintesis grup genotipe *recovery* pada kedua persilangan lebih dari 0,7 yang menunjukkan bahwa fotosintesis pada tanaman *recovery* tidak terhambat. Menurut Jabeen *et al.* (2017), penurunan efisiensi fotosintesis tanaman dapat disebabkan oleh infeksi virus yang berpengaruh juga pada luas daun, kandungan klorofil, dan aliran nutrisi dalam tanaman.

Fotosintesis pada tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah luas daun, jumlah klorofil, serta faktor lingkungan. Luas daun berkaitan dengan kapasitas penyerapan cahaya. Cahaya yang diserap daun digunakan untuk sintesis klorofil yang kemudian berubah menjadi energi kimia pada proses fotosintesis. Laju fotosintesis adalah tolak ukur pertumbuhan yang berkaitan dengan produksi tanaman (Ningsih *et al.*, 2012). Pada tanaman dengan efisiensi fotosintesis maksimum, akan menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan yang juga maksimal.

## 5. Kesimpulan

Pada genotipe-genotipe *recovery* dari kedua persilangan memiliki indeks kandungan klorofil, dan konduktansi stomata yang tidak berbeda dengan genotipe-genotipe tahan. Grup genotipe *recovery* memiliki efisiensi fotosintesis yang lebih tinggi daripada grup genotipe tahan pada

persilangan Ketonggo x Utri merah. Genotipe-genotipe dengan kemampuan pemulihan memiliki kemampuan tumbuh dan bertahan yang sama atau lebih baik dibandingkan dengan genotipe-genotipe tahan. Varietas yang berasal dari genotipe-genotipe *recovery* dapat digunakan sebagai pergiliran varietas untuk menekan penyebaran tungro.

## 6. Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Dr. Rahmini and Dr. Suprihanto, S.P., M.Sc. dan staf kelompok peneliti BB Padi atas dukungan penyelesaian penelitian

## Daftar Pustaka

- Agustamia C, Widiastuti A, Sumardiyono C. 2016. Pengaruh Stomata dan Klorofil pada Ketahanan Beberapa Varietas Jagung terhadap Penyakit Bulai. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 20(2): 89-94.
- Ai NS, Banyo Y. 2011. Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*. 11(2):166-171.
- Azzam O, Cabunagan RC, Chancellor T. 2000. *Methods for Evaluating Resistance to Rice Tungro Disease*. IRRI Discussion Paper Series No. 38. Makati City (Philippines): International Rice Research Institute, 40p.
- Baihaki A. 2000. Teknik Rancangan Analisis Penelitian Pemuliaan dalam Diktat Kuliah. Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Bandung (*tidak dipublikasikan*).
- Guo DP, Guo YP, Zhao JP, Liu H, Peng Y, Wang QM, Chen JS, Rao GZ. 2005. Photosynthetic rate and chlorophyll fluorescence in leaves of stem mustard (*Brassica juncea* var. tsatsai) after turnip mosaic virus infection. *Plant Science*. 168(1): 57-63.
- Hibino H, Roechan M, Sudarisman S. 1978. Association of two types of virus particles with Penyakit Habang (tungro disease) of rice in Indonesia. *Phytopathology*. 68(10):1412-1416.
- Hibino H. 1996. Biology and epidemiology of rice viruses. *Annual Review of Phytopathology*. 34: 249-274.
- Hull R. 1996. Molecular biology of rice tungro viruses. *Annual review of phytopathology*. 34: 275-297.
- IRRI. 2014. *Standard Evaluation System (SES) for Rice*. 5th ed. IRRI, Manila.
- Jabeen A, Kiran T, Subrahmanyam D, Lakshmi D, Bhagyanarayana G, Krishnaveni D. 2017. Variations in chlorophyll and carotenoid

- contents in tungro infected rice plants. *Journal of Research and Development*. 5(1): 1-7.
- Jiménez S, Dridi J, Gutiérrez D, Moret D, Irigoyen JJ, Moreno MA, Gogorcena Y. 2013. Physiological, biochemical and molecular responses in four *Prunus* rootstocks submitted to drought stress. *Tree physiology*. 33(10) : 1061-1075.
- Khatun MT, Latif MA, Rahman MM, Hossain M, Ansari TH, Nessa B, Khan MAI, Ali MA, Hanafi MM. 2018. Recovering Ability of Upland and Rainfed Lowland Rice Varieties Against Rice Tungro Disease. *Bangladesh Rice Journal*. 21(1): 91-100.
- Lestari P, Susilowati DN, Riyanti EI. 2007. Pengaruh Hormon Asam Indol Asetat yang dihasilkan *Azospirillum* sp. terhadap perkembangan akar padi. *Jurnal Agro Biogen*. 3(2): 66 - 72.
- Mishra CN, Kumar S, Gupta V, Tiwari V, Sharma I. 2015. Utilization of chlorophyll content index (CCI) to infer yellow rust severity in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Applied and Natural Science*. 7(1): 38-42.
- Murray RR, Emblow MS, Hetherington AM, Foster GD. 2016. Plant Virus Infections Control Stomatal Development. *Scientific reports*. 6:34507.
- Ningsih EP, Irfan DP, Diah R, Retno PS. 2012. Laju Fotosintesis Dan Kandungan Klorofil Kedelai pada Media Tanam Masam dengan Pemberian Garam Aluminium. *Jurnal AGROTROP*. 2(1):17-24.
- Nuryati L, Waryanto B, Noviati, Widaningsih R. 2015. Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Tanaman Pangan: Padi. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian. pp.46.
- Praptana RH, Sumardiyono YB, Hartono S, Trisyono YA. 2013. Patogenesis virus tungro pada varietas tetua padi tahan tungro. *Jurnal Fitologi Indonesia*. 9(6): 186-192.
- Ritchie GA. 2006. Chlorophyll Fluorescence: What is it and what do the numbers mean? In: Riley LE, Dumroese RD, Landis TS (eds). *National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations-2005*. Proc. RMRS-P-43. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p: 34-42.
- Senoaji W, Praptana R. 2013. Interaksi Nitrogen dengan Insidensi Penyakit Tungro dan Penedaliannya Secara Terpadu pada Tanaman Padi. *Iptek Tanaman Pangan*. 8(2):80-89.
- Setiawan, Tohari, Shiddieq D. 2012. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap akumulasi prolin tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth). *Ilmu Pertanian*. 15(2): 85-99.
- Singh AK, Ponnuswamy R, Donempudi K, Mangrauthia SK. 2016. The differential reaction of rice hybrids to tungro virus by phenotyping and PCR analysis. *Journal of Phytopathology*. 164(3): 177-184.
- Soleh MA, Manggala R, Maxiselly Y, Ariyanti M, Anjarsari IRD. 2017. Respons konduktansi stomata beberapa genotipe tebu sebagai parameter toleransi terhadap stress abiotik. *Kultivasi*. 16(3): 490-493.
- Sujinah S, Jamil A. 2018. Mekanisme Respon Tanaman Padi terhadap Cekaman Kekeringan dan Varietas Toleran. *Iptek Tanaman Pangan*. 11(1): 1-8.
- Suprihanto IN, Widiarta, Kusdianan D. 2010. Evaluasi Virulensi Virus Tungro Dari Beberapa Daerah Endemi dan Uji Ketahanan Plasma Nutfah Padi. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 16(1): 33-41.
- Susanti AA, Waryanto B. 2017. Statistik Pertanian 2017. Pusat Data Pertanian. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Umar A, Wahyuni WS. 2013. Effectiveness of compost extract inducing systemic resistance in cigar tobacco plant against *Cucumber Mosaic Virus* (CMV). *Widyariset*. 16(2): 309-318.