

## KETAHANAN 50 GALUR HARAPAN PADI TERHADAP PENYAKIT TUNGRO

### RESISTANCE OF 50 RICE PROMISING LINES TO TUNGRO DISEASE

Khaerana<sup>1\*</sup>, Nur Rosida<sup>1</sup>, Ema Komalasari<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pusat Riset Tanaman Pangan, Organisasi Riset Pertanian dan Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Cibinong, Science Center. Jl. Raya Jakarta-Bogor, KM. 46, Cibinong, Bogor, West Java 16911 Indonesia

<sup>2</sup> Loka Pengujian Standar Instrumen Tanaman Aneka Umbi. Jl. Bulu No. 101 Lanrang, Kabupaten Sidrap, Sulawesi Selatan

\*Korespondensi : khaerana@brin.go.id

Diterima : 15 Oktober 2022 / Disetujui : 29 Maret 2023

#### ABSTRAK

Wereng hijau merupakan vektor utama penyebaran penyakit tungro. Tungro merupakan penyakit padi dengan ciri utama tanaman kerdil, daun berwarna kuning oranye, dan jumlah anakan berkurang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui ketahanan 50 galur padi terhadap penyakit tungro. Penelitian ini menggunakan rancangan augmented yang terbagi dalam 5 blok. Pengamatan dilakukan terhadap 50 galur padi harapan tahan tungro, dengan 2 varietas cek, yaitu Inpari 36 dan Ciherang. Penelitian di lapangan meliputi pengamatan terhadap jumlah imago dan nimfa wereng hijau pada masing-masing galur uji selama 2, 4, 6 dan 8 minggu setelah tanam, serta insidensi serangan tungro. Sampel daun tanaman yang terindikasi terserang tungro diuji untuk mengkonfirmasi keberadaan virus tungro secara molekuler dengan isolasi DNA (PCR) dan RNA (RT/PCR) di laboratorium virologi Loka Penelitian Penyakit Tungro. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 43 galur uji yang signifikan lebih sedikit jumlah wereng hijau (nimfa dan imago) dibanding varietas cek pada uji LSI 5%. Insidensi tungro sangat rendah di lapangan. Hasil uji PCR menunjukkan bahwa galur uji yang terinfeksi virus tungro RTSV hanya galur nomor 7. Dengan demikian, terdapat 43 galur yang direkomendasikan pada penelitian berikutnya untuk memperoleh varietas tahan tungro.

Kata kunci: ketahanan, galur harapan, augmented, wereng hijau, tungro

#### ABSTRACT

Green leafhoppers is the main vector for tungro disease infection. Tungro is a rice disease which is characterized with stunted plants, yellow orange leaves, and a reduced number of tillers. The research aimed to determine the resistance of 50 rice lines to tungro disease. This research was conducted in Augmented Design with 5 blocks. The observation was held on 50 expected tungro resistant rice lines, with 2 check varieties, Inpari 36 and Ciherang. Experiment in field were included observation on number of imago and nymph green leafhoppers for each line test during 2, 4, 6 and 8 weeks after planting, and the incidence of tungro infection. Leaf which indicated tungro infection was isolated for its DNA and PCR analysis at the virology labora-

tory of the tungro disease research station. The results showed that the number of green leafhopper (imago and nymph) for the 43 test lines were less than the check varieties of 5% LSI test. The incidence of tungro was very low in the field. The results of the PCR test showed that the rice line infected by tungro virus was only rice line number 7. Thus, there are 43 promising lines that can be recommended for future research to obtain tungro resistant varieties.

Key words : resistance, promising line, augmented, green leafhopper, tungro

## PENDAHULUAN

Penyakit tungro merupakan salah satu penyakit penting tanaman padi yang menjadi kendala dalam peningkatan stabilitas produksi padi nasional. Luas kerusakan penanaman padi akibat serangan penyakit tungro di Indonesia MT 2022 adalah 14.356,91 ha (Suwarman et al., 2022). Penyakit ini disebabkan oleh kombinasi dua jenis virus yang berbeda yaitu *Rice Tungro Bacilliform Virus* (RTBV) dan *Rice Tungro Spherical Virus* (RTSV) yang ditularkan oleh wereng hijau (*Nephotettix virescens* Distant) secara semi-persisten (Bunawan et al., 2014). Umumnya, tanaman yang terinfeksi virus tungro secara morfologi terlihat kerdil, daunnya berwarna kuning hingga jingga, dan anakan berkurang (Simamora & Manurung, 2021). Infeksi virus tungro juga menyebabkan pemendekan malai, penurunan jumlah malai per rumpun (Chancellor & Holt, 2008), terlihat bercak coklat tua berbentuk tidak beraturan pada daun (Bhusal et al., 2019), produktivitas menurun, bahkan terjadi puso (Bunawan et al., 2014).

Penyakit tungro telah teridentifikasi di 34 provinsi dan terjadi secara fluktuatif di beberapa sentra produksi padi di Indonesia diantaranya di Pulau Jawa, Sumatera, Sulawesi, dan Bali dengan total luas serangan dalam kurun waktu 5 tahun terakhir adalah 16.292 ha (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2021).

Dilaporkan juga bahwa pada tahun 2020 serangan tungro seluas 1.943 ha dan meningkat menjadi 3.399 ha di tahun 2021, dengan demikian ancaman penyakit tungro di Indonesia selalu ada setiap tahunnya sehingga dibutuhkan teknologi pengendalian yang lebih preventif. Widiarta & Pakki (2015) menyatakan pencegahan populasi vektor dan penyakit tungro yang tergolong tinggi di lapangan adalah dengan penanaman secara massal varietas-varietas tahan tungro, penerapan waktu tanam tepat, pergiliran varietas, penggunaan insektisida pada waktu tertentu dan peningkatan keragaman varietas tahan dalam satu hamparan.

Pengendalian dengan varietas tahan memiliki keunggulan lebih efektif dan efisien karena dapat menekan kehilangan hasil produksi padi secara nasional. Namun demikian, varietas akan mudah patah ketahanannya jika ditanam secara terus menerus. Penanaman satu varietas tahan secara terus menerus akan mempercepat proses adaptasi vektor, rentan terhadap kerusakan dengan perubahan cepat pada ras patogen (terbentuknya strain baru) yang mempercepat proses patahnya ketahanan suatu varietas (Poland & Rutkoski, 2016). Wereng hijau sangat mudah beradaptasi dengan varietas tahan dan akan membentuk biotipe baru pada generasi keenam, bahkan dapat terjadi pada generasi kedua atau ketiga (Ladja & Widiarta, 2012). Dilaporkan oleh Rosida et al. (2020), bahwa koloni

wereng hijau telah beradaptasi dengan semua gen resisten yang ada di lapangan (Sulawesi Selatan). Berdasarkan hasil analisis PCR, dilaporkan bahwa varietas tahan wereng hijau (IR 46, Ciliwung, IR 64, IR 66) dan varietas tahan tungro (Tukad Balian, Tukad Unda) terdeteksi mengandung RTBV (Rosida *et al.*, 2020b).

Banyaknya varietas padi yang tidak memiliki gen ketahanan dan beredar di kalangan petani, berpotensi menjadi penyebab ledakan penyakit tungro. Dengan demikian, perakitan varietas tahan harus dilakukan secara terus menerus untuk mengantisipasi munculnya biotipe baru pada wereng hijau dan strain baru pada virus tungro. Pengujian galur-galur padi tahan tungro, memberi harapan ditemukannya calon varietas yang mempunyai durasi ketahanan yang tinggi pada beberapa lokasi serta dapat mencegah meluasnya serangan tungro. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui ketahanan 50 galur padi terhadap penyakit tungro.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan dan di laboratorium virologi Loka Penelitian Penyakit Tungro, pada bulan Januari - April 2018.

### Percobaan Lapangan

Galur uji yang dievaluasi merupakan hasil galur yang telah lolos skrining penyakit tungro dari kebun percobaan Loka Penelitian Penyakit Tungro (Tabel 1). Sebanyak 50 galur harapan padi dan 2 varietas cek dilakukan uji ketahanannya terhadap penyakit tungro dengan menggunakan rancangan *Augmented*, yang dibagi menjadi 5 blok. Masing-masing blok terdiri dari 10 galur harapan padi dan 2 varietas cek yaitu

Ciherang (varietas yang tidak memiliki gen ketahanan terhadap tungro) dan Inpari 36 (varietas tahan tungro).

Waktu pelaksanaan disesuaikan dengan puncak populasi vektor. Setiap galur ditanam pada petak ukuran 1 x 5 m dengan jarak tanam 25 x 25 cm. Pemupukan I sebanyak 300 kg ha<sup>-1</sup> Ponska dan 100 kg ha<sup>-1</sup> Urea diberikan pada umur tanaman 10 HST, pemupukan ke II sebanyak 100 kg ha<sup>-1</sup> Urea pada umur 40 HST. Pertanaman dipelihara sehingga bebas dari gulma dan tanpa aplikasi pestisida. Pengamatan dilakukan terhadap kepadatan populasi wereng hijau (ekor) dan persentase insiden tungro (%) pada 2, 4, 6, dan 8 MST (Minggu Setelah Tanam). Kepadatan populasi wereng hijau diamati menggunakan jaring serangga (*fly sweepnet*) sebanyak 10 kali ayunan ganda. Wereng hijau (nimfa dan imago) yang terjaring diamati dan dihitung jumlahnya.

Skala insiden dan gejala tungro diamati berdasarkan metode pada Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2013). Gejala penyakit tungro diamati berdasarkan penampakan visual berupa tanaman kerdil, daun tanaman kuning menuju oranye, serta jumlah anakan sedikit. Rumus insidensi penyakit mengikuti Wiguna *et al.*, (2015):

$$IP = \frac{n}{N} \times 100 \%$$

Ket:

IP = Insiden tungro

n = Jumlah tanaman yang terserang

N = Jumlah tanaman yang diamati

IP = 0 (tidak ada serangan), skala 1 (serangan 1-10%), skala 3 (serangan 11-30%), skala 5 (serangan 31-50%), skala 7 (serangan 51-70%), skala 9 (serangan 71-100%).

Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis varians untuk rancangan *augmented* dan selanjutnya dilakukan uji perbandingan nilai tengah galur uji dengan nilai tengah

varietas cek berdasarkan LSI (*Least Significant Increase*) pada taraf 5% (Virmani *et al.*, 2003).

Tabel 1. Galur uji yang digunakan pada penelitian

No	Galur uji	Persilangan
1	B13028C-MR-14-PN-2-3 - LR-16-15-16-2-1-1-1-2	Ciherang/Babawaee/conde
2	B13028C-MR-14-PN-2-3 - LR-18-3-3-14-4-1-1-20	Ciherang/Babawaee/conde
3	B11742-RS*2-3-MR-5-5-1-SI-2-PN-3-2-1- LR-7-3-2-5-4-4-4-1	BP360E-MR-79-2-PN-2/IR71218-39-3-2-MR-14/BP360E-MR-79-PN-2
	B11742-RS*2-3-MR-5-5-1-SI-2-PN-3-2-1- LR-7-3-2-5-4-5-5-1	BP360E-MR-79-2-PN-2/IR71218-39-3-2-MR-14/BP360E-MR-79-PN-2
4	B12890E-MR-1-PN-8-3-5-LR-11-1-1-12-1-1-1-2	Bio4A-11-3-MR-1-3/Rojolele II
5	B12890E-MR-1-PN-8-3-5-LR-11-1-1-12-1-1-2-2-1	Bio4A-11-3-MR-1-3/Rojolele II
6	B12413E-MR-3-PN-3-LR-4-1-3-1-1-1-1	Bio4A-11-3-MR-1-3/Rojolele II
7	B12413E-MR-3-PN-3-LR-4-1-3-1-2-2-1	Bio4A-11-3-MR-1-3/Rojolele II
8	B13064C-MR-2-PN-3-1-LR-9-9-16-1-11-1-1-1	IR71673-34-1-1/B11007E-MR-3-2-PN-2-1-SG-3
9	B13064C-MR-2-PN-3-1-LR-9-9-16-1-11-4-4-10	IR71673-34-1-1/B11007E-MR-3-2-PN-2-1-SG-3
10	B13485B-RS*1-MR-1-10-5-LR-12-12-11-1-1-1-1-1	IR71673-34-1-1/B11007E-MR-3-2-PN-2-1-SG-3
11	B13485B-RS*1-MR-1-10-5-LR-12-12-11-1-1-2-2-11	IR71673-34-1-1/B11007E-MR-3-2-PN-2-1-SG-3
12	B13486D-3-3-PN-2-LR-18-10-8-1-2-1-1-1	ketan hitam/pandan wangi /cianjur
13	B13486D-3-3-PN-2-LR-18-10-8-1-2-2-2-1	ketan hitam/pandan wangi /cianjur
14	B13484D-2-1-PN-3-LR-10-6-3-10-6-2-2-1	ketan hitam/pandan wangi /cianjur
15	B13484D-2-1-PN-3-LR-10-6-14-10-1-1-1-2	ketan hitam/pandan wangi /cianjur
16	B13485D-2-9-PN-2-LR-1-4-2-14-12-1-1-1	ketan hitam/pandan wangi
17	B13485D-2-9-PN-2-LR-1-4-2-14-12-2-2-2	ketan hitam/pandan wangi
18	B13486D-1-3-PN-1-LR-15-7-7-20-1-1-1-2	ketan hitam/mekongga
19	B13486D-1-3-PN-1-LR-15-7-7-20-1-2-2-1	ketan hitam/mekongga
20	B13485B-RS*1-MR-1-11-3-LR-1-12-2-12-1-1-1-1	ketan hitam/mekongga
21	B13485B-RS*1-MR-1-11-3-LR-1-12-2-12-1-2-2-1	ketan hitam/mekongga
22	B13485B-RS*1-MR-1-11-4-LR-20-7-3-11-1-1-1-1-1	ketan hitam/mekongga
23	B13485B-RS*1-MR-1-11-4-LR-20-7-3-11-1-2-2-1	ketan hitam/mekongga
24	B13485B-RS*1-MR-1-13-3-LR-1-11-14-11-11-1-1-1	ketan hitam/mekongga
25	B13485B-RS*1-MR-1-13-3-LR-1-11-14-11-11-2-2-1	ketan hitam/mekongga
26	B13485B-RS*1-MR-1-13-5-LR-1-16-8-8-1-1-1-11	ketan hitam/mekongga
27	B13485B-RS*1-MR-1-13-5-LR-2-11-13-9-9-9-9-1	ketan hitam/mekongga
28	B13485B-RS*1-MR-1-13-9-LR-1-19-11-13-1-1-1-1	ketan hitam/mekongga
29	B13485B-RS*1-MR-1-13-9-LR-1-19-11-13-1-2-2-1	ketan hitam/mekongga
30	B13485B-RS*1-MR-1-14-2-LR-1-5-20-1-2-1-1-1	ketan hitam/mekongga
31	B13485B-RS*1-MR-1-14-2-LR-1-5-20-1-2-2-2-1	ketan hitam/mekongga
32	B11283-6C-PN-5-MR-2-3-Si-1-2-1-1-MR-5-KN-10-LR-1-19-4-1-1-2-2-1	ketan hitam/mekongga
33	B11283-6C-PN-5-MR-2-3-Si-1-2-1-1-MR-5-KN-10-LR-1-19-6-1-1-1-1-1	ketan hitam/mekongga
34	B12696-MR-1-2-PN-1-3-MR-2-LR-1-4-13-20-1-1-1-1	B11963-1RS-2RS//Cigeulis
35	B12696-MR-1-2-PN-1-3-MR-2-LR-1-15-5-1-1-2-2-1	B11963-1RS-2RS//Cigeulis
36	B12741-MR-16-2-PN-3-2-MR-2-LR-8-20-16-4-1-1-1-1	
37	1	PEPE/B11008E-MR-2-5-PN-3

38	B12741-MR-16-2-PN-3-2-MR-2-LR-8-20-16-4-1-2-2-1	PEPE/B11008E-MR-2-5-PN-3
39	B12668-MR-22-1-PN-3-1-MR-2-LR-17-2-3-7-9-1-1-1	BP3648-10/B11742-RS*3-4-1//B11445E-PN-1-MR-1/B104A-11-3-MR-1-3
40	B12668-MR-22-1-PN-3-1-MR-2-LR-17-2-3-7-9-2-2-1	BP3648-10/B11742-RS*3-4-1//B11445E-PN-1-MR-1/B104A-11-3-MR-1-3
42	B13486D-4-10-PN-10-LR-12-8-11-1-1-2-2-1	ketan hitam/mekongga
41	B13486D-4-10-PN-10-LR-12-8-14-1-6-5-5-1	ketan hitam/mekongga
44	B12550E-MR-4-PN-2-3-1-LR-3-8-9-11-1-1-1-1	Ketan merah Bio611E/B11152-MR-2-2-PN-1
43	B12550E-MR-4-PN-2-3-1-LR-3-8-9-11-1-2-2-1	Ketan merah Bio611E/B11152-MR-2-2-PN-1
45	B13498D-18-PN-5-LR-10-17-6-2-2-1-1-1	B10970C-MR-4-2-1-1-1-S1-3-2-4-2-1(BM9-1)/Hera
46	B13498D-30-PN-6-LR-10-14-20-3-13-1-1-1	B10970C-MR-4-2-1-1-1-S1-3-2-4-2-1(BM9-1)/Hera
47	B13257B-RS*1-5-MR-2-7-4-PN-1-LR-1-10-3-1-1-1-1-1	BP360E-MR-79-2-PN-10-3-MR-2/B11252E-MR-2-2-3
48	B13257B-RS*1-5-MR-2-7-4-PN-1-LR-1-10-3-1-1-2-2-1	B10970C-MR-4-2-1-1-1-S1-3-2-4-2-1(BM9-1)/Hera
49	B13485D-8-6-PN-3-LR-1-9-11-13-2-1-1-10	B10970C-MR-4-2-1-1-1-S1-3-2-4-2-1(BM9-1)/Hera
50	B13485D-8-6-PN-3-LR-1-9-11-13-2-2-2-5	B10970C-MR-4-2-1-1-1-S1-3-2-4-2-1(BM9-1)/Hera
51	Ciherang	Cek peka
52	Inpari 36	Cek tahan

**Percobaan di Laboratorium**

Sampel daun tanaman yang terindikasi terserang tungro, dikonfirmasi keberadaan RTBV dan RTSV menggunakan analisis PCR (*Polymerase Chain Reaction*).

Deteksi Keberadaan RTBV

Deteksi RTBV dimulai dengan ekstraksi DNA total menggunakan metode *Cethyl Trimethyl Ammonium Bromide* (CTAB) (Doyle, 1991). Daun muda masing-masing sampel diambil sebanyak 0,1 g dan digerus dengan menggunakan 750 µL buffer CTAB, kemudian dimasukkan dalam tube 2 mL. Hasil gerusan ditambahkan 2-mercaptoetanol sebanyak 7,5 µL, kemudian diinkubasi pada suhu 65°C selama 60 menit. Setelah diinkubasi, kemudian ditambahkan chloroform-isoamilalkohol sebanyak 750 µL di dalam lemari asam kemudian vortex

selama 30 detik. Hasil larutan disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 12.000 rpm. Sodium asetat ditambahkan dalam supernatan sebanyak 50 µL, selanjutnya ditambahkan isopropanol dingin sebanyak 366 µL dan didiamkan selama 24 jam dalam freezer. Setelah itu, supernatan disentrifugasi untuk memperoleh pellet DNA dengan kecepatan 12.000 selama 10 menit. Pellet DNA dicuci dengan etanol 70%, lalu dilarutkan dalam buffer TE setelah etanol kering. Inkubasi selama 10 menit pada suhu 60 °C atau hingga pellet DNA larut. Larutan tersebut disimpan sebagai stok DNA. Amplifikasi PCR dilakukan dengan menggunakan mesin PCR. Amplifikasi RTBV menggunakan sepasang primer spesifik dari gen mantel protein, yaitu primer DAF (5'-GGAATTCGGCCCTCAAAAACCTAGAAG-3') dan DAR (5'GGGGGT

ACCCCCTCCGATTTCATGTATG-3'), dengan target produk amplifikasi 1400 bp (Hamdayanty *et al.*, 2021). Pengaturan program PCR dalam amplifikasi fragmen DNA meliputi siklus denaturasi awal (Suhu: 94°C, waktu: 5 menit), denaturasi (Suhu: 94°C, waktu: 1 menit), annealing (Suhu: 62°C, waktu: 1 menit), ekstensi (Suhu: 72°C, waktu: 2 menit), dan final ekstensi (Suhu: 72°C, waktu: 10 menit). Hasil PCR dielektroforesis pada gel agarosa 1% dalam 0,5x TBE dan diberi pewarna *peqGreen* 0,5%.

Sebanyak 5 µL marker DNA 1 kb (*Thermo Scientific*) dan 5 µL of DNA PCR masing-masing dimasukkan ke dalam sumur gel dan dielektroforesis selama 50 menit pada tegangan 50 V. Hasil elektroforesis divisualisasi menggunakan *geldoc*.

#### Deteksi Keberadaan RTSV

Deteksi RTSV dimulai dengan ekstraksi RNA total tanaman. Isolasi RNA tanaman menggunakan daun segar yang telah diinokulasi sebanyak 0,1 g. Tahapan ekstraksi RNA menggunakan protokol dari Plant Virus RNA Kit *Geneaid*. Proses RT merupakan transkripsi untai tunggal RNA menjadi DNA komplemennya (cDNA). Pelaksanaan RT menggunakan enzim *reverse transcriptase* (*Revert aid*), primer dNTPs (oligo DT) dan enzim *RNAase* inhibitor (*Ribolock*). Hasil RT dari RNA total yaitu cDNA yang kemudian digunakan dalam proses

PCR. PCR didasarkan pada penggunaan kemampuan *DNA polimerase* untuk menghasilkan salinan DNA target dalam jumlah yang melimpah. Komponen yang digunakan dimasukkan dalam satu tube 1,5 mL kecuali cDNA, kemudian dibagi-bagi ke masing-masing tube PCR sesuai jumlah sample. Tube-tube yang telah berisi cDNA dan komponen-komponennya dimasukkan dalam mesin PCR dengan program sesuai dengan PRIMER yang digunakan. Amplifikasi cDNA menggunakan sepasang primer spesifik yang mengamplifikasi daerah selubung protein, RTSV-F2 (GAAGAAGCCTATCATGTTCGCGT) dan RTSV-R2 (CCTCCACGATATTGTACGAGG) dengan target produk berukuran 787 bp (Ladja *et al.*, 2016). Hasil amplifikasi divisualisasi seperti yang dilakukan sebelumnya pada deteksi RTBV.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Jumlah Nimfa dan Imago

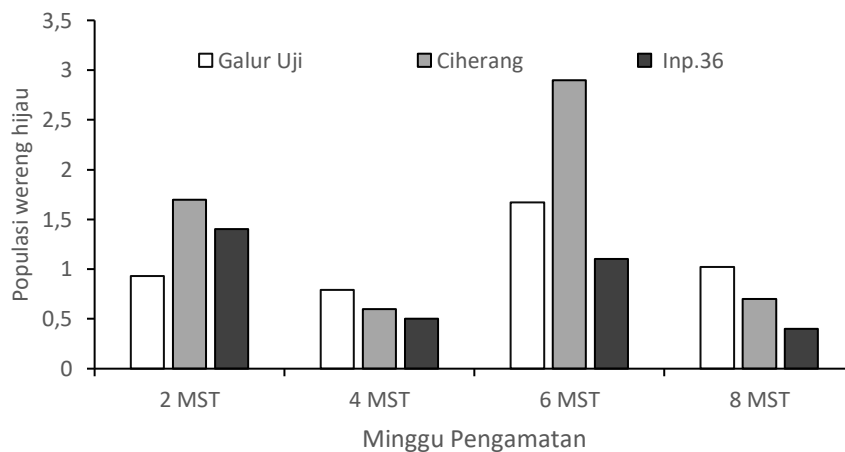
Hasil uji LSI pada pengamatan jumlah nimfa dan imago pada 2, 4, 6, dan 8 MST terhadap 50 galur uji dan varietas cek Ciherang dan Inpari 36, dapat dilihat pada Tabel 2. Pengamatan nimfa pada 2 dan 4 MST, tidak diperoleh keberadaan nimfa. Nimfa baru terdeteksi pada 6 dan 8 MST, baik pada galur uji maupun pada varietas cek.

Tabel 2. Hasil uji LSI pada variabel jumlah nimfa, imago, wereng hijau, dan insidensi tungro pada galur Uji dan varietas cek.

Galur	Nimfa				Imago				Rerata Wereng Hijau	Insidensi Tungro
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST		
1	0	0	0	0	3	1	1	1	0,86	0
2	0	0	0	0	3	1	3	0	1,00	0
3	0	0	0	0	1	1	0	0	0,29	0
4	0	0	0	0	3	3	1	1	1,14	0
5	0	0	3	0	4	1	0	1	1,29	0
6	0	0	3	0	2	2	1	1	1,29	0
7	0	0	5	2	2	2	4	0	2,14 <sup>b</sup>	1 <sup>ab</sup>
8	0	0	3	0	2	0	3	2	1,43	1 <sup>ab</sup>
9	0	0	1	1	1	0	3	3	1,29	0
10	0	0	3	3	4	2	2	1	2,14 <sup>b</sup>	0
11	0	0	0	3	2	1	1	1	1,14	0
12	0	0	3	3	4	0	6	1	2,43 <sup>b</sup>	0
13	0	0	3	0	3	2	3	0	1,57	0
14	0	0	0	2	4	2	3	1	1,71	0
15	0	0	9 <sup>b</sup>	0	4	0	1	1	2,14 <sup>b</sup>	0
16	0	0	2	0	3	1	1	0	1,00	0
17	0	0	1	0	2	1	2	1	1,00	0
18	0	2	1	0	2	1	0	0	0,86	0
19	0	0	5	0	3	0	1	0	1,29	0
20	0	0	0	0	2	2	0	0	0,57	0
21	0	0	3	0	0	3	2	1	1,29	0
22	0	0	2	1	0	1	2	3	1,29	0
23	0	0	3	1	1	1	1	1	1,14	0
24	0	0	1	1	2	0	0	2	0,86	0
25	0	0	1	2	1	7 <sup>ab</sup>	2	1	1,17	0
26	0	0	1	1	4	0	3	1	1,43	0
27	0	0	1	2	1	3	2	0	1,29	0
28	0	0	0	1	0	1	1	1	0,57	0
29	0	1	1	0	0	1	0	2	0,71	0
30	0	0	0	1	0	2	0	1	0,57	0
31	0	0	0	1	2	2	1	1	1,00	0
32	0	0	0	1	2	1	1	1	0,86	0
33	0	0	4	0	3	1	0	0	1,29	0
34	0	0	4	2	1	1	5	1	2,00 <sup>b</sup>	0
35	0	0	3	2	1	2	2	0	1,43	0
36	0	0	0	1	1	1	1	0	0,57	0
37	0	0	1	3	3	1	3	2	1,86	0
38	0	0	0	0	1	2	4	1	1,14	0
39	0	0	1	2	0	0	3	1	1,00	0

40	0	0	0	0	0	1	3	0	0,57	0
41	0	0	1	0	1	1	2	1	0,86	0
42	0	0	1	1	1	5 <sup>b</sup>	1	0	1,29	0
43	0	0	3	2	2	2	0	6 <sup>ab</sup>	1,50	0
44	0	0	1	0	0	2	1	2	0,86	0
45	0	0	0	1	0	0	0	6 <sup>ab</sup>	0,17	0
46	0	0	0	1	2	4	1	1	1,29	0
47	0	0	2	1	1	0	2	1	1,00	0
48	0	0	1	1	0	1	2	2	1,00	0
49	0	0	4	2	1	4	4	0	2,14 <sup>b</sup>	0
50	0	0	0	1	8	2	1	2	2,00 <sup>b</sup>	0
Ciherang	0	0	4	0,6	3,4	1,2	1,8	0,8	1,69	0
Inp.36	0	0	1	0,6	2,8	0,8	1,2	0,2	0,97	0
LSI	0	0	7,9	3,2	7,3	3,9	6,8	3,9	1,01	0

Keterangan: (a) menunjukkan jumlah nimfa/imago signifikan lebih banyak dari pembandingan Ciherang, LSI 5%  
 (b) menunjukkan jumlah nimfa/imago signifikan lebih banyak dari pembandingan Inpari 36, LSI 5%  
 (ab) menunjukkan jumlah nimfa/imago signifikan lebih banyak dari pembandingan Ciherang dan Inpari 36, LSI 5%



Gambar 1. Rata-rata populasi wereng hijau pada 2, 4, 6, dan 8 MST terhadap galur uji, varietas Ciherang dan Inpari 36.

Kondisi ini mengindikasikan nimfa merupakan generasi pertama dari imago migran dari pertanaman lainnya. Pola yang sama juga ditunjukkan pada hasil penelitian Apriyani *et al.* (2021). Dianawati & Sujitno (2015) melaporkan terdapat dua siklus puncak populasi nimfa, yaitu dua kali puncak populasi di 5-6 MST dan 10-11 MST pada varietas unggul lama ditanam petani, dan sekali puncak populasi di 10-11 MST pada

varietas unggul baru. Pengamatan di minggu keenam dan kedelapan setelah tanam, hampir semua galur menunjukkan jumlah nimfa pada galur uji tidak berbeda nyata dengan varietas cek. Hanya galur nomor 15 yang berbeda nyata dengan Inpari 36. Perolehan nimfa pada galur uji di minggu keenam setelah tanam, sebagian besar lebih sedikit dari varietas cek. Tampak bahwa hanya galur nomor 7, 15, dan 19 yang



menunjukkan jumlah nimfa lebih tinggi dari Ciherang dan Inpari 36. Sedangkan pada minggu kedelapan setelah tanam, terdapat 29 galur uji yang menunjukkan jumlah nimfa lebih banyak dari kedua varietas cek. Pengamatan 2 MST jumlah imago wereng hijau terdapat pada hampir semua galur uji dan varietas cek. Galur nomor 5, 10, 12, 14, 15, 26, dan 50 yang menunjukkan jumlah imago lebih tinggi dari Ciherang dan Inpari 36. Kisaran hasil diperoleh antara 0 - 8 ekor imago per 10 ayunan ganda *sweepnet*.

Pengamatan pada 4 MST, terdapat 1 galur uji (nomor 25) dengan jumlah imago signifikan berbeda nyata dengan kedua varietas cek. Populasi imago pada 6 MST di galur uji tidak berbeda nyata dengan varietas cek. Galur no 12 menunjukkan jumlah imago lebih banyak dari galur uji lainnya, dan juga varietas cek. Sedangkan pada pengamatan 8 MST, terdapat 2 galur yang menunjukkan jumlah imago yang berbeda nyata dengan kedua varietas cek. Kedua galur tersebut adalah, galur nomor 43 dan 45.

Keberadaan imago pada awal penanaman kemungkinan merupakan wereng hijau migrasi dari pertanaman lain di sekitarnya. Rendahnya hasil tangkapan wereng hijau dilapang disebabkan oleh aktivitas pemencaran imago wereng hijau yang didasarkan pada preferensi wereng hijau. Apriyani *et al.* (2021) melaporkan pola tanam tidak serempak akan menyediakan inang pada fase pertumbuhan yang disukai oleh imago. Imago wereng hijau cenderung bermigrasi dari tanaman tua ke tanaman muda yang lebih rentan. Kepadatan populasi imago akan meningkat dari G0 (generasi 0) ke G1 atau generasi pertama setelah imigran (Widiarta, 2005). Komposisi wereng hijau (nimfa dan imago) pada galur uji, varietas cek Ciherang dan Inpari 36 di 2, 4, 6 dan 8 MST tersaji pada Gambar 1. Populasi wereng

hijau di awal penanaman pada galur uji lebih sedikit dibanding kedua varietas cek, dimana populasi wereng hijau terbanyak diperoleh pada Ciherang. Hal ini disebabkan telah terjadi proses adaptasi wereng hijau pada varietas cek akibat tingginya intensitas penggunaan kedua varietas tersebut. Varietas Ciherang memiliki riwayat lebih disukai oleh wereng hijau dibanding beberapa varietas unggul lainnya, seperti dilaporkan pada penelitian (Yuliani & Widiarta, 2017), dimana kepadatan populasi wereng hijau pada varietas Ciherang lebih tinggi dari IR 66 dan Inpari 9, dan varietas IR 64, Inpari 32, dan Inpari 36 (Apriyani *et al.*, 2021).

Puncak populasi wereng hijau terjadi pada minggu keenam setelah tanam, dan mulai mengalami penurunan pada minggu kedelapan setelah pengamatan. Kondisi pertanaman pada minggu kedelapan pertanaman telah memasuki fase vegetatif akhir. Semakin bertambahnya umur tanaman, populasi imago semakin rendah (Senoaji & Praptana, 2015; (Gigir *et al.*, 2015). Hal ini berkaitan dengan pakan wereng hijau. Wereng hijau akan memilih tanaman yang muda dibanding tanaman yang telah tua. Populasi wereng hijau meningkat pada fase vegetatif dan menurun pada fase generatif. Roshan & Raju (2017) menyatakan terdapat faktor abiotik dan biotik yang mempengaruhi kelimpahan wereng hijau. Peningkatan populasi wereng hijau dipengaruhi faktor abiotik, yang mencakup kelembaban, suhu tinggi, dan hujan yang berselang. Faktor biotik berupa populasi musuh alami dan ketersediaan pakan berpengaruh terhadap fluktuasi populasi wereng.

Populasi wereng hijau pada minggu ke 4, 6, dan 8 MST lebih rendah pada varietas Inpari 36 dibanding varietas Ciherang dan

galur uji. Hal ini disebabkan karena Inpari 36 merupakan varietas yang telah memiliki gen ketahanan tungro sehingga wereng hijau lebih memilih pakan yang tidak mengandung gen ketahanan. Horgan *et al.* (2018) melaporkan bahwa varietas tahan (IR62) menunjukkan performa yang bagus pada varietas tahan dibanding varietas rentan (IR22) terhadap serangan wereng batang coklat di lapangan. Penelitian lain (Horgan *et al.*, 2019) menemukan bahwa varietas yang memiliki gen ketahanan terhadap wereng hijau akan sulit untuk ditempati bertelur oleh wereng hijau. Namun, setelah generasi ke 20 wereng hijau, lama kelamaan ketahanan tersebut akan melemah sehingga akan tidak tampak perbedaan antara varietas yang rentan dengan varietas tahan.

Ketahanan suatu varietas juga berkaitan dengan morfologi varietas tersebut seperti ketebalan daun, permukaan daun berbulu tidaknya, dan juga warna daun. Shaojie *et al.* (2021) melaporkan wereng coklat lebih menyukai memakan daerah halus dan lunak pada permukaan pelepah daun padi. Gen resisten Bph30 dapat mencegah stilet wereng coklat mencapai floem karena ketebalan skelenkim. Hal ini disebabkan tingginya kandungan selulosa dan hemiselulosa yang menyebabkan dinding sel kaku dan skelenkim menjadi lebih tebal. Menurut (Rohaeni & Yuliani, 2019), morfologi permukaan daun berkorelasi positif dengan ketahanan terhadap penyakit hawar daun bakteri.

Pemencaran wereng hijau pada minggu keempat dan kedelapan menunjukkan pola yang sama. Terjadi perubahan komposisi populasi pada galur uji, Ciherang dan Inpari 36. Pengamatan pada minggu kedua dan keenam menunjukkan preferensi wereng hijau pada Ciherang, namun pada minggu keempat dan kedelapan terjadi pergeseran

preferensi wereng hijau, yang lebih memilih hinggap pada galur uji. Tentu saja ini menjadi hal yang menarik untuk diteliti lebih lanjut. Kemungkinan wereng hijau sudah mulai beradaptasi terhadap galur uji, sehingga terjadi perubahan komposisi populasi.

### Insidensi Serangan Tungro

Insidensi tungro sangat rendah, hanya terindikasi dua rumpun yang terserang tungro di lokasi penelitian (Tabel 2). Insidensi tungro terdeteksi pada minggu kedelapan setelah pindah tanam. Berdasarkan penentuan skala insidensi penyakit di lapangan yang mengacu pada *Standard Evaluation System (SES) for Rice* (IRRI, 2013), insidensi serangan tungro di lokasi penelitian berada pada skala 1, dimana jumlah serangan < 10% dari total rumpun yang diamati.

Pengamatan secara visual di lapangan, kedua galur uji yang terindikasi terserang tungro merupakan masing-masing satu rumpun pada galur nomor 7 dan galur nomor 8 (Tabel 2). Gejala yang teramati adalah tanaman pendek, namun tak tampak adanya perubahan warna daun sehingga dengan ciri tersebut dapat digolongkan berada pada skor 3, sesuai dengan pengklasifikasian skoring penyakit tungro (IRRI, 2013).

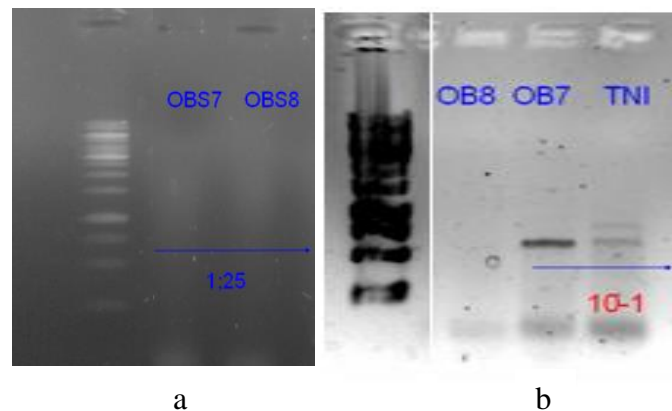
Rendahnya insidensi tungro pada penelitian ini, disebabkan oleh galur uji yang digunakan merupakan galur yang telah memiliki ketahanan tungro karena telah lolos uji skrining penyakit tungro (Muliadi *et al.*, 2017) dan juga kemungkinan di area pertanaman tidak ditemukan sumber inokulum sehingga meskipun populasi wereng hijau cukup tinggi, namun tidak terjadi serangan tungro. Menurut Dey (2016), infeksi tungro dapat terjadi akibat interaksi antara varietas, vektor, dan sumber

inokulum. Manajemen pertanaman menjadi hal penting untuk mengatasi infeksi penyakit tungro. Penanaman beberapa varietas tahan dengan sumber gen ketahanan yang berbeda dapat mencegah terjadinya siklus epidemi (Praptana & Muliadi, 2013). Pengendalian sumber inokulum dengan cara roguing akan menekan penyebaran virus tungro. Tanaman yang telah terindikasi menunjukkan gejala tungro akan dicabut untuk menghilangkan potensi penyebaran virus tungro (Kumazaki *et al.*, 2017).

Wereng hijau akan bermigrasi mencari sumber pakan yang sesuai. Kemampuan pencarian makan tersebut akan mempengaruhi ketersebaran penyakit tungro jika di area penanaman terdapat sumber inokulum. Yuliani (2014)

menyatakan tingkat infeksi awal penyakit tungro ditentukan oleh populasi vektor infektif yang migrasi ke pertanaman, sedangkan perkembangan serangan selanjutnya ditentukan oleh presentase infeksi awal dan kepadatan generasi pertama. Tidak ada hubungan yang konsisten antara kelimpahan wereng dan kejadian penyakit.

Hasil PCR menggunakan primer spesifik RTBV melalui elektroforesis memperlihatkan bahwa tidak terdeteksi pita DNA dari 2 Galur yg diujikan (Gambar 2a). Berbeda halnya dengan hasil elektroforesis menggunakan primer spesifik RTSV terbaca pada galur nomor 7 (Gambar 2b). Hal ini menunjukkan bahwa galur nomor 7 terinfeksi RTSV namun tidak terinfeksi RTBV.



Gambar 2 . Elektroforesis Hasil PCR pada Galur Uji Nomor 7 dan Nomor 8 Menggunakan Primer Spesifik RTBV (a) dan RTSV (b).

Hasil positif RTSV pada galur nomor 7 menunjukkan adanya potensi ledakan tungro di penanaman. Tanaman yang terserang RTSV saja hanya akan menunjukkan gejala ringan hingga tidak muncul gejala sama sekali. Namun, jika di areal penanaman terdapat sumber inokulum yang mengandung RTBV, disertai jumlah wereng yang cukup dan menggunakan varietas yang tidak memiliki gen ketahanan tungro, insidensi tungro dapat terjadi. RTSV sebagai *helper virus* memiliki peran yang besar terhadap kejadian tungro di lapangan. Azzam & Chancellor (2002) menyatakan tanaman dapat terinfeksi RTSV melalui vektor wereng hijau, namun tanaman tidak dapat terinfeksi RTBV tanpa bantuan RTSV. Kondisi tersebut menyebabkan RTSV dianggap sebagai virus *helper*, dan RTBV dianggap sebagai virus *dependent*. Berdasarkan fenomena tersebut, Widiarta *et al.* (2004) menyatakan untuk menghindari terjadinya infeksi ganda RTSV dan RTBV, perakitan varietas tahan penyakit tungro sebaiknya difokuskan pada ketahanan varietas terhadap infeksi RTSV.

Penggunaan varietas tahan secara signifikan mampu menekan persentase kehilangan hasil akibat infeksi virus tungro. Kehilangan hasil pada varietas rentan yang terserang RTSV sebanyak 40%, sedangkan jika infeksi pada varietas tahan penurunan hasil hanya terjadi sebanyak 5%. Kehilangan hasil yang disebabkan oleh infeksi kombinasi RTSV dan RTBV pada varietas rentan menurunkan hasil sebanyak 85%, sedangkan pada varietas tahan penurunan hasil hanya 20% (Hasanuddin & Hibino, 1988)(Hasanuddin & Hibino, 1988).

## SIMPULAN

1. Terdapat 43 galur uji yang menunjukkan populasi wereng hijau lebih rendah dari varietas cek Ciharang dan Inpari 36. Galur uji tersebut layak untuk dilakukan uji lanjut untuk melihat potensi hasil dari galur tersebut.
2. Terdapat satu rumpun pada galur B12413E-MR-3-PN-3-LR-4-1-3-1-1-1-1 (Nomor 7) yang terkonfirmasi mengandung *Rice Tungro Spherical Virus* (RTSV).

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriyani, R., Rosmana, A., & Patandjengi, B. (2021). Dynamics of tungro disease and its vector population on intercropping of rice varieties. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 807, 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/807/2/022110>
- Azzam, O., & Chancellor, T. C. B. (2002). The Biology, Epidemiology, and Management of Rice Tungro Disease in Asia. *Plant Disease*, 86(2).
- Bhusal, K., GC, S., & Bhattarai, K. (2019). A Review of Rice Tungro Virus in Nepal. *Journal of Plant Sciences and Crop Protection*, 2(1), 1–5.
- Bunawan, H., Dusik, L., Bunawan, S. N., & Amin, N. M. (2014). Rice tungro disease: From identification to disease control. *World Applied Sciences Journal*. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2014.31.06.610>
- Chancellor, & Holt. (2008). Tungro disease dynamics. In *a paradigm in disease management*. (pp. 92–115).
- Chancellor, T. C. B., Cook, A. G., & Heong, K.

- L. (1996). The within-field dynamics of rice tungro disease in relation to the abundance of its major leafhopper vectors. *Crop Protection*.  
[https://doi.org/10.1016/0261-2194\(96\)00002-6](https://doi.org/10.1016/0261-2194(96)00002-6)
- Dey, S. R. (2016). Green Leafhopper ( GLH ), Nephrotettix Virescens ( Distant ) and Rice Tungro Disease ( RTD ). *The Beats of Natural Sciences*, 3(3-4), 1-7.
- Dianawati, M., & Sujitno, E. (2015). Kajian berbagai varietas unggul terhadap serangan wereng batang cokelat dan produksi padi di lahan sawah Kabupaten Garut , Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 4(7), 868-873.  
<https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010437>
- Doyle, J. (1991). DNA protocols for plants. In *Molecular techniques in taxonomy* (pp. 283-293). Springer.
- Gigir, T. H., Salaki, C. L., Senewe, E. 2, Dien, M. F. 2, & Sualang, D. S. (2015). Populasi dan Intensitas Serangan Hama Wereng Hijau Nephrotettix virescens (Homoptera; Cicadellidae) di Kecamatan Tomohon Barat Kota Tomohon.  
<https://Ejournal.Unsrat.Ac.Id/>, 6(15), 1-10.
- Hamdayanty, H., Ladja, F. T., & Mansur. (2021). Molecular detection of tungro virus on mekongga and inpari 4 rice varieties in West Papua. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 807(2).  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/807/2/022088>
- Hasanuddin, A., & Hibino, H. (1988). Grain Yield Reduction, Growth Retardation, and Virus Concentration in Rice Plants Infected with Tungro-Associated Viruses. *Japan International Research Center for Agricultural Sciences*, 22(8), 56-73.
- Horgan, F. G., Almazan, M. L. P., Vu, Q., Ramal, A. F., Bernal, C. C., Yasui, H., & Fujita, D. (2019). Unanticipated benefits and potential ecological costs associated with pyramiding leafhopper resistance loci in rice. *Crop Protection*, 115(September 2018), 47-58.  
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.09.013>
- Horgan, F. G., Peñalver, A., Bernal, C. C., Fame, A., Liberty, M., Almazan, P., & Wilby, A. (2018). Field Crops Research Resistance and tolerance to the brown planthopper , Nilaparvata lugens ( Stål ), in rice infested at di ff erent growth stages across a gradient of nitrogen applications. *Field Crops Research*, 217(January 2017), 53-65.  
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.12.008>
- IRRI. (2013). *S tandard Evaluation S ystem ( SES ) for R ice* (Issue June).  
<https://doi.org/10.1063/1.1522164>
- Kumazaki, Y., Yatabe, Z., & Sato, T. (2017). Dynamical roguing model for controlling the spread of tungro virus via Nephrotettix Virescens in a rice field. *Journal of Physics*, 893.
- Ladja, F. T., Hidayat, S. H., Damayanti, T. A., & Rauf, A. (2016). Deteksi Virus Tungro pada Gulma Padi Sawah Menggunakan Teknik PCR Rice Tungro Virus Detection on Weeds using PCR Techniques. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 35(1), 39-44.
- Ladja, F. T., & Widiarta, I. N. (2012). Varietas Unggul Baru Padi untuk Mengantisipasi Ledakan Penyakit Tungro. *Iptek Tanaan Pangan*, 7(1), 18-24.

- Muliadi, A., Ladja, F. T., Senoaji, W., Fahmi, D. A., Khaerana, Mugiasi, A., Muazzam, A., Gunawan, A., Ibrahim, E., & Ismayanti, R. (2017). *Laporan Akhir Tahun Penelitian Peningkatan Ketahanan Varietas Padi Terhadap Varian Virus Tungro Spesifik*.
- Poland, J., & Rutkoski, J. (2016). Advances and Challenges in Genomic Selection for Disease Resistance. *Annual Review of Phytopathology*, 54, 79–98. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080615-100056>
- Praptana, R. H., & Muliadi, A. (2013). Durabilitas Ketahanan Varietas Padi terhadap Penyakit Tungro. *Iptek Tanaman Pangan*, 8(1), 15–21.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. (2021). *Statistik Iklim, Organisme Pengganggu Tanaman dan Dampak Perubahan Iklim 2018-2021*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal-Kementerian Pertanian.
- Rohaeni, W. R., & Yuliani, D. (2019). Keragaman Morfologi Daun Padi Lokal Indonesia dan Korelasinya dengan Ketahanan Penyakit Hawar Daun Bakteri. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*.
- Roshan, D. R., & Raju, S. V. S. (2017). Influence of abiotic and biotic factors on population dynamics of BPH (*Nilaparvata lugens* Stal) and GLH (*Nephotettix virescens* Distant). *Crop Research*, 52(1–3), 67–73.
- Rosida, N., Kuswinanti, T., Amin, N., & Nasruddin, A. (2020a). Epidemiological study on the current status of rice tungro disease in South Sulawesi, Indonesia. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 20(4), 221–231. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2020.21.231>
- Rosida, N., Kuswinanti, T., Amin, N., & Nasruddin, A. (2020b). Resistance Durability of Several Rice Cultivars Against Rice Tungro Disease in South Sulawesi, Indonesia. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 32(2), 203–211. <https://doi.org/10.33866/PHYTOPATH.OL.030.02.0594>
- Senoaji, W., & Praptana, R. H. (2015). Perkembangan populasi wereng hijau dan predatornya pada beberapa varietas padi. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 19(1), 65–72.
- Shaojie, S., Huiying, W., Lingyun, N., Di, T., Cong, Z., Qian, Z., Yi, L., Bo, D., Jianping, G., Jin, H., Di, W., Xiaohong, Z., Wei, G., Junhan, S., Lili, Z., Rongzhi, C., Ongjian, X., & Linda. (2021). Bph30 confers resistance to brown planthopper by fortifying sclerenchyma in rice leaf sheaths. *Molecular Plant*, 14(10), 1714–1732.
- Simamora, P., & Manurung, J. (2021a). Expert Systems Diagnose Rice Plants Using The Certainty Factor Method. *Journal Distance*, 1(1), 258–268. <https://ejournal.pustakatimur.org/index.php/distance/article/view/71/74> [diakses: 4 april 2023]
- Suwarman, Murdita, W., Sudarti, Ashar, B. L., Nuzululliah, U., Nirwati, D., Kulsum, U., Bangariang, W., Darmadi, D., Prasetyaningtiyas, R., & Gunawan, R. (2022). *Evaluasi Prakiraan Serangan OPT Utama Padi, Jagung, dan Kedelai di Indonesia MT.2022*. Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Kementerian Pertanian. Virmani, S. S., Sun, Z. X., Mou, T. M., Ali, A. J., & Mao, C. X. (2003). Two-Line Hybrid Rice Breeding Two-Line Hybrid Rice Breeding Manual. In *Culture* (Issue May 2014).

- Widiarta, I N, Burhanuddin, A., Daradjat, A. A., & Hasanuddin, A. (2004). Status dan program penelitian pengendalian terpadu penyakit tungro. *Di Dalam: Prosiding Seminar Nasional Status Program Penelitian Tungro Mendukung Keberlanjutan Produksi Padi Nasional*, 7–8.
- Widiarta, I Nyoman. (2005). Wereng hijau (*Nephotettix virescens* Distant): Dinamika populasi dan strategi pengendaliannya sebagai vektor penyakit tungro. *Jurnal Litbang Pertanian*, 24(3), 85–92.
- Widiarta, N., & Pakki, S. (2015). Variasi virulensi virus tungro bersumber dari inokulum di daerah endemis tungro di Indonesia. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 15(1), 1–9.
- Wiguna, G., Sutarya, R., & Muliani, Y. (2015). Respon Beberapa Galur Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) terhadap Penyakit Busuk Daun (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). *Mediagro*, 11(2), 1–10.
- terhadap Penyakit Busuk Daun (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). *Mediagro*, 11(2), 1–10.
- Yuliani, D. (2014). Kelimpahan Wereng Hijau, Insiden Penyakit Tungro, dan Efektivitas Sumber Inokulum pada Ketinggian Tempat Berbeda (Abundance of Green Leaf Hopper, Tungro Disease Incidence, and Effectiveness of Inoculum Source at Different Altitude). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, Desember, 19(3), 129.
- Yuliani, D., & Widiarta, I. N. (2017). Pengendalian Penyakit Tungro Melalui Eliminasi Peran Vektor Wereng Hijau dengan Pengendalian Ramah Lingkungan. *Jurnal AGRIC*, 29(2), 77–88.