

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



BERITA BIOLOGI

Vol. 18 No. 1 April 2019

Terakreditasi Berdasarkan Keputusan Direktur Jendral Penguanan Riset dan
Pengembangan, Kemenristekdikti RI
No. 21/E/KPT/2018

Tim Redaksi (*Editorial Team*)

Andria Agusta (Pemimpin Redaksi, *Editor in Chief*)
(Kimia Bahan Alam, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Kusumadewi Sri Yulita (Redaksi Pelaksana, *Managing Editor*)
(Sistematika Molekuler Tumbuhan, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Gono Semiadi
(Mammalogi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Atit Kanti
(Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Siti Sundari
(Ekologi Lingkungan, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Arif Nurkanto
(Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Kartika Dewi
(Taksonomi Nematoda, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Dwi Setyo Rini
(Biologi Molekuler Tumbuhan, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Desain dan Layout (*Design and Layout*)

Liana Astuti

Kesekretariatan (*Secretary*)

Nira Ariasari, Budiarjo

Alamat (*Address*)

Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Kompleks Cibinong Science Center (CSC-LIPI)
Jalan Raya Jakarta-Bogor KM 46,
Cibinong 16911, Bogor-Indonesia
Telepon (021) 8765066 - 8765067
Faksimili (021) 8765059
Email: berita.biologi@mail.lipi.go.id
jurnalberitabiologi@yahoo.co.id
jurnalberitabiologi@gmail.com

Keterangan foto cover depan: Beberapa jenis makromakrofungi yang dijumpai di Cagar Alam Tangale
(Notes of cover picture): (*Some of the macrofungi species were found in Tangale Nature Reserve*) sesuai dengan halaman 109 (as in page 109).



Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

P-ISSN 0126-1754
E-ISSN 2337-8751
Terakreditasi Peringkat 2
21/E/KPT/2018
Volume 18 Nomor 1, April 2019

Berita Biologi	Vol. 18	No. 1	Hlm. 1 – 123	Bogor, April 2019	ISSN 0126-1754
----------------	---------	-------	--------------	-------------------	----------------

**Ucapan terima kasih kepada
Mitra Bebestari nomor ini
18(1) – April 2019**

**Prof. Dr. Mulyadi
(Pusat Penelitian Biologi-LIPI)**

**Dr. Dewi Malia Prawiradilaga
(Ekologi Hewan,Pusat Penelitian Biologi-LIPI)**

**Dr. Hari Sutrisno
(Biosistemik Invertebrata, Pusat Penelitian Biologi-LIPI)**

**Dr. Joko Ridho Witono, M.Si.
(Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya -LIPI)**

**Dr. Emry Estiati
(Bioteknologi, Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI)**

**Dr. Ristiyanto, M.Kes
(Mammalogi, Balai Besar Litbang VRP Salatiga litbang-depkes RI)**

**Dr. Margaretha Rahayuningsih, M.Si
(Taksonomi Hewan, Universitas Negeri Semarang)**

**Prof. Dr. Ir. Trizelia, M.Si
(Pengendalian Hayati (Patologi Serangga), Faperta Unand, Kampus Limau Manis, Padang)**

**Zuliyati Rohmah, S.Si., M.Si., Ph.D.
(Animal Structure and Function, Marine Animal, Marine Natural, Fakultas Biologi UGM)**

**Dra. Noverita, MSi
(Mikologi, Universitas Nasional Jakarta)**

**Dr. Ir.Miswar, M.Si
(Bioteknologi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Jember)**

**Dr. Ir. Syahroma Husni M.Si.
(Biologi Perikanan, Pusat Penelitian Limnologi -LIPI)**

**Dr. Ratu Siti Aliah MSc.
(Biologi Molekuler, Pusat Teknologi Produksi pertanian)**

**Dr. Wartono Hadie
(Akuakultur, Pusat Riset Perikanan-KKP)**

**Dr. Nafisah, Msc.
(Genetika dan pemuliaan tanaman, Balai Besar Penelitian tanaman padi)**

SELEKSI BERBANTUKAN MARKA MOLEKULER UNTUK PEMBENTUKAN CALON VARIETAS PADI TURUNAN ESENSIAL SITU PATENGGANG

[Marker Assisted Selection for Developing Candidate Essential Rice Variety of Situ Patenggang]

Siti Yuriyah^{1✉}, Dwinita Wikan Utami¹, Siti Nurani¹, Anggiani Nasution², Santoso², Puji Lestari¹, Ahmad Dadang¹ dan Suwarno²

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian (BB-Biogen), Jl. Tentara Pelajar No.3A, Bogor.16111.

²Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Jl. Raya 9, Sukamandi, Subang, Jawa Barat
email: sitiyur@yahoo.co.id.

ABSTRACT

The utilization of molecular marker technology for Blast (*Pyricularia grisea*) resistance in rice breeding could accelerate and improve the precision of selection. This study aimed to identify and to select the BC3F2 progenies from Situ Patenggang and the opted Blast Monogenic Lines based on their resistance to blast disease in green house and field using molecular characterization. A total of 200-300 BC3F2 population strains resulted in 4 crosses between Situ Patenggang varieties and Monogenic Varieties IRBLta2-Re, IRBLkp-k60, IRBLi-F5 and IRBLa-A were used as total genetic material in the study. Blast resistance assay was initially carried out in a greenhouse and further selection was conducted in the endemic blast area, Sukabumi. The selected Molecular marker was STS (*Sequence Tag Sites*) marker for foreground selection and 384-SNPs (*Single Nucleotide Polymorphism*) chip for background selection. The number of lines from each cross was selected by greenhouse assay i.e: 25 lines derived from Situ Patenggang/IRBLta and Situ Patenggang/IRBLkp, 21 plants for crossing Situ Patenggang/IRBLi, and 22 plants for Situ Patenggang/IRBLa-A. The results of field experiment revealed that blast resistance response of the selected lines was varied from 0 to 5. Lines of foreground were successfully selected using STS markers specified for *Pii*, *Pita*, *Pikp* and *Pia* genes. As for the background selection by SNPs markers, some lines carried the recurrent parent genetic background, Situ Patenggang. Overall, 20 resistance lines that harbored the target genes and Situ Patenggang background were obtained. Further observation was entailed to these twenty selected lines in order to attain promising lines candidate for blast resistance.

Key Words: Foreground-background selection, Rice blast disease, STS & SNP markers.

ABSTRAK

Pemanfaatan teknologi marka molekuler dalam pemuliaan padi tahan penyakit blas (*Pyricularia grisea*) dapat membantu mempercepat diperolehnya galur harapan tahan penyakit blas. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memilih galur-galur populasi BC3F2 turunan varietas Situ Patenggang dan Monogenik terpilih berdasarkan tingkat ketahanannya terhadap penyakit blas di rumah kaca dan lapang menggunakan marka molekuler. Sebanyak 200-300 galur populasi BC3F2 hasil 4 persilangan antara varietas Situ Patenggang dan Varietas Monogenik (IRBLta2-Re, IRBLkp-k60, IRBLi-F5 dan IRBLa-A) digunakan sebagai total materi genetik dalam penelitian ini. Seleksi tingkat ketahanan diawali dengan seleksi di rumah kaca dilanjutkan dengan seleksi di lokasi endemik blas, di Sukabumi. Seleksi dengan marka molekuler dilakukan menggunakan marka STS (*Sequence Tag Sites*) untuk seleksi *foreground* dan 384 SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*) *chip* untuk seleksi *background*. Berdasarkan uji rumah kaca jumlah individu tanaman dari masing-masing persilangan telah terseleksi yaitu 25 untuk set Situ Patenggang/IRBLta dan Situ Patenggang/IRBLkp, 21 untuk set Situ Patenggang/IRBLi; dan 22 untuk set Situ Patenggang/IRBLa-A. Hasil pengujian di lapang galur-galur tersebut menunjukkan tingkat ketahanan yang bervariasi dengan skor 0 sampai 5. Seleksi foreground menggunakan marka STS terkait gen *Pii*, *Pita*, *Pikp* dan *Pia* mendapatkan galur-galur terpilih yang memiliki tipe genotipe sesuai tetua donor. Seleksi background menggunakan marka SNP diperoleh galur-galur terpilih yang memiliki background genetik mendekati tetua pemulih Situ Patenggang. Secara keseluruhan diperoleh 20 galur tahan terpilih sesuai gen-gen target dan *background* Situ Patenggang. Keduapuluh galur terpilih perlu diobservasi lebih lanjut sebagai calon galur harapan tahan blas.

Kata Kunci: Marka STS dan SNP, Penyakit blas, Seleksi *foreground-background*.

PENDAHULUAN

Salah satu Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) penting pada padi adalah patogen blas yang disebabkan oleh cendawan patogen *Pyricularia grisea*. (Noguchi *et al.*, 2007). Serangan penyakit blas dapat menyebabkan penurunan hasil sebesar 30% - 50% dari total produksi padi (Baker *et al.*, 1997; Scardaci *et al.*, 1997). Luas serangan blas daun (*leaf blast*) di beberapa propinsi, seperti: Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Lampung, dan

Sulawesi Tenggara mencapai 55.643 ha, rata-rata 146 ha terserang berat hingga puso: 146 ha (Direktorat Jendral Tanaman Pangan, 2012). Sedangkan jika serangan penyakit blas terjadi pada saat menjelang panen (dikenal sebagai blas leher/*neck blast*), dapat menurunkan hasil hingga mencapai 70% (Fathurrahman *et al.*, 2010). Di beberapa lokasi endemis, serangan blas leher mencapai luasan 1.285 juta ha atau sekitar 12% dari total luas areal pertanaman padi.

Pengendalian penyakit blas menggunakan varietas tahan merupakan cara yang efektif, dibanding menggunakan fungisida. Program pembentukan varietas tahan penyakit blas yang efektif dapat menahan serangan penyakit blas untuk di beberapa lokasi endemis penting dilakukan. Pendekatan yang dilakukan untuk mendukung program pemuliaan, diantaranya adalah seleksi menggunakan marka molekuler terkait gen-gen atau QTL (*Quantitative Trait Loci*), MAS (*Marker Assisted Selection*) juga seleksi secara *foreground* dan *bakground* yang berkontribusi membentuk sifat ketahanan terhadap penyakit blas. Pemanfaatan marka molekuler untuk seleksi dapat membantu dalam meminimalis introgresi bukan target (*linkage drag*) yang terbawa dalam genom progeni sehingga proses seleksi lebih terarah, dan alel yang baru sangat berguna dalam program pemuliaan untuk dapat dimanfaatkan dalam mengembangkan tanaman yang lebih produktif dan unggul (Feltus *et al.*, 2004; Hospital 2009; Koide *et al.*, 2009; Askani *et al.*, 2015; Khandakar *et al.*, Sadegh *et al.*, 2015).

Seleksi yang akurat terhadap suatu karakter yang diinginkan dari tanaman adalah dengan mendasarkan pada gen pengendali karakter tersebut (Lukman *et al.*, 2013). Studi genetik tentang sifat ketahanan terhadap patogen blas dalam genom padi telah banyak diidentifikasi dan di petakan, saat ini telah diidentifikasi 100 gen ketahanan dan 30 gen yang telah dikloning dan dikarakterisasi (Sallaud *et al.*, 2003; Roychowdhury *et al.* 2011; Sharma *et al.*, 2012; Ashkani *et al.*, 2014).

Namun demikian seleksi secara fenotipe baik terhadap karakter ketahanannya ataupun morfogenetika tanaman tetap harus dilakukan baik di rumah kaca ataupun di lapang. Hal ini diperlukan untuk mengkonfirmasi keragaan galur-galur uji sebagai kandidat galur harapan. Varietas Situ Patenggang adalah varietas gogo yang telah dilepas pada tahun 2002. Hasil pengujian di rumah kaca yang dilakukan pada tahun 2012 varietas Situ Patenggang menunjukkan reaksi rentan terhadap ras 073 (Indrayani *et al.*, 2013) dan tahun 2017 rentan terhadap ras 033 skor 5 (Santoso, data tidak dipublikasikan). Ras-ras yang dapat menyerang varietas Situ Patenggang adalah ras 073, 033, 001, 73 dan ras 041. Ras-ras ini banyak meyebar di beberapa

lokasi di Sukabumi, Jasinga, Lampung dan Sitiung Sumatera Barat (Santoso dan Nasution, 2009). Oleh karena itu maka perlu dilakukan perbaikan ketahanan terhadap penyakit blas dari varietas Situ Patenggang (Suwarno *et al.*, 2001), melalui pendekatan *MAS*.

Cendawan blas yang mendominasi pertanaman padi dan selalu ada pada setiap musim tanam selama tahun 1995-1998 di Indonesia adalah ras 001, 003, 033, dan 173 (Amir *et al.*, 2000). Sedangkan di daerah Lampung 7 ras juga selalu ada di setiap tahun yaitu ras 001, 023, 033, 073, 101, 133, dan 173 (Suwarno *et al.* 2008). Ras 001 merupakan ras yang dominan dengan frekuensi virulensi tertinggi terdapat di Sukabumi, Lampung, Jasinga dan Sitiung (Lestari *et al.*, 2016).

Tujuan penelitian adalah pemanfaatan marka molekuler (*foreground* dan *background*) untuk membantu seleksi populasi BC3F2 hasil persilangan Situ Patenggang/IRBLta2-Re, Situ Patenggang/IRBLi-F5, Situ Patenggang/IRBLkp-k60, Situ Patenggang/IRBLa-A. Hasil analisis marka ini selanjutnya akan dikomparasikan dengan seleksi fenotipe yaitu respon ketahanan galur-galur uji terhadap penyakit blas di rumah kaca BB Padi Muara dan lapang Sukabumi.

BAHAN DAN CARA KERJA

Materi genetik dan ras *Pyricularia grisea*

Bahan tanaman yang digunakan adalah populasi BC3F2 hasil 4 persilangan Situ Patenggang/ IRBta2-Re (TA) sebanyak 223 nomor, Situ Patenggang/IRBLi-F5 (LIF) 272 nomor, Situ Patenggang/IRBLkp-k60 (KP) 299 nomor, dan Situ Patenggang/IRBLa-A (AA) 272 nomor. Satu tanaman tetua pemilih Situ Patenggang (STP), Empat tetua donor (IRBLKp-k60, IRBLta2Re, IRBLaA, IRBLi-F5), Dua varietas kontrol peka IR64 dan LTH, 1 varietas kontrol tahan Limboto dan 1 varietas kontrol produksi Inpago 8. Untuk penelitian uji fenotipik, digunakan ras *Pyricularia grizeae* terpilih yaitu Ras 173. Ras 173 ini selalu ada di tiap musim tanam di Sukabumi dan di Lampung (Santoso *et al.*, 2007; Suwarno *et al.*, 2008)

Analisis marka molekuler

Isolasi DNA genomik dilakukan dengan mengambil daun segar dari tanaman berumur 3 minggu setelah

tanam sebelum dinokulasi menggunakan ras blas. DNA diisolasi menggunakan bufer ekstraksi *hexadecytrimethylammoniumbromide* (CTAB) dengan mengikuti protokol Doyle dan Doyle (1987). Kualitas dan kuantitas DNA yang dihasilkan diukur menggunakan spektrofotometer, dan dianggap murni jika rasio absorbansi 260/280 berkisar 1,8 hingga 2,0 (Sambrook and Russell 2001).

Proses amplifikasi untuk *foreground* dilakukan dengan total reaksi 10,0 μl terdiri atas: DNA sampel genomik dengan konsentrasi 10 ng/ μL ; 0,15 μM primer dan 1x Kapa2G Fast ReadyMix (KAPA Biosystems). DNA diamplifikasi pada mesin PCR (DNA Engine TETRAD2) dengan profil PCR yang dimodifikasi (Brondani *et al.*, 2000). Hasil Amplifikasi PCR dielektroforesis gel agarose 2% (w/v) dalam 0,5x TBE buffer dan pewarna GelRedTM Nucleic Acid (BIOTIUM), selanjutnya di dokumentasikan dengan *ChemidocTM* XRS (Biorad) transilluminator di bawah lampu UV.

Evaluasi tingkat ketahanan galur-galur uji di rumah kaca

Penyiapan Inokulum untuk evaluasi tingkat ketahanan galur-galur uji terhadap ras blas di rumah kaca di mulai dari penyiapan inokulum mengikuti metode Utami *et al.* (2007). Inokulasi dan evaluasi ketahanan di rumah kaca dilakukan setelah tanaman berumur tiga minggu, setiap galur diinokulasi dengan metode penyemprotan sebanyak 3,5 ml suspensi konidia pertanaman menggunakan Ras 173. Tanaman yang telah diinokulasi diletakkan di ruang lembab (suhu 25,5 °C, kelembaban udara relatif 100%) selama 48 jam untuk memberikan kondisi yang sesuai pada spora cendawan untuk menginfeksi tanaman, kemudian dipindah ke rumah kaca (suhu 25,5–26 °C, kelembaban udara relatif 91–95%). Kelembaban udara dipelihara melalui pengembunan menggunakan *sprinkler*.

Skoring gejala penyakit, dilakukan berdasarkan metode yang dikembangkan Hayashi dan Fukuta (2009). Pengamatan dilakukan pada umur 17 hari setelah inokulasi (HSI), daun yang diamati adalah tiga daun dari pucuk yang telah membuka sempurna. Skala penyakit 0–1= tahan (T), skala 2–3= moderat tahan (MT), dan skala 4–5= Peka (P). Galur-galur terseleksi BC3F2 hasil uji inokulasi dan evaluasi

ketahanan di rumah kaca selanjutnya diperbanyak di rumah kawat dengan tujuan mendapatkan stok benih yang mencukupi untuk uji lapang di Sukabumi.

Analisis molekuler *foreground*

Jumlah tanaman yang di analisis secara *foreground* adalah 93 galur terpilih hasil 4 persilangan Situ Patenggang/IRBL dan tanaman kontrol. Evaluasi tingkat ketahanan galur-galur uji di rumah kaca menggunakan ras 173. Marka molekuler *foreground* yang digunakan adalah marka yang menunjukkan polimorfisme pada tetua persilangan yaitu marka SNP dan STS sesuai gen target (Tabel 1).

Evaluasi galur-galur terpilih di lapang

Percobaan lapang dilaksanakan di Sukabumi menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tiga ulangan, dan luas plot masing masing galur uji 4M x 5M sesuai (Kementerian Pertanian 2012). Evaluasi keparahan penyakit dengan menggunakan skala Hayashi dan Fukuta (2009).

Analisis molekuler *background*

Metode isolasi DNA genomik pada *background* seperti pada analisis *foreground*, galur-galur uji dari 4 populasi dan tetua hasil persilangan dianalisis dengan marka *background* untuk melihat daerah lokus dari target gen yaitu menggunakan *set 384-SNP-set* 2014 dan *384-SNP-set* 2015 (BB-BIOGEN 2014 dan 2015) dengan metode *GoldenGate genotyping assay*. Preparasi DNA total mengikuti protokol yang direkomendasikan oleh Illumina meliputi kegiatan ekstraksi dan purifikasi DNA dari daun tanaman padi (Utami *et al.* 2016). *SNP genotyping* menggunakan *GoldenGate[®] Genotyping Assay* dan *GenomeStudio data analysis*. Jumlah tanaman yang di analisis secara *background* sama dengan yang dianalisis pada *foreground* (Utami *et al.*, 2016). Preparasi PCR plate untuk amplifikasi dilakukan dengan penambahan Titanium Taq DNA polymerase, kemudian masing-masing sampel dipindahkan ke PCR plate, dilanjutkan proses ekstensi dan ligasi melalui PCR (*Inoc PCR*) menggunakan 3 primer universal (reagen MMP) yaitu, 2 primer berlabel pewarna fluoresen (Primer 1 dan Primer 2) dan 1 primer terbiotinilasi (Primer 3),

Tabel 1. Daftar marka untuk seleksi foreground (*List of markers for foreground selection*)

No	Gen target (<i>Target Genes</i>)	Kromosom (<i>Chromosomes</i>)	Posisi genetik (<i>bp</i>)	Sekuen Primer Foward (<i>Sequences</i>)F	Sekuen Primer Reverse (<i>Sequences</i>)R
1	ITS (Pita)	12	24,627,650.00	TCCGTAGGTGAACCGCGG	TCCTCCGCTTATTGATATGC
2	LF (Pita)	12	11,158,228.00	GCGATTTGGCCTTCACC	CCCTCTATTGTTAGATTGA
3	MG (Pita)	12	11,934,022.00	ATCGGAATTCTCATGAGCAA-GCGTG	ACCGTCTAGAGCAACCGACCTTGATA
4	CAVR3 (Pita)	12	11,934,027.00	CGGGATCCCCG-CAATTATGCTTTTTT	CATGCATGCCCTCAAAACAAAAGG
5	Pita1042	12	11,934,009.00	AGCAGGTTATAAGCTAGGCC	CTACCAACAAGTTCATCAAA
6	Pita403	12	10,606,799.00	CAATGCCGAGTGTGCAAAGG	TCAGGTTGAAGATGCATAGC
7	Pii-1	6	6,602,195.00	GCTTCGTGACATTTATTCCG	GGGAAATTATTGGCGGATAC
8	Pii-2	6	6,630,226.00	TTTCTTCTGGATAAGACTCCTTT	CACCCGTATGTAaaaATCGGA
9	Pii-3	6	6,988,368.00	TGCGCTGAAAGATCAACAAA	TCACAACAAATTGCAAGAGGA
10	Pii-4	6	6,999,361.00	GTGGTTGGTCATCTAACAT	ATTGATGCAAAAATAAGTAGCGG
11	Pii-5	9	8,785,468.00	AATTCCATTGCCACCGAGTGCCTC	TCTCAGTATAGAACACTAACTCTA
12	Pii-6	9	10,234,958.00	GTCTTGACCTAAAGCACTACC	TGAGAAACTGGTCAAATTGGC
13	Pii-7	9	10,347,110.00	TGTGAGGCAACAATGCCATTGCG	CTATGAGTTCACTATGTGGAGGCT
14	Pii-8			GATATGGTTGAAAGCTAATCTCA	ATCATTGTCCTTCATATTCAAGAGT
15	Pik-p-1	11	29,416,141.00	GGCTGGAACACCAACATCCATGG	GCGCTGGAACGGAAACTAGTGC
16	Pik-p-2	11	29,830,452.00	GGTGTGTTGGAACCTGAACCTG	TTTCTGTTGTCGGATGCTC
17	Pik-p-3	11	30,786,890.00	CATCTTGACGACAACGACACCAATT-AGTTA	CCAAAATGAACAAACCGATTGAC
18	Pik-p-4	11		ATAGTTGAATGGAATGGAAC	CTGCGCAAGCAATAAGTC
19	Pia-1	11	6,142,345.00	ATTTTACTGTTCACATITGTCAGGC	ATCTGCTTGAUTGAGTTGTGG
20	Pia-2	11	6,621,411.00	AGCATCTTCTGTGCACTCTCA	GCATTGAGTCCCTTAACCTCC
21	Pia-3	11	6,867,356.00	GTGCCCTCCAGCATATTGAA	CCAAAAGCCACAGCTCTTC
22	Pia-4	11	8,468,863.00	CAGGGATTAAAGCTTAGCCA	CCTGAATTCTTGGCATAACTG
23	Pia-5	11	8,987,039.00	TGTTTGTGTTGTGATTTTTGGA	ATGATTATGCTGATGCACCAAT
24	Pia-6	11	8,988,246.00	CAAAATTAAGCAGTGGAGAAA	GCCTCCTCGCCTCTTAGTA
25	Pia-7	11	8,989,345.00	ACCATGGCATCTGATGGG	ATACGCTGCTCATGGCTG
26	Pia-8	11	6,855,464.00	AGGAGAAAGGCCAACCAAGG	GAGCTGCCACATCTCCCT
27	RM3625	11	6,664,832.00	CTTGCAATTCAATTGTTAC	GGTGGCCTAGTGAACACTAAA
28	RM4862	11	9,980,579.00	CAACTTCTGGCATAAACTA	TGGTGAAGATATTTCAGAC
29	Pia-A17	11	6,518,224.00	GCAACGGATACGGAGGCAAT	GCTTTCTTAGCAATGTCTGTG
30	Pia-A25	11	6,523,500.00	TAAAAATGAGGTTGGGAGTC	GTTCCTAGCAATGATGTCCTC
31	Pia-A26	11	6,527,875.00	CTGAAGAGGATGGTGGAGGA	ATTGTAACATCCCCATCTG
32	Pia-A27	11	6,538,868.00	CTGGGAGTATCTACAGAAAAAG	CTCTGGAAAAGCACTGGTAAT
33	Pia-73N90378	11	6,514,549.00	CTGGTAGGAACGGCTCGACAT	GAGAGCGACACGGAGAGGAAG
34	Pia-0225100a	11	6,528,484.00	GACGACCTCTCCGTCGAACAT	CTCCATGCATAGCGTCTGTACG
35	Pia-73N67545	11	6,537,430.00	AGAAACTCACCGGAGCATCCAT	GCCCTCTCCCTGACTTCTGAAT
36	Pia-82N19365	11	6,620,896.00	GCACTGCCACGACTCAGTGCTC	ACCGCTGTTGTCTCCCTCCTC
37	Pia-0227300c	11	6,669,568.00	GTTGTTGCCCCTTCGAAAC	ATCAGGCTGAAGGATTCAACG

dimana primer ke 3 ini memungkinkan untuk menandai hasil produk PCR dan mengelusi utas DNA yang mengandung signal fluoresen. Sampel yang ter-elusi ini kemudian ditransfer dari ASE plate ke dalam PCR plate. Tahapan *post-amplifikasi* meliputi pengikatan produk PCR berupa utas DNA terbiotinilasi dengan partikel paramagnetik sehingga terbentuk hasil PCR yang berbentuk utas ganda immobil, diikuti hibridisasi dan pencucian *BeadChip*.

Visualisasi *BeadChip* pada sistem *IScan Reader* dalam bentuk gambar resolusi tinggi dari bagian-bagian *BeadChip*. Data hasil visualisasi ini kemudian

dianalisis untuk menentukan genotipe SNP menggunakan *Illumina's BeadStudio Gene Expression Module* (Dunning 2008; Illumina 2009). Data *genotyping* dari sampel kontrol ini diperlukan untuk validasi alel dari genotipe terpilih sekaligus validasi kandidat marka MAS yang ditargetkan.

Analisis data

Analisis data dilakukan dengan menyeleksi marka-marka STS dan SNP yang *polimorfik* untuk kelompok galur tahan dan peka, dengan genotipe pembanding varietas tetua pemulih Situ Patenggang,

Tabel 2. Respon ketahanan galur-galur uji terpilih hasil seleksi di rumah kaca menggunakan Ras 173. Skor 0-1:Tahan (T), 2-3: Moderat Tahan, 4-5: Peka (P). (*Resistance respond of selected lines were screened in green house using Race 173. Score 0-1 : Resistance, 2-3 : Medium Resistance, 4-5: Susceptible*)

No	Tanaman Uji (<i>Genotype</i>)	Skore (<i>Score</i>)	Respon (<i>Response</i>)	Jumlah (<i>Quantity</i>)									
1	TA	0	T	1	T	2	MT	3	MT	4	5	Mati	
2	IRBLta2Re	175	T	22	-	8	-	3	-	3	2	P	10
3	LIF	9	T	1	-	-	-	-	-	-	-	-	10
4	IRBLi-F5	230	T	26	T	5	MT	3	MT	-	-	-	272
5	KP	10	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
6	IRBLkp-k60	190	T	83	T	15	MT	3	-	-	-	-	299
7	AA	10	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
8	IRBLa-A	216	T	48	T	6	MT	-	-	1	-	-	1
9	IR64	8	T	2	-	-	-	-	-	-	-	-	272
10	STP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	P	-
11	LTH	4	T	1	6	-	-	-	-	-	-	-	10
12	Impago-8	-	-	-	-	-	-	8	MT	2	9	P	-
13	Limboto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
		8	T	2	T	-	-	-	-	-	-	-	10

4 tetua donor yaitu IRBLaA, IRBLi-F5, IRBLkp-k60 dan IRBLta-2Re. Analisis asosiasi dilakukan mengikuti metode Agrama *et al.* (2007) menggunakan software Tassel (Bradbury *et al.* 2007). Data marka dan fenotipe digunakan sebagai input bagi software Tassel untuk mencari asosiasi antara marka dengan karakter fenotipe yang diukur. Marka-marka dianggap memiliki asosiasi yang signifikan apabila berdasarkan analisis GLM atau MLM memiliki *p-value* < 0,001. Marka STS dan SNP yang telah dikonfirmasi terkait dengan ketahanan penyakit blas akan digunakan dalam proses pemuliaan molekuler untuk memperoleh galur harapan padi yang tahan terhadap penyakit blas.

HASIL

Evaluasi tingkat ketahanan galur-galur uji di rumah kaca

Evaluasi dilakukan untuk seleksi awal galur-galur BC3F2, dari hasil pengamatan fenotipe masing masing persilangan yang diuji yaitu galur TA, LIF, KP dan AA, menggunakan ras 173 menunjukkan respon tahan dengan skor 1 sampai 2 yang berturut-turut sebanyak 205 dari 223 galur, 261 dari 272 galur, 288 dari 299 galur, dan 270 dari 272 galur (Tabel 2).

Analisis genetik pada seleksi foreground

Hasil analisis molekuler menggunakan marka *foreground* STS terkait gen target yaitu gen *Pii*, *Pita*, *Pikp* dan *Pia* untuk menganalisis pola genotipe dipilih galur galur yang memiliki pita (alel) dari tetua donor IRBL. Marka yang digunakan sebagai acuan seleksi adalah marka yang menunjukkan tipe band DNA hasil PCR yang spesifik *single band* sehingga memudahkan untuk seleksi (Tabel 3, Gambar 1).

Evaluasi galur-galur terpilih di lapang (Sukabumi)

Hasil evaluasi galur galur di lapang Sukabumi menunjukkan bahwa ketahanan galur-galur uji terhadap serangan patogen blas (inokulum alami Sukabumi) skornya bervariasi antara 0-5 (Tabel 4).

Analisis genetik pada seleksi background

Tujuan dari seleksi Background adalah menseleksi galur-galur yang memiliki tipe genotipe sesuai dengan tetua STP (tetua pemulih), pada beberapa lokus SNP yang tersebar di beberapa kromosom. Sejumlah 93 galur yang masih memiliki tipe genotipe heterozigot diobservasi tingkat segregasinya pada individu tanaman. Galur-galur uji ini juga telah dianalisis keragaman genotipenya menggunakan set marka 384 SNP-

Tabel 3. Galur-galur tahan terpilih sesuai dengan pola genotipe (*Selected lines based in genotype segregation pattern*).

No	Galur (lines)	Pengamatan Rumah Kaca (green house)		Pengamatan Lapang (Observation of field)		Pola Genotipe (Genotype Pattern)								
		Skor (Score)	Respon (Response)	Skor (Score)	Respon (Response)	*Pita 403	*ITS	*Pi _{i2}	*Pi _{i4}	*Pi _{kp1}	*Pi _{kp2}	*Pi _{kp3}	*4862	*Pi _a
1	STP	2	MT	0,5	T	STP	STP	-	-	-	-	-	-	-
2	IRBLta2-Re	0	T	5	P	IRBLta	IRBLta	-	-	-	-	-	-	-
3	TA 17	1	T	0,5	T	H	IRBLta	-	-	-	-	-	-	-
4	TA 22	0	T	0	T	H	IRBLta	-	-	-	-	-	-	-
5	IRBLi-F5	0	T	5	P	-	-	IRBLi	IRBLi	-	-	-	-	-
6	LIF 8	1	T	2	MT	-	-	IRBLi	H	-	-	-	-	-
7	LIF 24	2	MT	3	MT	-	-	H	H	-	-	-	-	-
8	LIF 141	1	T	1	T	-	-	IRBLi	H	-	-	-	-	-
9	LIF 166	0	T	1	T	-	-	IRBLi	IRBLi	-	-	-	-	-
10	LIF 170	2	MT	1	T	-	-	IRBLi	H	-	-	-	-	-
11	LIF 175	1	T	1	T	-	-	IRBLi	H	-	-	-	-	-
12	LIF 197	1	T	1	T	-	-	IRBLi	H	-	-	-	-	-
13	IRBLkp-k60	0	T	1	T	-	-	-	-	IRBLkp	IRBLkp	IRBLkp	-	-
14	KP52	1	T	1	T	-	-	-	-	H	H	IRBLkp	-	-
15	KP77	0	T	3	MT	-	-	-	-	IRBLkp	H	IRBLkp	-	-
16	KP130	1	T	2	MT	-	-	-	-	IRBLkp	IRBLkp	H	-	-
17	KP141	3	MT	0,5	T	-	-	-	-	IRBLkp	H	H	-	-
18	KP143	1	T	0,5	T	-	-	-	-	IRBLkp	H	H	-	-
19	KP209	2	MT	3	MT	-	-	-	-	H	IRBLkp	IRBLkp	-	-
20	KP242	0	T	3	MT	-	-	-	-	IRBLkp	IRBLkp	H	-	-
21	KP281	1	T	3	MT	-	-	-	-	IRBLkp	H	H	-	-
22	KP298	0	T	1	T	-	-	-	-	H	IRBLkp	H	-	-
23	IRBLa-A	0	T	5	P	-	-	-	-	-	-	-	IRBLa	IRB La
24	AA 207	0	T	3	MT	-	-	-	-	-	-	-	H	H
25	AA 253	1	T	0,5	T	-	-	-	-	-	-	-	H	H

Marka molekuler terkait gen target; STP : tetua pemulih Situ Patenggang; IRBLta : tetua donor IRBLta-2Re; IRBLi : tetua donor IRBLi-F5 ;IRBLkp : tetua donor IRBLkp-k60; IRBLa : tetua donor IRBLa-A; H : tipe segregasi Heterozigot..

* Molecular markers linked to target genes ; STP : recurrent parent, Situ Patenggang ; IRBLta : donor parent, IRBLta-2Re; IRBLi: donor parent IRBLi-F5; IRBLkp : donor parent IRBLkp-k60; IRBLa : donor parent IRBLa-A; H : Heterozigout segregation pattern.

chip-2014 dan 384-SNP-chip 2015(*background*) dan di dapatkan hasil (Tabel 5).

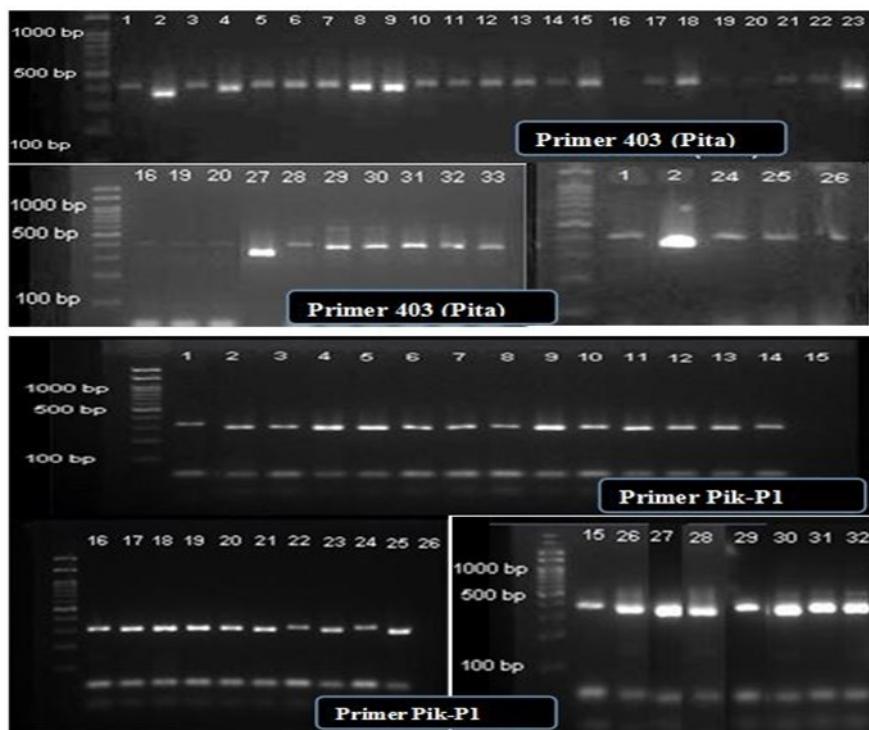
Analisis asosiasi

Analisis asosiasi menggunakan software Tassel (Tabel 7) telah mengindikasikan asosiasi primer dan ras pada galur uji ($P<0.0001$) yang signifikan untuk gen ketahanan.

PEMBAHASAN

Keragaan respon ketahanan galur galur uji di rumah kaca menunjukkan respon tahan sampai moderat tahan dengan skor 1–3, dan respon ketahanan keempat galur kontrol tetua donor IRBL yang diuji di rumah kaca bersifat tahan dengan skor

1–2. Varietas IR64 dan LTH sebagai kontrol peka blas bersifat peka (skor 5), sedangkan Inpago 8 dan Limboto sebagai kontrol varietas unggul menunjukkan respon moderat tahan (skor 2–3). Varietas Situ Patenggang sebagai tetua pemulih bersifat tahan (skor 1). Berdasarkan hasil skor dari galur galur uji dan galur kontrol diatas maka dipilih dari masing masing galur yaitu galur TA 25 galur, KP 25 galur, LIF 23 galur dan AA 21 galur, yang mewakili dari skor tahan, moderat tahan dan peka untuk di uji dilapang Sukabumi. Jadi total tanaman uji yang digunakan di lapang Sukabumi sebanyak 93 galur di tambah dengan 1 tetua pemulih Situ Patenggang, 4 tetua donor IRBL, 1 kontrol tahan blas Limboto, 2 kontrol veriatas peka blas IR64 dan



Gambar 1. Keragaan tipe genotipe beberapa galur uji yang dianalisis menggunakan marka marka terkait gen Pita dan Pii untuk seleksi *foreground*. Keterangan sampel : nomor 1 dan 2 adalah pola genotipe untuk kedua tetua berturutan Situ Patenggang dan IRBL. Nomor selanjutnya adalah pola genotipe galur-galur uji (*Genotype performance type of selected lines which analysed using molecular markers linked to Pita and Pii for foreground selection. Samples info : number 1 and 2 were Situ Patenggang and IRBL parents type, respectively. Another number were the lines tested number*)

LTH dan 1 kontrol tanaman produksi Inpago8 sehingga total tanaman uji menjadi 102 nomer.

Hasil seleksi menggunakan marka *foreground* menunjukkan variasi ukuran alel pada subset populasi TA, LIF, KP dan AA, yaitu berturut-turut: 350–950 bp, 430–450 bp, gen 160–380 bp dan 160–900 bp. Berdasarkan seleksi *foreground* ini pada masing masing subset populasi persilangan, terpilih galur galur yang bersifat tahan berdasarkan pola genotipenya yaitu terpilih 2 galur TA, 7 galur LIF, 9 galur KP dan 2 galur AA (Tabel 3, Gambar 2).

Keragaan respon ketahanan dari 93 galur BC3F3 terpilih dan 9 kontrol yang di evaluasi ketahanan blasnya di lapang Sukabumi juga menunjukkan tingkat serangan blas pada varietas kontrol IR64 mencapai 100% dengan skor 5, sehingga varietas tidak dapat dipanen (Gambar 2A). Hal ini menunjukkan insiden serangan blas di

lokasi pengujian sangat tinggi. Kondisi yang berlawanan terlihat pada galur-galur uji di sekitarnya yang terlihat masih hijau. Ketahanan dari galur-galur uji ini mengindikasikan adanya kontribusi sifat ketahanan dari tetua pemulih STP dan bukan dari tetua donor IRBL, karena ditunjukkan oleh terserangnya beberapa galur monogenik IRBL di lokasi pengujian, kecuali pada galur monogenik IRBLkp yang menunjukkan tahanan.

Galur IRBLkp-k60 sebagai tetua donor dengan gen ketahanan kp-k60 bersifat tahan (skor 1) dan berumur genjah karena tanaman sudah berbunga 100% pada saat tanaman berumur 2 bulan (Gambar 2B). Galur galur yang menunjukkan respon tahan (T) pada pengujian di lapang Sukabumi dengan skor 0–1 yaitu 19 galur TA, 14 galur LIF, 16 galur KP dan 11 galur AA. Dari total 60 galur yang menunjukkan respon tahan (T) tersebut selanjutnya

Tabel 4. Keragaan respon ketahanan galur-galur uji terpilih di lapang Sukabumi (MT2015) [Response resistant of selected lines observed in the Sukabumi field (MT2015)]

No	Galur (Lines)	Lapang Sukabumi -2015 (Fase Fegetatif Végetative Phase)	Lapang Sukabumi -2015 (Fase Generatif Générative Phase)	No	Galur (Lines)	Lapang Sukabumi -2015 (Fase Fegetatif Vegetative Phase)	Lapang Sukabumi -2015 (Fase Generatif Generative Phase)
1	STP	0	0,5	51	IRBLKp-K60	1	1
2	IRBLta2-Re	5	5	52	KP-3	1	1
3	TA-3	0	5	53	KP- 5	1	3
4	TA-4	1	1	54	KP-18	1	3
5	TA-5	0	1	55	KP-23	1	1
6	TA-6	1	1	56	KP-36	0	0,5
7	TA-15	0	0,5	57	KP-52	0	1
8	TA-17	0	0,5	58	KP-77	1	3
9	TA-22	1	1	59	KP-87	1	1
10	TA-23	0	0	60	KP-130	1	2
11	TA-25	1	1	61	KP-134	0	0,5
12	TA-44	1	1	62	KP-141	0	0,5
13	TA-47	1	1	63	KP-143	0	0,5
14	TA-48	1	1	64	KP-263	3	5
15	TA-55	1	1	65	KP-153	1	1
16	TA-65	0	0	66	KP-169	1	1
17	TA-67	0	0	67	KP-190	0	0,5
18	TA-71	0	1	68	KP- 191	0	0,5
19	TA-84	0	0,5	69	KP- 208	0	0,5
20	TA-85	1	1	70	KP-209	0	3
21	TA-97	1	0,5	71	KP-222	0	1
22	TA-101	0	3	72	KP-230	1	1
23	TA-140	0	3	73	KP- 242	1	3
24	TA-170	0	4	74	KP-276	0	1
25	TA-187	1	3	75	KP-281	1	3
26	TA-206	0	2	76	KP-298	0	1
27	IRBLi-F5	5	5	77	IRBLa-A	5	5
28	LIF-2	1	2	78	AA-1	3	3
29	LIF-8	0	2	79	AA-9	1	1
30	LIF-23	1	1	80	AA-11	0	1
31	LIF-24	3	3	81	AA-24	0	2
32	LIF-34	1	1	82	AA-44	0	1
33	LIF-41	3	5	83	AA-46	0	5
34	LIF-44	0	0,5	84	AA-61	0	3
35	LIF-49	1	1	85	AA-69	1	1
36	LIF-86	0	5	86	AA-81	0	1
37	LIF- 97	1	1	87	AA-105	1	1
38	LIF-115	1	1	88	AA-116	0	0,5
39	LIF-120	3	3	89	AA-118	0	3
40	LIF-141	1	1	90	AA-126	0	1
41	LIF- 150	1	1	91	AA-127	0	5
42	LIF-166	1	1	92	AA-143	0	0,5
43	LIF-170	1	1	93	AA-154	1	3
44	LIF-175	1	1	94	AA-177	1	5
45	LIF-197	1	1	95	AA-207	0	3
46	LIF-204	1	1	96	AA-227	0	1
47	LIF-216	3	5	97	AA-236	1	5
48	LIF-223	3	5	98	AA-253	0	0,5
49	LIF-242	0	5	99	IR64	4	5
50	LIF-256	1	1	100	LTH	4	5
				101	Inpago8	0	1
				102	Limboto	1	3

Tabel 5. Keragaan genetik marka SNP pada masing-masing persilangan sesuai gen target (*The genetic appearance of SNP markers on each of the crosses corresponds to the target gene*)

Marka SNP (SNP Marker)	Proporsi genotipe sesuai tetua Situ Patenggang (%) pada persilangan sesuai gen target (<i>The proportion of genotype according to Situ Patenggang parent (%) on the corresponding crossing of the target genes</i>)			
	Pikp (2)*	Pita (2)*	Pii (2)*	Pia (17)*
Sebaran per kromosom				
2	-	-	-	85
3	-	62,5	75	100
4	58,3	-	-	85,7
5	-	55,8	-	66,7
7	-	-	83	81
8	95,8	-	-	-
10	-	-	-	76,2
11	-	-	-	61,9

*Jumlah marka SNP signifikan dan bersifat polimorfis

*The number of SNP markers is significant and is polymorphic.

Tabel 6. Hasil analisis asosiasi primer dan ras yang signifikan pada galur galur uji (*Significant primary and racial association analysis results in the lines observed.*)

No	Ras	Primer	P-Value	R-Variasi
1	173	Pik-p1	1,0834E-2	0,26045
2	173	Pik-p3	4,5361E-2	0,16987
3	173	ITS	1,116E-3	0,37604
4	173	LF	6,9841E-3	0,27614
5	173	Pii4	0,00594	0,42833
6	173	Pia8	0,017209	0,423345

**Gambar 2.** Keragaan respon ketahanan galur-galur uji di lapang Sukabumi: A. Keragaan tingkat serangan pada IR64. B. Galur IRBLkp-k60 tetua donor tahan blas dan berumur genjah (*Response resistant of selected lines observed in the Sukabumi field: A. Resistance performance of IR64. B. Performance of donor parent IRBLkp-K60 was blas resistant and short heading*)

ditentukan untuk dipilih kembali yang sesuai dengan pola genotipe berdasar seleksi menggunakan marka foreground (Tabel 5). Galur yang menunjukkan respon agak tahan (MT) dengan skor 2-3 yaitu 4 galur TA, 4 galur LIF, 7 galur KP dan 6 galur AA. Galur yang menunjukkan respon P dengan skor 4-5 yaitu 1 galur TA, 5 galur LIF, 2 galur KP, 4 galur AA dan tetua donor *IRBLta-2Re*, *IRBLi-F5*, *IRBla-A*, varietas IR64 dan galur LTH (Tabel 4).

Hasil analisis genetik pada seleksi *background* (Tabel 5) menunjukkan bahwa secara garis besar pola genotipe dari galur-galur yang diuji lebih dari 50% telah sesuai dengan tetua pemulih STP. Persentase kesesuaian dengan tetua STP paling besar terdapat pada set galur-galur hasil persilangan STP/IRBLa (AA) menggunakan gen Pia yaitu 61,9% – 100% dengan sebaran per kromosom berturut turut yaitu pada kromosom 11, 5, 10, 7, 2, 4 dan 3. Sedangkan persentase kesesuaian dengan tetua STP paling kecil terdapat pada set galur-galur hasil persilangan antara STP /IRBLta (TA) dan KP yaitu 55,8% – 62,5% sebaran per kromosom berturut turut pada kromosom 5, 4 dan 3, dan 95,8% pada kromosom 8. Pada uji keragaan genotipe galur galur KP, TA, LIF dan AA di dapatkan marka SNP yang signifikan dan bersifat polimorfis berturut turut 2 marka Pik-p, 2 marka Pita, 2 marka Pii dan 17 marka Pia.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini diperoleh 20 galur tahan terpilih berdasarkan evaluasi ketahanan di rumah kaca dan lapang serta seleksi menggunakan marka STS sebagai marka *foreground* terkait dengan gen-gen target ketahanan terhadap penyakit blas dan seleksi menggunakan marka SNP (set 384 SNP chip-2014) sebagai marka *background* untuk seleksi genotipe sesuai tetua STP yaitu : TA-17, TA -22, LIF-8, LIF-24, LIF-141, LIF-166, LIF-170, LIF-175, LIF-197, KP-52, KP-77, KP-130, KP-141, KP-143, KP-209, KP-242, KP-281, KP-298, AA-207, AA-253. Asosiasi antara fenotipe dan genotipe pada masing masing persilangan di dapat primer yang berasosiasi secara signifikan yaitu primer Pik-p1, Pik-p3, ITS, LIF, Pii4, dan Pii8. Pada seleksi background di dapat 23 marka SNP signifikan dan bersifat polimorfis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini di biayai oleh DIPA BB Biogen TA 2015 No. 018.08.2.237221. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ahmad Febriansyah, Anisa Agustin, Siti Nurazizah yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrama, H.A., Eizenga, G.C. and Yan, W., 2007. Association mapping of yield and its components in rice cultivars. *Molecular Breeding*, 19, pp. 341–356.
- Lestari, A., Widyatuti, U. dan Enggarini, W., 2016. Uji Virulensi 100 Isolat Cendawan Blas (*Pyricularia oryzae* Cavara) terhadap Satu Set Varietas Padi Diferensial Indonesia. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 1 (1), pp. 37–46.
- Amir, M., Nasution, A. dan Santoso., 2000. Inventarisasi Ras *P. grisea* di Daerah Sukabumi Jawa Barat Musim Tanam 1995-1998. pp. 148-151. *Dalam:* Soedarmono, Arwiyanto, T., Donowidjojo, S., Djatmiko, H.A., Utami, D.S., Prihatiningsih, N., Pramono, A. dan Mugiajati, E. ed. *Prosiding Kongres Nasional XV. PFI*. Purwokerto.
- Ashkani, S., Rafii, M.Y., Shabanimofrad, M., Ghasemzadeh, A., Ravanfar S. and Latif, M.A., 2015. Molecular progress on the mapping and cloning of functional genes for blast disease in rice (*Oryza sativa* L.): current status and future considerations. *Critical Reviews in Biotechnology*, 14 , pp.1–15.
- Baker, B., Zambryski, P., Staskawicz, B. and Dinesh-Kumar, S.P., 1997. Signalling in plant-microbe interactions. *Science*, 276 , pp. 726–733.
- Bradbury, Peter, J., Zhiwu, Z., Dallas, E.K., Terry, M., Casteven, Yorges, R. and Buckler, E.S., 2007. Tassel: Software for Association Mapping of Complex Traits in Diverse Samples. *Bioinformatics*, (23), p.19.
- Brondani, C., Brondani, R.P.V., Garrido, L.R. and Ferrira, M.E., 2000. Developoment of microsatelite for the genetic analysis of Magnaporthe grisea. *Genetics and Molecular Biology*, 23(4), pp.753–762.
- Direktorat Jendral Tanaman Pangan. 2013. Perkembangan Serangan Penyakit Blas Pyricularia Grisea. <http://tanamanpangan.pertanian.go.id/ditlntp/berita-150-perkembangan-serangan-penyakit-blas-pyricularia-grisea-sacc.> (dikases 17 April 2016).
- Doyle, J.J. and Doyle, J.L., 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, 19(1), pp. 11–15.
- Dunning, M.J., Barbosa-Morais, N.L., Lynch, A.G., Tavaré, S. and Ritchie, M.E., 2008. Statistical issues in the analysis of Illumina data. *BMC bioinformatics*, 9(1), p.85.
- Fathurrahman, I., Lutfi, M., Ciptadi, A.Y. dan Aris, P., 2010. *Penyakit pada Tanaman Padi*. Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Feltus, A.F., Wan, J., Schulze, S.R., Estill, J.C., Jiang, N. and Paterson, A.H., 2004. An SNP resource for rice genetics and breeding based on subspecies *Indica* and *Japonica*. *Genome Research*, 14, pp. 1812–1819.
- Hayashi, N. and Fukuta, Y., 2009. Development and Characterization of Blast Resistance Using Differential Varieties in Rice, Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Japan. p.11.
- Hospital, F., 2009. Challenges for effective marker-assisted selection in plants. *Genet. 136:303-310. doi:10.1007/s10709-008-9307-1*

- Illumina Product Guide., 2009. SNP *Genotyping and Copy Number Analysis*. Illumina Inc. San Diego, Amerika Serikat.
- Kementerian Pertanian RI., 2012. *Pedoman Teknis Pelaksanaan Indikasi Geografis Tahun 2012*. Direktorat Pengembangan Usaha dan Investasi, Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, Kementerian Pertanian RI.
- Koide, Y., Kobayashi, N., Xu, D. and Fukuta, Y., 2009. Review: Resistances gene and selection DNA markers for blast disease in rice (*Oryza sativa* L.). *Jarp Japan agricultural research quarterly*, 43(4), pp. 225–280.
- Lukman, R., Afifuddin, A. dan Hoerussalam., 2013. Pemanfaatan teknologi molecular breeding dalam pemuliaan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit. *Agroteknologi*, 3(2), pp. 101–108.
- Noguchi, M.T., Yasuda, N. and Fujita, Y., 2007. Fitness character un parasexual recombinants of the blast fungus Pyricularia oryzae. *Jarp Japan agricultural research quarterly*, 41 (2). p. 123–131.
- Roychowdhury, M., Jia, Y. and Cartwright, R.D., 2012. Structure, functionand co-evolution of rice blast resistance genes. *Akta Agronomica Sinica*, 38(3), pp. 381–393.
- Sadegh, A., Rafii, M.Y., Shabanimofrad, M., Miah, G., Sahebi, M., Azizi, P., Tanweer, F.A Akhtar, M.S. and Nasehi, A., 2015. *Frontiers in Plant Science*, 2015; 6, p. 886. Published online 2015 Nov 16. doi: 10.3389/fpls.2015.00886
- Santoso, A.N., Utami, D.W., Hanarida, I., Ambarwati, A.D., Mulyopawiro, S. dan Tharreau, D., 2007. Variasi genetik dan spectrum virulensi pathogen blas pada padi asal Jawa Barat dan Sumatera. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 26(3), pp. 150–155.
- Santoso, dan Nasution A., 2009. Pengendalian penyakit blas dan penyakit cendawan lainnya. Dalam: Inovasi Teknologi Produksi Padi. Buku 2. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. pp. 531–563.
- Sambrook, J. and Russel, D.W., 2001. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. 3rded. CJHL. New York. pp. XXVIII+18-136+A.14.1+R22+1.44.
- Sallaud, C., Loriux, M., Tharreau, D., Berruyer, R., Svestastasrani, P., Garsmeur, O., Guequierre, A. and otteghem, J.L., 2003. Identification of five new blast resistance genes in highly blast resistance variety IR64 using a QTL mapping Strategy. *Theoretical and Applied Genetics*, 106, pp.794–803.
- Sharma, T., Rai, A., Gupta, S., Vijayan, J., Devanna, B. and Ray, S., 2012. Rice blast management through host-plant resistance: retrospect and prospects. *Agricultural Research*, 1, pp. 37–52. 10.1007/s40003-011-0003-5
- Scardaci, S.C., Webster, R.K., Greer, C.A., Hill, J.E., William J.F., Mutters, R.G., Brandon, D.M., McKenzie, K.S. and Oster, J.J., 1997. Rice blast: a new disease in California. *Agronomy Fact Sheet Series*. 1997-2. Departement of Agronomy and Range Science, University of California, Davis.
- Sri Indrayani, Anggiani Nasution dan Enung S. Mulyaningsih., 2013. Analisis ketahanan padi gogo dan padi sawah (*Oryza sativa* L.) terhadap empat ras penyakit blas (*Pyricularia grisea* Sacc). *Jurnal Agricola*, 3(1), pp. 53–62.
- Suwarno, E., Lubis, and Soenarjo, E., 2001. “Breeding of Upland Rice for resistance to Blast in Indonesia.” In Kardin, M.K. et al. (Ed.), *Upland Rice Research in Indonesia: Current Status and Futures Direction*. p. 7-14. CRIFC-IRRI Collaborative Research. Central Research Institute for Food Crops, Bogor. Indonesia.
- Suwarno, Lubis, E., Hairmansis, A. dan Nasution, A., 2008. Pembentukan paket 20 varietas padi gogo untuk pengendalian penyakit blas. Simposium V tanaman pangan. *Prosiding Simposium V Tanaman Pangan. Inovasi Teknologi Tanaman Pangan*. Buku 2 Penelitian dan Pengembangan Padi. Bogor. Puspen PTP.
- Utami, D.W., Ambarwati, A.D., Apriana, A., Sisharmini, A., Hanarida, I., Tharreau, D. and Santoso., 2007. Spektrum ketahanan galur haploid ganda turunan IR64 dan *Oryza rufipogon* yang mengandung QTL ketahanan terhadap penyakit blas (*Pir*). *Agrobiogen*, 3(1), pp. 1–8.
- Utami, D.W., Rosdianti, I., Dewi, I.S., Ambarwati, D., Sisharmini, A., Apriana, A., Yuriyah, S., Ridwan, I. and Somantri, I.H., 2016. Utilization of 384 SNP genotyping technology for seed purity testing of new Indonesian rice varieties Inpari Blas and Inpari HDB. SABRAO. *Journal of Breeding and Genetics*, 48 (4), pp. 416–424.

Pedoman Penulisan Naskah Berita Biologi

Berita Biologi adalah jurnal yang menerbitkan artikel kemajuan penelitian di bidang biologi dan ilmu-ilmu terkait di Indonesia. Berita Biologi memuat karya tulis ilmiah asli berupa makalah hasil penelitian, komunikasi pendek dan tinjauan kembali yang belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dikirim ke media lain. Masalah yang diliput harus menampilkan aspek atau informasi baru.

Tipe naskah

1. Makalah lengkap hasil penelitian (*original paper*)

Naskah merupakan hasil penelitian sendiri yang mengangkat topik yang *up to date*. Tidak lebih dari 15 halaman termasuk tabel dan gambar. Pencantuman lampiran seperlunya, namun redaksi berhak mengurangi atau meniadakan lampiran.

2. Komunikasi pendek (*short communication*)

Komunikasi pendek merupakan makalah hasil penelitian yang ingin dipublikasikan secara cepat karena hasil temuan yang menarik, spesifik dan baru, agar dapat segera diketahui oleh umum. Artikel yang ditulis tidak lebih dari 10 halaman. Hasil dan pembahasan boleh digabung.

3. Tinjauan kembali (*review*)

Tinjauan kembali merupakan rangkuman tinjauan ilmiah yang sistematis-kritis secara ringkas namun mendalam terhadap topik penelitian tertentu. Hal yang ditinjau meliputi segala sesuatu yang relevan terhadap topik tinjauan yang memberikan gambaran ‘*state of the art*’, meliputi temuan awal, kemajuan hingga issue terkini, termasuk perdebatan dan kesenjangan yang ada dalam topik yang dibahas. Tinjauan ulang ini harus merangkum minimal 30 artikel.

Struktur naskah

1. Bahasa

Bahasa yang digunakan adalah Bahasa Indonesia atau Inggris yang baik dan benar.

2. Judul

Judul diberikan dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Judul ditulis dalam huruf tegak kecuali untuk nama ilmiah yang menggunakan bahasa Latin, Judul harus singkat, jelas dan mencerminkan isi naskah dengan diikuti oleh nama serta alamat surat menyurat penulis dan alamat email. Nama penulis untuk korespondensi diberi tanda amplop cetak atas (*superscript*).

3. Abstrak

Abstrak dibuat dalam dua bahasa, bahasa Indonesia dan Inggris. Abstrak memuat secara singkat tentang latar belakang, tujuan, metode, hasil yang signifikan, kesimpulan dan implikasi hasil penelitian. Abstrak berisi maksimum 200 kata, spasi tunggal. Di bawah abstrak dicantumkan kata kunci yang terdiri atas maksimum enam kata, dimana kata pertama adalah yang terpenting. Abstrak dalam Bahasa Inggris merupakan terjemahan dari Bahasa Indonesia. Editor berhak untuk mengedit abstrak demi alasan kejelasan isi abstrak.

4. Pendahuluan

Pendahuluan berisi latar belakang, permasalahan dan tujuan penelitian. Perlu disebutkan juga studi terdahulu yang pernah dilakukan terkait dengan penelitian yang dilakukan.

5. Bahan dan cara kerja

Bahan dan cara kerja berisi informasi mengenai metode yang digunakan dalam penelitian. Pada bagian ini boleh dibuat sub-judul yang sesuai dengan tahapan penelitian. Metoda harus dipaparkan dengan jelas sesuai dengan standar topik penelitian dan dapat diulang oleh peneliti lain. Apabila metoda yang digunakan adalah metoda yang sudah baku cukup ditulis sitasinya dan apabila ada modifikasi maka harus dituliskan dengan jelas bagian mana dan hal apa yang dimodifikasi.

6. Hasil

Hasil memuat data ataupun informasi utama yang diperoleh berdasarkan metoda yang digunakan. Apabila ingin mengacu pada suatu tabel/grafik/diagram atau gambar, maka hasil yang terdapat pada bagian tersebut dapat diuraikan dengan jelas dengan tidak menggunakan kalimat ‘Lihat Tabel 1’. Apabila menggunakan nilai rata-rata maka harus menyertakan pula standar deviasinya.

7. Pembahasan

Pembahasan bukan merupakan pengulangan dari hasil. Pembahasan mengungkap alasan didapatkannya hasil dan arti atau makna dari hasil yang didapat tersebut. Bila memungkinkan, hasil penelitian ini dapat dibandingkan dengan studi terdahulu.

8. Kesimpulan

Kesimpulan berisi infomasi yang menyimpulkan hasil penelitian, sesuai dengan tujuan penelitian, implikasi dari hasil penelitian dan penelitian berikutnya yang bisa dilakukan.

9. Ucapan terima kasih

Bagian ini berisi ucapan terima kasih kepada suatu instansi jika penelitian ini didanai atau didukungan oleh instansi tersebut, ataupun kepada pihak yang membantu langsung penelitian atau penulisan artikel ini.

10. Daftar pustaka

Tidak diperkenankan untuk mensitis artikel yang tidak melalui proses *peer review*. Apabila harus menyitir dari “laporan” atau “komunikasi personal” dituliskan *‘unpublished’* dan tidak perlu ditampilkan di daftar pustaka. Daftar pustaka harus berisi informasi yang *up to date* yang sebagian besar berasal dari *original papers* dan penulisan terbitan berkala ilmiah (nama jurnal) tidak disingkat.

Format naskah

1. Naskah diketik dengan menggunakan program Microsoft Word, huruf New Times Roman ukuran 12, spasi ganda kecuali Abstrak spasi tunggal. Batas kiri-kanan atas-bawah masing-masing 2,5 cm. Maksimum isi naskah 15 halaman termasuk ilustrasi dan tabel.

2. Penulisan bilangan pecahan dengan koma mengikuti bahwa yang ditulis menggunakan dua angka desimal di belakang koma. Apabila menggunakan Bahasa Indonesia, angka desimal ditulis dengan menggunakan koma (,) dan ditulis dengan menggunakan titik (.) bila menggunakan bahasa Inggris. Contoh: Panjang buku adalah 2,5 cm. Length of the book is 2.5 cm. Penulisan angka 1-9 ditulis dalam kata kecuali bila bilangan satuan ukur, sedangkan angka 10 dan seterusnya ditulis dengan angka. Contoh lima orang siswa, panjang buku 5 cm.

3. Penulisan satuan mengikuti aturan *international system of units*.

4. Nama takson dan kategori taksonomi ditulis dengan merujuk kepada aturan standar yang diajui. Untuk tumbuhan menggunakan *International Code of Botanical Nomenclature* (ICBN), untuk hewan menggunakan *International Code of Zoological Nomenclature* (ICZN), untuk jamur *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plant* (ICNFP), *International Code of Nomenclature of Bacteria* (ICNB), dan untuk organisme yang lain merujuk pada kesepakatan Internasional. Penulisan nama takson lengkap dengan nama author hanya dilakukan pada bagian deskripsi takson, misalnya pada naskah taksonomi. Penulisan nama takson untuk bidang lainnya tidak perlu menggunakan nama author.

5. Tata nama di bidang genetika dan kimia merujuk kepada aturan baku terbaru yang berlaku.

6. Untuk range angka menggunakan en dash (-), contohnya pp.1565–1569, jumlah anakan berkisar 7–8 ekor. Untuk penggabungan kata menggunakan hyphen (-), contohnya: masing-masing.

7. Ilustrasi dapat berupa foto (hitam putih atau berwarna) atau gambar tangan (*line drawing*).

8. Tabel

Tabel diberi judul yang singkat dan jelas, spasi tunggal dalam bahasa Indonesia dan Inggris, sehingga Tabel dapat berdiri sendiri. Tabel diberi nomor urut sesuai dengan keterangan dalam teks. Keterangan Tabel diletakkan di bawah Tabel. Tabel tidak dibuat tertutup dengan garis vertikal, hanya menggunakan garis horizontal yang memisahkan judul dan batas bawah.

8. Gambar
Gambar bisa berupa foto, grafik, diagram dan peta. Judul gambar ditulis secara singkat dan jelas, spasi tunggal. Keterangan yang menyertai gambar harus dapat berdiri sendiri, ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Gambar dikirim dalam bentuk .jpeg dengan resolusi minimal 300 dpi, untuk *line drawing* minimal 600dpi.
9. Daftar Pustaka
Situs dalam naskah adalah nama penulis dan tahun. Bila penulis lebih dari satu menggunakan kata ‘dan’ atau *et al.* Contoh: (Kramer, 1983), (Hamzah dan Yusuf, 1995), (Premachandra *et al.*, 1992). Bila naskah ditulis dalam bahasa Inggris yang menggunakan sitasi 2 orang penulis maka digunakan kata ‘and’. Contoh: (Hamzah and Yusuf, 1995). Jika sitasi beruntun maka dimulai dari tahun yang paling tua, jika tahun sama maka dari nama penulis sesuai urutan abjad. Contoh: (Anderson, 2000; Agusta *et al.*, 2005; Danar, 2005). Penulisan daftar pustaka, sebagai berikut:
 - a. **Jurnal**
Nama jurnal ditulis lengkap.
Agusta, A., Maehara, S., Ohashi, K., Simanjuntak, P. and Shibuya, H., 2005. Stereoselective oxidation at C-4 of flavans by the endophytic fungus *Diaporthe* sp. isolated from a tea plant. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 53(12), pp.1565–1569.
 - b. **Buku**
Anderson, R.C. 2000. *Nematode Parasites of Vertebrates, Their Development and Transmission*. 2nd ed. CABI Publishing. New York. pp. 650.
 - c. **Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya.**
Kurata, H., El-Samad, H., Yi, T.M., Khammash, M. and Doyle, J., 2001. Feedback Regulation of the Heat Shock Response in *Escherichia coli*. *Proceedings of the 40th IEEE Conference on Decision and Control*. Orlando, USA pp. 837–842.
 - d. **Makalah sebagai bagian dari buku**
Sausan, D., 2014. Keanekaragaman Jamur di Hutan Kabungolor, Tau Lumbis Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara. Dalam: Irham, M. & Dewi, K. eds. *Keanekaragaman Hayati di Beranda Negeri*. pp. 47–58. PT. Eaststar Adhi Citra. Jakarta.
 - e. **Thesis, skripsi dan disertasi**
Sundari, S., 2012. Soil Respiration and Dissolved Organic Carbon Efflux in Tropical Peatlands. *Dissertation*. Graduate School of Agriculture. Hokkaido University. Sapporo. Japan.
 - f. **Artikel online.**
Artikel yang diunduh secara online ditulis dengan mengikuti format yang berlaku untuk jurnal, buku ataupun thesis dengan dilengkapi alamat situs dan waktu mengunduh. Tidak diperkenankan untuk mensitis artikel yang tidak melalui proses peer review misalnya laporan perjalanan maupun artikel dari laman web yang tidak bisa dipertangung jawabkan kebenarannya seperti wikipedia.
Himman, L.M., 2002. A Moral Change: Business Ethics After Enron. San Diego University Publication. <http://ethics.sandiego.edu/LMH/oped/Enron/index.asp>. (accessed 27 Januari 2008) bila naskah ditulis dalam bahasa inggris atau (diakses 27 Januari 2008) bila naskah ditulis dalam bahasa indonesia

Formulir persetujuan hak alih terbit dan keaslian naskah

Setiap penulis yang mengajukan naskahnya ke redaksi Berita Biologi akan diminta untuk menandatangani lembar persetujuan yang berisi hak alih terbit naskah termasuk hak untuk memperbanyak artikel dalam berbagai bentuk kepada penerbit Berita Biologi. Sedangkan penulis tetap berhak untuk menyebarkan edisi cetak dan elektronik untuk kepentingan penelitian dan pendidikan. Formulir itu juga berisi pernyataan keaslian naskah yang menyebutkan bahwa naskah adalah hasil penelitian asli, belum pernah dan tidak sedang diterbitkan di tempat lain serta bebas dari konflik kepentingan.

Penelitian yang melibatkan hewan

Setiap naskah yang penelitiannya melibatkan hewan (terutama mamalia) sebagai obyek percobaan/penelitian, wajib menyertakan ‘ethical clearance approval’ terkait animal welfare yang dikeluarkan oleh badan atau pihak berwenang.

Lembar ilustrasi sampul

Gambar ilustrasi yang terdapat di sampul jurnal Berita Biologi berasal dari salah satu naskah yang dipublikasi pada edisi tersebut. Oleh karena itu, setiap naskah yang ada ilustrasinya diharapkan dapat mengirimkan ilustrasi atau foto dengan kualitas gambar yang baik dengan disertai keterangan singkat ilustrasi atau foto dan nama pembuat ilustrasi atau pembuat foto.

Proofs

Naskah proofs akan dikirim ke penulis dan penulis diwajibkan untuk membaca dan memeriksa kembali isi naskah dengan teliti. Naskah proofs harus dikirim kembali ke redaksi dalam waktu tiga hari kerja.

Naskah cetak

Setiap penulis yang naskahnya diterbitkan akan diberikan 1 eksemplar majalah Berita Biologi dan *reprint*. Majalah tersebut akan dikirimkan kepada *corresponding author*

Pengiriman naskah

Naskah dikirim secara online ke website berita biologi: http://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi

Alamat kontak

Redaksi Jurnal Berita Biologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Cibinong Science Centre, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong 16911
Telp: +61-21-8765067, Fax: +62-21-87907612, 8765063, 8765066,
Email: berita.biologi@mail.lipi.go.id
jurnalberitabiologi@yahoo.co.id atau
jurnalberitabiologi@gmail.com

BERITA BIOLOGI

Vol. 18 (1)

Isi (*Content*)

April 2019

P-ISSN 0126-1754
E-ISSN 2337-8751

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

HUBUNGAN SEBARAN MAMALIA KECIL DENGAN KONDISI LINGKUNGAN DI HULU DAS CITANDUY, JAWA BARAT [Relationship between Small Mammals Distribution and their Environment at Upper Citanduy watershed, West Java]

Maharadatunkamsi 1 – 12

PATOGENISITAS CENDAWAN *Lecanicillium* sp. PTN01 TERHADAP PENGGEREK TONGKOL JAGUNG *Helicoverpa armigera* (HUBNER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) [Pathogenicity of *Lecanicillium* sp. PTN01 Fungus against Corn Earworm *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae)]

Sempurna Ginting, Teguh Santoso Yayı Munara K, Ruly Anwar dan Lisdari Sudirman 13 – 24

PARAMETER POPULASI IKAN BETOK (*Anabas testudineus* (BLOCH, 1792)) DI EKOSISTEM PAPARAN BANJIR SUNGAI MUSI, Lubuk Lampam [Population Parameter of (*Anabas testudineus* (Bloch, 1792)) Infloodplains Ecosystem of Musi River, Lubuk Lampam]

Syarifah Nurdawati, Zulkarnaen Fahmi dan Freddy Supriyadi 25 – 35

PENGARUH SUGARCANE STREAK MOSAIC VIRUS TERHADAP ANATOMI DAN KADAR KLOROFIL DAUN BEBERAPA AKSESİ TEBU (*Sacharrum officinarum*) [Effect of Sugarcane Streak Mosaic Virus Inoculation on Anatomy and Chlorophyll Level of Leaf Some Accessions Sugarcane (*Sacharrum officinarum*)]

Ruly Hamida dan Cece Suhara 37 – 45

KONDISI PLANKTON PADA TAMBAK UDANG WINDU (*Penaeus monodon* FABRICIUS) DENGAN SUBSTRAT BERBEDA [Plankton Condition in Tiger Shrimp (*Penaeus monodon* Fabricius) Pond with Different Substrates]

Erfan A. Hendrajat dan Andi Sahrijanna 47 – 57

PENINGKATAN SINTASAN LARVA IKAN KERAPU SUNU (*Plectropomus leopardus*) MELALUI MANAJEMEN PEMELIHARAAN YANG SESUAI [Increasing Survival Rate of Coral Trout (*Plectropomus leopardus*) Larvae by Using Properly Larval Rearing Management]

Daniar Kusumawati, Yasmina Nirmala Asih dan Ketut Maha Seti 59 – 70

STRUKTUR TULANG DAN OTOT SIRIP KAUDAL KOMPLEKS *Andamia heteroptera* Bleeker (IKAN AMFIBI) [Skeleton and Muscular Structure of Caudal Fin Complex *Andamia Heteroptera* Bleeker (Amphibious Fish)]

Gatot Nugroho Susanto 71 – 76

ESTIMASI HERITABILITAS DAN RESPONSI SELEKSI IKAN NILA HITAM (*Oreochromis niloticus*) DI TAMBAK [Heritability Estimates and Response to selection Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Brackish Water Pond]

Adam Robisalmi, Priadi Setyawan, dan R.R. Sri Pudji Sinarni Dewi 77 – 86

SELEKSI BERBANTUKAN MARKA MOLEKULER UNTUK PEMBENTUKAN CALON VARIETAS PADI TURUNAN ESENSIAL SITU PATENGANG [Marker Assisted Selection for Developing Candidate Essential Rice Variety of Situ Patenggang]

Siti Yuryiah, Dwinita Wikan Utami, Siti Nurani, Anggiani Nasution, Santoso, Puji Lestari, Ahmad Dadang dan Suwarno 87 – 97

VARIASI INTERSPESIFIK JULANG (AVES: BUCEROTIDAE) INDONESIA BERDASARKAN GEN CYTOCHROME-B DNA MITOKONDRIA [Interspecific Variation of Indonesian Hornbill (Aves: Bucerotidae) Based on Mitochondrial DNA Cytochrome-b]

Jarulis, Dedy Duryadi Solihin, Ani Mardiaستuti, Lilik Budi Prasetyo 99 – 108

KOMUNIKASI PENDEK (SHORT COMMUNICATION)

THE MACROFUNGI DIVERSITY AND THEIR POTENTIAL UTILIZATION IN TANGALE NATURE RESERVE GORONTALO PROVINCE [Keragaman Jenis Jamur Makro dan Peluang Pemanfaatannya di Cagar Alam Tangale Provinsi Gorontalo]

Diah Irawati Dwi Arini, Margareta Christita, dan Julianus Kinho 109 – 115

KAJIAN PERSEBARAN DAN POTENSI JATI PASIR (*Guettarda speciosa* L.) DI INDONESIA [The Study on Distribution and Potential Beach Gardenia (*Guettarda speciosa* L.) in Indonesia]

Inggit Puji Astuti dan Ratna Susandarini 117 – 123