

Durabilitas Ketahanan Varietas Padi terhadap Penyakit Tungro

R. Heru Praptana dan Ahmad Muliadi

Loka Penelitian Penyakit Tungro
Jl. Bulu No. 101, Lanrang, Sidrap, Sulawesi Selatan
Email: herujuly@yahoo.com

Naskah diterima 21 Desember 2012 dan disetujui diterbitkan 24 Juni 2013

ABSTRACT

Varietal Resistance Durability on Rice Against Tungro Viruses. *Tungro is a damaging rice disease, especially in endemic area. Infection of tungro is caused by the infection of two different viruses, namely RTSV and RTBV, both can only be transmitted by green leafhopper. Tungro epidemic is influenced by the variety planted, tungro virus, green leafhopper, environmental conditions and cultivation practices. Resistant varieties play an important role in controlling tungro epidemic. The use of resistant varieties is an effective control component and environmentally friendly. Planting a resistant variety with different sources of genes for resistance prevent the build up of tungro epidemic. The availability of several resistant varieties is the main requirement for the sustainable management of tungro disease control. Durable resistant variety is important to be maintained, so that a comprehensive control management system based on the biology and epidemiology of tungro can be applied. Resistant variety could be developed through the incorporation of multiple genes for resistance to viruses and to vectors. The resistant varieties should be widely adopted by farmers in the endemic area. Mapping of the distribution of tungro resistant variety is required to facilitate the monitoring of varietal resistance durability to support the future resistance breeding program.*

Keywords: Rice, tungro, epidemics, resistant variety, durable resistance, rice breeding.

ABSTRAK

Tungro merupakan penyakit pada tanaman padi yang sangat merusak, terutama di daerah endemis. Tungro disebabkan oleh infeksi dua virus yang berbeda yaitu RTSV dan RTBV, keduanya hanya dapat ditularkan oleh serangga wereng hijau. Epidemi tungro dipengaruhi oleh varietas tanaman, virus tungro, wereng hijau, kondisi lingkungan, dan cara budi daya. Penggunaan varietas tahan merupakan cara pengendalian yang efektif dan ramah lingkungan. Penanaman beberapa varietas tahan dengan sumber gen ketahanan yang berbeda dapat mencegah terjadinya siklus epidemi tungro. Ketersediaan varietas tahan yang awet (*durable*), menjadi syarat utama dalam pengendalian tungro secara berkelanjutan. Durabilitas ketahanan varietas terhadap virus tungro perlu dijaga melalui sistem pengelolaan yang komprehensif berdasarkan pemahaman biologi dan epidemiologi tungro. Perbaikan ketahanan varietas terhadap tungro dapat dilakukan melalui perakitan varietas dengan banyak sumber gen ketahanan terhadap virus dan vektor atau melalui perakitan varietas berdasarkan kesesuaian tetua dengan varian virus tungro dan koloni vektor. Alternatif lain adalah melalui perakitan varietas padi transgenik tahan tungro. Varietas tahan virus tungro harus diikuti percepatan adopsi oleh petani. Strategi percepatan adopsi varietas tahan dimulai sejak awal perakitan varietas yang disesuaikan dengan preferensi pengguna. Peta distribusi varietas tahan tungro diperlukan untuk memudahkan pemantauan durabilitas ketahanan varietas dan mendukung usaha perbaikan ketahanan varietas selanjutnya.

Kata kunci: Padi, tungro, epidemi, varietas tahan, ketahanan yang awet, pemuliaan padi, adopsi varietas.

PENDAHULUAN

Penyakit tungro masih menjadi hambatan dalam peningkatan produksi padi, terutama di daerah endemis, bahkan telah menyebabkan kegagalan panen di beberapa wilayah. Tungro disebabkan oleh infeksi dua virus yang berbeda, yaitu *Rice tungro bacilliform virus* (RTBV) dan *Rice tungro spherical virus* (RTSV), keduanya hanya dapat ditularkan oleh hama wereng hijau (vektor) terutama *Nephotettix virescens* (Distant) secara semipersisten. Penyebaran tungro tidak hanya terjadi di Indonesia tetapi juga di beberapa negara lain seperti India (Muralidharan *et al.* 2003), Malaysia, Filipina, (Cabunagan *et al.* 2003), Thailand (Tangananond *et al.* 2005), dan Vietnam (Du *et al.* 2007). Di Indonesia, luas penularan tungro dalam kurun waktu 2001-2006 rata-rata 3.650 ha per tahun. Pada musim tanam (MT) 2010/2011 terjadi penularan seluas 5.828 ha dan meningkat menjadi 7.177 ha pada MT 2.011 yang tersebar di 33 provinsi. Pada MT 2011/2012 penularan diperkirakan akan terjadi di Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali, dan NTB seluas lebih dari 1.000 ha per provinsi (Kusprayogie *et al.* 2011).

Pengendalian tungro berdasarkan konsep biologi dan epidemiologi telah dilakukan melalui pengelolaan faktor-faktor penyebab terjadinya epidemi yang disusun dalam *theoretical and practical framework*, protokol peramalan dan *monitoring*, serta strategi pengendalian tungro (Praptana dan Yasin 2008). Epidemi tungro dipengaruhi oleh ketersediaan sumber inokulum, virulensi dan keragaman virus tungro, spesies dan kepadatan populasi vektor, varietas dan pola tanam, gulma inang alternatif, kondisi lingkungan baik fisik (suhu dan curah hujan) maupun biologi (musuh alami) serta praktik budi daya (Truong and Tiongco 2008). Tiga komponen utama pengendalian tungro adalah: 1) penggunaan varietas tahan dan tanam serempak; 2) penghilangan sumber inokulum; dan 3) pemilihan varietas dan pengaturan waktu tanam. Ketiganya dapat dipadukan dengan pengelolaan lingkungan dan penggunaan insektisida dalam kondisi tertentu (Savary *et al.* 2012). Penggunaan varietas tahan virus dan tahan vektor merupakan teknik yang efektif dalam pengendalian tungro (Angeles *et al.* 2008). Penggunaan varietas tahan bersifat ramah lingkungan, sesuai dan mudah diterima petani karena tidak memerlukan biaya tambahan (Khoury and Makkouk 2010).

Ketersediaan varietas tahan, baik kuantitas maupun kualitas, dan keberlanjutannya menjadi syarat utama dalam pengendalian tungro. Penggunaan varietas tahan harus diimbangi oleh percepatan adopsi dan pengelolaan durabilitas ketahanannya di lapangan. Durabilitas ketahanan varietas merupakan hal penting yang harus dijaga sehingga diperlukan sistem pengelolaan yang

komprehensif berdasarkan pemahaman biologi dan epidemiologi tungro. Varietas tahan yang ideal dan kaitannya dengan percepatan adopsi dan pengelolaan durabilitas ketahanan harus memiliki beberapa kriteria, di antaranya sesuai dengan preferensi pengguna, sesuai dengan virulensi virus tungro dan koloni vektor, tersedia beberapa varietas dengan sumber gen ketahanan yang berbeda untuk setiap wilayah, dan sesuai dikembangkan pada agroekosistem setempat. Durabilitas ketahanan harus menjadi parameter utama dalam perakitan dan perbaikan varietas tahan dalam rangka penyediaan varietas secara berkelanjutan. Demikian juga pemantauan durabilitas ketahanan varietas di lapangan yang perlu dilakukan secara terus-menerus sebagai salah satu dasar dalam perakitan dan perbaikan varietas tahan.

EPIDEMI TUNGRO DAN VARIETAS TAHAN

Epidemi tungro dipengaruhi oleh beberapa factor, 1) tanaman (tingkat ketahanan varietas, keragaman genetik varietas pada suatu wilayah, tipe dan stadia tanaman), 2) virus tungro (ketersediaan sumber inokulum, variasi dan virulensi strain virus tungro), 3) wereng hijau sebagai vektor (fluktuasi kepadatan populasi, kepadatan populasi vektor infeksi, variasi biotipe dan efisiensi penularan virus tungro oleh vektor), 4) kondisi lingkungan (iklim, suhu dan kelembaban), dan 5) praktik budi daya (Praptana dan Yasin 2008). Pemahaman tentang epidemiologi penyakit tanaman yang disebabkan oleh virus merupakan dasar utama dalam penyusunan strategi pengendalian terpadu yang efektif (Jones 2004).

Penanaman varietas tahan di suatu wilayah berperan penting terhadap epidemi tungro. Terjadinya epidemi tungro dimulai dari infeksi yang berkembang pertanaman dengan pola tanam tidak serempak dan akan menyebar dengan cepat apabila proporsi varietas tahan lebih rendah daripada varietas rentan. Keterbatasan jumlah varietas tahan mendorong pengguna untuk menanam satu varietas tahan secara terus-menerus yang didukung oleh ketersediaan air yang melimpah di suatu daerah. Tungro berkembang dan menyebar antarpertanaman yang ditanam sepanjang tahun pada suatu wilayah dengan irigasi teknis (Chancellor *et al.* 2006). Varietas rentan yang terinfeksi pada saat tanaman masih muda akan menjadi sumber inokulum potensial, sehingga penanaman varietas rentan secara tidak serempak akan mempercepat terjadinya epidemi tungro (Chancellor and Holt 2008).

Penggunaan varietas tahan merupakan cara pengendalian tungro yang paling praktis dan lebih efektif jika dipadukan dengan komponen kultur teknis seperti tanam serempak (Fargette *et al.* 2009). Varietas tahan yang ditanam di daerah dengan pola tanam serempak

maupun tidak serempak telah berhasil mengurangi insidensi tungro (Cabunagan *et al.* 2001). Penggunaan varietas tahan juga sesuai diterapkan pada agroekosistem sawah irigasi teknis maupun tadah hujan. Penanaman varietas tahan RTSV yang dipadukan dengan eradikasi sumber inokulum tungro dan penggunaan antifidan dapat mengeliminasi RTSV. Epidemio tungro dapat dicegah jika perkembangan RTSV terhambat dengan adanya varietas tahan RTSV karena penularan virus tungro bergantung pada keberadaan RTSV di pertanaman. Keberadaan varietas dengan gen ketahanan yang sama di suatu wilayah akan mempercepat tekanan seleksi vektor jika tidak dilakukan pengaturan pola tanam melalui rotasi tanaman untuk memutus siklus hidup vektor.

Dalam suatu wilayah kemungkinan terdapat variasi biologi dan genetik virus tungro, sehingga jika suatu varietas ditanam secara seragam dan terus-menerus maka durabilitas ketahanannya akan lebih cepat menurun (Azzam and Chancellor 2002). Pergiliran varietas menggunakan beberapa varietas tahan dengan latar belakang genetik yang berbeda dapat mencegah terjadinya epidemio tungro dan memperpanjang durabilitas ketahanan terhadap tungro (Hasanuddin 2008). Penanaman tiga varietas tahan dengan gen ketahanan yang berbeda yaitu Matatag 1, Matatag 2, dan Matatag 9 di Iloilo Filipina berhasil mengendalikan tungro (Cabunagan *et al.* 2003). Penanaman varietas tahan yang dicampur dengan varietas peka (*mixing varieties*) dalam proporsi tertentu dapat mengurangi insidensi tungro (Pabuayon 2003, Shibata *et al.* 2007).

PERBAIKAN KETAHANAN VARIETAS

Salah satu hambatan dalam penggunaan varietas tahan adalah durabilitas ketahanan yang cepat menurun akibat tekanan seleksi populasi dan variasi virulensi patogen (Fabre *et al.* 2012). Keseragaman varietas tahan yang ditanam secara terus-menerus di suatu wilayah akan mempermudah vektor untuk beradaptasi dan mempercepat terjadinya mutasi virus tungro, sehingga ketahanan varietas tidak dapat berlangsung lama. Perbedaan virulensi virus dan efisiensi penularan oleh vektor menunjukkan adanya keragaman varian virus tungro dan koloni wereng hijau yang berpengaruh terhadap durabilitas ketahanan suatu varietas. Informasi durabilitas ketahanan varietas sangat diperlukan dalam perakitan dan perbaikan varietas tahan tungro. Terdapat dua strategi untuk mengatasi masalah durabilitas ketahanan varietas yaitu melalui (1) kombinasi gen tahan yang saling sinergis untuk ketahanan yang efektif terhadap penyakit tertentu dan atau (2) kombinasi gen terkait dengan penyakit yang berbeda untuk mewujudkan ketahanan dengan spektrum luas (Zhang *et al.* 2009). Pengetahuan mekanisme virus tungro dan wereng hijau yang dapat

mematahkan ketahanan suatu varietas dan identifikasi gen ketahanan terhadap virus tungro dan vektor menjadi dasar perbaikan ketahanan varietas terhadap tungro (Dai and Beachy 2009).

Varietas tahan tungro diklasifikasikan menjadi empat kategori yaitu: 1) tahan terhadap vektor, 2) tahan terhadap infeksi RTSV (insidensi < 20% berdasarkan deteksi dengan teknik *enzyme-linked immunosorbent assay* = ELISA), 3) tahan terhadap infeksi RTBV (insidensi RTBV tinggi tetapi tingkat keparahan gejala rendah), dan 4) tahan terhadap infeksi RTSV dan RTBV (insidensi > 20%) (Azzam *et al.* 2001). Oleh karena itu, perakitan varietas tahan tungro diarahkan pada empat sasaran utama yaitu: 1) perbaikan ketahanan varietas terhadap RTBV, 2) perbaikan ketahanan varietas terhadap RTSV, 3) perbaikan ketahanan varietas terhadap RTBV dan RTSV, dan 4) perbaikan ketahanan varietas terhadap vektor dengan gen ketahanan yang beragam (Hasanuddin 2008). Perakitan dan perbaikan varietas tahan dapat dilakukan melalui pemuliaan konvensional maupun nonkonvensional. Perkembangan penelitian biologi molekuler sangat mendukung percepatan perakitan dan perbaikan varietas tahan.

Perakitan Varietas dengan Keragaman Sumber Ketahanan

Berdasarkan reaksinya terhadap virus tungro dan vektor, beberapa varietas padi telah diidentifikasi sebagai sumber ketahanan dalam perakitan dan perbaikan varietas tahan tungro (Tabel 1). Perakitan varietas tahan vektor dapat dilakukan melalui intrograsi dan pyramidisasi gen tahan untuk meningkatkan durabilitas ketahanannya (Wang *et al.* 2004). Pemuliaan konvensional melalui persilangan antartetua donor sifat tahan, baik tahan vektor maupun tahan virus tungro, dengan varietas yang mempunyai karakteristik agronomis yang baik diharapkan dapat diperoleh varietas tahan untuk memperluas keragaman ketahanan dan memperpanjang durabilitas ketahanannya.

Dalam rangka perbaikan ketahanan varietas, sejumlah galur harapan padi tahan tungro hasil persilangan dari beberapa tetua tahan seperti Balimau Putih, Utri Merah, Habiganj DW8, *O. longistaminata* dan *O. rufipogon* dengan sejumlah galur tahan terpilih telah dievaluasi tingkat ketahanannya terhadap virus tungro dan vektor di Indonesia, Filipina, dan India (Khush *et al.* 2004). Hingga saat ini seleksi ketahanan galur harapan tahan tungro di tingkat rumah kaca maupun lapangan serta observasi ketahanan galur harapan tahan terhadap berbagai varian virus tungro dan koloni wereng hijau dilakukan di Lolit Tungro Lanrang, Sulawesi Selatan. Usaha perakitan dan perbaikan varietas tahan tungro dilakukan terus-menerus untuk memperbanyak alternatif

Tabel 1. Beberapa varietas dan spesies padi liar sebagai sumber ketahanan dalam perakitan dan perbaikan varietas tahan tungro.

Varietas	RTSV	RTBV	Vektor (<i>N. virescens</i>)	Referensi
Utri Merah 16680	R	T	S	Azzam <i>et al.</i> 2001
Utri Merah 16682	R	T	S	Azzam <i>et al.</i> 2001
Utri Rajapan	R	S	S	Azzam and Chancellor 2002
Habiganj DW8	R	S	S	Azzam and Chancellor 2002
TKM 6	R	S	S	Azzam and Chancellor 2002
Adday Selection	R	S	S	Azzam and Chancellor 2002
Balimau Putih	S	T	S	Zenna <i>et al.</i> 2006
ARC 11554	R	T	R	Khush <i>et al.</i> 2004
<i>O. longistamina</i>	R	T	R	Khush <i>et al.</i> 2004
<i>O. rhizomatis</i>	R	R	-	Choi <i>et al.</i> 2009
<i>O. brachyantha</i>	R	R	-	Choi <i>et al.</i> 2009
<i>O. rufipogon</i>	-	T	R	Choi <i>et al.</i> 2009
<i>O. officinalis</i>	-	T	R	Choi <i>et al.</i> 2009
<i>O. barthii</i>	R	-	-	Choi <i>et al.</i> 2009

R = *resistant* (tahan); S = *susceptible* (rentan), T = toleran dan - = sulit dibedakan antara tahan terhadap vektor atau virus.

pilihan bagi pengguna dan memperkaya keragaman genetik varietas mendukung upaya pengelolaan durabilitas ketahanan varietas.

Perakitan Varietas Tahan Virus Tungro dan Wereng Hijau

Ketahanan varietas bersifat spesifik varian virus tungro dan koloni vektor yang berarti bahwa suatu varietas menunjukkan reaksi tahan terhadap varian virus tungro dan koloni vektor di daerah tertentu tetapi belum tentu tahan terhadap varian virus tungro dan koloni vektor di daerah lain. Hal tersebut mengindikasikan adanya variasi virulensi virus tungro dan keragaman koloni vektor dari daerah yang berbeda. Selama ini kejadian tungro sering ditemukan pada varietas yang sama di beberapa daerah, bahkan varietas tersebut tidak memiliki gen ketahanan terhadap virus tungro maupun vektor. Pengendalian tungro menggunakan varietas tahan harus disesuaikan dengan variasi virulensi virus tungro dan koloni vektor, sehingga diperlukan ketersediaan dan pewilayahan dalam distribusi varietas tahan.

Keragaman genetik RTBV telah terdeteksi di beberapa daerah endemis dengan geografi yang berbeda (Joshi *et al.* 2003, Druka and Hull 2010, Sharma *et al.* 2011), demikian juga dengan RTSV (Verma and Dasgupta 2007). Perbedaan strain virus tungro merupakan salah satu faktor yang menyebabkan adanya variasi virulensi virus tungro (Choi *et al.* 2009), sehingga dibutuhkan beberapa varietas tahan yang sesuai dengan virulensi masing-masing varian virus tungro dan koloni vektor. Varietas Utri Merah 16680, Utri Merah 16682, Utri Rajapan, ARC 11554, ARC 12596 dan TKM 6 teridentifikasi sesuai untuk semua varian virus tungro di Jabar, Jateng, DIY, Bali, NTB, Sulsel, Sulbar dan Sulteng (Praptana 2012).

Informasi variasi virulensi dan keragaman virus tungro serta keragaman efisiensi penularan dari berbagai daerah endemis sangat diperlukan untuk mengetahui sebaran virus tungro dan koloni vektor. Peta sebaran virus tungro berdasarkan variasi virulensi virus tungro dan koloni vektor perlu diselaraskan dengan kesesuaian tetua tahan sebagai dasar perakitan dan perbaikan varietas tahan spesifik lokasi yang dikombinasikan dengan ketersediaan varietas tahan spesifik varian virus tungro atau koloni vektor sebagai dasar pergiliran varietas untuk menjaga durabilitas ketahanan varietas. Oleh karena itu, perakitan dan perbaikan varietas berdasarkan sumber gen tahan, varian virus tungro dan koloni vektor harus terus-menerus dilakukan. Perakitan varietas tahan virus tungro didasarkan pada kesesuaian antara tetua tahan dan virulensi virus tungro (Widiarta *et al.*, 2004). Perakitan dan perbaikan varietas tahan tungro menggunakan materi tetua tahan yang telah diketahui kesesuaiannya terhadap berbagai varian virus tungro akan menghasilkan varietas tahan tungro spesifik varian dengan latar belakang genetik yang berbeda.

Perakitan Varietas Tahan Tungro Melalui Rekayasa Genetik

Salah satu strategi dalam perbaikan ketahanan varietas terhadap tungro adalah perakitan varietas tahan melalui rekayasa genetik, seperti penerapan konsep *pathogen-derived resistance* (PDR) atau mentransfer gen dari virus ke tanaman yang meliputi *protein-mediated resistance* dan *RNA-mediated resistance* (Dai and Beachy 2009, Zhang *et al.* 2009). Beberapa PDR yang dapat digunakan dalam perakitan tanaman transgenik diantaranya *coat protein-mediated resistance* (CP-MR), *replicase protein-mediated resistance* (Rep-MR), *movement protein-mediated resistance* (MP-MR), *satellite RNA* (sat RNA)

dan *defective-interfering viral nucleic acids* (Dasgupta *et al.* 2003). Memasuki tahun 1990, IRRI telah melakukan perakitan padi transgenik dengan mentransfer gen CP, polimerase, protease, RNase H dan antisens RNA dari RTBV pada varietas IR64, TN1, Taipei 309 dan Kinuhikari dengan promotor RTBV dan *Cauliflower mosaic virus* (35S). Tanaman padi transgenik yang dirakit berdasarkan pendekatan Rep-MR, CP-MR dan MP-MR menunjukkan ketahanan yang bersifat *broad spectrum* dan mempunyai durabilitas yang tinggi (Azzam and Chancellor 2002).

Perakitan padi transgenik dengan konsep RNA *interference-mediated resistance* telah dilakukan dengan mentransfer klon DNA RTBV (ORF IV) sebagai antisense RNA, sehingga jika terjadi infeksi RTBV, maka akumulasi RTBV akan sangat rendah karena terjadi degradasi ds-RNA RTBV akibat ekspresi dari transgen (Tyagi *et al.* 2008). Padi transgenik yang mengekspresi gen *transcription factors* RF2a dan RF2b dari tanaman mengatur ekspresi gen promotor dari RTBV dan bermanfaat bagi perkembangan tanaman. Tanaman yang mengandung RF2a dan RF2b tidak menunjukkan gejala tungro serta akumulasi RNA dan DNA RTBV sangat rendah (Dai *et al.* 2008). Konsep CP-MR telah diimplementasikan dengan mentransfer gen CP dari RTBV isolat India pada padi Pusa Basmati 1. Tanaman padi yang telah berhasil membawa transgen menunjukkan gejala sangat ringan dan akumulasi DNA RTBV jauh lebih rendah dari tanaman kontrol (Ganesan *et al.* 2009). Perakitan padi transgenik pertama kali dilakukan melalui pendekatan *virus-induced gene silencing* (VIGS), yaitu dengan mentransfer seluruh genom RTBV dalam binary plasmid dan penggantian promotor RTBV dengan *maize ubiquitin* (Purkayastha *et al.* 2010). Padi transgenik yang mengekspresi *allium sativum agglutinin from laef* (ASAL) menunjukkan penurunan kejadian tungro dan penekanan penularan virus tungro. Padi transgenik yang mengandung ASAL 1,01% dari total protein terlarut berdampak buruk terhadap kelangsungan hidup wereng hijau (Saha *et al.* 2006). Pesatnya kemajuan teknologi *tagging* gen dan transformasi genetik membuka peluang bagi perakitan varietas tahan tungro sesuai dengan yang diinginkan.

Pemanfaatan padi hasil rekayasa genetik diharapkan dapat mencegah penularan dan penyebaran penyakit tungro dalam skala luas. Di Indonesia, terbuka peluang perakitan padi transgenik tahan tungro yang didukung oleh fasilitas yang memadai dalam penelitian biologi molekuler dan patogenisitas virus tungro, interaksi virus, vektor dan tanaman, serta karakterisasi dan keragaman genetik virus tungro. Namun diperlukan waktu yang panjang untuk memperoleh tanaman yang benar-benar stabil membawa transgen yang dikehendaki dan perakitan tanaman transgenik harus memenuhi persyaratan keamanan hayati dan keamanan pangan.

PERCEPATAN ADOPSI VARIETAS TAHAN TUNGRO

Di Indonesia, hingga saat ini telah dilepas beberapa varietas tahan penyakit tungro seperti Tukad Unda, Tukad Petanu, Tukad Balian, Kalimas, Bondoyudo, Inpari 7 Lanrang, Inpari 8, dan Inpari 9 Elo. Permasalahan yang muncul adalah tidak semua varietas tersebut diadopsi dan dikembangkan petani karena rasanya tidak sesuai dengan selera umumnya konsumen. Sejak dilepas pada tahun 2009, tiga varietas yang diadopsi petani dan telah berkembang adalah Inpari 7 Lanrang dan Inpari 8 di Sulawesi Selatan, dan varietas Inpari 9 Elo di Magelang, Jawa Tengah. Selain berdaya hasil lebih tinggi dari varietas IR64, Ciherang, dan Ciliwung, ketiga varietas tahan tersebut juga dapat diterima dalam hal rasa di sejumlah daerah. Oleh karena itu diperlukan strategi percepatan adopsi varietas tahan tungro, terutama di daerah yang tergolong endemis.

Adopsi pengguna terhadap suatu varietas dapat dirancang sejak awal perakitan. Informasi preferensi pengguna di setiap daerah endemis terhadap suatu varietas merupakan hal utama dalam distribusi dan adopsi varietas tahan. Selera pengguna terhadap suatu varietas bervariasi antardaerah dan di setiap daerah umumnya dikembangkan varietas lokal secara terus-menerus karena sulit mengganti dengan varietas baru karena rasanya kurang disukai.

Perbaikan varietas tahan berperan penting untuk mengatasi masalah tersebut melalui persilangan varietas lokal dengan varietas tahan sehingga diperoleh varietas tahan dengan rasa yang sesuai dengan konsumen di daerah asal varietas lokal. Namun, diperlukan waktu yang relatif lama untuk mendapatkan varietas tahan baru yang diinginkan. Dalam hal ini peran pemuliaan padi berbasis marka molekuler sangat dibutuhkan dalam percepatan perakitan varietas tahan baru.

Percepatan adopsi varietas tahan yang telah berkembang di sejumlah daerah dapat diupayakan melalui *denfarm* di setiap daerah endemis yang diikuti oleh perbanyakan benih sumber. Ketersediaan benih sumber secara berkelanjutan akan mempercepat proses adopsi varietas tahan. Dalam hal penyediaan benih dapat diupayakan melalui pembinaan kelompok petani penangkar di beberapa daerah agar biaya pengadaan benih dapat ditekan. Peta pewilayahan dan distribusi varietas tahan tungro diperlukan pula untuk pemantauan adopsi dan perkembangan varietas serta memudahkan pengelolaan durabilitas ketahanan varietas di setiap daerah endemis tungro. Perakitan dan perbaikan varietas tahan, percepatan adopsi, dan pengelolaan durabilitas ketahanan merupakan tiga hal yang harus berjalan secara sinergis. Dengan adanya peta pewilayahan dan distribusi varietas

tahan berdasarkan kesesuaiannya terhadap preferensi pengguna, maka pengguna diharapkan dapat mempertahankan keberlanjutan penggunaan varietas tersebut. Pewilayahan beberapa varietas tahan berdasarkan kesesuaiannya terhadap virulensi virus dan koloni vektor sangat mendukung pengelolaan durabilitas ketahanannya melalui pengaturan pola tanam dan pergiliran varietas tahan.

KESIMPULAN

Varietas tahan berperan penting dalam epidemi tungro. Penanaman beberapa varietas tahan dengan sumber ketahanan yang berbeda dapat mencegah terjadinya epidemi tungro. Durabilitas ketahanan suatu varietas merupakan hal penting yang harus dijaga sehingga diperlukan sistem pengelolaan yang komprehensif berdasarkan pemahaman biologi dan epidemiologi tungro. Informasi durabilitas ketahanan varietas menjadi dasar dalam perbaikan ketahanan varietas terhadap tungro.

Perbaikan ketahanan varietas dapat diupayakan melalui perakitan varietas dengan beberapa sumber ketahanan terhadap virus dan vektor, perakitan varietas berdasarkan kesesuaian tetua dengan varian virus tungro dan koloni vektor serta perakitan padi transgenik. Perakitan dan perbaikan varietas tahan harus diikuti oleh percepatan adopsi oleh pengguna.

Strategi percepatan adopsi varietas tahan dimulai sejak awal perakitan dan disesuaikan dengan preferensi pengguna. Percepatan adopsi varietas harus diimbangi oleh perbanyak benih sumber. Peta distribusi varietas tahan tungro diperlukan dalam pemantauan durabilitas ketahanan varietas dan mendukung usaha perbaikan ketahanan varietas selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Angeles, E.R., R.C. Cabunagan, R.E. Tabien, and G.S. Khush. 2008. Resistance to tungro vectors and viruses. p. 117-141. *In* Tiongco, E.R., E.R. Angeles, and L.S. Sebastian (ed.). Rice tungro virus disease: a paradigm in disease management. Science City of Munoz, Nueva Ecija: Philippine Rice Research Institute and Honda Research Institute Japan Co. Ltd., 2008.
- Azzam, O., T. Imbe, R. Ikeda, P.D. Nath, and E. Coloquio. 2001. Inheritance of resistance to rice tungro spherical virus in a near-isogenic line derived from Utri Merah and in rice cultivar TKM6. *Euphytica* 122: 91-97.
- Azzam, O. and T.C.B. Chancellor. 2002. The biology, epidemiology and management of rice tungro disease in Asia. *Plant Disease* 86: 88-100.
- Cabunagan, R.C., N. Castilla, E.L. Coloquio, E.R. Tiongco, X.H. Truong, J. Fernandez, M.J. Du, B. Zaragosa, R.R. Hozak, S. Savary, and O. Azzam. 2001. Synchrony of planting and proportions of susceptible varieties affect rice tungro disease epidemics in the Philippines. *Crop Protection* 20: 499-510.
- Cabunagan, R.C., E. Sandig, A. Pamplona, and R. Choi. 2003. Use of resistant varieties in the management of rice tungro disease in Iloilo [Philippines]. *Journal of Tropical Plant Pathology* 39(1&2): 78-79.
- Chancellor, T.C., J. Holt, S. Villareal, E.R. Tiongco, and J. Venn. 2006. Spread of plant virus disease to new plantings: a case study of rice tungro disease. *Adv Virus Res.* (66): 1-29.
- Chancellor, T.C.B. and J. Holt. 2008. Tungro disease dynamics. p. 92-115. *In*: Tiongco, E.R., E.R. Angeles, and L.S. Sebastian (ed.), Rice tungro virus disease: a paradigm in disease management. Science City of Munoz, Nueva Ecija: Philippine Rice Research Institute and Honda Research Institute Japan Co. Ltd., 2008.
- Choi. I.R., P.Q. Cabauatan, and R.C. Cabunagan. 2009. Rice Tungro Disease. Rice Fact Sheet, IRRI, Sep. 2009: 1-4.
- Dai, S., X. Wei, A.A. Alfonso, L. Pei, U.G. Duque, Z. Zhang, G.M. Babb, and R.N. Beachy. 2008. Transgenics rice plants that overexpress transcription factors RF2a and RF2b are tolerant to rice tungro virus replication and disease. *PENAS* 105(52): 21012-21016.
- Dai, S. and R.N. Beachy. 2009. Genetic engineering of rice to resist rice tungro disease. *In*: *Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.* 45: 517-524.
- Dasgupta, I., V.G. Malathi, and S.K. Mukherjee. 2003. Genetic engineering for virus resistance. *Current Science* 84(3): 341-354.
- Druka, A. and R. Hull. 2010. Variation of rice tungro viruses: further evidence of two rice tungro bacilliform virus strains and possibly several rice tungro spherical virus variants. *Journal of Phytopathology* 146(4): 175-178.
- Du, P.V., R.C. Cabunagan, P.Q. Cabauatan, H.S. Choi, I.R. Choi, H.V. Chien, and N.H. Huan. 2007. Yellowing syndrome of rice etiology, current status and future challenges. *Omonrice* 15: 94-101.
- Fabre, F., E. Rousseau, L. Mailleret, and B. Moury. 2012. Durable strategies to deploy plant resistance in

- agricultural landscapes. *New Phytol.* 193(4):1064-1075.
- Fargette, D., A. Ghesquière, L. Albar, and J.M. Thresh. 2009. Virus resistance in rice. p: 431-446. *In* Loebenstein, G. and J.P. Carr (eds). *Natural Resistance Mechanisms of Plants to Viruses*. Springer, Netherlands.
- Ganesan, U, S.S. Suri, S. Rajasubramaniam, M.V. Rajam, and I. Dasgupta. 2009. Transgenic expression of coat protein gene of Rice tungro bacilliform virus in rice reduces the accumulation of viral DNA in inoculated plants. *Virus Genes* 39(1): 113-9.
- Hasanuddin, A. 2008. Perbaikan ketahanan varietas padi terhadap penyakit tungro. *Iptek Tanaman Pangan* 3(2): 215-228.
- Jones, R.A. 2004. Using epidemiological information to develop effective integrated virus disease management strategies. *Virus Res.* 100(1): 5-30.
- Joshi, R., V. Kumar, and I. Dasgupta. 2003. Detection of molecular variability in rice tungro bacilliform viruses from India using polymerase chain reaction-/restriction fragment length polymorphism. *Journal of Virological Methods* 109: 89-93.
- Khoury, W.E. and K. Makkouk. 2010. Integrated Plant Disease Management in Developing Countries. *Journal of Plant Pathology* 92 (4): 35-42.
- Khush, G.S., E. Angeles, P.S. Virk, and D.S. Brar. 2004. Rice for resistance to tungro virus at IRRI. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics* 6(2):101-106.
- Kusprayogie, Y., U. Nuzulullia, dan D.R. Gabriel. 2011. Prakerja Serangan OPT Utama Padi pada MT 2011/2012. *Buletin Peramalan OPT Vol.11/No.2/ Edisi XIII /Okt./2011*.
- Muralidharan, K., D. Krishnaveni, N.V.L. Rajarajeswari, and A.S.R. Prasad. 2003. Tungro epidemics and yield losses in paddy fields in India. *Current Science* 85(8):1143-1147.
- Pabuayon, T.K.M. 2003. Mixing rice cultivars can reduce tungro, scientists say. *Archives: Rice* 5(1). 4p.
- Praptana, R.H. dan M. Yasin. 2008. Epidemiologi dan strategi pengendalian penyakit tungro. *Iptek Tanaman Pangan* 3(2): 184-204.
- Praptana, R.H. 2012. Keragaman virulensi dan molekular virus tungro. Disertasi. Program Pascasarjana, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 105 p.
- Purkayastha, A., S. Mathur, V. Verma, S. Sharma, and I. Dasgupta. 2010. Virus-induced gene silencing in rice using a vector derived from a DNA virus. *Planta*, Published online: 25 September 2010.
- Saha, P., I. Dasgupta, and S. Das. 2006. A novel approach for developing resistance in rice against phloem limited viruses by antagonizing the phloem feeding hemipteran vectors. *Plant. Mol. Biol.* 62: 735-752.
- Savary, S., F. Horgan, L. Willocquet, and K.L. Heong. 2012. A review of principles for sustainable pest management in rice. *Crop Protection* 32: 54-63.
- Sharma, S., R. Rabindran, S. Robin, and I. Dasgupta. 2011. Analysis of the complete DNA sequence of rice tungro bacilliform virus from Southern India indicates it to be a product of recombination. *Archives of Virology*. Published online 25 August 2011.
- Shibata, Y., R.C. Cabunagan, and I.R. Choi. 2007. Effects of planting arrangement on the occurrence of tungro virus infection in mixtures of resistant and susceptible varieties. *IRRN* 32(1): 21-22.
- Tangkananond, W., D. Chettanachit, and W. Boonnadee. 2005. Isolation and Purification of Rice tungro virus. *Thammasat Int. J. Sc. Tech.* 10(1): 6-18.
- Truong, H.X. and E.R. Tionoco. 2008. Integral factors in tungro disease development. p.30-66. *In*: Tionoco, E.R., E.R. Angeles, and L.S. Sebastian (ed.). *Rice tungro virus disease: a paradigm in disease management*. Science City of Munoz, Nueva Ecija: Philippine Rice Research Institute and Honda Research Institute Japan Co. Ltd. 2008.
- Tyagi, H., S. Rajasubramaniam, M.V. Rajam and I. Dasgupta. 2008. RNA-interference in rice against Rice tungro bacilliform virus results in its decreased accumulation in inoculated rice plants. *Transgenic Res.* 17(5): 897-904.
- Wang, C., H. Yasui, A. Yoshimura, H. Zhai, and J. Wan. 2004. Inheritance and QTL mapping of antibiosis to green leafhopper in rice. *Crop Science* 44: 389-393.
- Widiarta, I.N., Burhanuddin, A.A. Daradjat, dan A. Hasanuddin. 2004. Status dan program penelitian pengendalian terpadu penyakit tungro. p. 61-89. *Dalam*: A. Hasanuddin, I.N. Widiarta, dan Sunihardi (eds.). *Strategi Pengendalian Penyakit Tungro: Status dan Program, Prosiding Seminar Nasional Status Program Penelitian Tungro Mendukung Keberlanjutan Produksi Padi Nasional*. Makassar, 7-8 September 2004.
- Zenna, N., F. Sta Cruz, E. Javier, I. Duka, A. Barrion, and O. Azzam. 2006. Genetic analysis of tolerance to rice tungro bacilliform virus in rice (*Oryza sativa* L.) through agroinoculation. *Journal of Phytopathology* 154(4): 197-203.
- Zhang, H., G. Li, W. Li, and F. Song. 2009. Transgenic strategies for improving rice disease resistance. *African Journal of Biotechnology* 8(9):1750-1757.