

BULETIN *AgroBio*

ISSN 0853-9022

Vol. 1, No. 1, 1996

JURNAL TINJAUAN ILMIAH RISET BIOLOGI DAN BIOTEKNOLOGI PERTANIAN



Jamur Patogen Serangga: Potensi, Kendala, dan Strategi
Pengembangannya Sebagai Agen Pengendali
Biologi Wereng Coklat **Tri Puji Priyatno &
M. Kosim Kardin** 1

Kemajuan Teknik Deteksi dan Identifikasi
Pseudomonas solanacearum **Yadi Suryadi &
Muhammad Machmud** 11

Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Padi Sawah:
Masalah dan Pemecahannya **Hartini R. Hifni,
Soma Mihardja, Eddy Soetarwo, Yusida, &
M. Kosim Kardin** 18

Rekayasa Genetik untuk Perbaikan Tanaman
Muhammad Herman 24



Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Penerbit

Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan,
(Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian,
Departemen Pertanian)

Alamat Penerbit

Jalan Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111, Indonesia

Alamat Surat Elektronik

borif@indo.net.id & rifcb@indo.net.id

Telepon

+62 (251) 33-7975; 32-3420 [Suara]
+62 (251) 33-8820 [Faksimil]

Kala Terbit

Dua nomor per volume

Penanggung jawab Publikasi

Kepala Balai Penelitian
Bioteknologi Tanaman Pangan

Redaktur Eksekutif

Dr. Imam Prasadja

Redaktur Teknis

Dr. Sutaryo Brotonegoro
Dr. Ida Hanarida Somantri
Dr. Mohammad Iman
Ir. Budi Hari Priyanto
Dr. Muhammad Arifin
Dr. Muhammad Herman

Redaktur Pelaksana

Ir. Sri Purwandhari

Buletin AgroBio (dahulu bernama **Buletin Penelitian**) memuat artikel tinjauan ilmiah hasil riset dalam bidang biologi dan bioteknologi tanaman. Naskah (boleh ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris) yang diajukan untuk diterbitkan hendaknya belum pernah dipublikasikan pada media cetak mana pun dan ditulis sesuai dengan "Pedoman Bagi Penulis" (lihat sampul belakang bagian dalam). Dewan Redaksi berhak menyunting naskah tanpa mengubah isi dan makna tulisan atau menolak menerbitkan suatu naskah.

Naskah dapat bersifat tinjauan ilmiah (kritis) atau tinjauan informatif (anotasi) terhadap subjek tertentu, atau gabungan antara keduanya. Tinjauan ilmiah merupakan hasil evaluasi, sintesis, dan analisis kritis tentang riset bagi kepentingan ilmu pengetahuan dan teknologi, sedangkan tinjauan informatif merupakan hasil evaluasi bagi kepentingan pengguna.

Isi naskah dapat membahas salah satu dari butir-butir berikut, yaitu: (a) status riset pada subjek tertentu, baik yang telah, sedang, maupun yang akan dikerjakan, (b) pengungkapan masalah dan pemecahannya, (c) pengembangan suatu metode atau konsepsi, dan (d) gagasan dan pendekatan yang dapat dijadikan landasan bagi suatu usulan riset. Sumber bacaan seyogyanya meliputi bahan pustaka terbitan dalam dan luar negeri yang terkini dan relevan.

Keterangan Gambar Sampul Luar (dari atas ke bawah):

- Jagung transgenik (biru), jagung non-transgenik (kuning)
- Infeksi cendawan patogen *Beauveria bassiana* pada walang sangit (*Leptocorsiva varicornis*)
- Penurunan efisiensi pemupukan akibat cekaman lingkungan

Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Padi Sawah: Masalah dan Pemecahannya

H. R. Hifni, S. Mihardja, E. Soetarwo, Yusida, dan M. K. Kardin

Kelompok Peneliti Diagnostik dan Pengendalian Biologi
Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan

ABSTRACT

Hifni, H. R., S. Mihardja, E. Soetarwo, Yusida, dan M. K. Kardin. 1996. **Bacterial Leaf Blight Disease of Rice: Problems and Prospects of Disease Control Using Resistant Varieties.** Buletin AgroBio 1(1) 18-23. Bacterial leaf blight (BLB) caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (XOO) is one of the most important diseases of lowland rice in Indonesia and in other rice growing countries. At present, the recommended control measures of BLB in Indonesia are by growing resistant rice varieties and by avoiding excessive application of nitrogen fertilizer. The presence of variation of virulence among XOO isolates, however, becomes a limiting factor in controlling BLB using resistant varieties. Using Kozaka's system of XOO classification, at least 11 strain of XOO have been identified in Indonesia. In 1970s, strain III of XOO were the most dominant strain in Indonesia, so that this strain was extensively used in our breeding program to select new high yielding rice varieties which are resistant to BLB. Recent studies suggested that strain IV, the most virulent strain of XOO in Indonesia, was found to dominate the XOO population. IRRI isogenic lines possessing the *xa-5*, *xa-7*, and *xa-21* resistant genes, and several local varieties with unknown resistant gene(s) are still effective against strain IV, so that the resistant genes found in these lines/varieties have been recommended to be incorporated in our rice breeding program in a multi-lines fashion. A small fraction of XOO population from West Java has been identified to have the capability to overcome all known resistant genes to XOO. Therefore, pyramiding of *xa-5*, *xa-7*, and *xa-21* in a single genetic background is not recommended, since it will enhance the population build-up of this XOO population. The prospect of using advanced molecular techniques to control BLB is briefly discussed.

KEY WORDS

Bacterial leaf blight, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (XOO), resistant varieties, resistant genes.

Hawar daun bakteri (HDB) – yang disebabkan oleh *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (XOO) – merupakan salah satu penyakit utama padi sawah di Indonesia dan beberapa negara di Asia. Serangan penyakit dapat terjadi pada fase bibit, tanaman muda, dan tanaman tua (18). Kerusakan yang ditimbulkannya terus meningkat sebagai akibat meluasnya pertanaman varietas unggul IR64 yang tahan terhadap werengbatang coklat tetapi sangat rentan terhadap HDB (4). Patogen penyebab HDB mempunyai beberapa strain (5, 18). Sejalan dengan adanya pergeseran strain XOO dari waktu ke

waktu di lapang, menyebabkan usaha penanggulangannya menjadi sulit, karena strain yang tidak menonjol suatu ketika akan menjadi menonjol ketika mendapatkan inang yang cocok. Saat ini, di Indonesia telah dijumpai 11 kelompok strain XOO dengan tingkat virulensi yang berbeda (7, 8, 10, 23). Pada tahun 1970-an, strain kelompok III merupakan strain yang luas sebarannya, sehingga dalam penyeleksian varietas selalu menggunakan strain III. Strain kelompok IV merupakan strain yang tingkat virulensinya paling tinggi dan belum ada varietas yang tahan terhadap strain ini.

Penggunaan varietas tahan dalam menanggulangi penyakit HDB

masih terus dikembangkan karena cukup efektif dan efisien (10, 17), aman, murah dan tidak mencemari lingkungan (18). Untuk memperoleh varietas tahan perlu dilakukan penyaringan varietas padi dan penyaringan ini dapat dilakukan apabila telah diketahui strain-strain XOO yang mendominasi suatu daerah.

Strain XOO berbeda-beda dari satu negara ke negara lain dan dari suatu daerah ke daerah lain. Varietas IR64 yang mempunyai gen ketahanan *Xa-4* bereaksi tahan terhadap isolat XOO asal Filipina, tetapi rentan terhadap isolat asal Indonesia dan India. Gen ketahanan *Xa-4* berfungsi baik untuk negara-negara di kawasan Asia Timur dan Asia Tenggara lainnya, tetapi kurang baik untuk Asia Selatan (24).

Naskah ini berkenaan dengan penyakit padi, khususnya HDB, yang telah dikerjakan di Kelompok Peneliti Diagnostik dan Pengendalian Biologi, Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan. Selain itu, juga dibahas perkembangan penyakit HDB, pergeseran strain XOO, pencarian sumber ketahanan, pengendalian secara kultur teknis, dan prospek pemanfaatan teknik biologi molekuler dalam penelitian penyakit HDB.

PERKEMBANGAN PENYAKIT HAWAR DAUN BAKTERI

HDB merupakan penyakit padi terpenting di banyak negara penghasil beras. Di Indonesia, HDB pertama kali dilaporkan oleh Reitsma dan Schure pada tahun 1950 (19). Selanjutnya, Schure berhasil mengidentifikasi organisme penyebab penyakit HDB, yang pada waktu itu dikenal dengan *Xanthomonas kreske* (Schure). Namun, hasil penelitian Goto (6) menunjukkan bahwa patogen penyebab HDB di Indonesia sama seperti

yang menyerang tanaman padi di Jepang, sehingga namanya diganti menjadi *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et Ishiyama) Dowson.

Pada tahun 1976, nama patogen ini menjadi *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*, dan sejak tahun 1992 oleh Swing *et al.* (22) dinamakan *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*.

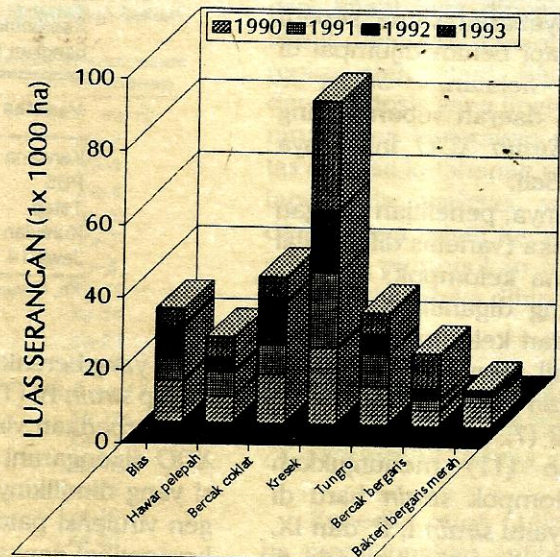
Selama periode 1986-1990, HDB merupakan penyakit terpenting pada padi di Indonesia. Luas serangannya mencapai 76.740 ha, dan puncak kerusakan terjadi pada tahun 1989 dengan luas serangan 26.340 ha, lebih besar bila dibandingkan penyakit blas, hawar daun jingga, tungro, bercak bergaris, atau hawar pelepah daun. Kerusakan tertinggi terjadi di Jawa Barat, Jawa Tengah, Sulawesi Selatan, dan Jawa Timur. Kerusakan pada musim hujan lebih tinggi daripada musim kemarau (2). Kerusakan ini terus meningkat sebagai akibat meluasnya pertanaman padi varietas IR64 yang rentan terhadap HDB (4), sehingga selama periode 1990-1993 serangannya mencapai 88.552 ha (3), dan serangan tertinggi terjadi pada tahun 1993 dengan luas serangan 29.583 ha (Gambar 1). Dalam kurun waktu 1990-1993 penyakit HDB terutama banyak menimbulkan kerusakan di Jawa Barat dan Jawa Tengah (Gambar 2).

PERGESERAN PATOTIPE *XANTHOMONAS ORYZAE* PV. *ORYZAE*

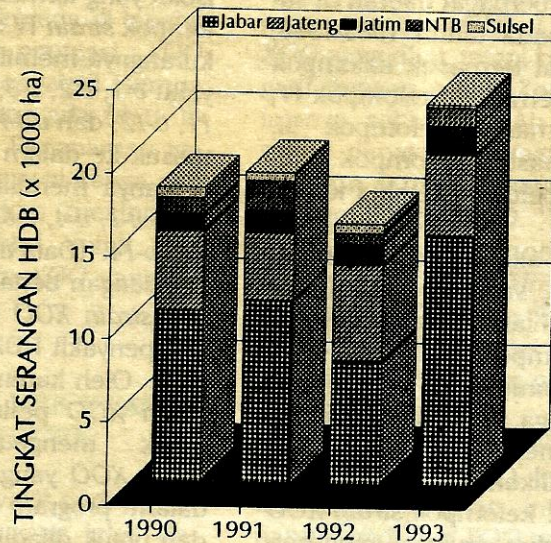
Telah diketahui bahwa *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (XOO) membentuk *strain-strain* baru di lapang sejalan dengan perkembangan penggunaan varietas padi. Perbedaan virulensi antara XOO yang dikumpulkan dari berbagai daerah merupakan manifestasi dari kedinamisan interaksi antara inang dan patogen yang dapat dibedakan menjadi kelompok varie-

tas diferensial di pihak inang dan kelompok *strain* di pihak patogen. Metode pengelompokan varietas diferensial yang digunakan di Indonesia mengikuti sistem yang dikembangkan oleh Kozaka (14) yang digunakan di Jepang, sehingga mempermudah penyesuaian pengelompokan *strain*.

Dengan sistem Kozaka ini, pada tahun 1977 Yamamoto *et al.* (23) berhasil mengelompokkan isolat XOO yang ada di Indonesia menjadi 3 kelompok *strain*, yaitu *strain* III, IV, dan V. *Strain* III mempunyai penyebaran yang paling luas, meliputi Sulawesi Selatan, Kalimantan Selatan, Jawa, dan Bali,



Gambar 1. Luas serangan penyakit utama padi di Indonesia dari tahun 1990 hingga 1993 (3).



Gambar 2. Luas serangan penyakit hawar daun bakteri dari tahun 1990 hingga 1993 (3).

sedangkan *strain* IV mempunyai daerah penyebaran sama seperti *strain* III tetapi belum dijumpai di Kalimantan Selatan. *Strain* V mempunyai daerah sebaran yang terbatas. *Strain* XOO ini hanya terdapat di Bali.

Selanjutnya, penelitian dengan sistem Kozaka (varietas diferensial menjadi lima kelompok, dan varietas Jepang digantikan varietas Indonesia dari kelompok yang sama) berhasil mengidentifikasi kelompok *strain* baru, yaitu *strain* VI, VII, dan VIII (7, 10). Hasil penelitian Horino (11) menunjukkan adanya kelompok *strain* baru di Indonesia, yaitu *strain* I, II, dan IX. Jadi, kelompok *strain* yang ada di Indonesia menjadi sembilan.

Dari hasil penelitian Suryadi dan Machmud (21), diketahui bahwa dari 34 isolat XOO yang dikumpulkan dari berbagai daerah di Jawa Barat pada tahun 1985/1986, 32,35% isolat termasuk kelompok VI, 26,47% termasuk kelompok IV, 17,64% termasuk kelompok III, 8,82% termasuk kelompok VIII, dan 14,7% belum diketahui identitasnya.

Sebagai akibat dari meluasnya penanaman varietas IR64 (yang ternyata rentan terhadap HDB), timbul kelompok *strain* baru yang menjadi dominan di suatu wilayah, sehingga sampai dengan tahun 1994 menurut sistem Kozaka yang telah dikembangkan telah ditemukan 11 kelompok *strain* XOO dengan tingkat virulensi yang berbeda (Tabel 1). Di antara *strain-strain* tersebut, kelompok *strain* IV merupakan kelompok *strain* yang tingkat virulensinya paling tinggi. Semua varietas dari Indonesia yang pernah diuji bersifat rentan terhadap kelompok *strain* tersebut, sehingga perakitan varietas padi yang tahan terhadap kelompok *strain* IV tidak dapat dilakukan (12). Namun dengan adanya pengujian terhadap galur isogenik asal IRRI dapat diketahui ada empat

Tabel 1. Hubungan timbal-balik varietas diferensial padi dan patogen *Xanthomonas oryzae* menurut sistem Kozaka yang sudah dikembangkan (7, 8, 10, 23).

Varietas	Kelompok										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Kencana	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PB5	T	R	R	R	T	T	R	R	R	T	R
Tetep	T	T	R	R	T	R	R	R	R	R	T
Kuntulan	T	T	T	R	R	T	R	R	R	R	R
Jawa 14	T	T	T	R	T	T	T	T	R	T	R

^{a)}R: Rentan, T: Tahan

galur yang bereaksi agak tahan terhadap *strain* IV (Tabel 3).

Perbedaan virulensi dari isolat XOO dipengaruhi oleh gen virulensi yang dimilikinya. Bila terdapat gen virulensi patogen (XOO) yang kompatibel dengan gen ketahanan inang (padi), maka patogen tersebut mampu menyerang inang. Berdasarkan pola virulensinya terhadap varietas uji (galur isogenik), isolat yang termasuk ke dalam kelompok *strain* IV diduga sekurangnya memiliki 9 gen virulen, yaitu *v-1*, *v-2*, *v-3*, *v-4*, *v-8*, *v-10*, *v-11*, *v-12*, dan *v-14*. Isolat yang termasuk ke dalam kelompok *strain* III hanya memiliki 7 gen virulen, yaitu *v-1*, *v-4*, *v-8*, *v-10*, *v-11*, *v-12*, dan *v-14*. (Data tidak dipublikasi).

Dengan bertambahnya kelompok *strain* XOO maka pengendalian penyakit HDB menjadi makin sulit. Oleh karena itu, pergeseran *strain* XOO perlu terus dipantau untuk mengetahui kelompok *strain* XOO yang akan digunakan dalam program pemuliaan padi dan untuk dijadikan acuan dalam menentukan varietas padi yang akan direkomendasikan untuk suatu wilayah (12).

PENCARIAN SUMBER KETAHANAN

Varietas tahan tetap merupakan komponen utama pengendalian HDB secara terpadu karena sangat ekonomis, efektif, dan tidak merusak lingkungan (10, 17, 18).

Tetapi keefektifan varietas yang tahan ini dipengaruhi oleh interaksi antara gen pembawa sifat tahan yang dimilikinya dan gen virulensi pada populasi XOO yang terdapat di suatu wilayah.

Strain XOO berbeda dari suatu daerah dengan daerah lain, dan dari suatu negara ke negara lain. Varietas padi yang tahan terhadap *strain* XOO asal Filipina belum dapat dipastikan akan bereaksi tahan terhadap *strain* XOO asal Indonesia, sehingga perlu adanya pengujian ulang. Varietas dengan gen ketahanan *xa-5* bereaksi tahan terhadap semua *strain* asal Filipina, sedangkan varietas dengan gen ketahanan *Xa-4* seperti yang dimiliki varietas IR64 hanya tahan terhadap *strain* I asal Filipina (13). Karena itu gen ketahanan yang masih efektif di suatu wilayah perlu diidentifikasi dengan seksama.

Usaha untuk mengidentifikasi *strain* XOO dengan varietas diferensial menurut sistem Kozaka, seperti yang dilakukan selama ini, masih relatif kasar karena kita tidak dapat mengetahui identitas gen ketahanan pada inang dan gen virulensi pada patogen yang berperan dalam mengatur interaksi varietas padi dan *strain* XOO. Karena itu identifikasi *strain* XOO yang lebih teliti telah mulai dilakukan dengan memanfaatkan galur isogenik yang diperoleh untuk program kerjasama INGER antara Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, khususnya Kelompok Peneliti Fitopatologi, Balai

Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan dengan International Rice Research Institute. Saat ini, IRRI telah memiliki galur isogenik dengan 19 jenis gen ketahanan (Tabel 2).

Galur-galur isogenik asal IRRI gen ketahanannya telah diketahui, sehingga dengan menggunakan galur-galur isogenik sebagai varietas diferensial, gen-gen ketahanan yang efektif untuk suatu wilayah dapat dilacak. Dengan berasumsi bahwa interaksi *strain* XOO dan varietas padi mengikuti teori gen untuk gen, maka kita juga dapat melakukan deduksi gen virulensi yang ada pada suatu *strain*.

Pada tahap awal telah dilakukan uji pendahuluan untuk mengetahui keefektifan masing-masing gen ketahanan terhadap beberapa isolat XOO asal Indonesia, khususnya terhadap *strain* kelompok III dan IV, serta menduga gen virulensi yang terdapat pada *strain* XOO tersebut. Hasil sementara menunjukkan bahwa galur isogenik dengan gen ketahanan *xa-5*, *Xa-7*, dan *Xa-21* bereaksi tahan terhadap *strain* III dan IV asal Indonesia. Varietas dengan gen ketahanan *Xa-4* bereaksi rentan terhadap *strain* III dan IV asal Indonesia. Selain ke-3 gen di atas, varietas dengan gen ketahanan *Xa-2* dan *Xa-3* juga bereaksi tahan terhadap kelompok *strain* III asal Indonesia. Dengan demikian varietas diferensial IRRI, yaitu IR-BB2, IR-BB3, IR-BB5, IR-BB7, DV85, BJ1, dan IR-BB21 yang berturut-turut mempunyai gen ketahanan *Xa-2*, *Xa-3*, *xa-5*, *Xa-7*, *xa-5* & *Xa-7*, *xa-5* & *Xa-13*, dan *Xa-21* efektif menekan serangan XOO asal Indonesia khususnya kelompok *strain* III dan IV (Tabel 3).

Untuk lebih melestarikan efektifitas gen-gen ketahanan terhadap XOO perlu dipikirkan usaha untuk melakukan pewilayahan penanaman varietas yang tahan dan pergiliran varietas yang mampu

Tabel 2. Gen ketahanan varietas padi diferensial terhadap hawar daun bakteri (17).

Varietas	Gen ketahanan
IR-BB 1	<i>Xa-1</i> , <i>Xa-12</i>
IR-BB 2	<i>Xa-2</i>
IR-BB 3	<i>Xa-3</i>
IR-BB 4	<i>Xa-4</i>
IR-BB 5	<i>xa-5</i>
IR-BB 7	<i>Xa-7</i>
IR-BB 8	<i>xa-8</i>
IR-BB 10	<i>Xa-10</i>
IR-BB 11	<i>Xa-11</i>
IR-BB 21a	<i>Xa-21</i>
IR24	<i>Xa-16</i>
BJ 1	<i>xa-5</i> , <i>xa-13</i>
Taichung Native 1	<i>Xa-14</i>
Asominori	<i>Xa-17</i>
Toyonishiki	<i>Xa-18</i>
M41b	<i>xa-15</i>
XM5c	<i>xa-19</i>
XM6c	<i>xa-20</i>

a, Gen yang baru dirakit, b, Mutan dari Harebare, c, mutan dari IR24.

nyai gen ketahanan yang berbeda (12). Penggabungan gen *xa-5*, *Xa-7* dan *Xa-21* dalam suatu varietas tidak dianjurkan, karena di lapang telah terdeteksi populasi XOO yang mampu mengatasi semua gen ketahanan yang ada (data tidak dipublikasi). Penanaman varietas yang mempunyai ketiga gen tersebut hanya akan meningkatkan tekanan seleksi untuk berkembangnya *strain* XOO yang lebih virulen.

PENGENDALIAN HDB SECARA KULTUR TEKNIK

Beberapa penyakit padi mempunyai hubungan yang jelas dengan pemupukan (khususnya nitrogen), misalnya penyakit blas yang disebabkan oleh *Pyricularia oryzae* Cav. (16), hawar pelepah oleh *Rhizoctonia solani* Kuhn (15), dan hawar daun bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (20). Pemberian pupuk N dengan dosis tertentu (anjaran) penting untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan produktivitas.

Intensitas serangan HDB tidak hanya dipengaruhi oleh ketahanan

varietas padi dan virulensi patogen, tetapi juga dipengaruhi oleh teknik bercocok, tanam yang diterapkan oleh petani. Pemupukan N dengan dosis yang tinggi akan meningkatkan kerusakan pada varietas dengan ketahanan moderat, tetapi pada varietas yang tahan dampaknya relatif kecil. Oleh karena itu, pemupukan N yang berlebihan sebaiknya dihindarkan.

PEMANFAATAN TEKNIK BIOLOGI MOLEKULAR DALAM PENELITIAN *XANTHOMONAS ORYZAE* PV. *ORYZAE*

Benedict *et al.* (1989) mencoba menggunakan antibodi monoklonal (mAb) untuk membedakan XOO dari genus *Xanthomonas* lainnya dan untuk membedakan *strain*/patotipe XOO. Antibodi monoklonal *Xco-1*, bereaksi positif dengan semua isolat (178 isolat) XOO yang diuji, tetapi bereaksi negatif dengan genus *Xanthomonas* lainnya, sehingga mAb yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk program sertifikasi benih atau penelitian ekologi XOO. Tetapi usaha mereka untuk menghasilkan mAb yang spesifik *strain*/patotipe masih belum berhasil, sehingga teknik ini belum dapat dimanfaatkan untuk menunjang program pemuliaan.

Penelitian yang dilakukan oleh Hopkins *et al.* (1992) telah membantu menjelaskan interaksi tanaman padi dan XOO pada tingkat molekuler. Fragmen DNA dari berbagai ukuran yang berasal dari semua isolat XOO yang digunakan dalam penelitiannya ternyata berhibridisasi dengan gen avirulen *avrBs3* yang berasal dari *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. Mereka berhasil mengidentifikasi dan melakukan karakterisasi parsial gen *avrXa7* dan gen *avrXa10* yang berinteraksi masing-masing dengan gen ketahanan *Xa7* dan *Xa10*. Lebih lanjut, penelitian

dalam hal *transposon insertion mutagenesis, sequence homology, restriction mapping* dan keberadaan *repeated sequence*, memberikan indikasi bahwa kedua gen avirulen tersebut merupakan homolog gen avirulen pada *Xanthomonas* spp. yang merupakan patogen pada tanaman dikotiledon. Mereka menyimpulkan bahwa *avrXa7* dan *avrXa10* merupakan anggota dari keluarga gen avirulen pada genus *Xanthomonas* yang berperan dalam elisitasi/merangsang reaksi resisten tanaman monokotiledon dan dikotiledon. Hasil penelitian ini dapat membantu menjelaskan gen dan mekanisme yang berperan dalam mengatur ketahanan yang bersifat *host resistance* dan *now host resistance*. Diharapkan pada masa yang akan datang penelitian pada tingkat molekuler juga dapat membantu program pemuliaan padi, baik dalam pembuatan marka molekuler untuk gen ketahanan pada tanaman, maupun marka molekuler untuk gen virulensi *XOO*.

KESIMPULAN

Kerusakan yang diakibatkan oleh HDB terus meningkat dari waktu ke waktu sebagai akibat adanya pergeseran patotipe *XOO* di lapang. Untuk mengantisipasi hal tersebut penggunaan varietas tahan tetap merupakan komponen utama dalam penanggulangan HDB secara terpadu.

Galur isogenik asal IRRI yang mempunyai gen ketahanan *xa-5*, *Xa-7*, dan *Xa-21* cukup efektif dalam menekan serangan HDB di Indonesia, sehingga perakitan varietas/galur isogenik baru dengan komposisi gen ketahanan tersebut perlu dikembangkan.

Pemantauan pergeseran *strain* di lapang harus tetap dilakukan untuk mengetahui *strain-strain* yang dominan, sehingga memper-

mudah merekomendasikan varietas yang ditanam di suatu daerah.

KEPUSTAKAAN

1. Benedict, A. A., A. M. Alvarez, J. Berestecky, W. Imanaka, C. Y. Mizumoto, L. W. Pollard, T. M. Mew, and C. F. Gonzalez. 1989. Pathovar-specific monoclonal antibodies for *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* and for *Xanthomonas campestris* pv. *oryzicola*. *Phytopathology* 79: 332-328.
2. Direktorat Bina Perlindungan Tanaman Pangan. 1992. Evaluasi serangan organisme pengganggu utama padi selama 5 tahun (1986-1990) berdasarkan laporan pengamat hama. Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan, Jakarta. 84 hlm.
3. Direktorat Bina Perlindungan Tanaman Pangan. 1994. Evaluasi kerusakan tanaman padi karena organisme pengganggu tahun 1993. Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan, Jakarta. 174 hlm.
4. Direktorat Bina Produksi. 1989. Penyebaran varietas padi musim tanam 1988 dan 1988/1989. (Interim Rep.).
5. Ezuka, A. and O. Horino. 1974. Classification of rice varieties and *Xanthomonas oryzae* strains on the basis of their differential interactions. *Bull. Tokai-Kinki Nat. Agr. Exp. Sta.* 27: 1-19.
6. Goto, M. 1964. Kresak and pale yellow leaf systemic symptoms of bacterial leaf blight of rice caused by *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et Ishiyama) Dawson. *Pl. Dis. Rep.* 48: 858-861.
7. Hifni, H. R. 1986. Kelompok bakteri *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* berdasarkan patogenisitasnya pada varietas padi. *Penelitian Pertanian* 6(2): 74-76.
8. Hifni, H. R. dan S. Mihardja. 1994. Studi pergeseran populasi *strain* bakteri *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* penyebab penyakit hawar daun bakteri (Interim Rep.).
9. Hopkins, C. M., F. F. White, S. H. Choi, A. Guo, and J. E. Leach. 1992. Identification of a family of avirulence genes from *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *molecular plant-microbe interactions* Vol. 5, No. 6, pp. 451-459.
10. Horino, O. and H. R. Hifni. 1978. Resistance of some rice varieties to bacterial leaf blight and a new pathogenic group of the causal bacterium, *Xanthomonas oryzae*. *Contr. Centr. Res. Inst. Agric. Bogor.* 44: 1-17.

Tabel 3. Hasil uji ketahanan 15 varietas IRBBN terhadap *strain* kelompok III dan IV asal Indonesia. Reaksi varietas padi terhadap HDB

Varietas	Gen	Reaksi terhadap HDB ^{a)}		
		Rumah Kaca	Lapang	
		IV	III	IV
IR-BB7	<i>Xa-7</i>	ST	T	AT
IR-BB5	<i>xa-5</i>	T	T	AT
DV85	<i>xa-5, Xa-7</i>	T	T	AT
BJ 1	<i>xa-13, xa-5</i>	T	T	AT
IR1545-339-2-2	<i>xa-5</i>	T	AT	AR
IR-BB2	<i>Xa-2</i>	SR	AT	SR
IR-BB3	<i>Xa-3</i>	SR	AT	SR
IR-BB8	<i>xa-8</i>	R	AR	SR
IR-BB11	<i>Xa-11</i>	SR	AR	SR
IR20	<i>Xa-4</i>	R	R	R
IR-BB10	<i>Xa-10</i>	R	R	SR
IR-BB1	<i>Xa-1, Xa-12</i>	SR	R	SR
CAS209	<i>Xa-10</i>	SR	R	SR
IR-BB4	<i>Xa-4</i>	R	SR	SR
TN 1	<i>Xa-14</i>	SR	SR	SR

^{a)} ST: Sangat Tahan, T: Tahan, AT: Agak Tahan, R: Rentan, SR: Sangat Rentan.

11. Horino, O. and H. R. Hifni. 1981. A survey of geographical distribution of pathogenic groups of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*. Annu. Phytopathol. Soc. Japan 47: 50-57.
12. Kardin, M. K. dan H. R. Hifni. 1993. Penyakit hawar daun bakteri padi di Indonesia. Risalah Seminar Puslitbangtan, April 1992-Maret 1993. hlm. 85-99.
13. Kaku, H. 1993. Infection types in rice-*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* interaction. JARQ 27: 81-87.
14. Kozaka, T. 1969. Control of rice diseases with resistant varieties. Agr. & Hort. (Nogyo Oyabi Engei) 44: 208-212.
15. Mew, T. W. and A. M. Rosales. 1984. Relationship of soil micro-organisms to rice sheath blight development in irrigated and dryland cultures. IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines. In FFTC Book Series No. 26. Soilborne Crop Diseases in Asia: 147-158.
16. Mukelar, A. 1985. Pengendalian penyakit blas (*Pyricularia oryzae* Cav.) pada lahan kering. Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan, Jakarta, 11 Mei 1985: 273-291.
17. Ogawa, T. 1993. Methods and strategy for monitoring race distribution and identification of resistance genes to bacterial leaf blight (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) in rice. JARQ 27: 71-80.
18. Ou, S. H. 1985. Rice diseases. Commonwealth Mycological Institute. Second Edition. The Cambrian News Ltd. Great Britain. 380 pp.
19. Reitsma, J. and P. S. J. Schure. 1950. Kresek a bacterial disease of rice. Contr. Gen. Agric. Res. Sta. Bogor 117:1-17.
20. Soetarwo, E. M., H. R. Hifni, O. Horino, and Soetjipto, P. 1976. Effect of nitrogen on the incidence of the bacterial leaf blight. Kongres Nasional PFI ke IV, Gamburg, December, 20-21. 1976. 7 hlm.
21. Suryadi, Y. dan M. Machmud. 1987. Patotipe bakteri *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* di Jawa Barat pada musim tanam 1985/1986 dan ketahanan varietas padi terhadap patotipe III, V, VI, dan VIII, hlm. 165-169. Prosiding Seminar Ilmiah Ilmu Penyakit Tumbuhan dan Kongres Nasional PFI, Surabaya, 24-26 November 1987.
22. Swing, J., Van Den Mooter, M., Vayterin, L., Hoste, B., Gillis, M., Mew, T. W., and Kersters, K. 1990. Reclassification of the causal agents of bacterial blight (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) and bacterial leaf streak (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzicola*) of rice as pathovars of *Xanthomonas oryzae* (ex Ishiyama 1922) sp. nov., nom. rev. Int. J. Syst. Bacteriol. 40: 309-311.
23. Yamamoto, T., H. R. Hifni, M. Machmud, T. Nishizawa, and D. M. Tantera. 1977. Variation in pathogenicity of *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et Ishiyama) Dawson and resistance of rice varieties to the pathogen. Contr. Centr. Res. Inst. Agric. Bogor. 28: 1-22.
24. Zhang, Q. and T. W. Mew. 1989. Types of resistance in rice to bacterial blight. Bacterial Blight of Rice. Proceedings of The Int. Workshop on Bacterial Blight of Rice, 14-18 March 1988. IRRI. Philippines.