

Tantangan pengembangan Varietas Resisten sebagai ketahanan Tanaman terhadap Penyakit

Perkembangan ilmu bioteknologi telah memberikan kita kemudahan dalam merekayasa genetika tanaman baik untuk keperluan peningkatan produksi, keindahan/estetika maupun untuk menciptakan tanaman resisten terhadap hama dan penyakit. Gen resistensi terhadap patogen biasanya terkandung dalam tipe liar (*wild type*) jenis tanaman tersebut. Tanaman liar biasanya ditemukan di sentra-sentra asal jenis tanaman tersebut, contohnya di Peru Amerika Latin untuk kentang. Sumber gen resisten alami ini, semakin lama semakin sulit diperoleh, baik karena makin berkurang ketersediaannya maupun kesulitan dalam mendapatkannya. Sering pula gen resisten dapat diidentifikasi tetapi gennya sulit dipersilangkan, kadang banyak gen resistensi tersebut terkait (*linked*) dengan sifat yang tidak diinginkan, menghasilkan sterilitas, dan banyak lagi kendala lainnya.

Oleh karena itu, pemulia tanaman menggunakan teknik rekayasa genetik. Gen resistensi tidak perlu diperoleh melalui persilangan, tidak perlu dari tanaman semarga yang menyerbuk silang, dan bahkan dapat disintesis pula. Mekanisme ketahanan tanaman terhadap virus melibatkan pembentukan senyawa-senyawa metabolit sekunder seperti enzim peroksidase dan asam salisilat. Pada kasus komoditas cabai, penanaman varietas cabai tahan virus merupakan salah satu strategi pengendalian penyakit yang dapat diandalkan, tetapi hingga saat ini belum tersedia varietas komersial cabai yang tahan terhadap PYLCV. Hasil penelitian Rokhana Faizah (2012), menunjukkan bahwa akumulasi asam salisilat dan konsentrasi enzim peroksidase meningkat pada tanaman yang terinfeksi virus. Terdapat korelasi positif antara ketahanan biokimia (akumulasi asam salisilat) dan ketahanan struktural (panjang sel palisade).

Tanaman sayuran dari famili Solanaceae seperti cabai, tomat, terung dan kentang merupakan komoditas penting hortikultura. Produksi tanaman Solanaceae tersebut seringkali terkendala dengan tingginya serangan hama dan penyakit di lapangan. Pengendalian secara kimiawi, biologi, bahkan implementasi *Integrated Pest Management* (IPM) akan lebih efektif jika ditunjang oleh keberadaan varietas yang tahan hama dan penyakit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesies dan kerabat liar merupakan sumber sifat ketahanan terhadap hama dan penyakit. Namun demikian masih terdapat hambatan dalam pemanfaatan spesies dan kerabat liar dalam program pemuliaan tanaman yang perlu untuk dipecahkan. Integrasi varietas tahan dalam PHT/IPM akan meningkatkan efektifitas pengendalian hama dan penyakit, sehingga akan sangat memberikan nilai tambah pada sistem PHT/IPM. Varietas tahan hama dan penyakit sangat dibutuhkan oleh petani. Variasi alami dari kerabat liar dapat digunakan

sebagai sumber ketahanan untuk pengembangan varietas tahan sebagai solusi jangka panjang yang lebih berkelanjutan dalam mengatasi kendala hama dan penyakit. Namun demikian masih terdapat hambatan yang perlu dipecahkan dalam memanfaatkan kerabat liar tersebut dalam program pemuliaan dengan memanfaatkan bioteknologi dan pendekatan baru. (Awang, 2014).

Tanaman Transgenik

Pengembangan aplikasi bioteknologi pada tanaman sudah dimulai sejak sebelum tahun 1950an dari mulai yang sederhana proses perkawinan silang dan penyambungan tanaman untuk peningkatan produksi dan peningkatan ketahanan terhadap penyakit tertentu. Sejak ditemukannya bahwa DNA merupakan material genetika suatu makhluk hidup tahun 1954, perkembangan aplikasi bioteknologi dibidang pertanian terus berkembang mulai dari tanaman hibrida yang mampu menghasilkan produksi maksimum dan tahan terhadap hama atau penyakit tertentu hingga berkembangnya teknologi kultur jaringan yang merupakan salah satu metode perbanyakan vegetatif tanaman yang memberikan efisiensi waktu dan juga menghasilkan bibit tanaman dalam jumlah yang besar.

Keberhasilan rekayasa genetik tanaman dimulai dengan penciptaan tanaman transgenik. Tanaman ini disisipi dengan gen-gen ketahanan terhadap penyakit yang menjadi inang dan juga gen-gen peningkatan produksi dan kualitas produksi. Tanaman resisten dapat dikembangkan dengan teknik konvensional (persilangan, hibridisasi, mutasi dan lain-lain) atau juga dengan menggunakan rekayasa genetik, dikenal sebagai tanaman transgenik. Tanaman transgenik adalah tanaman yang ke dalam genomnya telah disisipkan gen-gen tertentu yang berasal dari spesies lain (Rudi Hartono, 2011).

Tanaman transgenik sekarang sudah dikembangkan pada berbagai jenis tanaman, terutama jagung, kedelai, gandum, kanola, tomat, kentang dan kapas, serta tanaman transgenik lain. Tanaman yang dikembangkan melalui proses rekayasa genetik pada umumnya merupakan tanaman yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Perusahaan multinasional yang mengembangkan tanaman transgenik diantaranya Syngenta, Bayer, DuPont, dan Monsanto. Menurut data tahun 2017, tanaman transgenik telah ditanam oleh 17 juta petani di 24 negara pada lahan seluas 189,9 juta Ha (ISAA, 2017 dalam Suganda, 2020) Oleh karena itu, produksi pertanian di negara-negara maju berkembang semakin pesat.

Berbagai jenis keunggulan disisipkan ke dalam genom tanaman transgenik tersebut, seperti sifat resisten terhadap hama, penyakit, atau herbisida, serta tentunya karakter-karakter yang diinginkan lainnya, seperti produksi yang tinggi, kandungan senyawa kimia tertentu, dan lain-lain. Tanaman transgenik pertama yang dipasarkan secara komersial adalah tomat "Flavr

Savr”, yaitu tomat yang enzim poliglakturonase pada dinding selnya dilemahkan agar buah tomat tidak cepat membusuk (Dunwell, 2000 dalam Suganda, 2020).

Resistensi Terinduksi

Perakitan tanaman resisten terhadap patogen biasanya dilakukan dengan menambahkan satu atau dua gen resisten baru terhadap genotip varietas yang sudah disukai dan ditanam secara luas di masyarakat. Varietas baru yang dihasilkan sering tidak langsung dapat diterima oleh petani dan konsumen, terutama oleh petani dan konsumen yang sudah merasa puas dengan kualitas produk varietas yang sudah ada (kecuali dalam hal resistensinya terhadap patogen).

Menindaklanjuti kasus seperti ini, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah bukan merakit varietas baru, tetapi meningkatkan resisten tanaman aslinya tanpa mengubah komposisi genotipnya. Hal ini dapat dilakukan dengan penginduksian gen pertahanan pada tanaman tersebut (Sandroni et al., 2020 dalam Suganda, 2020). Fenomena ini dikenal sebagai *Induced Systemic Resistance* (ISR) atau Resistensi Sistemik Terinduksi (RST) dan *Systemic Acquired Resistance* (SAR) atau Resistensi Sistemik Perolehan.

ISR pada tanaman diinduksi oleh rhizobakteri non-patogenik atau pemicu pertumbuhan tanaman. Mekanismenya melibatkan perangsangan sintesis asam jasmonat dan molekul etilen pada tanaman, yang akan berfungsi meningkatkan resistensi tanaman terhadap patogen yang datang. Beberapa dari senyawa yang terlibat juga bersifat volatil sehingga dapat juga menginduksi tanaman sekitarnya. Resistensi hasil induksi pada ISR bersifat temporer. Level resistensinya agak kurang dan juga tergantung kepada genotipe tanaman inangnya serta kehadiran bakteri non-patogen. Sementara itu, resistensi yang diperoleh melalui SAR levelnya cukup kuat, tahan lama, berspektrum luas dan tidak tergantung kepada genotipe tanamannya tetapi membutuhkan adanya patogen nekrotik atau kehadiran bahan penginduksi. Sekali SAR terinduksi, resistensinya akan tetap ada (sistemik) pada seluruh bagian tanaman. Kemunculan SAR harus dimulai dari adanya infeksi oleh mikroorganisme patogenik yang menyebabkan munculnya nekrotik pada tanaman. Senyawa yang teraktikan dalam SAR adalah asam salisilat (Vallad & Goodman, 2004 dalam Suganda, 2020).

Rangsangan atau induksi terhadap gen pertahanan dapat dilakukan melalui berbagai bahan dan cara. Berbagai bahan penginduksi, ada yang biotik maupun abiotik dilaporkan dapat menginduksi gen pertahanan. Beberapa senyawa kimia sekarang sudah dipasarkan sebagai bahan penginduksi resistensi tanaman terhadap penyakit. Chitosan, asam salisilat dan asam humik merupakan contoh senyawa kimia yang dilaporkan dapat menginduksi resisten tanaman

kacang hijau terhadap *Fusarium solani* dan *Rhizoctonia solani*, baik berdasarkan uji *in vitro*, rumah kaca, maupun lapangan (El-Mohamedy et al., 2017 dalam Suganda, 2020). Beberapa nama senyawa kimia bahan penginduksi resistensi yang sudah beredar dipasaran adalah 1,2-benzisothiazole-1, 1-dioxide, 5 ASM (Bion® dan Actigard® (Syngenta)), Milsana® berbahan ekstrak tumbuhan *Reynoutria sacalinensis*; KHH (BioScience), Elexa® (chitosan; SafeScience), and Messenger® (harpin, protein; Plant Health Care).

Bahan penginduksi biotik umumnya adalah mikroorganisme yang selama ini dikenal sebagai agens biokontrol atau pemicu pertumbuhan tanaman. Contohnya *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dari genus *Basillus*, *Pseudomonas*, dan *Rhizobium* dikenal sebagai elisitor atau penginduksi. Banyak juga mikroorganisme penginduksi dari golongan jamur, virus dan nematoda dapat menginduksi ISR.

Tipe - Tipe Resistensi Tanaman

Secara alamiah, tanaman memiliki ketahanan terhadap hama maupun penyakit tertentu. Tanaman dapat dikatakan resisten dengan beberapa kondisi sebagai berikut. (a). memiliki sifat-sifat yang memungkinkan tanaman itu menghindar, atau pulih kembali dari serangan hama ada keadaan yang akan mengakibatkan kerusakan pada varietas lain yang tidak tahan, (b). memiliki sifat-sifat genetik yang dapat mengurangi tingkat kerusakan yang disebabkan oleh serangan hama (c). memiliki sekumpulan sifat yang dapat diwariskan, yang dapat mengurangi kemungkinan hama untuk menggunakan tanaman tersebut sebagai inang (d). mampu menghasilkan produk yang lebih banyak dan lebih baik dibandingkan dengan varietas lain pada tingkat populasi hama yang sama (Rudi Hartono, 2011).

Karena distribusi penyakit pada tanaman inang sangat luas beberapa peneliti menyatakan bahwa ketahan terhadap penyakit lebih cenderung karena sifat genetika suatu tanaman. Karena sebagian penyakit selain ditularkan oleh serangga hama yang merupakan vektor mampu menyebar melalui air, udara dan lainnya kemudian masuk melalui luka mekanis maupun lubang alami sehingga tanaman yang memiliki ketahanan terhadap hama dan juga penyakit merupakan tanaman yang sempurna, tentunya disertai dengan produktivitas yang tinggi juga. Untuk merakit sebuah tanaman yang resisten terhadap hama dan penyakit sebelumnya diperlukan pengetahuan tentang pola pewarisan gen ketahanan, tipe ketahanan, mekanisme ketahanan, dan sumber genetic ketahanan. Jika ketahanan vertical diwariskan oleh satu gen atau sebagian gen kecil, sementara ketahanan yang bersifat horizontal diwariskan secara poligenik oleh beberapa atau banyak gen.

Terdapat beberapa tipe resistensi tanaman terhadap patogen. Berdasarkan genetiknya, kita mengenal resistensi yang dikendalikan oleh hanya satu gen dominan. Resistensi demikian disebut sebagai “resistensi monogenik”, sedangkan jika resistensinya dikendalikan oleh beberapa gen, dinamakan “resistensi poligenik”. Tanaman dengan resistensi monogenik biasanya hanya efektif terhadap satu ras patogen atau resistensi vertikal, sedangkan resistensi yang dikendalikan oleh beberapa gen disebut resistensi horizontal dan resisten terhadap banyak ras patogen.

Tanaman dengan resistensi monogenik sangat disukai, baik oleh petani maupun oleh pemulia tanaman karena ekspresinya teramati lebih jelas, yaitu tanaman terlihat lebih resisten dibandingkan tanaman rentan. Namun resiko dari resistensi monogenik adalah resistensinya mudah terpatahkan. Patogen akan membentuk ras baru yang dapat mematahkan efek dari gen resistensi tersebut. Akhirnya muncul apa yang disebut peperangan yang terus-menerus antara pemulia tanaman dengan patogen. Dari segi penggunaan varietas dikenal istilah *boom-bust cycle*, yaitu saat pertama kali diperkenalkan, varietas resisten tersebut akan ditanam secara luas (*boom*), dan setelah gen resistensinya terpatahkan, secara perlahan varietas tersebut akan menghilang (*bust*). Resistensi monogenik sangat bagus jika digunakan untuk melawan patogen dari ras tertentu saja. Ia akan efektif hanya terhadap ras tersebut, tetapi kurang bagus jika dilahan terdapat ras lain dari patogen.

Penggunaan varietas tanaman dengan gen resistensi poligenik memang ekspresi resistensinya tidak sehebat resistensi monogenik tetapi mempunyai kelebihan yaitu resisten terhadap lebih banyak lagi ras patogen. Varietas dengan resistensi poligenik biasanya akan bertahan lebih lama dalam penggunaannya.

Menurut Awang (2014), terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam upaya pemanfaatan sumber ketahanan dalam merakit varietas tahan hama dan penyakit, yaitu :

a. Karakter agronomi yang kurang baik

Introgresi gen dari kerabat liar sering menghasilkan turunan dengan karakter agronomi dan sifat-sifat khas kerabat liar (*linkage drag*). Kerabat liar umumnya memiliki karakter agronomi yang buruk, misalnya produktivitas yang rendah. Upaya untuk mengurangi hambatan adanya pautan (*linkage*) tersebut dalam program pemuliaan melalui *backcross* memerlukan waktu yang relatif lama sehingga memengaruhi waktu yang diperlukan untuk menghasilkan varietas.

b. Karakter ketahanan memiliki pengaruh negatif bagi manusia.

Dalam identifikasi faktor ketahanan dari kerabat liar, diketahui bahwa beberapa karakter memiliki pengaruh yang bersifat negatif bagi manusia. Identifikasi faktor ketahanan

terhadap thrips pada cabai seperti *Chlorogenic acid* memiliki sifat yang berbahaya bagi manusia. Contoh lain adalah *glycoalkaloid* pada kentang. *Glycoalkaloid* berbahaya bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu rendahnya tingkat *glycoalkaloid* dalam umbi adalah prasyarat. Distandardkan kadar *glycoalkaloid* di varietas kentang baru tidak lebih dari 100 mg total *glycoalkaloid* per kg kentang.

c. *Hybrid Sterility* dan *Cross-ability* yang rendah

Tingkat keberhasilan persilangan secara konvensional yang rendah mungkin merupakan salah satu alasan utama belum banyaknya pemanfaatan kerabat liar dalam pemuliaan. Sebagai contoh kentang yang paling dibudidayakan adalah tetraploid, sedangkan sebagian besar kerabat liar adalah diploid merupakan kendala bagi pemulia dalam mentransfer sifat ketahanan yang diinginkan dari kerabat liar ke varietas budidaya. Selain jumlah ploidi, hibridisasi interspesifik akan memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi jika dilakukan pada spesies dengan jumlah *Endosperm Balance Number* (EBN) yang sama. Kendala lain adalah waktu berbunga yang berbeda terkait dengan reaksi fotoperiodik yang berbeda.

Penutup

Aplikasi bioteknologi dalam pengembangan tanaman yang tahan terhadap hama dan penyakit memerlukan pengetahuan dasar tentang bioekologi hama dan patogen penyebab penyakit yang akan dikendalikan. Pengetahuan selanjutnya adalah menyeleksi gen yang diduga memiliki sifat resistensi terhadap OPT sasaran yang selanjutnya gen tersebut difurifikasi, ditransformasi ke tanaman dan di uji cobakan terhadap hama dan patogen sasaran. Jika uji coba telah berhasil maka perlu identifikasi pengaruhnya terhadap morfologis dan fisiologis tanaman dan selanjutnya diuji nilai gizi dan keamanan produk pangannya baru kemudian tanaman transgenic tersebut bisa diproduksi massal dan dilepas (Rudi Hartono, 2011).

Penggunaan resistensi tanaman merupakan taktik yang paling terbaik dalam mengelola penyakit tanaman. Prosesnya berlangsung alami menggunakan mekanisme pertahanan dan perlawanan tanaman, aman bagi lingkungan, dapat dikombinasikan dengan taktik pengendalian lain agar lebih baik lagi hasilnya, mudah diaplikasikan oleh petani tanpa harus ada perlakuan atau penerapan teknologi tambahan.

Walaupun demikian, penggunaan varietas resisten masih terkendala beberapa hal, antara lain perihal ketersediaanya; diperlukan kearifan petani merotasi penggunaannya untuk mencegah patogen membentuk ras baru. Pengembangan varietas resisten menghadapi persoalan. Fakta bahwa patogen sendiri, selain jenisnya bermacam-macam, juga dalam satu jenis patogen sudah terdiri atas beberapa ras, sulitnya mencari gen resisten, terdapatnya

fenomena *boom and bust cycle*, tidak mudahnya memindahkan gen melalui persilangan dan lain-lain, menjadikan pengembangan varietas resisten tidak mudah dilakukan. Munculnya rekayasa genetik memberikan peluang untuk mengembangkan varietas resisten. Ditemukannya sifat bahwa resistensi, atau tepatnya pertahanan tanaman dapat diinduksi juga memberikan harapan untuk mengendalikan penyakit tanaman secara alami (Walters et al., 2020 dalam Suganda, 2020).

Salah satu tren pemanfaatan resistensi tanaman untuk pengendalian penyakit tanaman adalah dengan menginduksi resistensi dengan pengaplikasian berbagai bahan penginduksi (Sandroni et al., 2020 dalam Suganda, 2020). Masa depan bahan penginduksi ini sangat menjanjikan karena pangsa pasarnya pada tahun 2018 ditaksir sudah mencapai EU 800 juta, hanya Eropa saja (Yakhin, et al., 2017 dalam Suganda, 2020).

Referensi :

1. Rudi Hartono. Aplikasi Bioteknologi untuk pengembangan Tanaman Resisten terhadap Hama dan Penyakit. Bioteknologi Pengembangan Tanaman Resisten terhadap Hama dan Penyakit. 2011.
2. Rokhana Faizah, Sriani Sujiprihati , Muhamad Syukur, Sri Hendrastuti Hidayat. Ketahanan Biokimia Tanaman Cabai terhadap Begomovirus Penyebab Penyakit Daun Keriting Kuning. Jurnal Fitopatologi Indonesia ISSN : 0215-7950, volume 8, Nomor 5, Oktober 2012. Halaman 138-144
3. Awang Maharijaya. Identifikasi Ketahanan beberapa Tanaman *Solanacea* terhadap Hama dan Penyakit. Prosiding Seminar Nasional PERHORTI 2014; Malang 5 – 7 November 2014. ISBN 978-979-508-017-6
4. Prof Tarkus Suganda, Taktik Pengendalian dan Strategi Pengelolaan Terpadu Penyakit Tanaman. Unpad Press. 2020

Disusun dari berbagai sumber oleh :

Hendry Puguh Susetyo, SP, M.Si

Fungsional POPT Ahli Muda - Direktorat Perlindungan Hortikultura

