

Varietas Unggul Jagung Bermutu Protein Tinggi

M Yasin H.G.¹, Syuryawati¹, dan Firdaus Kasim²

Ringkasan

Jagung berkualitas protein tinggi (*QPM: Quality Protein Maize*) adalah jenis jagung khusus yang mengandung dua asam amino penting yakni lisin dan triptofan yang lebih tinggi sekitar dua kali jagung biasa. Ditemukan oleh Linn Bates pada tahun 1962, kini jagung QPM dimanfaatkan meningkatkan kesehatan tubuh dan kualitas pakan. Varietas QPM yang pertama kali dilepas di Indonesia adalah Srikandi Kuning-1 dan Srikandi Putih-1 dengan produktivitas 7,0 t/ha. Lysin dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan anak, membantu serapan kalsium dan keseimbangan tubuh agar tidak berlemak, dapat menghasilkan antibodi, hormon, enzim, dan dapat mencegah penyakit *cold sore* dari virus herpes. Triptofan berperan dalam perkembangan otak anak balita, membantu proses autostimulasi pada perkembangan anak agar menjadi cerdas. Lysin dan triptofan tidak dapat disintesis oleh tubuh sehingga harus disuplai dalam bentuk makanan. Balitsereal telah menyebarkan benih jagung QPM kelas BS (*breeder seeds*) untuk luasan 718 ha sejak pelepasan Srikandi Kuning-1 dan Srikandi Putih-1. Pemulia jagung Balitsereal kini dapat mengkonversi jagung biasa (*non-QPM*) menjadi jagung QPM dengan metode silang balik (*back cross*), melalui introgresi gen o_2 dari materi jagung QPM ke jagung biasa sebagai penerima gen o_2 . Setelah tiga generasi silang balik (BC_3F_2) dapat dihasilkan varietas QPM. Balai Besar Penelitian Pascapanen Pertanian disarankan membantu pengembangan dan penyebaran jagung QPM, dengan cara diolah agar menarik dan disenangi dalam bentuk seperti roti, biskuit atau sereal. Di Meksiko jagung QPM biji putih dibuat sebagai makanan khas yang disebut *tortila*, *chips*, dan *chitos*. Program perakitan hibrida Balitsereal telah menghasilkan calon hibrida silang tunggal yakni (1) Mr4QxMr14Q, (2) MSQ.K1C0.14-4-2-1xMr14Q, dan (3) CML161xCML165. Ketiga hibrida silang tunggal tersebut mempunyai produktivitas 10 t/ha dengan kandungan lisin dan triptofan lebih tinggi dibanding hibrida biasa Bima-1 dan Bisi-2, kenaikan lisin mencapai 86,2% dan triptofan 140%. Target pengembangan jagung QPM diarahkan pada wilayah teridentifikasi rawan (defisiensi) protein seperti Timor, Flores, dan Sumba di NTT, Sumbawa di NTB, serta Kalimantan Tengah, Maluku, dan sebagian besar Sulawesi, termasuk Sulawesi Selatan bagian selatan (Selayar, Sinjai, dan Gowa). Manfaat lain dari jagung QPM adalah untuk meningkatkan kualitas pakan.

Jagung adalah salah satu tanaman pangan yang dikonsumsi sebagian penduduk, baik sebagai makanan pokok maupun pakan. Di Indonesia, jagung adalah komoditas pangan kedua setelah padi, sedangkan di tingkat

¹ Peneliti pada Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros, Sulawesi Selatan

² Peneliti pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor

dunia menempati urutan ketiga setelah padi dan gandum. Produktivitas jagung meningkat dari 1,5-2,0 t/ha pada tahun 1950-1970 menjadi 5,0-6,0 t/ha untuk varietas bersari bebas dan > 10,0 t/ha untuk varietas hibrida pada tahun 2000an. Varietas selama kurun waktu 56 tahun (1951-2007) pemerintah telah melepas 28 varietas bersari bebas, dua di antaranya jagung berkualitas protein tinggi/ QPM (*Quality Protein Maize*) dan 88 varietas hibrida (Balitsereal 2008).

Jagung mengandung 73-75% karbohidrat, sedangkan gandum dan millet hanya 64%. Kandungan karbohidrat pada jagung menyamai beras yakni 76,2%. Artinya, jika penduduk dilanda rawan pangan beras maka jagung dapat dijadikan alternatif makanan pokok, dengan nilai nutrisi yang tidak kalah dibanding beras. Biji jagung dapat dibuat sebagai bahan olahan segar, langsung siap saji, produk instan, dan dapat dibuat sebagai bahan tepung. Jagung juga dapat dibuat bahan baku industri, pakan, baik biji maupun batang dan daun. Jagung pipilan kering dapat dibuat menjadi jagung sosoh, beras jagung dapat dimasak layaknya beras biasa, dan tepung jagung yang dikenal sebagai tepung maizena dapat menjadi substitusi tepung terigu. Tepung jagung juga dapat dibuat kue kering, mie kering, dan roti. Bahkan bagi penderita diabetes dianjurkan mengganti konsumsi beras untuk beralih ke jagung atau setidaknya nasi jagung.

Jagung mengandung protein sekitar 10%, lebih tinggi dibandingkan dengan beras (7,5%), dan lebih rendah dibanding gandum 14%. Nutrisi lain yang dikandung jagung adalah lemak dan serat masing-masing 5% dan 2%. Kandungan nutrisi per 100 g biji adalah kalsium 45 mg, besi 3 mg, fosfor 24 mg, natrium 11 mg, dan kalium 78 mg (Suarni dan Widowati 2007).

Saat ini telah ditemukan jagung berkualitas protein tinggi atau jagung QPM atau *High Lysine Corn (HLC)* atau *High Quality Protein Corn (HQPC)*. Biji jagung tersebut banyak dimanfaatkan untuk menjaga dan bahkan meningkatkan kesehatan tubuh dan kualitas pakan. Varietas QPM yang dilepas untuk pertama kalinya di Indonesia adalah jagung bersari bebas Srikandi Kuning-1 dan Srikandi Putih-1 dengan produktivitas 7,0 t/ha.

Alternatif Bahan Pangan Pokok

Tahun 2000an adalah masa evolusi pemanfaatan biji jagung baik di tingkat nasional maupun internasional, sebagai pakan, makanan pokok, dan untuk industri biofuel. Kendatipun Indonesia mengimpor jagung sebagai pakan, namun upaya untuk memenuhi kebutuhan jagung sebagai bahan pangan pokok perlu digalakkan. Nilai gizi jagung menyerupai padi dan gandum, tetapi produksinya per satuan luas hampir dua kali padi. Jagung juga dapat diolah menjadi bioethanol, kosmetika, dan pakan. Jagung biji putih dimanfaatkan sebagai makanan pokok, sebagai substitusi beras dimasak bersama nasi. Jagung putih varietas Anoman-1 yang diolah menjadi nasi-jagung tidak dapat dibedakan

rasa, aroma, dan warnanya, jika dilakukan substitusi beras sampai 20% (Yasin dan Suarni 2006). Komposisi amilosa dan amilopektin biji jagung terkendali secara genetik, dan secara umum jagung berbiji tipe gigi kuda (*dent*) atau mutiara (*flint*) mengandung amilosa 25-30% dan amilopektin 70-75% (Suarni dan Widowati 2007). Jika kandungan amilopektin semakin tinggi maka rasa jagung semakin lunak, pulen, dan gurih. Srikandi Kuning-1 dan Srikandi Putih-1 adalah varietas jagung QPM yang mengandung amilopektin 68-69%.

Setelah dilepas sebagai varietas unggul kaya nutrisi, jagung QPM kini banyak ditanam di sejumlah negara, terutama di Afrika. Ghana yang melepas pertama jagung QPM biji putih varietas Obatampa (*good mother*) dikembangkan seluas 50% dari total areal pertanaman jagung nasional atau sekitar 100.000 ha, yang banyak diperuntukkan bagi makanan anak balita. Hal yang sama terjadi di Cina, India, dan sejumlah negara di Amerika Latin, dan Amerika Serikat. Jagung QPM diproduksi 2 juta ton pada tiap tahun untuk pakan ruminansia dan unggas (Prasanna *et al.* 2001; Vasal 2000; Vasal 2000a; Sullivan *et al.* 1988).

Gen Mutan Opaque-2 sebagai Dasar Perbaikan Kualitas Protein

Endosperm biji jagung QPM mengandung nutrisi dua asam amino lebih banyak dari jagung biasa. Jagung QPM ditemukan oleh Linn Bates pada tahun 1962, dengan adanya gen mutant opaque-2 yang menghasilkan dua asam amino esensial, yakni lisin dan triptofan, dua kali lebih banyak dari jagung biasa (Mertz 1992). Pemindahan gen α_2 ke dalam jagung normal dapat meningkatkan kandungan triptofan dan lisin. Varietas Srikandi Kuning-1 dan Srikandi Putih-1 masing-masing berbiji kuning dan putih memiliki kandungan lisin 0,477% dan 0,410%, dan triptofan 0,093% dan 0,087%, sedangkan jagung biasa Bima-1 mengandung lisin 0,291%, dan triptofan 0,058%, atau jagung QPM memiliki nutrisi dua kali lebih banyak dari jagung biasa Bima-1 (Yasin *et al.* 2005).

Lisin merupakan salah satu asam amino esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan anak, membantu serapan kalsium dan keseimbangan tubuh agar tidak berlemak. Lisin juga menghasilkan antibodi, hormon, enzim, dan dapat mencegah penyakit *cold sore* dari virus herpes.

Triptofan sangat berperan dalam perkembangan otak anak balita, membantu proses autostimulasi pada perkembangan otak anak saat tidur agar menjadi lebih cerdas. Lisin dan triptofan tidak dapat disintesis oleh tubuh sehingga harus disuplai dalam bentuk makanan. Defisiensi lisin mengakibatkan gangguan enzim, rambut rontok, tidak dapat berkonsentrasi, pertumbuhan lambat, dan terjadi kehilangan bobot badan secara perlahan. Sejumlah negara berkembang di Afrika, Amerika Latin, dan Cina, jagung QPM dimanfaatkan

untuk mengantisipasi penyakit busung lapar (*kwashiorkor*) pada anak balita, menjaga keseimbangan bobot badan, diet, dan tepungnya dijadikan makanan bayi (Sullivan *et al.* 1988; Bourlaug 1992; Mertz 1992; Cordova 2001). Revolusi produksi jagung QPM di tingkat dunia dimulai pada tahun 2003-2004 dengan total luas areal pertanaman mencapai 3,5 juta ha, tersebar di 18 negara. Meksiko adalah negara penanam jagung QPM terluas, mencapai 2.500.000 ha, disusul China 400.000 ha, El Salvador 120.000 ha, Ghana, Guatemala, dan Venezuela masing-masing 100.000 ha. Balitsereal sampai tahun 2008 telah menyebarkan benih BS (*breeder seeds*) Srikandi Kuning-1 dan Srikandi Putih-1 untuk penangkaran 718 ha.

Diawal penemuan gen o_2 , kelemahan jagung QPM adalah bijinya lebih lunak dibanding jagung biasa, lebih lambat kering, dan rentan terhadap hama gudang (*Sitophilus zeamais*). Strategi untuk mengantisipasi kelemahan tersebut, pemuliaan beralih kepada upaya memperkeras endosperm. Upaya seleksi agar endosperm menjadi lebih keras dimulai dengan mencari sumber gen baru. Sejumlah gen mutan yang teridentifikasi seperti o_6 dan fl_3 belum bisa mengungguli gen o_2 dalam meningkatkan kualitas protein. Gen o_2 dan fl_2 secara tunggal hanya menghasilkan fenotipe dengan endosperm lunak. Selanjutnya dilakukan penggabungan dua gen (o_2 dan fl_2 atau o_2 dan su_2), dan penggunaan gen o_2 dengan gen '*modifier o_2* '. Hasilnya menunjukkan bahwa gen '*modifier o_2* ' bila digabung dengan gen o_2 cukup efektif meningkatkan kekerasan endosperm biji di samping kualitas proteinnya sama. Jagung QPM sekarang memiliki biji yang keras dan produktivitasnya setara dengan jagung biasa (Bjarnason and Vasal 1992).

Pemanfaatan Gen o_2

Gen opaque-2 adalah gen yang mengatur pembentukan lisin dan triptofan sehingga biji jagung memiliki kualitas protein tinggi. Saat ini pemulia jagung telah dapat mengkonversi jagung biasa (non-QPM) menjadi jagung QPM melalui silang balik (*back cross*) dengan introgresi gen o_2 dari jagung QPM. Setelah tiga generasi silang balik dihasilkan varietas QPM. Jika dalam satu tahun dilakukan kegiatan seleksi dua generasi tanam maka diperlukan waktu empat tahun untuk menjadikan jagung non-QPM menjadi jagung QPM.

Pemanfaatan gen o_2 sebagai pejantan atau tetua penguji (*tester*) telah dilakukan secara konvensional melalui persilangan antartanaman. Benih yang dihasilkan setiap generasi diseleksi di atas meja terang (*light table*) untuk memilih benih opak dan dilanjutkan untuk membentuk famili silang balik dan kawin diri (*selfing*). Hal yang sama dilakukan pada induk betina Mr4 untuk mendapat donor gen o_2 dari galur CML161. Pada setiap generasi silang balik dibentuk famili kawin diri sebelum disilang ke tetua berbalikan (*recurrent parent*). Pada akhir generasi silang balik yakni BC_3F_1 dilanjutkan kawin diri selama dua musim (S2), kemudian benih digandakan sampai BC_3F_3 . Benih yang

dihasilkan disebut Mr14Q untuk induk jantan dan Mr4Q untuk induk betina. Hasil silangan F1 selanjutnya disebut Bima1Q. Keberhasilan ini ditandai oleh kenaikan kandungan lisin dan triptofan pada kedua tetua silang berbalikan. Pada F1 terjadi peningkatan lisin 80% dan triptofan 89,6%. Hal ini menunjukkan bahwa gen o_2 (sifat QPM) dapat diintrogresikan ke tetua hibrida biasa Bima-1 menjadi calon hibrida yang berorientasi QPM dengan langkah silang balik.

Metode silang balik sampai generasi BC_3F_3 gen o_2 dapat diintrogresi untuk meningkatkan mutu protein. Metode silang balik tidak disarankan untuk tujuan peningkatan bobot biji karena sifat tersebut diatur oleh banyak gen (Stoskopf *et al.* 1993; Hallauer and Miranda 1988). Galur Mr14Q yang dihasilkan dengan introgresi gen o_2 tetap memiliki daya gabung yang sama seperti saat berstatus jagung biasa (non-QPM). Galur Mr14 adalah tetua penguji varietas hibrida Bima-1, Bima-2 sampai Bima-6, dan salah satu tetua dari hibrida Semar-1 sampai Semar-10. Penelitian menunjukkan bahwa setelah melalui persilangan diallel pada lima galur inbrida, galur Mr14Q tetap memiliki daya gabung yang baik sama seperti sebelum berorientasi QPM, dengan nilai diagonal utama tertinggi. Nilai tertinggi diagonal utama dari evaluasi daya gabung menunjukkan bahwa galur dapat dijadikan sebagai tetua penguji atau pejantan untuk sejumlah galur induk betina.

Perbaikan genetik populasi jagung QPM sama seperti pada populasi jagung biasa/non-QPM, yakni berupa peningkatan genetik secara siklus dengan menggabungkan sifat-sifat terbaik dari sejumlah famili superior melalui saling-silang setelah tahapan seleksi. Sumarno dan Zuraida (2005) mengemukakan bahwa program untuk membentuk varietas termasuk jagung merupakan suatu sistem pemanfaatan dan perbaikan genetik tanaman, dapat didefinisikan sebagai seluruh kegiatan penelitian genetika, saling menunjang dalam menghasilkan varietas unggul adaptif bagi usaha produksi pertanian. Pada awalnya populasi jagung QPM yang dimiliki Balitsereal berasal dari CIMMYT, lalu diseleksi 2-3 siklus. Populasi QPM yang dihasilkan Balitsereal adalah Maros sintetis QPM kuning (MSQ.K1C0) berbiji kuning dan Maros sintetis QPM putih (MSQ.P1C0) berbiji putih (Yasin dan Zubachtirodin 2006). Kedua populasi tersebut setelah diseleksi satu siklus menghasilkan biji 7,5-8,0 t/ha untuk biji kuning dan 6,5-7,0 t/ha untuk biji putih. Kedua populasi mengandung lisin 0,480-0,543% dan triptofan 0,095-0,111%.

Kegiatan seleksi jagung QPM menerapkan metode perbaikan populasi dengan pembentukan famili S1, HS (*half sib*; saudara tiri) dan FS (*full sib*; saudara kandung). Peluang jagung QPM untuk menyerbuk sendiri sangat kecil, kurang dari 5%, sehingga biji yang terbentuk di tongkol adalah serbuk sari dari tanaman dalam populasi di sekitarnya. Jumlah serbuk sari jagung termasuk QPM mencapai lima jutaan dan dapat diterbangkan angin sampai jarak 300 m bergantung pada arah dan kecepatan angin, ada tidaknya serangga pada malai. Jagung QPM adalah jagung yang khas, tidak sama

dengan jagung biasa. Jika biji yang terbentuk dibuahi dari serbuk sari jagung biasa (non-QPM) misalnya Bisi-2, Bima-1, Sukmaraga, Arjuna, Lamuru, maka komposisi genetik jagung QPM mengalami perubahan menjadi sama dengan jagung biasa, kandungan asam amino esensial lisin dan triptofan turun menjadi sama dengan jagung biasa. Sifat khas resesif yang dimiliki jagung QPM merupakan kelemahan dan kendala utama dalam pengembangannya sebagai varietas bersari bebas maupun hibrida.

Biji jagung QPM sulit dibedakan dengan biji jagung biasa. Penanda jagung QPM adalah endospermnya yang transparan, dapat diketahui dengan mengidentifikasi pada meja terang. Di atas meja terang biji jagung QPM akan berwarna kabur (opaque), sedangkan jagung biasa tidak kabur. Pixley dan Bjarnason (1994); Vasal *et al.* (1980) memberikan skoring biji jagung QPM dari satu sampai lima, yakni 1 terang (*translucent*), 3 sekitar 50% *translucent*, 5 kabur penuh (*full opaque*). Pemuliaan QPM di Balitsereal mengambil biji pada kisaran nilai dua, tiga, dan empat.

Calon Hibrida Jagung Berkualitas Protein Tinggi

Varietas sintetik bersari bebas Srikandi Kuning-1 berasal dari populasi S99TLYQ-AB (*Population synthetic no.99 adapted under tropic, late yellow quality protein maize, heterotic pattern on population A and B*), sedangkan Srikandi Putih-1 dari S98TLWQ(F/D) (*Population synthetic no.98 adapted under tropic late white quality protein maize seeds texture flint to dent*). Kedua varietas beradaptasi baik terutama di dataran rendah. Rata-rata hasil kedua varietas 5,0-6,0 t/ha dengan potensi hasil dapat mencapai 7,0 t/ha. Di Sulawesi Selatan, varietas Srikandi Kuning-1 dipromosikan untuk pakan unggas, terutama di Kabupaten Sidrap, sedangkan di Bali untuk pakan monogastik babi.

Pengembangan dan pemanfaatan Srikandi Kuning-1 dan Srikandi Putih-1 di Indonesia masih kurang. Dilaporkan oleh Arief (2007) bahwa bobot badan tikus nyata bertambah dengan pemberian pakan jagung Srikandi Kuning-1 dan Srikandi Putih-1, dibandingkan dengan biji jagung hibrida biasa. Bobot badan tikus meningkat sangat nyata masing-masing 300%. Selanjutnya pemberian pakan biji jagung Srikandi Kuning-1 dan Srikandi Putih-1 nyata meningkatkan bobot badan ayam ras dibanding jagung Lamuru. Srikandi Kuning-1 dan Srikandi Putih-1 agak lambat penyebarannya, namun pada tahun 2008 mulai menyebar di tingkat nasional.

Selain Srikandi Kuning-1 dan Srikandi Putih-1, telah tersedia calon varietas bersari bebas QPM lainnya, yakni populasi biji kuning MSQ.K1C0, MSQ.K1C1, serta biji putih MSQ.P1C0 dan MSQ.P1C1. Kedua populasi telah ditingkatkan siklusnya dari C0 ke C1, produktivitas 6,0-7,0 t/ha, dengan kandungan lisin dan triptofan dua kali lebih banyak dari jagung bersari bebas

biasa. Di tingkat nasional saat ini varietas bersari bebas diperkirakan menempati areal tanam 25-30%. Varietas lokal, varietas lama, dan *land races* adalah sumber gen untuk perakitan varietas dan harus tetap menjadi perhatian dalam program pemuliaan (Sumarno dan Zuraida 2004).

Menghasilkan galur inbrida superior adalah pekerjaan pokok dalam merakit jagung hibrida. Sebelum tahun 80an bentuk hibrida adalah silang tiga jalur, karena silang tunggal masa lalu menghasilkan benih F1 yang sangat sedikit, demikian juga produksi inbrida sebagai tetua hibrida juga sangat rendah (<1,0 t/ha). Kini galur-galur superior mampu menghasilkan 2,0-2,5 t/ha. Penilaian galur inbrida sebagai calon tetua hibrida dapat berdasarkan uji daya gabung untuk menentukan kombinasi terbaik melalui persilangan diallel. Daya gabung dibedakan atas daya gabung umum (*general combining ability*) dan daya gabung spesifik (*specific combining ability*). Daya gabung umum adalah nilai rata-rata daya hasil galur dalam seluruh kombinasi persilangan, sedangkan daya gabung spesifik adalah daya hasil dari pasangan persilangan tertentu. Pemuliaan hibrida QPM di Balitsereal diawali dengan mempersiapkan kandidat calon hibrida dari dua populasi heterotik. Populasi A berasal dari CIMMYT dan populasi B rakitan Balitsereal, masing-masing populasi dikawin diri sampai memperoleh galur generasi lanjut (inbrida), kemudian galur-galur inbrida disilang silang untuk mengetahui pasangan heterotik terbaik. Di samping itu, juga dilakukan evaluasi daya gabung umum dan daya gabung spesifik terhadap tester yang digunakan sebagai pembuktian untuk dapat menjadi induk pejantan.

Heterosis tinggi yang diperoleh dari hibrida terjadi jika tetua memiliki kekerabatan yang jauh. Heterosis dapat dibedakan atas heterosis rata-rata tetua (*mid parent heterosis*), yakni peningkatan atau penurunan F1 dibanding rata-rata tetuanya, sedangkan heterosis tertinggi tetua (*high parent heterosis*) adalah peningkatan atau penurunan penampilan F1 dibanding tetua terbaik yang digunakan dalam persilangan. Perakitan hibrida adalah suatu prosedur sederhana tetapi kompleks. Diperlukan waktu 3-4 tahun untuk menghasilkan hibrida. Akan lebih kompleks pada hibrida QPM karena seleksi dilakukan pada materi yang komposisi genetiknya resesif. Materi hibrida QPM selain mempersyaratkan terdapatnya gen o_2 frekuensi tinggi juga dituntut mempunyai ketahanan terhadap hama utama yakni kumbang pemakan biji (*Sitophilus zeamais*), penyakit utama jagung bulai *Peronosclerospora sp.*, Bercak daun *Helminthosporium maydis*, busuk upik daun *Rhizoctonia solani* dan karat *Puccinia polysora*. Organisme pengganggu ini sangat endemik di wilayah dataran rendah tropis.

Populasi jagung QPM yang diseleksi untuk program perakitan hibrida adalah Maros Sintetik QPM biji kuning. Dari populasi tersebut telah berhasil dibentuk galur inbrida yang akan disilangkan dengan inbred QPM, guna memperoleh varietas hibrida QPM. Pada pembuatan hibrida QPM biji kuning dirakit galur inbrida silang uji (*tester*) dengan induk jantan Mr14Q. Famili atau

galur silang uji adalah galur inbrida yang dihasilkan untuk pejantan dan dapat menjadi pasangan heterotik pada sejumlah inbrida induk betina. Tester dihasilkan melalui serangkaian pembentukan galur inbrida superior, kemudian pembentukan diallel, dan evaluasi daya gabungannya.

Jagung bersari bebas sintetik dibentuk dari pilihan galur inbrida yang mempunyai daya gabung yang baik dan dengan menggabungkan sifat terbaiknya melalui saling-silang atau rekombinasi.

Galur Mr14 adalah inbrida silang uji yang terbukti mempunyai daya gabung umum yang baik dan digunakan untuk induk jantan dari Bima-1, Bima-2, sampai Bima-6. F1 yang dibentuk dari tetua silang uji dinamakan famili F1 silang puncak (*test cross*). Program hibrida jagung QPM telah menghasilkan sejumlah famili silang puncak dan setelah melalui tahapan UDHP dan UDHL telah dilakukan serangkaian UML pada sejumlah materi F1 QPM untuk dievaluasi di sentra produksi jagung nasional. UML calon hibrida silang tunggal QPM biji kuning telah dilaksanakan pada 10 unit percobaan (Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Jawa Timur, DIY, Kalimantan Selatan, Riau). Dalam hal ini diperoleh tiga pasang kandidat hibrida yang akan diusulkan sebagai varietas hibrida silang tunggal. Penentuan kandidat hibrida menggunakan metode Eberhart-Russel, 1966 dalam Singh and Chaudhary (1985). Ketiga silang tunggal kandidat hibrida tersebut mempunyai produktivitas 10 t/ha dengan kandungan lisin dan triptofan nyata lebih tinggi dibanding hibrida biasa Bima-1 dan Bisi-2, kenaikan lisin mencapai 86,2% triptofan 140%.

Terdapat interaksi antara genotipe QPM dengan lingkungan uji, dan berdasarkan analisis Biplot diketahui bahwa materi genetik QPM Mr4QxMr14Q, MSQ.K1C0.14-4-2-1xMr14Q, dan CML161xCML165 cukup stabil pada berbagai lingkungan dataran rendah tropis dengan potensi hasil mencapai 10,0 t/ha. Pendekatan antara hibrida yang diuji untuk mengambil kesimpulan dilakukan dengan metode dari Westcott (1986); Crossa *et al.* (2002); dan Yasin *et al.* (2008). Berdasarkan hasil UML dapat disimpulkan bahwa calon hibrida QPM yang dirakit di Balitsereal berpeluang dilepas sebagai varietas hibrida.

Program perakitan hibrida QPM biji putih masih pada tahap uji multilokasi hingga tahun 2009. Target usulan pelepasan varietas hibrida QPM biji putih diharapkan pada tahun 2010. Galur inbrida CML264Q digunakan sebagai tetua penguji tester asal CIMMYT, dan induk betina dari galur Balitsereal populasi MSQ.P1C0, di samping sejumlah galur CML asal CIMMYT. Hasil uji multilokasi QPM biji putih cukup nyata meningkatkan hasil dibanding jagung biasa biji putih Srikandi Putih-1 dan Anoman-1, masing-masing 11-18% dan 35-43%. Di antara entri QPM sendiri, rata-rata hasil tertinggi diperoleh dari hibrida CML142 x CML264Q yakni 8,84 t/ha. Dari hasil uji tersebut terdapat harapan untuk melepas hibrida QPM biji putih. Kandungan triptofan dalam protein calon hibrida tersebut berkisar antara 0,87-1,00% (Yasin *et al.* 2005a).

Potensi Pemanfaatan dan Pengembangan

Sistem produksi jagung nasional ke depan, cepat atau lambat, akan dimasuki oleh jagung QPM. Hal ini disebabkan adanya sifat unik yang dimiliki, yakni mutu dan kandungan proteinnya yang lebih tinggi, demikian pula potensi hasilnya yang tidak kalah dibanding jagung biasa. Penyebaran jagung QPM akan membawa dampak lebih nyata jika dikaji bersama dengan Pusat Penelitian Gizi.

Langkah awal telah dimulai dengan dilepasnya varietas unggul bersari bebas Srikandi Kuning-1 dan Srikandi Putih-1. Selanjutnya akan menyusul hibrida silang tunggal yang akan diusulkan untuk dilepas pada tahun 2009. Varietas yang telah dilepas harus ditindaklanjuti dengan penyediaan benih dan penyebarannya oleh penyuluh, kelompok tani, tokoh masyarakat, LSM, atau kegiatan diseminasi dari BPTP. Tanpa dukungan dari instansi terkait, jagung QPM tidak akan berkembang.

Jagung QPM mempunyai peluang ke depan untuk dipromosikan sebagai bahan pangan setara bahan pokok beras karena adanya sifat khas yang tidak dimiliki oleh jagung biasa. Jagung QPM mempunyai manfaat lebih spesifik, kandungan lisin dan triptofan yang tinggi dalam endosperm sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kesehatan tubuh, utamanya anak balita. Kedua asam amino tersebut tidak dapat disintesis dalam tubuh. Asam amino lisin dan triptofan menjadi pelengkap nutrisi karbohidrat, termasuk lemak dan protein. Apabila dijadikan pakan, jagung QPM bermutu lebih unggul karena dapat meningkatkan kualitas pakan, baik untuk unggas maupun ternak monogastrik.

Jagung QPM yang dikendalikan oleh gen o_2 resesif tidak dapat ditanam bersamaan dengan jagung biasa, karena jika saat pembungaan diserbuki oleh pollen jagung biasa (*non QPM*) maka kualitas protein menurun menjadi sama dengan jagung biasa, peranan dan keunikannya menjadi hilang (Bjarnason and Vasal 1992; Pixley and Bjarnason 1994). Pengembangan jagung QPM akan lebih mudah jika tersedia lahan berskala luas minimal 10 ha di satu lokasi, dan di sekitarnya tidak ditanami jagung biasa/*non-QPM*. Penyuluhan atas pentingnya isolasi jarak atau waktu tanam sangat berperan dalam penyebaran jagung QPM. Isolasi jarak minimal 300 m antara jagung QPM dan jagung biasa, sedangkan isolasi waktu adalah selisih waktu tanam diatur dengan kisaran minimal 21 hari.

Hal penting lain adalah peran Balai Besar Penelitian Pascapanen Pertanian yang diharapkan dapat membantu pengembangan dan penyebaran di tingkat nasional. Biji jagung QPM sebagai substitusi makanan pokok sebaiknya diolah dalam bentuk lebih menarik, dan disenangi konsumen, terutama untuk anak pada wilayah yang teridentifikasi rawan defisiensi protein, seperti di NTT (Timor, Flores, dan Sumba), NTB (Sumbawa), Kalimantan Tengah, Maluku, sebagian

besar daratan Sulawesi termasuk Sulawesi Selatan bagian selatan (Selayar, Sinjai, dan Gowa). Jagung QPM adalah salah satu alternatif yang mudah dan murah untuk mengantisipasi penyakit rendah gizi dan defisiensi protein. Penyajian dalam bentuk olahan berbahan tepung seperti roti dan biskuit akan lebih menarik bagi anak dibanding dalam bentuk biji utuh. Di Meksiko, jagung QPM biji putih dibuat sebagai sajian makanan khas yang disebut tortilas, chips dan chitos. Pengguna lain dari jagung QPM adalah untuk meningkatkan kualitas pakan.

Produksi QPM Srikandi Kuning-1 dan Srikandi Putih-1 mulai menampilkan penyebaran nyata di sentra produksi jagung. Benih sumber *BS* dan *FS* diproduksi UPBS sampai tahun 2008 mencapai 14,4 ton. Jika benih telah ditanam dengan jumlah 20 kg/ha maka total luas penyebaran jagung QPM telah mencapai 718 ha. Wilayah penyebarannya adalah NAD, Sumatera Barat, Lampung, Jawa Barat, Jawa Timur, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Bali, Gorontalo, Sulawesi Tengah, dan Sulawesi Selatan.

Dukungan Kebijakan

Jagung QPM yang telah dan akan dilepas berdampak positif jika mendapat dukungan kebijakan seperti berikut:

1. Pengembangan jagung QPM dianjurkan pada wilayah lahan kering di Kawasan Timur Indonesia sebagai penyediaan bahan pangan pokok bergizi tinggi.
2. Di wilayah pengembangan diperlukan pabrik pengolahan biji jagung QPM menjadi makanan siap saji yang menarik, terutama bagi anak, misalnya dibuat biskuit, sereal, kerupuk, *corn flakes* atau sebagai tepung substitusi terigu. Pabrik pengolahan disarankan dibangun di wilayah yang teridentifikasi rawan protein.
3. Diperlukan kebun produksi benih yang terisolasi dari tanaman jagung biasa agar tidak terjadi kontaminasi, mengingat jagung QPM dikendalikan oleh gen o_2 resesif, kualitas asam amino menurun bila diserbuki tepung sari jagung biasa. Kebun produksi benih dapat dijadikan sebagai *QPM Centre* untuk training, demplot, percontohan budi daya kepada petani, pembentukan dan perbanyakan tetua hibrida QPM, kegiatan perbenihan, dan pusat promosi. Kebun dilengkapi dengan *cold storage*, *oven*/pengering, dan lantai jemur.
4. Pengembangan jagung QPM perlu dukungan pemerintah pusat, provinsi, kabupaten yang didukung oleh camat, kades, LSM, penyuluh, pemuka masyarakat, dan petani.

Kesimpulan

1. Jagung QPM dapat digunakan sebagai alternatif bahan makanan pokok atau mensubstitusi sebagian kebutuhan beras, dengan kualitas protein yang lebih baik. Keunggulan jagung QPM adalah kandungan asam amino esensial lisin dan triptofan yang lebih tinggi, dua kali dari jagung biasa yang akan berperan meningkatkan kesehatan anak kekurangan protein, dan dapat meningkatkan kualitas pakan.
2. Pemanfaatan gen o_2 pada pemuliaan hibrida jagung QPM telah menghasilkan tetua jantan (Mr14Q) dan induk betina untuk pembentukan hibrida QPM biji kuning, dan CML264Q untuk induk jantan hibrida QPM biji putih.
3. Telah dibentuk kandidat hibrida QPM yakni Mr4Q x Mr14Q, MSQ.K1C0.14-4-2-1 x Mr14Q, dan CML161 x CML165 yang akan diusulkan ke komisi pelepasan varietas tahun 2009 dengan potensi hasil biji >10,0 t/ha, kandungan lisin-triptofan lebih tinggi dari Bima-1 dan Bisi-2.
4. Jagung QPM varietas Srikandi Kuning-1 dan Srikandi Putih-1 telah menyebar ke sejumlah sentra produksi jagung dengan luas areal mencapai 718 ha sejak pelepasannya pada tahun 2004.

Pustaka

- Arief. R. W. 2007. Penentuan kualitas protein jagung dengan metode protein efficiency ratio. Jurnal. Penelitian Pertanian. Tanaman Pangan 26(2).
- Balitsereal. 2008. Technology innovation. supporting maize production. Indonesian Cereals Research Institute. ARMW X. Maros. p.24
- Bjarnason. M. and S. K. Vasal. 1992. Breeding of QPM. CIMMYT. Lisboa 27. D. F.. Mexico:182.
- Balitsereal. 2005. Deskripsi varietas unggul jagung. Edisi empat. Balitsereal. Maros.
- Bourlaug. N. 1992. Potential role of quality protein maize in sub saharan Africa. Departement of Soils and Crops Texas A&M. University College Station. The American Association of Cereal Chemists St. Paul. Minnesota. USA: p.94-95.
- Cordova, H. 2001. The improvement and promotion of QPM in selected developing countries. Final Progress Report. CYMMYT, El Batan, Mexico.
- Crossa. J., P. L. Cornelius., and W. Yan. 2002. Biplots of linier-bilinear models for studying cross over G x E interaction. Crop Science 42:619-633.

- Hallauer, A.R., and J. B. Miranda. Fo. 1988. Quantitative genetics in maize breeding. 2nd edition. Iowa State University Press/Ames. p. 411.
- Mertz. E. T. 1992. Discovery of high lysine, high tryptophan cereals. Departement of Agronomy, Purdue University West Lafayette. Indiana. The American Association of Cereal Chemists St. Paul. Minnesota. USA. p.94-95.
- Pixley. K. V., and M. S. Bjarnason. 1994. Pollen parent effects on protein quality and endosperm modification of QPM. *Crop Science* 34:404-409.
- Prasanna. B. B., S. K. Vasal., B. Kassahum, and N. N. Singh. 2001. Quality protein maize. Review Article. *Current Science* 81(10).
- Singh. R. K. and Chaudhary. R. D. 1985. Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Kalyani publishers. Kamia Nagar. India. p.253.
- Stoskopf. N.C., D.T. Tones, and B.R. Christie. 1993. Plant breeding theory and practice. Westview Press. Oxford. p. 87.
- Suarni dan S. Widowati. 2007. Sturuktur, komposisi, dan nutrisi jagung. *Dalam Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman. Bogor. p. 410.
- Sullivan. J.S., D.A. Knabe, A.J. Bockhold, and E.J. Gregg. 1988. Nutritional value of QPM and food corn for started and growth pigs. Texas A&M. Deprt. of Animal Science. University College Station. p.1285.
- Sumarno dan N. Zuraida. 2004. Pengelolaan plasma nutfah terintegrasi dengan program pemuliaan dan industri benih. *Symposium PERIPI*. Bogor 5-7 Agustus 2004.
- Sumarno dan N. Zuraida. 2005. Keterpaduan program pengelolaan plasma nutfah, penelitian bioteknologi, pemuliaan terapan dan industri benih. *Symposium Perhimpunan Pemuliaan Indonesia*. Unsoed Purwokerto, 25-26 Agustus 2005.
- Vasal, S.K., E. Villagas, M. Bjarnason, B. Gelaw, and P. Goertz. 1980. Genetic modifiers and breeding strategies in developing hard endosperm opaque-2 materials. *In* Improvement of quality traits of maize for grain and silage use. Eds. Nighoff. The Hague. CIMMYT. Lisboa 27. D. F. Mexico
- Vasal S. K. 2000. Hight quality protein corn. Specialty corn. CRC. Press. CIMMYT. Lisboa 27. D. F. Mexico. Tokyo. p.81.
- Vasal. S. K., 2000a. The quality protein maize sstory. *Food and Nutritional Bulletin* 21(4). The United Nations University.
- Westcott. B. 1986. Some methods of analyzing genotype-environment interaction. The Genetical Society of Great Britain. *Heredity* 56:243-253.

- Yasin HG, M., M.J. Mejaya, F. Kasim, and Subandi. 2005. Development of quality protein maize (QPM) in Indonesia. Proceedings of the Ninth Asian Regional Maize Workshop. Beijing, China. p. 282.
- Yasin HG, M., Arifuddin, dan M.J. Mejaya. 2005a. Perbaikan populasi jagung QPM MSQ.K1(S1)C0 dan MSQ.P1(S1)C0. Jurnal. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 24(3).
- Yasin HG, M. dan Zubachtirodin. 2006. Penampilan hasil jagung protein mutu tinggi Srikandi Putih-1 pada berbagai ekosistem tumbuh. Jurnal. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 25(3).
- Yasin HG, M. dan Suarni. 2006. Peranan jagung putih varietas Anoman-1 toleran kekeringan untuk peningkatan pendapatan dalam industri rumah tangga. Simposium Nasional Peningkatan Pendapatan di Lahan Kering. Biromaru – Palu. BPTP Palu.
- Yasin HG, M., S.B. Santoso, and S. Sunarti. 2008. Stability model's by Eberhart-Russel's and Biplot of QPM (quality protein maize) under central maize in Indonesia. The 3rd International Conference on Mathematics and Statistics (ICoMS-3). Institut Pertanian Bogor, Indonesia, 5-6 August 2008.