

Perakitan Varietas Unggul

M. Jusuf, Damanhuri, N. Basuki, dan J. Restuono

PENDAHULUAN

Salah satu masalah yang dihadapi dalam pengembangan ubijalar adalah terbatasnya pilihan varietas bagi petani sedangkan peran varietas unggul dalam peningkatan produksi sangat besar. Akhir-akhir ini permintaan untuk ubijalar cenderung meningkat terutama untuk kebutuhan industri. Kebutuhan ubijalar untuk bahan baku etanol untuk substitusi bahan bakar dirasakan sangat penting, begitu juga kebutuhan ubijalar yang memiliki nilai gizi dan komersial tinggi cenderung meningkat, baik untuk memenuhi kebutuhan pangan maupun industri. Ubijalar ungu (daging ubinya berwarna ungu) yang kaya antosianin memiliki nilai komersial tinggi, berperan sebagai fungsional food dan zat pewarna alami yang stabil, sedangkan ubijalar oranye (daging ubinya berwarna oranye) memiliki kandungan betakaroten tinggi sangat diperlukan untuk sumber pro-vitamin A. Untuk memenuhi permintaan pasar dan menjaga ketersediaan pangan, maka penyediaan bahan baku ubijalar dalam jumlah besar merupakan suatu keharusan. Jumlah varietas unggul ubijalar yang tersedia saat ini masih sangat terbatas. Untuk itu, diperlukan varietas unggul ubijalar yang mampu berproduksi tinggi, toleran cekaman biotik dan abiotik serta memiliki kualitas ubi sesuai permintaan petani dan kebutuhan pasar.

Varietas unggul merupakan salah satu komponen teknologi produksi yang mudah diadopsi petani dalam upaya peningkatan produktivitas. Permintaan terhadap varietas unggul bersifat dinamis, oleh karena itu Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian terus berupaya menghasilkan varietas unggul spesifik lokasi sesuai preferensi pengguna melalui penggabungan gen-gen unggul dalam program pemuliaan.

Potensi genetik varietas unggul dapat terekspresi bila lingkungan tumbuhnya optimal, baik secara alamiah maupun rekayasa agronomis. Lingkungan tumbuh optimal tidak selalu dapat terwujud, sehingga penggabungan sifat-sifat genetik yang tersusun dalam pita kromosom ubijalar melalui program pemuliaan merupakan opsi yang realistis untuk mengatasi masalah tersebut.

SIFAT GENETIK

Beberapa sifat genetik yang pengaruhnya cukup besar dalam perakitan varietas unggul ubijalar di antaranya adalah kromosom, inkompatibilitas, dan sterilitas.

Kromosom

Spesies *Ipomoea* memiliki 15 kromosom dasar dan di antara spesies tersebut ada yang diploid, triploid, tetraploid, dan heksaploid dengan jumlah kromosom 30, 45, 60, dan 90. Komposisi genom ubijalar telah banyak diperdebatkan dan tidak jelas apakah autopoliploid atau allopoliploid atau auto-allo-heksaploid (Yen 1974). Jones (1965) mengamati aktivitas meiosis pada 40 klon ubijalar dan hasilnya menunjukkan bahwa jumlah penampakan adalah multivalen rendah. Ini mengindikasikan bahwa nenek moyang ubijalar tidak berkerabat dekat dan tidak mendukung hipotesis bahwa ubijalar merupakan allopoliploid asli. Hipotesis ini juga didukung oleh pewarisan tetrasomik dari β -amilase pada ubi (Kumagai *et al.* 1990).

Studi sitogenetika sel mengindikasikan bahwa ubijalar *I. batatas* dan *I. trifida* poliploid adalah autopoliploid dengan genom *I. trifida* diploid. Heksaploid sintesis (penggandaan dengan kolkisin) dan hibrida berpasangan lengkap pada metaphase I (meiosis) jarang yang univalen. Susunan kromosom seluruhnya lengkap pada heksaploid sintesis dan hibridanya dengan ubijalar mengindikasikan mereka mempunyai struktur genom yang sama sebagai kultivar ubijalar. Pembentukan multivalen dalam kedua heksaploid juga mengindikasikan gen ini melakukan pertukaran antarkromosom dari kedua spesies tersebut (Shiotani dan Kawase 1987).

Studi genetika sel juga melaporkan bahwa pembentukan gamet tidak tereduksi pada *I. trifida* diploid, dalam hibrida triploid yang berasal dari diploid dan tetraploid dari persilangan antara ubijalar dengan *I. trifida* diploid. Tidak terjadinya reduksi gamet secara praktis menggambarkan genotipe heksaploid dapat dihasilkan melalui persilangan antara triploid atau tetraploid hibrida.

Kerja molekuler yang didasarkan pada pewarisan tetrasomik dari penanda mikrosatelit (SSRs) mendukung hipotesis bahwa ubijalar adalah allo-auto-heksaploid dengan dua genom nonhomolog (Zang *et al.* 2001). Pita fluorochrom dari teknik FISH juga menjelaskan komposisi genom alloheksaploid ubijalar (Srisuwan *et al.* 2006). Menggabungkan sifat-sifat baik yang tidak dalam kromosom dari genom tersebut melalui persilangan sering tidak menghasilkan biji karena adanya inkompatibilitas dan sterilitas.

Inkompatibilitas

Bunga ubijalar akan mekar setelah matahari terbit dan mulai layu menjelang siang. Oleh karena itu, kastrasi (sebelum dilakukan penyilangan) perlu dilakukan sebelum matahari terbit. Jika stamen lebih pendek dibanding pistil, cukup mudah untuk melakukan polinasi stigma, tetapi jika stamen panjangnya sama atau lebih tinggi dari pistil akan sulit mendapatkan stigma dan persilangan memakan waktu yang lama.

Persilangan dengan tangan biasanya menghasilkan satu sampai tiga kapsul. Ubijalar adalah tanaman menyerbuk silang dan persilangan umumnya dilakukan oleh lebah madu atau serangga lain. Dalam beberapa kasus kapsul yang dihasilkan sangat sedikit. Hal ini disebabkan oleh dua fenomena, yaitu inkompatibel diri sendiri dan sterilitas. Inkompatibel diri sendiri dalam ubijalar disebabkan oleh adanya tipe multi alel sporopitik (polen tergantung) yang juga terjadi pada famili *Asteraceae* dan *Brassicaceae*. Kegagalan pembentukan biji sering berkaitan dengan gagalnya polen untuk berkecambah. Ada tiga kemungkinan terjadinya kegagalan pembentukan biji yaitu:

1. Pada persilangan inkompatibel, seluruh butir polen gagal berkecambah.
2. Pada persilangan inkompatibel, seluruh butir polen berkecambah.
3. Pada beberapa persilangan, beberapa polen berkecambah dan yang lain tidak berkecambah.

Penghambatan perkecambahan polen adalah dasar fisiologi inkompatibilitas pada ubijalar. Serangkaian alel ganda mengendalikan inkompatibilitas dan alel-alel ini beraksi secara sporopitik untuk menentukan fenotipe polen. Karena ubijalar adalah tanaman heksaploid, diasumsikan lokus inkompatibel adalah rangkap dua atau tiga (Martin 1982).

Sterilitas

Sterilitas pada ubijalar dihasilkan dari serangkaian proses yang mudah dilacak. Beberapa hari setelah antesis, bakal buah dari bunga betina berkembang. Selama proses ini, seluruh bakal biji tumbuh bersama-sama hingga hari ketiga. Satu atau dua bakal biji yang terbuahi tumbuh cepat, sedangkan pertumbuhan yang lain diistirahatkan. Biji yang baik akan tumbuh dan biji yang abortus akan ditekan di sisi kapsul dan mati. Jika buah kering, ukuran biji yang normal memiliki diameter 3 mm dan biji yang abortus 0,5-1,5 mm. Biji yang berukuran lebih besar akan berkecambah lebih cepat, sedangkan biji berukuran kecil lebih lambat berkecambah, dan bisa mencapai lebih dari 50%.

Nampaknya sterilitas disebabkan oleh poliploid yang tinggi. Proses yang terjadi pada saat meiosis mengakibatkan cacat dan rekombinasi yang menyebabkan distribusi gen yang tidak seimbang. Embrio yang dihasilkan

tidak sempurna dengan kombinasi gen yang tidak berfungsi secara benar. Persilangan terbuka pada beberapa generasi dapat menghasilkan tanaman fertil dan cenderung berbunga dengan bebas. Pembungaan tersebut dapat meningkat sampai 300% pada enam generasi persilangan terbuka (Martin dan Jones 1971, 1986).

Faktor yang menyebabkan sterilitas ubijalar adalah lingkungan, genetik, penyakit, dan fisiologi. Faktor tersebut juga dapat mengakibatkan munculnya inkompatibilitas diri sendiri maupun silang, pembungaan, produksi buah dan biji pada ubijalar dan spesies *Ipomoea* lainnya. Masalah ini meliputi tidak adanya induksi pembungaan, lemah atau tidak normalnya perkembangan polen, gagalnya polen berkecambah pada stigma, gagalnya polen menembus stile, gagalnya polen membuahi bakal biji, tidak normal atau tidak berfungsinya bakal biji, gagalnya pembuahan bakal biji untuk berkembang menjadi biji yang hidup normal hingga masak.

ARAH PEMULIAAN TANAMAN

Ubijalar memiliki prospek dan berpeluang besar menjamin keamanan pangan dan bahan baku industri. Sebagai bahan pangan, ubijalar mempunyai beberapa keunggulan, antara lain memiliki nilai gizi yang relatif tinggi, kaya karbohidrat, vitamin A dan C, antosianin (antioksidan), mineral, dan serat pangan (Widowati dan Wargiono 2009). Oleh karena itu ubijalar dapat digunakan sebagai salah satu bahan pangan pokok untuk mendukung tercapainya program diversifikasi pangan di samping sebagai bahan baku industri.

Varietas unggul yang telah dihasilkan dari program pemuliaan cukup banyak, namun tidak semua varietas unggul baru dapat berkembang baik di masyarakat. Hal ini karena sebagian varietas baru tidak sesuai dengan keinginan masyarakat. Program pemuliaan ke depan diarahkan untuk memenuhi preferensi tersebut, di antaranya:

1. Perakitan varietas unggul memperbaiki kualitas, di antaranya memiliki kadar protein, pati, beta karoten, antosianin, dan serat pangan tinggi.
2. Perakitan varietas untuk memenuhi kebutuhan pangan dan sajian meja.
3. Perakitan varietas yang tahan terhadap cekaman lingkungan biotik dan abiotik.

Akhir-akhir ini permintaan ubijalar yang memiliki gizi dan bernilai komersial tinggi cenderung meningkat, baik untuk memenuhi kebutuhan pangan maupun industri. Ubijalar warna ungu yang kaya antosianin memiliki nilai komersial tinggi, berperan sebagai *functional food* dan zat pewarna alami yang stabil, dan ubijalar warna oranye memiliki kandungan beta

karoten tinggi diperlukan sebagai sumber provitamin A. Untuk memenuhi permintaan pasar dan menjaga ketersediaan pangan serta sebagai bahan baku industri maka penyediaan ubijalar dalam jumlah besar merupakan suatu keharusan. Jumlah varietas yang telah dihasilkan masih dititikberatkan pada parameter hasil dan bahan kering ubi, sedangkan permintaan pasar saat ini lebih banyak pada klon/varietas yang memiliki kandungan beta karoten dan antosianin tinggi. Kualitas ubi dari varietas/klon yang ditanam petani umumnya hanya cocok digunakan untuk konsumsi langsung (pangan) dan sedikit sekali yang berorientasi gizi dan komersialisasi (Jusuf *et al.* 2001).

Seliring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap kesehatan, perhatian terhadap komponen kimiawi ubijalar yang dapat berfungsi sebagai pangan fungsional juga meningkat. Salah satu di antaranya adalah senyawa karotenoid, yaitu pigmen yang menyebabkan daging ubi berwarna kuning, oranye, hingga jingga. Komponen utama karotenoid pada ubijalar adalah beta karoten (86-90%), merupakan provitamin A, karena dapat diubah menjadi vitamin A dalam mukosa usus manusia. Selain memiliki aktivitas vitamin A, beta karoten juga dapat memberi perlindungan/pencegahan terhadap kanker, penuaan, penurunan kekebalan tubuh, penyakit jantung, stroke, katarak, sengatan cahaya matahari, dan gangguan otot (Mayne 1966). Hal ini berkaitan dengan kemampuannya menarik radikal bebas yang dipercaya sebagai penyebab terjadinya tumor dan kanker (Hongmin *et al.* 1996).

Selain mengandung beta karoten, ubijalar juga banyak mengandung antosianin terutama pada varietas/klon yang daging ubinya berwarna ungu gelap. Varietas tersebut, di samping sebagai bahan pangan juga memiliki peran penting dalam kesehatan. Antosianin dalam ubi mempunyai berbagai kegunaan bagi tubuh seperti sebagai antioksidan, antihipertensi, pencegahan gangguan dan fungsi hati (Suda *et al.* 2003). Di Jepang, ubi ungu banyak dikembangkan untuk pewarna alami pada berbagai makanan, penawar racun, pencegah sembelit, dan membantu menyerap kelebihan lemak dalam darah. Juga dapat menghalangi munculnya sel kanker dan disarankan untuk dikonsumsi penderita jantung koroner (Yoshinaga 1997).

Salah satu produsen yang terkenal di Jawa Timur (SPAT Purwodadi, Pasuruan) telah memasarkan beragam produk olahan ubi, terutama dari ubi ungu varietas Ayamurasaki dan mendapat respon positif dari masyarakat yang berkunjung ke daerah Malang dan sekitarnya. Produk-produk tersebut dikemas sedemikian rupa sehingga penampilannya menarik dan dijual dengan harga yang relatif lebih mahal dari produk sejenis berbahan baku terigu.

Untuk memenuhi permintaan pasar dan konsumen diperlukan varietas unggul dengan produksi tinggi (potensi hasil >40 t/ha), kadar beta karoten

tinggi ($>7.500 \mu\text{g}/100 \text{ g}$), kaya antosianin ($>500 \text{ mg}/100 \text{ g}$) dan kadar bahan kering tinggi ($>30\%$). Dengan demikian, varietas unggul yang dihasilkan dapat lebih berkembang di masyarakat. Varietas unggul yang dihasilkan harus didukung oleh teknik budi daya yang efektif dan efisien. Untuk merakit varietas unggul tersebut diperlukan metode baku.

METODE PEMULIAAN TANAMAN

Target pemuliaan tanaman ubijalar harus terarah dan terukur, baik dari segi ekonomis maupun biologis. Secara ekonomis harus menjamin bahwa varietas yang dihasilkan sesuai dengan permintaan pasar di setiap tipe agroekologi, sehingga pengembangan varietas tersebut secara ekonomis menguntungkan. Secara biologis adalah mengekspresikan keragaman genetik terhadap sifat-sifat yang akan diperbaiki dan mencari sumber gen yang diperlukan untuk dirakit menjadi varietas unggul baru. Tahap pemuliaan tanaman ubijalar adalah:

- Pengembangan dan pembentukan populasi dasar sehingga seleksi dapat dilakukan.
- Seleksi.
- Penggunaan bahan hasil seleksi untuk usahatani komersial.

Ubijalar merupakan tanaman yang berkembang biak secara vegetatif, sehingga metode pemuliaan yang diterapkan berbeda dengan tanaman yang berkembang biak secara generatif. Tanaman yang diperbanyak secara vegetatif mempunyai kelebihan dan kelemahan, yaitu:

(a) Kelebihan:

- Jika tidak ada mutasi secara spontan, tidak terjadi segregasi genetik meskipun secara genetik heterogen.
- Superioritas tanaman F1 dihasilkan dari pengaruh aditif dan nonaditif.
- Heterosis secara vegetatif dapat diperoleh secara pasti, sehingga memungkinkan untuk memilih secara individu sifat yang diinginkan pada generasi F1.

(b) Kelemahan:

- Beberapa tanaman tidak berbunga pada kondisi alami.
- Penurunan sifat biasanya rumit karena aspek heterosigositas dan poliploid.
- Pertukaran bahan pemuliaan rumit karena aturan karantina lokal, untuk membatasi penyebaran penyakit yang terbawa melalui perbanyakan vegetatif.

Pemuliaan dapat didefinisikan sebagai ilmu dan seni mengubah tanaman secara genetik, sehingga merupakan evolusi tanaman secara langsung yang dilakukan oleh manusia. Setiap kegiatan penelitian menggunakan metode baku yang biasa digunakan oleh para pemulia tanaman.

Pembentukan Populasi Dasar

Prinsip utama yang perlu dipertimbangkan dalam pembentukan populasi dasar adalah keragaman genetik yang luas untuk sifat-sifat yang akan diperbaiki. Keragaman genetik dari populasi dasar dapat diperoleh melalui pemanfaatan plasma nutfah yang telah ada, varietas liar dan lokal, introduksi, dan hasil persilangan dengan keragaman genetik yang luas.

Pembentukan populasi F1 diperoleh melalui cara konvensional dan nonkonvensional. Cara konvensional yang terdiri atas persilangan buatan (*hand pollination*), yaitu tetua jantan dan betina dipilih, dan persilangan terbuka (*open pollination*), yaitu tetua betina dipilih dan tetua jantan bebas. Cara nonkonvensional adalah melalui teknik mutasi dan kultur jaringan.

Persilangan

Tujuan utama persilangan adalah untuk mendapatkan gabungan gen-gen terbaik dari tetuanya, sehingga diperoleh varietas baru yang adaptif terhadap agroekologi spesifik dan agroekologi yang berbeda.

Kegiatan persilangan perlu didasari oleh perencanaan yang meliputi pemilihan tetua yang memadai, cara persilangan (*hand pollination* dan *open pollination*), dan cara seleksi.

Kegiatan persilangan diawali dengan seleksi tetua sesuai dengan program pemuliaan. Untuk menentukan sumber genetik (tetua) perlu dilakukan identifikasi dan evaluasi. Pemilihan tetua berdasarkan sifat dan latar belakang genetik dan hasil evaluasi serta seleksi terhadap plasma nutfah di Balitkabi adalah:

- Sumber genetik tahan penyakit kudis adalah Sari, Cangkuang, Patippi Salosa, dan Sawentar.
- Sumber genetik tahan hama boleng adalah PI 286621 (introduksi dari AVRDC).
- Sumber genetik kadar bahan kering ubi tinggi adalah Cangkuang, Sுகු, Jago, Patippi Salosa, dan Sawentar.
- Sumber genetik kadar beta karoten tinggi adalah Beta-1 dan Beta-2.
- Sumber genetik kadar pigmen (antosianin) tinggi adalah Antin-1, RIS 03065-03, dan MSU 03028-10.
- Sumber genetik kadar pati tinggi adalah Shiroyutaka, Sுகු, dan Sari.

- Sumber genetik kualitas tepung baik (putih) adalah Shiroyutaka, Jago, dan Boko.
- Sumber genetik umur genjah adalah Sari.

Kegiatan selanjutnya adalah menyatukan sifat-sifat dari sumber genetik tersebut melalui penyilangan terkendali (*hand pollination*) dan bebas (*open pollination*). Bunga ubijalar siap menyerbuk mulai jam 04.00. Oleh karena itu, penyilangan terkendali harus dimulai sebelum jam 04.00 agar tidak terjadi persilangan oleh serangga atau angin antarsumber genetik yang tidak sesuai dengan program persilangan. Operasionalisasinya adalah melakukan pembuangan tepungsari dari tetua betina pada sore hari dan menutup bunga tersebut untuk disilangkan mulai jam 06.00 pada hari berikutnya. Untuk persilangan bebas, sumber-sumber genetik tersebut ditanam dengan baris berselang-seling sebagai tetua betina dan jantan yang penyerbukannya dilakukan oleh serangga dan angin.

Biji-biji dari persilangan terkendali dan bebas dipanen pada hari ke-30. Biji-biji tersebut disemai dan dipindahkan ke lapangan dalam kegiatan seleksi tanaman tunggal dengan intensitas seleksi sekitar 5-10%, diikuti oleh seleksi berikutnya yaitu seleksi baris tunggal, baris ganda, DHP, DHL, dan UML.

Penyilangan

Perakitan varietas unggul umumnya diawali dari penggabungan beberapa sifat genetik berdasarkan preferensi pengguna/pasar, adaptif terhadap tipe agroekologi, tahan terhadap cekaman lingkungan biotik dan abiotik, dan potensi hasil tinggi. Penggabungan sifat tersebut dilakukan melalui penyilangan, baik secara alami maupun buatan, dari tetua yang telah teridentifikasi/terseleksi.

Seleksi untuk mendapatkan tetua dengan sifat-sifat yang sesuai dengan preferensi pengguna, berumur genjah, tahan hama dan penyakit, dan perbaikan kualitas dengan sedikit atau tanpa tambahan biaya. Bahan awal program seleksi varietas ubijalar adalah tanaman yang berasal dari biji hasil persilangan. Varietas baru yang dihasilkan pada dasarnya berasal dari biji hasil persilangan. Seleksi tanaman yang berasal dari biji memerlukan waktu yang relatif panjang, karena tanaman harus diperbanyak secara vegetatif terlebih dahulu. Tahap awal dalam program pemuliaan ubijalar dapat dilakukan dengan cara menyeleksi klon-klon yang sudah berkembang sebelumnya dan plasma nutfah yang ada.

Pada dasarnya pemuliaan ubijalar melibatkan penanaman bibit F1 hasil persilangan saudara kandung (persilangan terkontrol) maupun saudara tiri (persilangan terbuka). Ubijalar adalah tanaman heterosigot, sehingga pada generasi F1 sudah mengalami segregasi. Klon F1 dapat digunakan

untuk mengidentifikasi tanaman superior. Tahap berikutnya setelah bibit yang dihasilkan dan diklonkan adalah seleksi.

(a) Seleksi tanaman tunggal

Sekitar 7.500-10.000 bibit ditanam selama 4 bulan di lapangan, tanaman diskriming terhadap ketahanan hama dan penyakit utama. Tanaman dipanen setelah berumur 5 bulan dan dilakukan satu musim. Kriteria seleksi pada tahapan seleksi ini meliputi: hasil ubi yang dapat dipasarkan di atas 800 g/tanaman, bentuk ubi yang baik (permukaan tidak bergelombang), dan indeks panen lebih besar dari 0,5. Perlu diperhatikan juga beberapa karakter lain seperti warna kulit dan daging ubi. Seleksi harus dilakukan secara ketat, intensitas seleksi pada tahap ini berkisar antara 5-10%. Seluruh klon terpilih dilanjutkan pada tahap berikutnya, yaitu seleksi baris tunggal.

(b) Seleksi baris tunggal

Bibit tanaman terseleksi dari tahap pertama (750-1.000 klon), ditanam dalam baris tunggal sepanjang 5 m x 1 m atau 5 m x 0,8 m. Dua klon lokal ditanam di antara 10 baris klon untuk pembandingan. Pengamatan dilakukan pada tahun pertama terhadap hama dan penyakit yang menyerang tiap klon. Panen dilakukan setelah 4-5 bulan. Seleksi dilakukan berdasarkan kriteria sebagai berikut: hasil ubi yang dapat dipasarkan lebih dari 25 t/ha, bentuk ubi baik (permukaan tidak bergelombang), indeks panen lebih dari 0,5 dan kandungan bahan kering ubi tinggi. Klon terpilih diukur potensi hasil dan bahan kering serta karakter lain dengan intensitas seleksi 20%. Penelitian hanya dilakukan pada satu lokasi dan satu musim, dan dilanjutkan dengan seleksi baris ganda pada musim berikutnya.

(c) Seleksi baris ganda

Bibit terseleksi dari tahap kedua sekitar 150-200 klon, ditanam dua baris sepanjang 5 m x 1 m atau 5 m x 0,8 m dengan dua ulangan. Dua klon lokal ditanam di antara 10 baris klon untuk pembandingan. Pengamatan dilakukan terhadap hama dan penyakit yang menyerang tiap klon. Panen dilakukan setelah 4-5 bulan. Kriteria seleksi yang digunakan adalah sebagai berikut: hasil ubi yang dapat dipasarkan lebih dari 25 t/ha, bentuk ubi baik (permukaan tidak bergelombang), indeks panen lebih dari 0,5 dan kandungan bahan kering ubi tinggi. Hanya klon terpilih yang diukur potensi hasil dan bahan keringnya serta karakter lain. Penelitian hanya dilakukan pada satu lokasi dan satu musim.

(d) Uji daya hasil pendahuluan

Sebanyak 40-50 klon terpilih dari tahap ketiga akan diuji daya hasil pendahuluan (UDHP) dalam tiga baris dengan panjang 5 m dan diulang tiga kali. Pada uji daya hasil pendahuluan, klon ditanam di 2-3 lokasi selama dua musim, namun dapat juga ditanam pada satu lokasi dan satu musim. Seleksi dilakukan berdasarkan kriteria sebagai berikut: hasil ubi yang dapat dipasarkan lebih besar dari 25 t/ha, indeks panen lebih dari 0,5 dan kadar bahan kering ubi tinggi. Karakter lain yang perlu diamati adalah: ketahanan terhadap hama dan penyakit, kandungan pati, serat, karoten, antosianin, dan protein ubi. Klon terpilih tersebut diuji kemantapannya di beberapa tipe agroekologi.

(e) Uji daya hasil lanjutan

Klon unggul harapan terpilih sebanyak 15-20 klon dari uji daya hasil pendahuluan dari seleksi tahap ketiga selanjutnya dilakukan uji daya hasil lanjutan (UDHL) pada plot berukuran 4 m x 5 m dengan tiga ulangan. Uji ini dilakukan di 2-3 lokasi yang mewakili wilayah yang luas, masing-masing lokasi mempunyai agroekologi spesifik. Penelitian diulang 2-3 musim. Seleksi dilakukan berdasarkan kriteria sebagai berikut: hasil ubi yang dapat dipasarkan lebih besar dari 25 t/ha, indeks panen lebih dari 0,5, dan kadar bahan kering ubi tinggi. Karakter lain yang perlu diamati adalah: ketahanan terhadap hama dan penyakit, kandungan pati, serat, karoten, antosianin, dan protein ubi. Seluruh tahapan perlu melibatkan petani untuk menilai klon yang diuji. Ekspresi dari klon terpilih diuji pada berbagai tipe agroekologi untuk mengetahui rentang daya adaptasinya.

(f) Uji multilokasi

Tahap selanjutnya adalah pengujian di berbagai lokasi yang merupakan kelanjutan dari pengujian sebelumnya. Pada pengujian ini jumlah klon yang diuji sudah tidak banyak, berkisar antara 8-10 klon, ditambah dengan satu klon lokal dan 1 varietas unggul nasional. Pengujian dilakukan pada 8-10 lokasi di sentra produksi. Pada masing-masing lokasi, penanaman dilakukan pada petakan berukuran 5 m x 5 m diulang tiga kali. Seleksi dilakukan berdasarkan kriteria sebagai berikut: hasil ubi yang dapat dipasarkan lebih besar dari 25 t/ha, indeks panen lebih dari 0,5, dan kadar bahan kering ubi lebih dari 30%. Karakter lain yang perlu diamati adalah: ketahanan terhadap hama dan penyakit, kandungan pati, serat, karoten, antosianin, dan protein ubi. Seluruh tahapan perlu melibatkan petani untuk menilai. Pengujian yang melibatkan penilaian petani cukup rumit dan dari hasil ini akan dipilih 4-5 klon harapan untuk diuji secara *on-farm*. Untuk menjamin adaptabilitas dan stabilitas perlu diuji selama 2-3 musim. Sambil melakukan pengujian,

dilakukan perbanyakkan bibit penjenis. Dari hasil uji ini akan diketahui klon yang beradaptasi luas dan sempit.

Pada tahap ini evaluasi dilakukan dengan menggunakan metode penelitian dan melibatkan petani. Pada pengujian juga dilakukan uji organoleptik dari ubi kukus menggunakan minimal 15 orang panelis untuk melihat tingkat penerimaan petani dari segi rasa, warna, tekstur, kemanisan, penampilan, dan penerimaan umum. Klon terbaik dari hasil evaluasi tahap ini dapat diusulkan untuk dilepas.

Meskipun tahapan ini nampaknya rumit, namun biasanya pemulia menyederhanakan proses seleksi berulang. Seleksi berulang adalah jangka panjang, proses berlanjut dengan siklus baru (membuat blok persilangan baru) yang dimulai setiap tahun sehingga ada peluang untuk mendapatkan klon baru yang lebih baik setiap tahun. Ini penting agar program pemuliaan dapat berjalan berkelanjutan.

PELEPASAN VARIETAS

Program pengembangan varietas ubijalar di Indonesia diarahkan untuk tujuan pangan dan industri. Oleh karena itu, program pemuliaan juga diarahkan untuk tujuan yang sama. Untuk tujuan pangan, pembentukan varietas unggul diarahkan untuk menghasilkan varietas dengan kandungan bahan kering, beta karoten tinggi dari klon/varietas yang memiliki daging ubi berwarna oranye atau kuning tua, kandungan antosianin tinggi dari klon/varietas yang memiliki daging ubi berwarna ungu. Untuk memenuhi kebutuhan industri diperlukan varietas dengan kandungan bahan kering tinggi dengan warna daging ubi umumnya berwarna putih dan ungu.

Bentuk industri lain yang mempunyai prospek untuk dikembangkan adalah pati. Pati ubijalar dapat dimanfaatkan sebagai bahan pelembut dalam aneka *cake*, sebagai pengganti pati jagung, bahan baku soun, dan bahan industri perekat maupun farmasi. Untuk produksi pati diperlukan ubijalar yang memiliki kulit yang tipis dan kadar serat yang rendah seperti varietas Sukeh, Jago, dan Shiroyutaka.

Sampai saat ini sudah dilepas 20 varietas unggul ubijalar (Tabel 1) yang sebagian besar pemulianya dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Kegiatan perbaikan varietas telah menghasilkan sejumlah varietas yang baik untuk digunakan sebagai konsumsi/pangan seperti Muara Takus (1994), Cangkuang (1998), Sari, Boko, dan Kidal yang dilepas pada tahun 2001. Untuk memenuhi kebutuhan industri telah dilepas tiga varietas yang memiliki kadar bahan kering/pati tinggi, yaitu Sukeh dan Jago pada

Tabel 1. Varietas unggul ubijalar yang dilepas sejak 1997.

Varietas	Tahun dilepas	Rata-rata hasil (t/ha)	Potensi hasil (t/ha)	Bahan kering (%)	Warna kulit	Warna daging	Umur panen (bulan)	Sifat penting lainnya
Daya	1977	23	-	-	Kuning jingga	Kuning jingga	4,0	Tahan penyakit kriting daun (SP curl)
Borobudur	1982	20	-	-	-	Jingga	3,5-4,0	Toleran hama penggerek dan peny. kudis
Prambaran	1982	28	-	-	-	-	3,5-4,0	AT hama <i>Cylas</i> , tahan penyakit kudis
Mendut	1989	35	-	-	Merah muda	Kuning muda	4,0	Hasil tinggi, adaptif lahan marginal
Kalasan	1991	40	-	-	Coklat sawo	Oranye muda	4,0	AT hama <i>Cylas</i> , tahan karat daun
Muara Takus	1993	30-35	-	30	Kuning jingga	Kuning jingga	4,0-4,5	Tahan peny. kudis, bentuk ubi bagus
Cangkuas	1998	30-31	-	30,7	Merah tua	Kuning muda	4,0-4,5	AT hama <i>Cylas</i> , tahan penyakit kudis
Sewu	1998	28,5-30,0	-	27,7	Kuning coklat	Oranye	4,0-4,5	AT hama <i>Cylas</i> , tahan penyakit kudis
Cilembu	2001	12,0-17,0	20	-	Krem merah	Kuning	5,0-7,0	Kadar gula tinggi, spesifik lokasi
Sukuh	2001	-	25,0-30,0	35	Kuning	Putih	4,0-4,5	Kadar pati tinggi (18%) (untuk industri)
Jago	2001	-	25,0-30,0	33,3	Putih	Kuning muda	4,0-4,5	Kadar bahan kering tinggi (untuk industri)
Kidal	2001	-	25,0-30,0	31	Kerah	Kuning tua	4,0-4,5	Rasa enak dan manis
Sari	2001	-	30,0-35,0	28	Kerah	Kuning tua	3,5-4,0	Produksi tinggi dan umur genjah
Boko	2001	-	25,0-30,0	32	Merah tua	Krem	4,0-4,5	Bentuk ubi bagus dan produksi tinggi
Shroyutaka	2002	-	25,0-30,0	40,2	Kuning	Putih	4,0-4,5	Kadar pati tinggi (21%) untuk industri
Papua Solossa	2006	24,2	30	32,8	Kuning coklat	Kuning tua	5,0-6,0	Adaptif dataran tinggi, tahan penyakit kudis dan toleran kekeringan
Papupa Patipli	2006	26	32,5	32,4	Krem	Kuning muda	5,0-6,0	Adaptif dataran tinggi
Sawentar	2006	24,8	30	33,5	Merah tua	Krem	5,0-6,0	Adaptif dataran tinggi
Beta-1	2009	25,6	35,7	25,3	Merah tua	Oranye tua	4,0-4,5	Kaya beta karotin (12.032 µg/100 g)
Beta-2	2009	28,6	34,7	28,1	Merah tua	Oranye	4,0-4,5	Kaya beta karotin (4.629 µg/100 g)

tahun 2001 serta Shiroyutaka yang dilepas pada tahun 2002. Ketiga varietas ini memiliki kadar bahan kering tinggi (>34%).

Varietas Sுகു and Jago memiliki daya hasil yang cukup tinggi, agak tahan hama boleng (*Cylas formicarius*), agak tahan penyakit kudis (*Sphaceloma batatas*), kandungan bahan kering ubi tinggi, dan warna daging ubi putih sehingga sangat baik digunakan sebagai tepung dan cocok ditanam pada lahan tegalan atau sawah. Varietas Kidal memiliki daya hasil cukup tinggi, agak tahan hama boleng, tahan penyakit kudis, bentuk ubi bagus, warna kulit menarik, rasa enak dan manis, cocok ditanam pada lahan tegalan atau sawah sesudah padi. Varietas Sari memiliki daya hasil yang cukup tinggi, agak tahan hama boleng, tahan penyakit kudis, dapat ditanam di lahan sawah, tegalan, dan pegunungan, dapat digunakan untuk konsumsi langsung dan cocok untuk industri pangan karena berumur genjah dan potensi hasil tinggi, tajuk kecil, dan bisa ditanam secara tumpang-sari. Varietas Boko memiliki daya hasil yang cukup tinggi, agak tahan hama boleng dan tahan penyakit kudis, dapat digunakan untuk konsumsi langsung, memiliki periode panen panjang, sesuai untuk lahan tegalan dan sawah.

Pada tahun 2002 telah dilepas varietas unggul Shiroyutaka yang memiliki daya hasil tinggi, agak tahan hama boleng, dan tahan penyakit kudis. Bentuk dan kualitas ubi bagus, bobot dan kadar bahan kering ubi tinggi (38%), persentase bobot ubi besar tinggi dan seragam, cocok ditanam pada lahan tegalan dan sawah tadah hujan. Varietas Cilembu memiliki daya hasil yang tinggi, peka hama boleng, tahan penyakit kudis, bentuk ubi panjang, bobot bahan kering ubi tinggi, rasa sangat manis dan jika dibakar dengan oven kadar gulanya bisa mencapai 14%, cocok ditanam di lahan sawah tadah hujan setelah padi dengan lokasi ketinggian 800-1.000 m dpl dan spesifik lokasi.

Untuk dataran tinggi (> 1.000 m dpl.) juga sudah tersedia varietas unggul ubijalar, yaitu Papua Solossa, Papua Pattipi, dan Sawentar yang dilepas pada tahun 2006. Ketiga varietas memiliki daya hasil tinggi (30%), kualitas ubi baik, tahan/agak tahan penyakit kudis, dan toleran kekeringan.

Untuk memenuhi kebutuhan konsumen dan mencegah bertambahnya penderita kebutaan, pada tahun 2009 telah dilepas pula dua varietas unggul kaya beta karoten yaitu Beta-1 dan Beta-2. Varietas Beta-1 memiliki kadar beta karoten 12.032 mg/100 g. Varietas Beta-1 belum banyak berkembang, namun varietas Beta-2 sudah ditanam banyak petani di Jawa Timur, dengan luas areal 300-500 ha pada tahun 2009. Salah satu faktor yang membuat Beta-2 banyak diminati petani adalah karena tipe tanamannya semi kompak, sulur tidak terlalu panjang dan hasilnya cukup tinggi (> 30 t/ha).

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, N. 1991. Pemuliaan ubijalar. *Dalam: A. Kasno, M. Dahlan, dan Hasnam (Eds.). Prosiding Simposium Pemulisan Tanaman I. PERIPI Komda Jawa Timur.* p. 80-91.
- Beaufort-Murphy, H. 1987. A review of strategy for overcoming sterility and incompatibilities of sweet potatoes. In *Exploration, maintenance, and utilization of sweet potato genetic resources.* CIP.
- Ginting, E., M. Jusuf, St. A. Rahayuningsih, Y. Widodo, Ratnaningsih, A. Krisnawati, dan Suprpto. 2006. Pemanfaatan ubijalar kaya antosianin dan beta karoten. Laporan Teknis Penelitian Balitkabi Tahun 2006 (No. E.5/ROPP/DIPA/2006) Balitkabi, Malang. 38p.
- Ginting, E., St. A. Rahayuningsih, dan Suprpto. 2007. Pemanfaatan ubijalar kaya antosianin dan beta karoten menjadi beberapa produk olahan pangan. Laporan Teknis Penelitian Balitkabi Tahun 2007 (No. K.5/ROPP/DIPA/2007) Balitkabi, Malang. 39p.
- Hongmin, L., G. Xiaoding, and M. Daifu. 1996. Orange-flesh sweetpotato, a potential source for b-karoten production. *In: E.T. Rasco and V.R. Amante (Eds.). Selected research papers, Juli 1995-June 1996, vol. 2. Sweetpotato.* ASPRAD. Manila, Philippines. P.126-130.
- Jones, A. 1965. A proposed breeding procedure for sweetpotato. *Crop Sci.* 5: 191-192. *In: Martin, F.W. and A. Jones (Eds.). 1971. Flowering and fertility changes in six generations of open pollinated sweetpotatoes. J. Amer. Hort. Sci.* 96(4):493-495.
- Jusuf, M., St. A. Rahayuningsih, dan S. Pambudi. 2001. Adaptasi dan stabilitas hasil klon-klon harapan ubijalar. p.259-264. *Dalam: Jusuf et al. (Eds.). teknologi inovatif tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian mendukung ketahanan pangan. Prosiding Seminar Hasil Penelitian. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor.*
- Jusuf, M., St. A. Rahayuningsih, T.S. Wahyuni, dan J. Restuono. 2009, Usulan pelepasan klon harapan kaya beta karoten MSU 01015-07 dan MSU 01015-02. Makalah pada Sidang Tim Pelepasan Varietas Tanaman Pangan di Bogor. 84p. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Kapinga, R. and E.E. Carey. 2003. Sweet potato breeding methodology and targets in sub Sahara Africa. *In: Sweet potato postharvest assessment: experiences from East Africa. Ed. by Debby Rees, D., Q. van Oirschot, and R. Kapinga. The University of Greenwich.*
- Kumagai, T., Y. Umemura, T. Baba, and M. Iwanaga. 1990. The inheritance of b-amylase null in storage roots of sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.).

- Lebot, V. 2009. Topical root and tuber crops: cassava, sweet potato, yams and aroids. MPG. Biddles. Ltd. King's Lynn. UK.
- Loebenstein, G. and GThottappilly. 2009. Concluding remarks. *In* the Sweet Potato. Loebenstein G., GThottappilly Ed. Springer.
- Martin, F.W. 1982. Analysis of compatibility and sterility of sweetpotato. *In*: R.L. Villareal and T.D. Griggs (Eds.). Sweetpotato. Proceeding of the First International Symposium. AVRDC Publication 82-172.
- Martin, F.W. and Jones. 1971. The species of *Ipomoea* closely related to the sweetpotato. *Econ. Bot.* 26:201-215.
- Mayne, S.T. 1996. Beta-carotene, carotenoids and disease prevention in humans. *FASEB J.* 10:690-701.
- Shiotani, I. and T. Kawase. 1987. Synthetic hexaploids derived from wild species related to sweetpotato. *Jpn. J. Breeding* 37:357-376.
- Srisuwan, S.D. Sihachackr, and S.S. Yakovlev. 2006. The origin and evolution of sweetpotato (*Ipomoea batatas* Lam.) and its relatives through the cytogenetic approaches. *Journal Plant Science* 171: 424-433.
- Suda, I., T. Oki, M. Masuda, M. Kobayashi, Y. Nishiha, and S. Furuta. 2003. Physiological functionality of purple-fleshed sweet potatoes containing anthocyanins and their utilization in foods. *JARC* 37(3): 167-173.
- Yamakawa, O. 1998. Development of a new cultivation and utilization system for sweetpotato toward the 21st century. *In*: D.R. LaBonte, M. Yamashita, and H. Mochida (Eds.). Proceedings of International Workshop on Sweet Potato System Toward the 21st Century. Miyakonojo, Japan, December 9-10, 1997. Kyushu National Agricultural Experiment Station.
- Yen, D.E. 1974. The sweetpotato and cecaneia. *Bishop Bull. Honolulu* 236: 1-389.
- Yoshinaga, M. 1997. Breeding of purple-fleshed sweetpotato. Proceeding of International Workshop on Sweetpotato on Sweet Potato System Toward the 21st Century. Miyakonojo, Miyazaki, Japan. p.193-200.
- Widowati, S. dan J. Wargiono. 2009. Nilai gizi dan sifat fungsional ubikayu. *Ubikayu: Inovasi teknologi dan kebijakan pengembangan*. Puslitbangtan. Bogor.
- Wilson, J.E., F.S. Pole, E.J. Nicole, M. Smit, and P. Taufatofua. 1989. Sweet potato (*Ipomoea batatas*) breeding. Institute for Research, Extension, and Training in Agriculture with Financial Assistance from the FAO Root Crops Development Systems Project.