

AKURASI KARAKTERISASI TINGKAT *IN SITU* TANAMAN UBI JALAR PADA DUA KECAMATAN DI KABUPATEN SERAM BAGIAN BARAT

*Accuracy of In Situ Characterization of Sweet Potato Plants
at Two Sub-Districts in Western Ceram District*

Helen Hetharie^{1,*}, Simon H.T. Raharjo¹, Gelora H. Augustyn¹, Marietje Pesireron²

¹Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena, Poka, Ambon 97233

²Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Ambon, Jl. Soplanit, Rumahtiga, Ambon 97234

*Penulis Korespondensi: E-mail: helen_hetharie@yahoo.com

ABSTRACT

Morphological characters of above ground plant parts can be used to distinguish sweet potato accessions. The objective of this study was to get a number of diversities of sweet potato accessions based on above ground part morphology and to determine the accuracy of in situ characterization. This study used a survey method in five villages in two sub-districts, namely Inomosol and Huamual Muka, Western Ceram District. The first stage of this study involved in situ characterization, and the second stage involved planting and ex situ morphological characterization of 2-month-old plants which was used sweet potato descriptors. Data were analyzed descriptively and qualitatively. The results showed that there were 25 accessions of sweet potato found in Huamual Muka and Inomosol Sub-districts, as distinguished by leaf shape and color, leaf patterns and leaf lobe number, petiole and stem colors, and vine twisting tendency. Verification results of the above ground morphology showed accuracy of $\geq 80\%$ in 3 phenotypes in leaf lobe pattern, shape of central leaf lobe, linear middle leaves, leaves with 1, 5 and 7 lobes, green abaxial leaf veins, 2 petiole color phenotypes, purplish red stem, and stem additional colors. Meanwhile, the accuracy of characterization of other phenotypes was 0-76%.

Keywords: diversity, ex situ, *Ipomoea batatas*, Maluku, morphology

ABSTRAK

Karakter morfologi tajuk ubi jalar dapat digunakan sebagai pembeda antar aksesori. Tujuan penelitian untuk mendapatkan sejumlah klon ubi jalar yang beragam berdasarkan morfologi tajuk serta ketepatan karakterisasi morfologi pada tingkat *in situ*. Penelitian ini menggunakan metode survei di lima desa pada dua kecamatan yaitu kecamatan Inomosol dan Huamual Muka pada Kabupaten Seram Bagian Barat, Propinsi Maluku. Tahap pertama dengan mengkarakterisasi morfologi tajuk di kebun petani (*in situ*), dan tahap kedua penanaman dan karakterisasi *ex situ* di kebun koleksi pada umur tanaman 2 bulan menggunakan deskriptor ubi jalar. Data dianalisis secara deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 25 aksesori ubi jalar di kecamatan Inomosol dan Huamual Muka yang dibedakan berdasarkan bentuk dan warna daun, pola dan jumlah lekuk daun, warna tangkai dan batang, serta sifat membelit. Hasil verifikasi terhadap karakterisasi *in situ* didapatkan akurasi $\geq 80\%$ pada 3 fenotip pada pola lekuk daun, daun dengan bentuk bagian tengah linear, daun dengan jumlah cuping 1, 5 dan 7, tulang daun permukaan bawah berwarna hijau, 2 fenotip pada warna tangkai daun, batang berwarna merah keunguan, serta ada warna tambahan pada batang. Sedangkan akurasi karakterisasi pada fenotip lainnya yaitu 0-76%.

Kata kunci: ex situ, *Ipomoea batatas*, keragaman, Maluku, morfologi

PENDAHULUAN

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L. Lam) merupakan salah satu komoditi pangan sumber karbohidrat dan nutrisi untuk manusia, maupun sebagai pakan untuk ternak. Pemanfaatan ubi jalar lebih luas lagi dalam bentuk *snack*, pati, minuman, tepung dan berbagai produk industri lainnya. Pentingnya ubi jalar ini perlu diimbangi dengan penelitian-penelitian untuk peningkatan produksi dan kualitas hasil. Kegiatan pemuliaan untuk perbaikan

sifat tanaman merupakan suatu usaha ke arah tersebut. Percepatan perbaikan sifat tanaman secara konvensional sangat ditentukan oleh adanya sumber daya genetik terutama dari spesies yang sama. Salah satu sumber daya genetik umbi-umbian yang juga menjadi makanan pokok di beberapa provinsi di Indonesia adalah ubi jalar.

Ubi jalar bukan tanaman asli Indonesia, dan menurut Zhang *et al.* (2000) Amerika Tengah dipertimbangkan sebagai pusat keragaman utama dari ubi jalar, dan Amerika Selatan yaitu Peru dan Ekuador

sebagai pusat keragaman kedua. Keberagaman morfologi yang tinggi pada ubi jalar karena didukung oleh karakteristik tanaman ini yaitu inkompatibilitas sendiri, tingkat ploidi yang tinggi (heksaploid), serta jumlah kromosom yang besar ($2n=6x=90$) ((Magoon *et al.*, 1970; Ozias-Akins dan Jarret, 1994). Umbi-umbian termasuk ubi jalar dengan sebutan sehari-hari di Maluku “Patatas” merupakan makanan sumber karbohidrat bagi sebagian besar penduduk di Maluku. Kabupaten Seram Bagian Barat mempunyai daratan yang luas memungkinkan menanam berbagai umbi-umbian termasuk ubi jalar.

Penelitian tentang keberagaman ubi jalar lokal di Indonesia perlu dikembangkan untuk menyediakan basis data dalam perbaikan karakter tanaman ini ke depan. Menurut Laurie *et al.* (2013), karakterisasi keragaman pada suatu plasma nutfah, serta mempelajari kekerabatan genetik antara kultivar, genotip dan galur-galur pemuliaan merupakan suatu program dalam perbaikan tanaman. Karakterisasi morfologi *in situ* merupakan langkah pertama untuk menentukan keragaman genetik suatu plasma nutfah, namun seringkali ditemui kondisi lingkungan dan kondisi tanaman dapat mengaburkan penampilan visual tanaman. Karakterisasi pada tingkat *ex situ* digunakan untuk verifikasi hasil pada tingkat *in situ* dengan harapan memperoleh data penampilan morfologi sesungguhnya dari tanaman tersebut. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan sejumlah aksesi ubi jalar yang beragam berdasarkan morfologi tajuk serta ketepatan karakterisasi morfologi pada tingkat *in situ*.

BAHAN DAN METODA

Penelitian dilaksanakan di kecamatan Inomosol dan kecamatan Huamual Muka Kabupaten Seram Bagian Barat (SBB) Propinsi Maluku, dan di tempat koleksi Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura. Penelitian menggunakan metode survei pada 5 desa di kedua kecamatan. Desa Hukuanakotta, Rumahtita dan desa Ursana pada kecamatan Inomosol, sedangkan desa Ariate dan Seaputih pada kecamatan Huamual Muka. Penentuan desa dan petani secara *purposive sampling*. Pengambilan data melalui wawancara, dan karakterisasi tanaman berdasarkan deskriptor ubi jalar yang diadopsi dari Huaman (1992). Penentuan warna berdasarkan warna standar Wikipedia (<http://en.wikipedia.org/wiki/List>). Bahan tanaman meliputi 25 aksesi ubi jalar yang diperoleh dari 5 desa contoh.

Penelitian dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama meliputi beberapa kegiatan yaitu wawancara dengan petani contoh tentang keragaman ubi jalar yang dimiliki, mengkarakterisasi tanaman di kebun petani (*in situ*) berumur antara 1-2.5 bulan, serta pengambilan sampel aksesi ubi jalar berupa setek pucuk untuk dikoleksi. Tahap kedua yaitu menanam 3 setek pucuk ubi jalar pada setiap *polybag* yang berukuran 30 x 30 cm dengan media tanam berupa campuran kompos dan tanah (1 : 5). Setelah tanam, *polybag* diletakkan dalam rumah kaca. Pada umur tanaman 2 minggu setelah tanam, *polybag* dipindahkan ke kebun koleksi kemudian

diberikan pupuk NPK 3 g per *polybag*. Pemeliharaan berupa penyiraman tanaman dan penyiangan pada lahan penelitian. Karakterisasi morfologi tajuk meliputi batang dan daun pada umur tanaman 2 bulan yang merupakan karakterisasi *ex situ*.

Karakterisasi *ex situ* terhadap tajuk ubi jalar untuk memverifikasi hasil karakterisasi *in situ*. Verifikasi bertujuan untuk menegaskan kembali penampilan suatu karakter yang sesungguhnya, serta menentukan aksesi-aksesi dengan karakteristik morfologi yang sebenarnya. Hasil verifikasi digunakan untuk mengukur ketepatan karakterisasi *in situ* melalui perbandingan antara jumlah aksesi pada suatu karakter morfologi dari hasil karakterisasi *ex situ* dengan jumlah aksesi pada karakter yang sama hasil karakterisasi *in situ* dikalikan 100 (%). Karakterisasi morfologi tajuk dilakukan pada organ daun dan batang. Karakter pada daun meliputi bentuk, pola lekuk, warna dan rambut-rambut, sedangkan pada batang meliputi sifat membelit, warna dan rambut-rambut. Data disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Morfologi Tajuk Ubi Jalar pada Tingkat *In Situ*

Sebagian besar aksesi ubi jalar yang ditanam di lima desa sampel merupakan tanaman turun temurun dari keluarga. Hasil karakterisasi di kebun petani atau karakterisasi *in situ* didapatkan 25 aksesi. Tiga sampai tujuh aksesi diperoleh dari desa-desa sampel, dengan aksesi terbanyak (7 aksesi) dari desa Rumahtita diikuti desa Hukuanakotta, Ursana dan Siaputi masing-masing 5 aksesi, dan 3 aksesi ditemukan di desa Ariate. Karakter bentuk daun di dominasi bentuk segitiga dan bentuk berlekuk masing-masing 40% dari 25 aksesi, dan sisanya adalah bentuk hati. Pola lekuk pada daun meliputi 52% atau 13 aksesi tidak berlekuk, 10 aksesi berlekuk, dan 2 aksesi bertepi daun bergerigi (Tabel 1). Hasil karakterisasi *in situ* juga menunjukkan bentuk tengah daun ke arah ujung bervariasi antara aksesi dengan didominasi bentuk segitiga dan bergigi. Sebagian besar aksesi mempunyai jumlah cuping 1 yaitu aksesi-aksesi yang mempunyai bentuk daun segitiga, hati dan bergerigi. Warna helaian daun dewasa dari 25 aksesi didominasi oleh warna hijau (21 aksesi). Ditemukan oleh Moulin *et al.* (2012) hasil karakterisasi *in situ* terhadap 46 aksesi menunjukkan warna utama dari daun dewasa adalah hijau sekitar 96.4% sedangkan sisanya daun hijau dengan bagian belakang berwarna.

Warna tulang daun bagian bawah juga didominasi oleh warna hijau (40% atau 10 aksesi) diikuti oleh 8 aksesi berwarna hijau berbercak merah keunguan (Tabel 1). Sebagian besar aksesi juga mempunyai tangkai daun berwarna hijau berbercak merah keunguan. Hasil karakterisasi *in situ* ini menunjukkan bahwa ubi jalar yang ditanam oleh petani beragam di dua kecamatan contoh berdasarkan karakter bentuk dan warna daun.

Tabel 1. Beberapa karakteristik morfologi asesi-aksesi ubi jalar di Kecamatan Inomosol dan Huamual Muka hasil karakterisasi *in situ*

Karakter dan Fenotip	Jumlah Aksesori	Karakter dan Fenotip	Jumlah Aksesori	Karakter dan Fenotip	Jumlah Aksesori
Bentuk Daun		Jumlah Cuping		Sifat Membelit Batang	
• Segitiga	10	• 1	14	• Tidak membelit	6
• Hati	5	• 3	1	• Cenderung membelit	9
• Ginjal	0	• 5	9	• Membelit	10
• Berlekuk	10	• 7	1		
Pola Lekuk		Warna Daun Dewasa		Warna Utama Batang	
• Tidak berlekuk	13	• Hijau muda	2	• Hijau	11
• Bergerigi	2	• Hijau	21	• Hijau Berbercak merah keunguan	12
• Berlekuk	10	• Hijau tua	2	• Merah keunguan	2
Bentuk Tengah Daun ke Arah Ujung		Warna Tulang Daun (bawah)		Warna Tambahan-Batang	
• Lurus	1	• Hijau	10	• Ada	11
• Elip	2	• Hijau berbercak merah keunguan	8	• Tidak ada	14
• Hampir elip	5	• Merah keunguan	7		
• Lonjong & runcing ke arah ujung	3	Warna Tangkai Daun		Keberadaan Rambut pada Batang	
• Segitiga	7	• Hijau	6	• Ada	25
• Bergigi	7	• Hijau berbercak merah keunguan	16	• Tidak ada	0
		• Merah keunguan	3		

Tabel 2. Karakteristik morfologi daun pada ubi jalar lokal asal Kabupaten Seram Bagian Barat hasil karakterisasi *ex situ*

Kode Aksesori	Desa Sumber Aksesori	Nama Lokal	Bentuk Daun	Pola Lekuk pada Daun	BTD ke arah Ujung	Jumlah Cuping	Warna Helaian Daun Muda (atas)	Warna Helaian Daun Dewasa (atas)	Warna Tulang Daun Dewasa (bawah)
B1	Ariate	Kangkung	Berlekuk	Lekuk dalam	Lurus	5	Hijau (paris green)	Hijau (emerald)	Hijau
B31	Ursana	Hawa	Hati	Tidak berlekuk	Segitiga	1	Hijau (kelly green)*	Hijau (sap green)	Merah keunguan
B32	Ursana	Cakar Ayam	Berlekuk	Lekuk dalam	Lonjong dg ujung ujung meruncing	5	Merah (mauve taupe)	Hijau (asparagus)	Hijau, & merah keunguan pada tulang daun utama
B33	Ursana	Waipia	Segitiga	Tidak berlekuk	Segitiga uj meruncing	1	Hijau (asparagus)*	Hijau (fern green)	Hijau muda
B34	Ursana	Ursana 1	Hati	Tidak berlekuk	Toothed	1	Hijau (yellow green)*	Hijau (sap green)	Merah keunguan
B35	Ursana	Ursana 2	Berlekuk	Lekuk dalam	Elip	5	Hijau (yellow green)*	Hijau (sap green)	Sama dengan B32
B50	Ariate	Ariate 1	Ginjal	Tidak berlekuk	Toothed	1	Hijau (kelly green)*	Hijau (forest green)	Hijau
B51	Ariate	Ariate 2	Berlekuk	Sedikit berlekuk	Toothed	5	Hijau (asparagus)*	Hijau (fern green)	Merah keunguan
B54	Siaputi	Siaputi 1	Segitiga	Tidak berlekuk	Segitiga	1	Hijau (sea green)*	Hijau (emerald)	Hijau muda
B55	Siaputi	Siaputi 2	Berlekuk	Sedikit berlekuk	Hampir elip	7	hijau (paris green)*	Hijau (emerlad)	Merah keunguan
B56	Siaputi	Siaputi 3	Segitiga	Tidak berlekuk	Segitiga	1	Cokelat (tumber)	Hijau (fern green)	Hijau muda
B57	Siaputi	Siaputi 4	Segitiga	Tidak berlekuk	Segitiga Uj meruncing	1	Cokelat (Chamoisee)	Hijau (emerald)	Hijau muda
B58	Siaputi	Siaputi 5	Berlekuk	Aagak berlekuk	Elip	5	Cokelat (bole)	Hijau (paris green)	Hijau muda
B61	Hukuanakota	Merah	Berlekuk	Agak berlekuk	Elip	5	Cokelat (bole)	Hijau (sap green)	Sama dengan B32
B62	Hukuanakota	Putih	Segitiga	Tidak berlekuk	Segitiga	1	Hijau (kelly drab)	Hijau (kelly green)	Hijau muda
B63	Hukuanakota	Tambu	Hati	Bergerigi	Toothed	1	Hijau (yellow green)*	Hijau (kelly green)	Merah keunguan
B64	Hukuanakota	Huku 1	Berlekuk	Sedikit berlekuk	Elip	5	Hijau (kelly green)	Hijau (kelly green)	Hijau
B65	Hukuanakota	Huku 2	Hati	Tidak berlekuk	Hampir elip	1	Hijau (yellow green)*	Hijau (islamic green)	Hijau
B66	Rumahhita	Muka Manis	Hati	Beberapa bergerigi	Toothed	1	Cokelat (chamoisee)*	Hijau (kelly green)	Sama dengan B32
B67	Rumahhita	Ubi	Segitiga	Bergerigi	Segitiga	1	Hijau (yellow green)	Hijau (islamic green)	Hijau
B68	Rumahhita	Oma Peri	Hati	Beberapa bergerigi	Segitiga	1	Hijau (yellow green)*	Hijau (kelly green)	Hijau, & merah
B69	Rumahhita	Timika	Hati	Tidak berlekuk	Toothed	1	Hijau (yellow green)*	Hijau (kelly green)	Hijau
B70	Rumahhita	Temate	Hati	Beberapa bergerigi	Segitiga	1	Hijau (yellow green)*	Hijau (kelly green)	Hijau
B71	Rumahhita	Temate Merah	Berlekuk	Sedikit berlekuk	Toothed	3	Hijau (yellow green)*	Hijau (kelly green)	Hijau
B72	Rumahhita	Rumahhita 1	Berlekuk	Sedikit berlekuk	Elip	5	Hijau (kelly green)	Hijau (islamic green)	Hijau

Hasil karakterisasi *in situ* terhadap morfologi batang menunjukkan bahwa 40% atau 10 aksesori mempunyai sifat batang membelit, 36% cenderung membelit, dan 24% atau 6 aksesori tidak membelit. Warna utama pada batang didominasi secara berurutan warna hijau berbercak merah keunguan dan warna hijau (Tabel 1). Didapatkan juga bahwa selain warna utama pada batang juga terdapat warna tambahan pada beberapa aksesori. Sebelas aksesori mempunyai warna tambahan berupa bercak merah keunguan pada buku, dan pada bagian tertentu dari batang. Sedangkan aksesori-aksesori lainnya tidak ditemukan warna tambahan pada batang. Seluruh aksesori mempunyai rambut-rambut pada batang yang terletak secara parsial. Hasil karakterisasi *in situ* ini menunjukkan bahwa ubi jalar beragam di dua kecamatan contoh berdasarkan karakter bentuk dan warna batang. Yada *et al.* (2010) juga mendapatkan keragaman secara

morfologi pada ubi jalar terutama keragaman pada warna batang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bentuk dan warna dari organ daun dan batang dapat digunakan sebagai indikator untuk membedakan aksesori ubi jalar ketika dilakukan karakterisasi *in situ*.

Karakteristik bentuk daun, pola lekuk dan jumlah lekuk pada ubi jalar merupakan karakter-karakter kualitatif yang tidak dipengaruhi oleh lingkungan. Demikian juga karakter sifat membelit merupakan karakter alamiah dari suatu aksesori yang ditentukan secara genetik. Kebiasaan tumbuh ini dapat diturunkan dari generasi ke generasi apabila perbanyak dilakukan kontinyu secara vegetatif. Sedangkan keragaman warna pada helaian daun, tulang daun, tangkai daun maupun warna batang sering dikaburkan oleh pengaruh lingkungan seperti kekurangan unsur hara. Umumnya petani ubi jalar di desa-desa contoh, menanam ubi jalar

tanpa pengolahan tanah yang dalam, tidak diberikan pupuk, dan pemeliharaan tidak intensif. Kebutuhan air tergantung alam, dan penyiangan dilakukan ketika mereka di kebun. Cara budidaya ubi jalar seperti ini sangat mempengaruhi penampilan tanaman terutama warna, dan karakter-karakter kuantitatif terutama komponen hasil. Selain itu, banyaknya corak warna pada tangkai dan batang menjadi pembatas dalam menentukan warna yang tepat ketika dilakukan karakterisasi cepat pada tingkat *in situ*. Hasil karakterisasi *in situ* terutama penentuan warna belum menjamin karakter sesungguhnya dari morfologi tajuk ubi jalar dalam penelitian ini karena berbagai keterbatasan seperti umur tanaman dan faktor lingkungan.

Karakteristik Tajuk Aksesori Ubi Jalar pada Tingkat *Ex Situ*

Hasil karakterisasi *ex situ* menunjukkan bahwa adanya keragaman aksesori antar desa dalam kecamatan, dan antar kecamatan sehingga 25 aksesori yang terkoleksi merupakan aksesori yang berbeda berdasarkan morfologi tajuk. Sebagian besar aksesori berbentuk daun berlekuk (10 aksesori), diikuti oleh bentuk daun hati (8 aksesori) dan berbentuk segitiga (6 aksesori), dan hanya satu aksesori yang berbentuk daun ginjal yaitu aksesori B50 (Tabel 2). Berdasarkan lekukan pada tepi daun, sebagian besar aksesori mempunyai tepi daun tidak berlekuk dengan ciri jumlah cuping satu yaitu pada daun yang berbentuk segitiga, hati dan ginjal. Sedangkan tipe daun berlekuk mempunyai pola lekuk yang bervariasi yaitu sedikit berlekuk ditemukan pada 5 aksesori, agak berlekuk pada 2 aksesori, dan berlekuk dalam pada aksesori B1, B32, dan B35 (Tabel 2). Tepi daun berlekuk dapat digunakan sebagai penciri suatu aksesori ubi jalar dalam kegiatan identifikasi. Pada penelitian ini, aksesori-aksesori ubi jalar dengan ciri tepi daun berlekuk mempunyai jumlah cuping 5, dan hanya aksesori B71 dan B55 mempunyai jumlah cuping berturut-turut 3 dan 7. Dari sisi penerimaan sinar matahari maka bentuk daun yang tidak berlekuk diduga lebih efisien dalam fotosintesis karena banyaknya sinar matahari yang diterima dibandingkan dengan daun berlekuk terutama lekuk dalam. Daun dengan luasan permukaan yang besar berkaitan dengan besarnya luas permukaan fotosintesis yang akan berkontribusi pertumbuhan dan pembentukan umbi. Hasil penelitian Fongod *et al.* (2012) menunjukkan bahwa ada korelasi antara luas daun dengan berat basah umbi. Demikian juga Tsegaye *et al.* (2007) mendapatkan bahwa ada korelasi yang nyata antara luas daun dengan berat basah umbi karena hasil akhir (yield) ditentukan oleh proses fotosintesis. Hasil penelitian Adil (2010) menunjukkan bahwa ada kecenderungan aksesori yang mempunyai bentuk daun hati mempunyai presentasi bobot kering lebih tinggi dari aksesori dengan bentuk daun berlekuk. Yada *et al.* (2010) mendapatkan informasi hasil wawancara dengan petani bahwa bentuk daun berlekuk kemungkinan merupakan suatu adaptasi untuk mengurangi kerusakan oleh hama.

Penciri morfologi yang dapat diamati secara visual untuk membedakan aksesori ubi jalar yaitu bentuk tengah daun ke arah ujung. Karakter ini mempunyai 6 kelas fenotipik yang didominasi oleh bentuk *toothed* dan

segitiga. Demikian juga karakter jumlah cuping dapat digunakan sebagai indikator untuk membedakan antar aksesori. Aksesori dengan bentuk daun segitiga, hati dan bergerigi mempunyai hanya satu cuping, sedangkan aksesori-aksesori yang mempunyai bentuk daun berlekuk akan menunjukkan jumlah cuping bervariasi dari 3 sampai 7 cuping (Tabel 2). Menurut Manamela (2009) beberapa karakter yang secara nyata berkontribusi terhadap variabilitas ubi jalar diantaranya panjang ruas, pola lekuk daun, jumlah cuping, dan bentuk tengah daun ke arah ujung daun.

Berdasarkan warna standar yang digunakan, maka warna helaian daun muda dikelompokkan ke dalam warna dasar hijau yang ditemukan pada sebagian besar aksesori, warna coklat ditemukan pada 5 aksesori, dan warna merah "mauve taupe" hanya pada aksesori B32 (Tabel 2). Lima belas aksesori ubi jalar yang mempunyai daun muda berwarna hijau mempunyai ciri lain yaitu adanya garis warna merah keunguan mengelilingi tepi daun. Sedangkan daun muda berwarna hijau tanpa ada bercak warna pada tepi daun menjadi ciri dari aksesori B1, B62, B64, B67, B72. Warna hijau pada kelima aksesori tersebut juga mempunyai intensitas warna yang berbeda, sedangkan aksesori dengan tepi daun berwarna didominasi oleh warna *yellow green*. Hasil penelitian menunjukkan daun muda yang berwarna bukan hijau biasanya pada helaian daun pertama dan kedua dari pucuk ditemukan pada 6 aksesori yaitu B32, B56, B57, B58, dan B61 (Tabel 2). Daun muda yang berwarna bukan hijau tersebut akan berubah menjadi warna hijau dalam perkembangan menjadi daun dewasa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa warna daun muda dapat digunakan sebagai penciri suatu aksesori ubi jalar untuk mempermudah identifikasi keragaman pada tingkat morfologi. Didapatkan juga, helaian daun dewasa pada semua aksesori berwarna hijau dengan intensitas warna yang beragam antar aksesori (Tabel 2). Tairo *et al.* (2008) mendapatkan 93% dari 47 aksesori ubi jalar mempunyai daun dewasa berwarna hijau.

Warna hijau pada daun dewasa dengan intensitas yang berbeda menyebabkan adanya keragaman antara aksesori namun penampilan warna daun dewasa pada ubi jalar kemungkinan dipengaruhi oleh lingkungan seperti ketersediaan air, nutrisi maupun sinar matahari. Hasil pengamatan dilapangan, warna daun dewasa menunjukkan intensitas yang berbeda antara daun-daun yang mendapat sinar matahari langsung dengan daun-daun yang ternaungi. Kelompok aksesori dengan warna daun dewasa hijau muda, hijau dan hijau tua dapat digunakan menguji korelasinya dengan hasil umbi. Karena intensitas warna hijau yang pekat berkaitan dengan kandungan klorofil pada daun untuk menangkap sinaran surya proses fotosintesis. Hasil penelitian Adil (2010) menunjukkan bahwa ada kecenderungan bentuk daun hati dengan warna hijau pada daun tua berkaitan dengan warna daging umbi dominan yang kuat antosianinnya. Menurut Jusuf *et al.* (2008) senyawa antosianin yang terdapat pada ubi jalar berfungsi sebagai antioksidan dan penangkap radikal bebas.

Tabel 3. Karakteristik warna tangkai dan rambut pada daun, serta morfologi batang ubi jalar lokal asal Kabupaten Seram Bagian Barat hasil karakterisasi *ex situ*

Kode Akses	Warna Tangkai Daun	Keberadaan Rambut pd Daun	Sifat Membelit	Warna Utama pada Batang	Warna Tambahan pada Batang	Keberadaan Rambut pd Batang
B1	Hijau	tidak ada	Tidak membelit	Hijau (olive drab)	Tidak ada	Tidak ada
B31	Hijau, & bercak merah keunguan tebal dekat daun dan batang	Daun (Tgkai =T) (& helaian=H)	Membelit	Hijau (olive drab) di pangkal	Merah keunguan ke arah ujung	Ujung (pucuk muda)
B32	Merah keunguan,	T & H	Cenderung membelit	Cokelat (chamoisee)	Tidak ada	Ujung dan tengah
B33	Hijau, & bercak merah keunguan tipis dekat helaian daun	Helaian Daun	Cenderung membelit	Hijau (bright green)	Tidak ada	Tidak ada
B34	Merah keunguan	T & H	Cenderung membelit	Cokelat (cordovan)	Tidak ada	Seluruh batang
B35	Hijau, & bercak merah keunguan tebal dekat helaian daun & batang	tidak ada	Membelit	Hijau (yellow green)	Tidak ada	Tidak ada
B50	Hijau, & merah keunguan ke arah daun	T & H	Cenderung membelit	Hijau (olive)	Bercak merah keunguan pd buku	Ujung dan pangkal
B51	Merah keunguan	T & H	Membelit	Cokelat (raw umbe)	Tidak ada	Ujung dan tengah
B54	Hijau, & bercak merah keunguan tipis dekat helaian daun dan batang	T & H	Membelit	Hijau (pear)	Bercak merah keunguan pada buku	Seluruh batang
B55	Merah keunguan	T & H	Cenderung membelit	Merah (rosewood)	Tidak ada	Ujung
B56	Hijau, & bercak merah keunguan tipis dekat helaian daun	Tidak ada	Cenderung membelit	Hijau (olive)	Bercak merah keunguan ke arah pangkal	Tidak ada
B57	Hijau kecokelatan	Helaian daun	Cenderung membelit	Hijau (olive)	Tidak ada	Tidak ada
B58	Hijau, & bercak merah keunguan tipis dekat helaian daun dan batang	Helaian daun	Membelit	Cokelat (raw umbe)	Tidak ada	Tidak ada
B61	Hijau keunguan	Tangkai	Cenderung membelit	Cokelat (bistri)	Tidak ada	Tidak ada
B62	Hijau	Tangkai	Cenderung membelit	Hijau (sap green)	Tidak ada	Ujung dan tengah
B63	Merah keunguan	Helaian daun	Cenderung membelit	Hijau (myrtle)	Bercak merah keunguan pd buku	Tidak ada
B64	Hijau	Tangkai	Membelit	Hijau (olive)	Merah keunguan pada bagian tengah	Seluruh batang
B65	Hijau, bercak merah keunguan tebal dekat helaian daun dan batang	Tangkai	Membelit	Hijau (army green)	Bercak merah keunguan pada buku	Ujung dan tengah
B66	Merah keunguan	Tangkai	Cenderung membelit	Cokelat (raw umbe)	Tidak ada	Ujung dan tengah
B67	Hijau, bercak merah keunguan tebal dekat helaian daun dan batang	Tangkai	Membelit	Hijau (chamoisee) pada pangkal	Merah keunguan pada bagian ujung	Ujung

Sebagian besar aksesori mempunyai tulang daun dewasa pada helaian daun bagian bawah didominasi oleh warna hijau dan hijau muda tanpa bercak warna lain, sedangkan tulang daun berwarna merah keunguan ditemukan pada aksesori B31, B34, B51, B55 dan B63. Aksesori yang bertulang daun hijau dengan bercak merah keunguan pada ibu tulang daun ke arah pangkal diperlihatkan pada 5 aksesori (Tabel 2). Warna tangkai daun dari 25 aksesori yang dikarakterisasi berada pada dua kelas warna yaitu warna hijau dan merah keunguan. Sebagian besar aksesori (48%) mempunyai tangkai daun berwarna hijau namun pada beberapa aksesori terdapat bercak merah keunguan dekat helaian daun, dan dekat batang. Tangkai daun berwarna hijau tanpa ada bercak warna lain ditemukan pada 5 aksesori yaitu B1, B62, B64, B70, dan B71. Sedangkan aksesori dengan tangkai daun berwarna merah keunguan pada B32, B34, B51, B55, B63, B66 (Tabel 3). Hasil ini menunjukkan bahwa tiap aksesori mempunyai ciri berbeda pada warna tangkai daun. Hasil pengamatan terhadap warna tulang daun pada permukaan helaian bagian bawah dan warna tangkai daun merupakan karakter-karakter morfologi yang kemungkinan tidak dipengaruhi oleh lingkungan. Adanya pigmentasi pada helaian daun, tangkai daun dan tulang daun diduga tidak dipengaruhi oleh lingkungan dan dapat dijadikan sebagai penciri dalam kegiatan identifikasi morfologi ubi jalar pada tingkat *in situ* maupun *ex situ*.

Berdasarkan karakterisasi terhadap 25 aksesori ubi jalar didapatkan ubi jalar dengan sifat batang tidak

membelit hanya pada aksesori B1 (Tabel 3). Sedangkan 15 aksesori cenderung membelit, dan 9 aksesori lainnya bersifat membelit. Ciri batang yang dikelompokkan cenderung membelit yaitu batangnya menjalar namun ujung pucuk mengarah ke atas, sedangkan ciri sifat batang membelit yaitu batangnya menjalar dengan ujung-ujung pucuk membelit ke tanaman lain. Aksesori yang tipe pertumbuhan tegak merupakan karakter yang diharapkan oleh pemulia maupun penanam ubi jalar karena mudah dalam pembudidayaan dan pemeliharannya. Selain itu, tegak lurus daun pada aksesori-aksesori ini akan lebih efektif dalam penangkapan sinar matahari untuk proses fotosintesis.

Warna utama atau warna dominan pada batang ubi jalar dapat dikelompokkan atas 3 kelas yaitu warna hijau, cokelat, dan merah. Tujuh belas aksesori dengan warna batang hijau menunjukkan keragaman dalam intensitas warna. Diantara aksesori tersebut, 8 aksesori tidak mempunyai warna tambahan pada batang. Sedangkan 6 aksesori berwarna batang cokelat, dan 1 aksesori yaitu B35 berwarna batang merah "rosewood" (Tabel 3). Didapatkan juga bahwa warna tangkai daun menunjuk pada warna utama pada batang dari 16 aksesori khususnya warna hijau. Hasil analisis komponen dasar yang dilakukan oleh Fongod et al. (2012) memperlihatkan bahwa karakter fenotipik diantaranya warna daun muda, warna daun dewasa, diameter ruas batang, warna batang, warna tambahan pada batang, tipe tanaman menunjukkan keragaman sangat tinggi antara aksesori-aksesori yang diuji. Keragaman morfologi tajuk yang didapatkan pada 25 aksesori berkaitan

dengan keragaman yang terjadi pada tingkat genetik yang dipengaruhi juga oleh lingkungan untuk karakter-karakter tertentu. Menurut Martin (1965) inkompatibilitas sendiri pada bunga ubi jalar menyebabkan tanaman ini adalah allogami yang meningkatkan heterosigositas (Thompson *et al.*, 1997). Selain itu, ubi jalar adalah tanaman heksaploid (Ozias-Akins & Jarret, 1994), penyerbukan silang memacu munculnya keragaman baru yang tinggi.

Karakter yang penting dari tanaman ubi jalar adalah rambut-rambut halus pada organ tanaman termasuk daun dan batang. Hasil menunjukkan terdapat rambut-rambut pada daun secara parsial yaitu pada tangkai (8 aksesi) dan 4 aksesi pada helaian daun, sedangkan 10 aksesi ditemukan rambut menyebar pada tangkai maupun helaian daun (Tabel 3). Tiga aksesi yang tidak mempunyai rambut-rambut pada daun maupun daun yaitu B1, B35, dan B56. Rambut-rambut lebih banyak ditemukan pada tangkai daun muda dibandingkan tangkai daun dewasa. Sedangkan rambut pada helaian ditemukan pada daun muda maupun daun dewasa. Selain pada daun, ubi jalar yang dikarakterisasi mempunyai rambut-rambut pada batang yang keberadaannya secara parsial pada sebagian besar aksesi, dan hanya 6 aksesi menyebar pada seluruh batang (Table 3). Karakter rambut-rambut pada organ tanaman ubi jalar merupakan karakter penting yang menunjuk pada mekanisme ketahanan terhadap organisme pengganggu. Hasil penelitian Rosda *et al.* (2013) menunjukkan karakter rambut pada batang ubi jalar merupakan salah satu karakter yang berkorelasi positif dengan ketahanan ubi jalar terhadap penyakit kudis.

Verifikasi Morfologi Tajuk Ubi Jalar Tingkat *Ex situ* Terhadap *In situ*

Aksesi-aksesi ubi jalar yang terkoleksi setelah berumur dua bulan dikarakterisasi ulang pada tingkat *ex situ* untuk menentukan secara tepat karakteristik tajuk dari tiap aksesi hasil karakterisasi *in situ*. Hasil karakterisasi *in situ* didapatkan bahwa bentuk daun dari 25 aksesi didominasi oleh bentuk segitiga dan berlekuk masing-masing 10 aksesi, namun pada tingkat *ex situ* bentuk daun didominasi oleh bentuk berlekuk (10 aksesi) diikuti bentuk hati dan segitiga masing-masing 8 dan 6 aksesi (Tabel 4). Bentuk daun berlekuk pada 10 aksesi hasil karakterisasi *in situ* mempunyai ketepatan 100%, namun untuk tiga bentuk daun yang lain hasil karakterisasi *ex situ* memperlihatkan hanya 40% kesamaan (6 dari 15 aksesi). Hasil ini menunjukkan bahwa bentuk daun yang agak mirip seperti bentuk segitiga, hati dan ginjal tidak secara tepat ditentukan ketika karakterisasi *in situ*. Karakterisasi pola lekuk pada tepi daun dan jumlah cuping pada tingkat *in situ* dengan akurasi 85-100%, kecuali aksesi dengan jumlah cuping 3. Akurasi penentuan bentuk tengah daun ke arah ujung juga relatif rendah. Karakterisasi *in situ* bentuk daun mempunyai akurasi relatif tinggi terutama pada fenotipik bentuk daun berlekuk, serta beberapa fenotip pada karakter pola lekuk dan jumlah cuping.

Pengamatan tingkat *in situ* terhadap warna helaian daun menunjukkan sebagian besar aksesi berwarna hijau sedangkan pada tingkat *ex situ* didominasi oleh warna

hijau tua (Tabel 4). Kecocokan warna daun dengan hasil karakterisasi *ex situ* berada pada kategori rendah sampai sedang ($\leq 50\%$). Sedangkan warna pada tulang daun bagian bawah pada tingkat *in situ* mencapai ketepatan tertinggi pada warna hijau (Tabel 4) dibandingkan dua fenotip yang lain. Pada tingkat *in situ*, aksesi yang mempunyai warna tulang daun hijau berbercak dan warna tangkai daun berbercak lebih banyak dibandingkan yang didapatkan dari hasil karakterisasi *ex situ* yang menunjukkan akurasi yang relatif rendah ketika karakterisasi *in situ*. Karakterisasi cepat ketika melakukan kegiatan eksplorasi pada daerah asal suatu tanaman mempunyai keterbatasan dalam penentuan warna terutama warna-warna yang dikaburkan oleh pengaruh lingkungan dan umur tanaman. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penentuan warna sebagai ciri suatu aksesi ketika melakukan karakterisasi *in situ* perlu menjadi pertimbangan. Warna-warna yang dapat digunakan ketika karakterisasi *in situ* adalah warna yang sebarannya tidak kontinyu atau menggunakan satu warna dominan seperti hijau, merah, coklat dibandingkan warna dengan sebarannya yang kontinyu seperti hijau tua, hijau muda, adanya bercak warna dan sebagainya. Hal ini juga berlaku ketika menentukan pigmentasi pada organ tertentu pada tanaman. Karakterisasi morfologi suatu spesies tanaman menjadi hal yang penting karena dapat mengidentifikasi duplikasi aksesi dalam koleksi, mendeteksi sifat-sifat unik, serta metode seleksi sederhana yang dilakukan pemulia tanaman (Reed *et al.*, 2004).

Hasil karakterisasi *in situ* didapatkan sebagian besar aksesi mempunyai batang membelit yang diperlihatkan melalui ujung batang namun hasil karakterisasi *ex situ* sebagian besar aksesi menunjukkan fenotip cenderung membelit. Berdasarkan hasil verifikasi terhadap sifat membelit pada 25 aksesi ubi jalar didapat akurasi karakterisasi *in situ* relatif rendah 17-67%. Hal ini disebabkan oleh ubi jalar yang dikarakterisasi mempunyai umur berbeda antar lokasi penelitian serta tingkat kesuburan tanah. Umumnya, pertumbuhan batang cenderung tegak pada ubi jalar yang berumur muda, dan sifat membelit telah nampak pada umur tanaman ± 2 bulan terutama pada tanah yang subur. Penentuan warna utama atau dominan pada batang lebih mudah untuk warna merah keunguan dengan ketepatan mencapai 100% jika dibandingkan untuk menentukan warna hijau dan hijau berbercak (Table 4). Demikian juga penentuan adanya warna tambahan pada batang dengan akurasi yang cukup tinggi. Sedangkan penentuan adanya rambut-rambut pada batang memperlihatkan akurasi karakterisasi *in situ* yang relatif rendah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karakterisasi *in situ* tidak dapat langsung digunakan untuk menentukan karakteristik morfologi pada tanaman berumur pendek seperti ubi jalar. Karakterisasi *in situ* dengan akurasi yang tinggi dalam menentukan fenotipik suatu karakter didukung oleh beberapa hal diantaranya keseragaman umur tanaman, kesuburan tanah, tersedia waktu yang cukup ketika karakterisasi, serta ketelitian dari pendeskripsi.

Tabel 4. Hasil verifikasi morfologi tajuk ubi jalar pada tingkat *in situ* berdasarkan hasil karakterisasi tingkat *ex situ*

Karakteristik Tajuk	Jum. Akses ⁱ * <i>In Situ</i>	Verifikasi <i>Terhadap In situ (%)</i>	Jum. Akses ⁱ <i>Ex situ</i>	Karakteristik Tajuk	Jum. Akses ⁱ * <i>In Situ</i>	Verifikasi <i>Terhadap In situ (%)</i>	Jum. Akses ⁱ <i>Ex situ</i>
Bentuk Daun :				Warna Tulang Daun (bawah)			
• Segitiga	10 (4)	40	6	• Hijau	10 (9)	90	13
• Hati	5 (2)	40	8	• Hijau berbercak	8 (3)	38	4
• Ginjal	0 (0)	0	1	• Merah keunguan	7 (4)	57	8
• Berlekuk	10 (10)	100	10	Warna Tangkai Daun			
Pola Lekuk				• Hijau	6 (5)	83	5
• Tidak berlekuk	13 (11)	85	11	• Hijau berbercak	16 (11)	69	12
• Bergerigi	2 (2)	100	4	• Merah keunguan	3 (3)	100	6
• Berlekuk	10 (10)	100	10	• Hijau lainnya	0 (0)	0	2
Bentuk Tengah Daun ke Arah Ujung				Sifat Membelit			
• Linear	1 (1)	100	1	• Tidak membelit	6 (1)	17	1
• Elip	2 (1)	50	5	• Cenderung membelit	9 (6)	67	15
• Hampir elip	5 (1)	20	2	• Membelit	10 (6)	60	9
• Lonjong & runcing ke arah ujung	3 (0)	0	1	Warna Utama Batang			
• Segitiga	7 (3)	43	9	• Hijau	11 (5)	45	8
• <i>Toothed</i>	7 (3)	43	7	• Hijau berbercak	12 (1)	0.1	10
Jumlah Cuping :				• Merah keunguan	2 (2)	100	7
• 1	14 (14)	100	15	Warna Tambahan-Batang			
• 3	1 (0)	0	1	• Ada	11 (9)	82	10
• 5	9 (8)	89	8	• Tidak ada	14 (8)	57	15
• 7	1 (1)	100	1	Rambut pada Batang :			
Warna Daun Dewasa :				• Ada	25 (17)	68	17
• Hijau muda	2 (1)	50	6	• Tidak ada	0 (0)	0	8
• Hijau	21 (7)	33	8				
• Hijau tua	2 (1)	50	11				

KESIMPULAN

Hasil karakterisasi morfologi tajuk ubi jalar di tingkat *in situ* dan hasil verifikasi ditingkat *ex situ* didapatkan 25 aksesⁱ pada kecamatan Inomosol dan Huamual Muka. Hasil karakterisasi *ex situ*, sebagian besar aksesⁱ mempunyai bentuk daun berlekuk (40%), mempunyai 1 cuping (60%) terutama pada bentuk daun segitiga, hati dan ginjal, bentuk tengah daun adalah segitiga (36%), warna hijau pada helaian daun muda (68% aksesⁱ), daun dewasa (100% aksesⁱ), tulang daun bagian bawah berwarna hijau tanpa bercak (60%), tangkai daun berwarna hijau dengan bercak merah keunguan (60%), warna utama pada batang yaitu hijau tanpa warna tambahan (32%), dan tanaman cenderung membelit (60%). Ketepatan karakterisasi *in situ* tinggi hanya pada fenotip-fenotip tertentu dari tiap karakter ubi jalar. Hasil verifikasi morfologi tajuk dengan akurasi $\geq 80\%$ pada 3 fenotipik daun berlekuk, bentuk linear pada bagian tengah daun, jumlah cuping pada daun yaitu 1, 5 dan 7, warna hijau pada tulang daun bagian bawah, warna hijau dan merah keunguan pada tangkai daun, warna merah keunguan pada batang, serta adanya warna tambahan pada batang. Sedangkan akurasi karakterisasi pada fenotipik lainnya yaitu 0-76%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini melalui PENPRINAS MP3EI tahun 2012 dengan judul “Kajian Keragaman Genetik Umbi-Umbian Utama di Seram Bagian Barat dan Pemanfaatannya dalam Industri”.

PUSTAKA

- Adil, W.H. 2010. Karakterisasi Plasma Nutfah Ubi Jalar Berdaging Umbi Predominan Ungu. *Buletin Plasma Nutfah* 16: 85-89.
- Fongod, A.G.N., A.M. Mih, and T.N. Nkwatoh. 2012. Morphological and agronomical characterization of different accessions of sweet potatoe (*Ipomoea batatas*) in Cameroon. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science* 6: 234-245.
- Huaman, Z. 1992. Systematic Botany and Morphology of the Sweetpotato Plant. CIP. Apartoda. Lima Peru. 23p.
- Jusuf, M., St. A. Rahayuningsih, dan E. Ginting. 2008. Ubi jalar ungu. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 30: 13-14.
- Laurie, S.M., F.J. Calitz, P.O. Adebola, and A. Lezar. 2013. Characterization and evaluation of South African sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) LAM) land races. *South African Journal of Botany*. 85:10-16.
- Magoon, M.L., R. Krishnan, and K.V. Bai. 1970. Cytological evidence on the origin of sweet potato. *Theor. Appl. Genet.* 40: 360-366.
- Manamela, M.T. 2009. Morphology Characterisation and Cryopreservation of Sweet Potato, *Ipomoea batatas* (L.) Lam., Accessions at The NPGRC of South Africa. Thesis. CBM Swedish Biodiversity Centre. p.46.
- Martin, F.W. 1965. Incompatibility in the sweetpotato, a review. *Econ Bot.* 19: 406-415.
- Moulin, M. M., R. Rodrigues, L.S.A. Gonçalves, C. P. Sudré, M. H. dos Santo, and J. R. P. da Silva. 2012. Colection and morphological characterization of

- sweet potato landraces in north of Rio de Janeiro State. *Horticultura Brasileira* 30: 286-292.
- Ozias-Akins P., and R.L. Jarret. 1994. Nuclear DNA content and ploidy levels in the genus *Ipomoea*. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 119:110-115.
- Reed, B.M., F. Angelmann, M.E. Dullo, and J. M.M. Angels (Eds.). 2004. Technical guidelines for the management of field and invitro germplasm collection. IPGRI Handbooks for Genebanks No.7 International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy.
- Rosda, A.A., B. Waluyo, T. Wibisono, dan A. Kurniawan. 2013. Parameter ketahanan ubi jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) terhadap penyakit kudis (*Elsionoe batatas*) dan hubungannya dengan penampilan agromorfologi. Prosiding Seminar Nasional, Malang, 21 Agustus 2013. Fakultas Pertanian Unbraw, Perhorti, Peragi dan Peripi. ISBN 978-979-508-016-9.
- Tairo, F., E. Mneney, and A. Kullaya. 2008. Morphological and agronomical characterization of Sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] germplasm collection from Tanzania. *African Journal of Plant Science*. 2: 077-085.
- Thompson, P.G., L.L. Hong, K. Ukoskit, dan S. Zhu. 1997. Genetic linkage of randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) markers in sweetpotato. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 122: 79-82.
- Tsegaye, E., N. Dechassa, D.E.V. Sastry. 2007. Genetic variability for yield and other agronomic traits in sweet potato. *J. Agron.* 6: 94-99.
- Yada, B., P. Tukamuhabwa, A. Alajo, R.O.M. Mwanga. 2010. Morphological characterization of Ugandan sweetpotato germplasm. *Crop Science*. 50: 2364-2371.
- Zhang, D., J. Cervantes, Z. Huaman, E. Carey, and M. Ghislain. 2000. Assessing genetic diversity of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) cultivars from tropical America using AFLP. *Genetic Resources and Crop Evaluation* 47: 659-66.