

Tingkat keragaman fenotipe karakter morfologi dan agronomi delapan populasi F1 ubi kayu (*Manihot esculenta*) di Bandar Lampung

The degree of phenotypic variation of morphological and agronomic characters of eight F1 populations of cassava (*Manihot esculenta*) at Bandar Lampung

SETYO DWI UTOMO^{*}, PANCASACHINA YUSARTIKA, LASMI POPY, AKARI EDY, SUNYOTO, ARDIAN

Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro, No.1, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia. Tel.: +62-721-704946, Fax.: +62-721-770347, *email: setyo.dwiutomo@fp.unila.ac.id

Manuskrip diterima: 14 April 2018. Revisi disetujui: 26 Juni 2018.

Abstrak. Utomo SD, Yusartika P, Popy L, Edy A, Sunyoto, Ardian. 2018. Tingkat keragaman fenotipe karakter morfologi dan agronomi delapan populasi F1 ubi kayu (*Manihot esculenta*) di Bandar Lampung. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 39-46. Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat keragaman fenotipe (TKF) karakter morfologi dan agronomi delapan populasi F1 ubi kayu hasil persilangan alami dan/atau self 80 klon tetua. Tetua betina delapan populasi tersebut adalah UJ 5, Cimanggu, UJ 3, Klenteng 37, Mulyo 3, BL1, BL 4 dan Darul Hidayah; sedangkan tetua jantannya adalah sebagian dari 80 tetua. Persilangan atau self dilaksanakan tahun 2015 di dataran tinggi Sekincau, Lampung Barat (1100 m dpl.). Evaluasi TKF karakter morfologi dan agronomi dilaksanakan pada bulan Mei 2016-Maret 2017. Karakter morfologi dan agronomi meliputi karakter kualitatif dan kuantitatif. TKF karakter kualitatif dinyatakan luas jika persentase fenotipe rekombinan (PFR) $\geq 67\%$, sedang jika PFR antara $\geq 33\%$ dan $< 67\%$, dan sempit jika PFR $< 33\%$. Keragaman karakter kuantitatif dinyatakan luas jika kisaran total (*range*) $\geq 2 \times$ *Interquartile Range* (IQR) dan sempit jika *Range* $\leq 2 \times$ IQR. Karakter kualitatif warna daun pucuk, warna permukaan atas tangkai daun, dan warna permukaan bawah tangkai daun pada delapan populasi tersebut menunjukkan tingkat keragaman fenotipe (TKF) yang luas atau sedang. Semua karakter kuantitatif yang diamati (jumlah lobus daun, panjang lobus daun, lebar lobus daun, rasio panjang dan lebar lobus daun, panjang tangkai daun, dan rendemen pati) menunjukkan TKF yang luas pada populasi F1 UJ5, UJ3, BL1, dan BL4. Kecuali karakter panjang lobus dan rendemen pati, semua karakter kuantitatif menunjukkan TKF luas pada populasi Cimanggu dan Darul Hidayah; TKF panjang lobus dan rendemen pati sempit. Kecuali karakter rendemen pati, semua karakter kuantitatif menunjukkan TKF luas pada populasi F1 Klenteng 37; TKF rendemen pati sempit. Pada populasi F1 Mulyo 3, semua karakter kuantitatif menunjukkan TKF yang luas kecuali karakter lebar lobus (sempit). Keragaman sebagian besar karakter kualitatif dan kuantitatif yang luas menunjukkan bahwa persilangan alami antar-tetua terjadi yang memungkinkan munculnya fenotipe rekombinan.

Kata kunci: Diversitas, fenotipe rekombinan, *Manihot esculenta*, populasi half-sib, tingkat keragaman fenotipe

Abstract. Utomo SD, Yusartika P, Popy L, Edy A, Sunyoto, Ardian. 2018. The degree of phenotypic variation of morphological and agronomic characters of eight F1 populations of cassava (*Manihot esculenta*) at Bandar Lampung. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 39-46. The objective of this study was to estimate the degree of phenotypic variation (DPV) of morphological and agronomic characters of eight F1 populations of cassava the results of natural sexual hybridization and/or self of 80 parental clones; the eight populations was derived from female parents UJ 5, Cimanggu, UJ 3, Klenteng 37, Mulyo 3, BL1, BL 4 dan Darul Hidayah. The pollination was conducted in 2015 at highland Sekincau, West Lampung (1100 m dpl.). The morphological and agronomic characters included qualitative and quantitative characters. Study to estimate the was conducted at Bandar Lampung, from May 2016-March 2017. The DPV of quantitative characters was high if the percentage of recombinant phenotypes $> 67\%$, moderate if $33\% \leq DPV \leq 67$, and low if $DPV < 33\%$. The DPV if quantitative characters was high if the total range $\geq 2 \times$ *Interquartile Range* (IQR) dan low if the total Range $\leq 2 \times$ IQR. Quantitative characters color of apical leaves, color of adaxial petiole, and color of abaxial petiole of all populations showed DPV high or moderate. All quantitative characters observed (number of leaf lobus, length of leaf lobus, width of leaf lobus, length/width ratio of leaf lobus, length of petiole, and starch rendement) indicated DPV high on F1 half-sib population of UJ5, UJ3, BL1, dan BL4. Except the length of leaf lobus and starch rendement, all quantitative characters showed high DPV on population of Cimanggu and Darul Hidayah; DPV of length of leaf lobus and starch rendement was low. The high variation of most qualitative and quantitative characters indicated that the open/natural hybridization among parental clones occurred and was effective to produce recombinant phenotypes.

Keywords: Diversity, recombinant phenotype, *Manihot esculenta*, half-sib population, degree of phenotypic variation

PENDAHULUAN

Ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan salah satu komoditas strategis di Indonesia, digunakan sebagai

sumber pangan, pakan, energi, dan bahan baku industri. Ubi kayu dapat digunakan sebagai bahan pangan mengandung vitamin A (Priadi et al. 2009) bahan plastik yang ramah lingkungan (*biodegradable plastics*) (Sriroth

and Sangseethong 2006). Kebutuhan terhadap ubi kayu diduga terus meningkat seiring dengan lajur pertumbuhan penduduk. Produksi ubi kayu di Indonesia pada tahun 2015 sebesar 21,80 juta ton dan produktivitas sebesar 229,51 kwintal/ha. Sebagai salah satu provinsi produsen ubikayu terbesar di Indonesia, Lampung menghasilkan sebesar 7.387.084 ton ubi segar pada tahun 2015 atau 34% total luas areal panen Indonesia (BPS, 2016). Produktivitas tanaman ubi kayu dapat ditingkatkan melalui kegiatan pemuliaan tanaman untuk merakit varietas unggul.

Sebagai komoditas strategis, perakitan varietas unggul ubikayu dilakukan di berbagai negara produsen ubi kayu, antara lain di Columbia (Ceballos et al. 2007a, b), Afrika (Ceballos et al. 2012), Brazil (Nazar 2007), Thailand (Kongsil 2016), dan Indonesia (Poespodarsono 1992; Noerwidjati 2011; Utomo et al. 2016; Yani et al. 2018). Perakitan varietas unggul ubi kayu di Indonesia antara lain dilakukan di Balai Penelitian Aneka Kacang dan Ubi (Balitkabi) Malang, IPB Bogor, dan Universitas Lampung (Unila) Bandar Lampung.

Karena diperbanyak secara vegetatif (klon), prosedur perakitan varietas ubi kayu relatif sederhana meliputi pembentukan atau perluasan keragaman genetik populasi, evaluasi dan seleksi, dan uji daya hasil. Tingkat keragaman atau diversitas yang tinggi sangat menentukan efektivitas seleksi. Dengan kata lain, keragaman yang luas menjamin seleksi yang efektif (Sudarmadji et al. 2007). Keragaman genetik populasi F1 dapat diperoleh melalui hibridisasi seksual antar-tetua yang relatif jauh hubungan kekerabatannya. Selain itu, karena klon tidak harus homozigot, selfing induk yang heterozigot menghasilkan keturunan F1 yang juga beragam (Ceballos et al. 2017).

Perakitan varietas ubi kayu yang dilakukan oleh pemulia Unila dimulai tahun 2011 (Utomo et al., 2016), dan menjadi salah satu program penelitian unggulan Unila sejak tahun 2016. Prosedur perakitan varietas unggul ubi

kayu di Unila merupakan modifikasi prosedur Ceballos et al. (2007b). Persilangan atau hibridisasi terbuka yang melibatkan 80 tetua betina dilakukan di dataran tinggi Sekincau Lampung Barat (1100 m dpl.) pada tahun 2015. Benih F1 hasil persilangan ditumbuhkan di media tanah dalam polybag pada tahun 2016, selanjutnya tanaman klon F1 dievaluasi keragamannya. Studi ini melaporkan tingkat keragaman fenotipe ubi kayu pada populasi F1 hasil persilangan terbuka. Tingkat keragaman fenotipe yang luas pada populasi ubi kayu dilaporkan oleh Priadi et al. (2009), Firdaus et al. (2016), Hartati et al. (2012). Tiga studi tersebut melaporkan keragaman dalam populasi yang bukan keturunan langsung tetua hasil persilangan. Tingkat keragaman fenotipe pada populasi F1 ubi kayu yang luas dilaporkan oleh Ntui et al. (2006), Priadi et al. (2009), Hartati et al. (2012), Putri et al. (2013), Firdaus et al. (2016), Mathew et al. (2017), dan Rao et al. (2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keragaman fenotipe delapan populasi F1 *half-sib* ubi kayu di Bandar Lampung.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan waktu pelaksanaan penelitian

Penelitian ini terdiri atas tiga tahap. Tahap I yaitu persilangan terbuka di dataran tinggi Sekincau Lampung Barat (1100 m dpl.) (Gambar 1) pada November 2014-Desember 2015. Tahap II yaitu penyemaian benih F1 hasil hibridisasi, dilaksanakan di Kelurahan Gunung Terang Kecamatan Langkapura, Kota Bandar Lampung pada bulan Desember 2015-April 2016. Tahap III berupa evaluasi klon F1 yang dipindahtanamkan dari persemaian ke lahan Lab. Lapang Terpadu Unila Bandar Lampung; dilaksanakan pada bulan Mei 2016-Maret 2017.



Gambar 1. Lokasi pelaksanaan kegiatan Tahap I di dataran tinggi Sekincau, Lampung Barat

Pelaksanaan penelitian

Tahap I: hibridisasi terbuka

Bahan yang digunakan yaitu delapan populasi F1 *half-sib*, setiap populasi merupakan kumpulan individu tanaman F1 hasil persilangan terbuka yang melibatkan 80 tetua; setiap populasi merupakan keturunan satu tetua betina (Tabel 1). Studi ini melaporkan 8 dari 80 populasi *half-sib*. Delapan puluh tetua persilangan terdiri atas varietas unggul nasional, klon-klon introduksi, dan klon F1 hasil persilangan. Tetua persilangan ditanam di lahan berukuran 20 x 50 m yang terdiri atas 140 petak, masing-masing berukuran 5 x 1 m. Setiap petak ditanami 10 stek dari satu klon (jarak tanam dalam baris 50 cm dan antar-baris 100 cm). Klon ditanam secara acak; setiap klon terdiri atas 10 stek yang ditanam dalam satu baris. Varietas atau klon unggul nasional UJ 3 dan UJ 5 masing-masing ditanam pada 14 petak tersebar secara acak. Klon-klon lainnya ditanam dalam 1-5 petak tersebar secara acak. Benih botani hasil persilangan dipanen mulai bulan Juli-Desember 2015.

Tahap II: persemaian benih botani F1

Benih botani F1 hasil persilangan terbuka disemai pada media tanah (tanah: pupuk kandang = 2: 1) di dalam polybag 10 kg; setiap polybag ditanam benih ≤ 20 benih. Teknik budidaya standar diterapkan sampai siap dipindahkan ke lapang pada umur 4-5 bulan setelah tanam.

Tahap III: evaluasi keragaman populasi F1 half-sib

Tanaman F1 kemudian dipindahtanamkan (*transplanting*) berupa stek dengan panjang berkisar 20-30 cm dan diameter berkisar 1-2 cm ke Lahan Laboratorium Lapang Terpadu Universitas Lampung pada bulan Maret-April 2016. Setiap klon F1 berupa satu stek; klon-klon dalam satu populasi ditanam berdekatan, tanpa ulangan. Jarak tanam antar stek 50 x 50 cm. Pupuk NPK Mutiara (15: 15: 15) diberikan seminggu setelah tanam, dosis 300 kg/ha. Pemeliharaan tanaman meliputi pengendalian gulma, pembumbunan, dan penyiraman. Variabel yang diamati meliputi: (i) karakter kualitatif: warna daun pucuk, warna

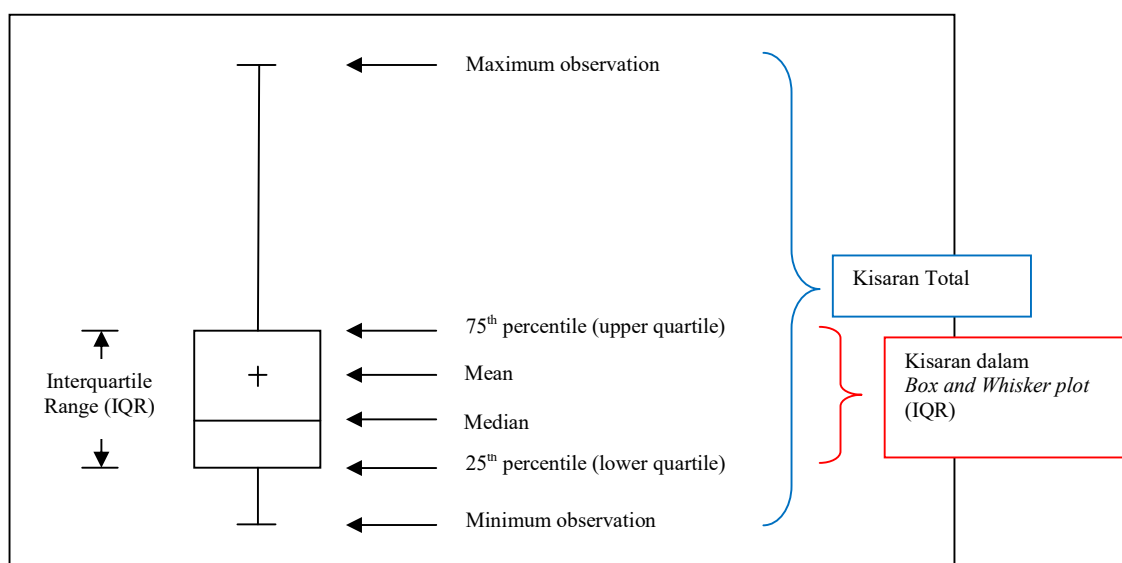
permukaan atas tangkai daun, dan warna permukaan bawah tangkai daun; dan (ii) karakter kuantitatif: panjang lobus daun, lebar lobus daun, rasio panjang lebar lobus, jumlah lobus daun, panjang tangkai daun, dan rendemen pati. Pengamatan variabel-variabel tersebut mengacu pada Fukuda et al. (2010).

Tingkat keragaman fenotipe (TKF) karakter kualitatif dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu luas, sedang, dan sempit (Utomo et al., 2017). Pengelompokan didasarkan pada persentase fenotipe rekombinan (PFR). Fenotipe karakter suatu individu klon F1 dibagi menjadi dua kelompok, yaitu fenotipe parental dan fenotipe rekombinan (FR). FP suatu karakter klon F1 adalah fenotipe yang menyerupai fenotipe tetua betina; sedangkan FR tidak menyerupai fenotipe tetua betina, mungkin sama dengan fenotipe tetua jantan. TKF dinyatakan luas, jika $PFR > 67\%$; sedang jika $33\% < PFR \leq 67\%$; dan sempit jika $PFR \leq 33\%$.

Tingkat keragaman fenotipe (TKF) karakter kuantitatif dibagi menjadi dua kelompok, yaitu luas dan sempit. TKF karakter kuantitatif dinyatakan luas apabila kisaran total (*range*) > *Inter-quartile Range* (IQR) atau kisaran dalam *box and whisker plot* (Gambar 2). Sebaliknya, apabila kisaran total ≤ dua kali kisaran dalam *box and whisker plot* maka TKF dinyatakan sempit (Utomo et al. 2017).

Tabel 1. Nama populasi F1 *half-sib*, nama tetua betina, dan jumlah klon F1 per populasi yang dievaluasi

Nama populasi F ₁	Nama tetua betina	Jumlah klon F1 yang dievaluasi
<i>Half-sib</i> UJ 5	UJ5	53
<i>Half-sib</i> UJ 3	UJ3	28
<i>Half-sib</i> Cimanggu	Cimanggu	29
<i>Half-sib</i> Klenteng 37	Klenteng 37	10
<i>Half-sib</i> Mulyo 3	Mulyo 3	21
<i>Half-sib</i> BL 1	BL 1	14
<i>Half-sib</i> BL 4	BL 4	37
<i>Half-sib</i> Darul Hidayah	Darul Hidayah	11



Gambar 2 *Box and whisker plot*. Tingkat keragaman fenotipe (TKF) dinyatakan luas jika kisaran total lebih kecil daripada dua kali kisaran dalam *box and whisker plot*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat keragaman fenotipe karakter kualitatif

Tingkat keragaman fenotipe (TKF) karakter warna daun pucuk, warna permukaan atas tangkai daun, dan warna permukaan bawah tangkai daun pada delapan populasi F1 half-sib menunjukkan keragaman yang luas atau sedang. TKF warna daun pucuk luas pada empat dari delapan populasi F1 half-sib yang diamati; empat populasi lainnya menunjukkan TKF sedang (Tabel 2-4). Pada populasi F1 half-sib UJ 5 (Tabel 2), fenotipe parental daun pucuk berwarna ungu (15,1%), sedangkan tiga fenotipe rekombinan (84,9%) adalah hijau muda, hijau tua, dan hijau keunguan. Pada populasi F1 Klenteng 37, TKF warna daun pucuk termasuk luas, yaitu 80% (Tabel 3); sedangkan pada populasi F1 Darul Hidayah, TKF warna daun pucuk termasuk sedang yaitu 66,6% (Tabel 4).

TKF warna permukaan atas tangkai daun luas pada lima populasi dan sedang pada tiga populasi (Tabel 2-4). Fenotipe rekombinan warna permukaan atas tangkai daun meliputi hijau, hijau kemerahan, merah, dan ungu (98,1%); didominasi oleh warna merah kehijauan sebesar 47,2% (Tabel 2). Warna permukaan atas tangkai daun menunjukkan TKF yang luas yaitu 81% pada populasi F1 Mulyo 3 (Tabel 3), dan juga pada populasi F1 BL 4 yaitu 86,8% (Tabel 4).

Warna permukaan bawah tangkai daun menunjukkan TKF yang luas pada empat populasi, dan sedang pada empat populasi lainnya (Tabel 2-4). Pada populasi F1 half-sib UJ 5 (Tabel 2), fenotipe parental permukaan atas tangkai daun hijau kekuningan (%); sedangkan fenotipe rekombinan permukaan bawah tangkai daun berwarna hijau, hijau kemerahan, dan ungu (69,8%). Warna permukaan bawah tangkai daun menunjukkan TKF yang luas yaitu 80% pada populasi F1 Mulyo 3 (Tabel 3), dan juga pada populasi F1 Darul Hidayah yaitu 91,7% (Tabel 4).

Tingkat keragaman fenotipe (TKF) karakter kuantitatif

Fenotipe enam karakter kuantitatif yang diamati pada populasi F1 half-sib UJ 5, UJ 3, BL 1, dan BL 4 menunjukkan tingkat keragaman yang luas (Tabel 5 dan 6). Tingkat keragaman fenotipe (TKF) yang luas berarti kisaran total (nilai maksimum dikurangi nilai minimum) \geq dua kali nilai *inter-quartile range* (IQR). Pada populasi F1 half-sib Klenteng 37 dan Mulyo 3, lima dari enam karakter menunjukkan TKF yang luas; sedangkan pada populasi F1 Cimanggu dan Darul Hidayah, empat dari enam karakter menunjukkan TKF yang luas.

Karakter jumlah lobus daun berkisar antara 4-9 helai pada delapan populasi F1 yang diamati; TKF jumlah lobus luas. Salah satu karakter agronomi yang penting yang diamati dalam studi ini adalah rendemen pati. TKF rendemen pati populasi F1 UJ 5, UJ 3, Mulyo 3, BL 1, dan BL 4 luas; sebaliknya TKF populasi F1 Cimanggu, Klenteng 37, dan Darul Hidayah sempit. Pada populasi F1

UJ 5, rendemen pati berkisar antara 14,8-27,5%. Pada populasi BL 4, rendemen pati berkisar antara 10,5-27,1%. Sebaliknya, pada populasi F1 Klenteng 37 dan Darul Hidayah, rendemen pati berturut-turut berkisar antara 20,5-24,6% dan 15,4-20,7%.

Pembahasan

Dalam penelitian ini, tingkat keragaman fenotipe diduga dalam rangka menunjukkan efektifitas persilangan terbuka ubi kayu. Berdasarkan data persentase fenotipe rekombinan, diperoleh individu-individu F1 yang fenotipenya berbeda dengan tetua betina. Perbedaan fenotipe tersebut dapat disebabkan oleh dua kemungkinan, yaitu hasil persilangan dengan tetua jantan atau hasil selfing tetua betina. Selfing klon tetua betina dapat menghasilkan populasi F1 yang bersegregasi karena klon ubi kayu pada umumnya heterozigot (Ceballos et al. 2017). Keragaman yang luas pada individu F1 sebagai hasil dari dua kemungkinan tersebut memungkinkan seleksi yang efektif untuk mendapatkan varietas atau klon unggul baru.

Hasil penelitian ini menunjukkan tingkat keragaman fenotipe (TKF) yang luas pada sebagian besar populasi F1 dan sebagian besar karakter yang diamati (kualitatif dan kuantitatif). TKF yang luas pada populasi atau genotipe F1 sesuai dengan yang ditunjukkan oleh Ntui et al. (2006), Priadi et al. (2009), Hartati et al. (2012), Putri et al. (2013), Firdaus et al. (2016), Mathew et al. (2017), dan Rao et al. (2018). Priadi et al. (2009) melaporkan variasi atau keragaman kandungan beta karoten 14 klon ubi kayu. Firdaus et al. (2016) melaporkan keragaman luas pada sebagian karakter daun, tangkai daun dan ubi. Mathew et al. (2017) dan Rao et al. (2018) menduga keragaman berdasarkan koefisien keragaman fenotipe dan koefisien keragaman genotipe karakter kualitatif dan kuantitatif ubi kayu. Dengan demikian kegiatan pemuliaan selanjutnya yaitu seleksi dapat dilakukan secara efektif (Ceballos et al. 2007a, Ceballos et al. 2007b, Sudarmadji et al. 2007).

Dua tetua betina yang diikuti dalam persilangan terbuka dalam studi ini adalah varietas standar di Provinsi Lampung yaitu UJ 3 dan UJ 5. Dua varietas tersebut merupakan introduksi dari Thailand dan berturut-turut merupakan hasil uji adaptasi dari klon Rayong 6 dan KU 50 (Balitkabi 2016). UJ 3, berumur genjah, berproduksi dan berkadar pati tinggi. UJ 5 berproduksi dan berkadar pati tinggi. Keturunan dari persilangan yang melibatkan dua tetua tersebut diharapkan berproduksi dan berkadar pati tinggi.

Karakter agronomi penting yaitu rendemen pati diamati dalam penelitian ini; TKF rendemen pati luas pada 5 dari 8 populasi F1. Seleksi untuk mendapatkan varietas yang tinggi rendemen pati diharapkan efektif. Karena klon-klon F1 yang diamati dalam penelitian ini ditanam dengan jarak tanam yang lebih rapat daripada jarak tanam yang standar, bobot ubi tidak diamati. Pengamatan bobot ubi akan dilakukan pada uji daya hasil sebagai kelanjutan penelitian ini.

Tabel 2. Tingkat keragaman fenotipe (TKF) yang diduga berdasarkan persentase fenotipe rekombinan (PFR) pada karakter warna daun pucuk, warna permukaan atas dan bawah tangkai daun klon-klon populasi F1 keturunan tetua betina UJ 5, Cimanggu, dan UJ 3

Variabel	Pop. F1 UJ 5		Pop. F1 Cimanggu		Pop. F1 UJ 3	
	Jumlah klon	(%)	Jumlah klon	(%)	Jumlah klon	(%)
Warna daun pucuk						
Hijau muda	22	41,5	2	6,9	16	57,1
Hijau tua	6	11,3	17	58,6	6	21,4
Hijau keunguan	17	32,1	10	34,5	4	14,3
Ungu	8	15,1	0	0	2	7,1
Fenotipe parental	Ungu		Hijau keunguan		Hijau muda	
Persentase fenotipe rekombinan (PFR)	84,9		65,5		42,9	
Tingkat keragaman fenotipe (TKF)	Luas		sedang		sedang	
Warna permukaan atas tangkai daun						
Hijau kekuningan	1	1,9	0	0	0	0
Hijau	8	15,1	5	17,2	3	10,7
Hijau kemerahan	8	15,1	1	3,4	10	35,7
Merah kehijauan	25	47,2	10	34,5	8	28,6
Merah	4	7,5	7	24,1	1	3,6
Ungu	7	13,2	6	20,7	6	21,4
Fenotipe parental	Hijau kekuningan		Merah		Hijau kemerahan	
PFR	98,1		75,9		64,3	
TKF	Luas		luas		sedang	
Warna tangkai bawah daun						
Hijau kekuningan	16	30,2	7	24,1	11	39,3
Hijau	28	52,8	10	34,5	11	39,3
Hijau kemerahan	1	1,9	1	3,4	1	3,6
Merah kehijauan	4	7,5	6	20,7	3	10,7
Merah	3	5,7	4	13,8	0	0
Ungu	1	1,9	1	3,4	2	7,1
Fenotipe parental	Hijau kekuningan		Ungu		Hijau	
PFR	70		96,6		61	
TKF	Luas		luas		sedang	

Keterangan: TKF dinyatakan luas, jika PFR > 67%; sedang jika 33% < PFR ≤ 67%; dan sempit jika PFR ≤ 33%.

Tabel 3. Tingkat keragaman fenotipe (TKF) yang diduga berdasarkan persentase fenotipe rekombinan (PFR) pada karakter warna daun pucuk, warna permukaan atas dan bawah tangkai daun klon-klon populasi F1 keturunan tetua betina Klenteng 37 dan Mulyo 3

Variabel	Pop. F1 Klenteng 37		Pop. F1 Mulyo 3	
	Jumlah klon	(%)	Jumlah klon	(%)
Warna daun pucuk				
Hijau muda	2	20	12	57,1
Hijau tua	6	60	2	9,5
Hijau keunguan	2	20	7	33,3
Ungu	0	0	0	0
Fenotipe parental	Hijau keunguan			
Persentase fenotipe rekombinan (PFR)	80		66,7	
Tingkat keragaman fenotipe (TKF)	Luas		Sedang	
Warna atas permukaan atas tangkai daun				
Hijau kekuningan	0	0	0	0
Hijau	0	0	1	4,8
Hijau kemerahan	0	0	4	19
Merah kehijauan	2	20	10	47,6
Merah	4	40	2	9,5
Ungu	4	40	4	19
Fenotipe parental	Merah		Hijau kemerahan	
PFR	60		81	
TKF	Sedang		Luas	
Warna permukaan bawah tangkai daun				
Hijau kekuningan	4	40	11	52,4
Hijau	4	40	10	47,6
Hijau kemerahan	0	0	0	0
Merah kehijauan	0	0	0	0
Merah	2	20	0	0
Ungu	0	0	0	0
Fenotipe parental	Merah		Hijau	
PFR	80		52,4	
TKF	Luas		Sedang	

Tabel 4. Tingkat keragaman fenotipe (TKF) yang diduga berdasarkan persentase fenotipe rekombinan (PFR) pada karakter warna daun pucuk, warna permukaan atas dan bawah tangkai daun klon-klon populasi F1 keturunan tetua betina BL 1, BL 4, dan Daruh Hidayah

Variabel	Pop. F1 BL 1		Pop. F1 BL 4		Pop. F1 Darul Hidayah	
	Jumlah klon	(%)	Jumlah klon	(%)	Jumlah klon	(%)
Warna daun pucuk						
Hijau muda	5	36	18	47,3	4	33,3
Hijau tua	3	21	14	37	7	58,3
Hijau keunguan	4	29	5	13,1	1	8,3
Ungu	2	14	1	2,6	0	0
Fenotipe parental	Hijau Keunguan		Hijau keunguan		Hijau muda	
Persentase fenotipe rekombinan (PFR)	71,4		86,8		66,6	
Tingkat keragaman fenotipe (TKF)	luas		luas		sedang	
Warna tangkai atas daun						
Hijau kekuningan	1	7,1	1	2,6	0	0
Hijau	2	14,3	5	13,2	1	8,3
Hijau kemerahan	4	28,6	8	21,0	1	8,3
Merah kehijauan	0	0	6	15,8	2	16,6
Merah	6	42,9	14	36,9	3	25,0
Ungu	1	7,1	4	10,5	5	41,6
Fenotipe parental	Hijau kekuningan		Hijau		Merah	
PFR	98,1		86,9		75	
TKF	luas		luas		luas	
Warna tangkai bawah daun						
Hijau kekuningan	5	35,7	12	31,6	3	25
Hijau	3	21,4	15	39,5	6	50
Hijau kemerahan	1	7,1	8	21	0	0
Merah kehijauan	4	28,6	1	2,6	1	8,3
Merah	0	0	2	5,3	1	8,3
Ungu	1	7,1	0	0	1	8,3
Fenotipe parental	Merah kehijauan		Hijau		Merah	
PFR	71,4		60,53		91,7	
TKF	luas		sedang		luas	

Tabel 5. Tingkat keragaman fenotipe (TKF) enam karakter kuantitatif yang diamati pada lima populasi F1 *half-sib*

Nama populasi F1/ karakter	Nilai maksimum	Nilai minimum	Kisaran (range)	IQR	Tingkat keragaman fenotipe (TKF)
Populasi F1 UJ 5					
Jumlah lobus	9	5	4	0	Luas
Pajang lobus (cm)	21	11	10	4,6	Luas
Lebar lobus (cm)	6,0	3,2	2,9	1,1	Luas
Rasio panjang lebar lobus	5,0	2,9	2,0	0,5	Luas
Panjang tangkai daun (cm)	30,8	11,2	19,6	6,1	Luas
Rendemen pati	27,5	14,8	12,8	4,2	Luas
Populasi F1 Cimanggu					
Jumlah lobus	9	5	4	2	Luas
Pajang lobus (cm)	21,2	10	11,2	6	Sempit
Lebar lobus (cm)	9,4	3,2	6,2	1,2	Luas
Rasio panjang lebar lobus	4,8	1,8	3	1	Luas
Panjang tangkai daun (cm)	36	7	29	8	Luas
Rendemen pati (%)	24	18,5	12,3	3,4	Sempit
Populasi F1 UJ 3					
Jumlah lobus	9	5	4	0	Luas
Pajang lobus (cm)	24,2	11	13,2	3,8	Luas
Lebar lobus (cm)	6,8	3,4	3,4	1,1	Luas
Rasio panjang lebar lobus	4,4	2,5	1,9	0,5	Luas
Panjang tangkai daun (cm)	29,5	10	19,5	7	Luas
Rendemen pati (%)	24	18,2	5,8	1,6	Luas
Populasi F1 Klenteng 37					
Jumlah lobus	9	5	4	0	Luas
Pajang lobus (cm)	18,0	12,3	5,8	2,5	Luas
Lebar lobus (cm)	5,1	3,2	1,9	0,6	Luas
Rasio panjang lebar lobus	4,6	3,1	1,5	0,44	Luas
Panjang tangkai daun (cm)	30,5	13,3	17,2	5,7	Luas
Rendemen pati (%)	24,6	20,5	4,1	4,1	Sempit

Populasi F1 Mulyo 3					
Jumlah lobus (cm)	9	5	4	0	Luas
Pajang lobus (cm)	25,3	11,5	13,8	6,0	Luas
Lebar lobus	5,1	3,6	1,5	0,8	Sempit
Rasio panjang lebar lobus	5,1	2,9	2,1	1,0	Luas
Panjang tangkai daun (cm)	30	11	19	8	Luas
Rendemen pati (%)	24	18,5	5,4	3	Luas

Tabel 6. Tingkat keragaman fenotipe (TKF) enam karakter kuantitatif yang diamati pada populasi F1 *half-sib* keturunan tetua betina BL 1, BL 4, dan Darul Hidayah

Nama tetua Betina/variabel	Nilai maksimum	Nilai minimum	Kisaran (Range)	IQR	Keragaman
Populasi F1 BL 1					
Jumlah lobus	9	5	4	0	Luas
Pajang lobus (cm)	23	13,5	9,5	4,3	Luas
Lebar lobus (cm)	6,4	3,8	2,6	0,4	Luas
Rasio panjang/lebar lobus	4,4	2,8	1,6	0,4	Luas
Panjang tangkai daun (cm)	35,3	19,4	15,9	7	Luas
Rendemen pati (%)	19,6	11,2	8,3	2,2	Luas
Populasi F1 BL 4					
Jumlah lobus	9	5	4	0	Luas
Pajang lobus (cm)	24,8	9,7	15,1	4,4	Luas
Lebar lobus (cm)	7,4	3,2	4,1	1,3	Luas
Rasio panjang/lebar lobus	4,5	2,7	1,8	0,5	Luas
Panjang tangkai daun (cm)	39,7	15,5	24,3	9,3	Luas
Rendemen pati (%)	27,1	10,5	16,6	8	Luas
Populasi F1 Darul Hidayah					
Jumlah lobus	9	5	4	0	Luas
Pajang lobus (cm)	22,5	14,1	8,5	6,1	Sempit
Lebar lobus (cm)	5,5	3,5	2,1	0,7	Luas
Rasio panjang/lebar lobus	4,7	3,1	1,6	0,6	Luas
Panjang tangkai daun (cm)	40,3	18	22,3	9	Luas
Rendemen pati (%)	20,7	15,4	5,3	2,7	Sempit

UCAPAN TERIMA KASIH

Studi ini sebagian dibiayai oleh Hibah Strategis Nasional atau Penelitian Strategis Nasional Institutu Kemeristekdikti berdasarkan Kontrak Penelitian No. 19/UN26/8/LPPM/2016, No. 585/UN 26.21/KU/2017, dan Kontrak Tahun 2018. Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dana tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Balitkabi 2016. Deskripsi Varietas Ubi kayu 1978 – 2016. <http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2016/09/ubikayu.pdf>. Diakses 1 April 2018
- BPS. 2016. Tabel dinamis, Pertanian dan Pertambangan. <http://www.bps.go.id>. Diakses tanggal 31 Desember 2016.
- Ceballos H, Fregene M, Perez JC, Morante N, and Calle F. 2007a. Cassava Genetic Improvement. In: Kang MS, Priyadarshan PM (Eds) Breeding Major Food Staples. Blackwell Publ. Oxford, UK.
- Ceballos H, Kulakow P, Hershey C. 2012. Cassava Breeding: Current Status, Bottlenecks and the Potential of Biotechnology Tools. *J. Tropical Plant Biol.* 5: 73-87.
- Ceballos H, Morante N, Calle F, Lenis J, Salazar S., 2017. Developing new cassava varieties: tools, techniques and strategies. In: Achieving Sustainable Cultivation of Cassava Volume 2. DOI: 10.19103/AS.2016.0014.15.
- Ceballos H, Perez JC, Calle F, Jaramillo G, Lenis JI, Morante N, Lopez J. 2007b. A New Evaluation Scheme For Cassava Breeding At CIAT. In Proceedings 7th Regional Workshop held in Bangkok, Thailand. www.ciat.cgiar.org. Accessed in June 2012. 125-135.
- Firdaus NR, Haryati PKD, Yusniwati. 2016. Karakterisasi Fenotipik Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Lokal Sumatera Barat. *Jurnal Agroteknologi* 10 (1) : 104-116.
- Fukuda, WMG, Guevara CL, Kawuki R, Ferguson ME. 2010. Selected Morphological and Agronomic Descriptors for The Characterization of Cassava. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria.
- Hartati, NS, Fitriani H, Supatmi, Sudarmonowati E. 2012. Karakter umbi dan nutrisi tujuh genotipe ubi kayu (*Manihot esculenta*). *Jurnal Agricola.* 2 (2): 101-110.
- Kongsil P, Kittipadukul P, Phumichai C, Lertsuchatanvanich U, Petchpoung K. 2016. Path analysis of agronomic traits of Thai cassava for high root yield and low cyanogenic glycoside. *Pertanika J Trop Agric Sci* 39 (2): 197-218.
- Mathew AM, Bahadur V, Prasad VM, Ghosh G, Mishra S, Topno SE. 2017. Study on genetic variability, heritability and genetic advance in tapioca (*Manihot esculenta*) under Allahabad Agro-Climatic conditions. *J Pharmacog Phytochem* 6 (4): 1287-1290
- Nassar N, Vizzotto CS, Schwartz CA, and Pires-Júnior OR. 2007. Cassava diversity in Brazil: the case of carotenoid-rich landraces. *Gene Mol Res* 6 (1): 116-121.
- Noerwidjati K, Sholihin, Sundari T. 2011. Hibridisasi Ubi Kayu. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, Malang.
- Ntui VO, Uyoh EA, Affangideh U, Udensi U, Egbonyi JP. 2006. Correlation and genetic variability in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *J Food Agric Environ* 4 (3&4) : 147-150.

- Poespodarsono S. 1992. Pemuliaan Ubi Kayu. Dalam: Kasno A, Dahlan M, Hasnam (eds.). Prosiding Simposium Pemuliaan Tanaman I Perhimpunan Pemuliaan Tanaman Indonesia Komda Jawa Timur. 27-28 Agustus 1991, Malang, Jawa Timur.
- Priadi D, Permana D, Dona S, Hartati S, Sudarmonowati E. 2009. Selection of Indonesia cassava (*Manihot esculenta* Crantz) genotypes as source of β -carotene. *Biodiversitas* 10 (1): 6-11
- Putri, D.L., Sunyoto, E. Yuliadi, dan S.D. Utomo. 2013. Keragaman karakter agronomi klon-klon F1 ubikayu (*Manihot esculenta* Crantz) keturunan tetua betina Uj-3, Cmm 25-27, dan mentik urang. *Jurnal Agrotek Tropika* 1 (1): 1-7.
- Rao BB, Swami DV, Ashok P, Babu BK, Ramajayam D and Sasikala K. 2018. Estimation of genetic variability and heritability for yield and its related components in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) genotypes. *Int J Curr Microbiol Appl Sci* 7 (6): 287-297.
- Sriroth K. Sangseethong, K. (2006). Biodegradable plastics from cassava starch. *Acta Hort* 703: 145-152.
- Sudarmadji, Mardjono R, Sudarmo H. 2007. Variasi genetik, heritabilitas, dan korelasi genotipik sifat-sifat penting tanaman wijen (*Sesamum indicum* L.). *Jurnal Litri* 13 (3): 88-92.
- Utomo SD, Sari R, Edy A, Setiawan K, and Yuliadi E. 2017. Variation of morphological and agronomic characters of eight half-sib fl populations of cassava. Paper presented at International Conference on Root and Tuber Crops, 10-11 October 2017, Univ. Brawijaya, Malang.
- Utomo SD, Yuliadi E, Sunyoto, Edy A, Yafizham, Simatupang D, Suminar R, Hutapea A. 2016. Cultivar development of cassava at the University of Lampung Indonesia.. In: Wulandari, C., et al. (ed.) *The Proc. USR International Seminar on Food Security, Vol I. Bandar Lampung* 23-24 August 2016.
- Yani RH, Khumaida N, Ardhie SW, Syukur M.. 2018. Analysis of variance, heritability, correlation and selection character of M1 V3 generation cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Mutants. *Agrivita* 40: 74-79.