

Keragaman dan Potensi Genetik Ubi Jalar Lokal Pada Kondisi *Partial Submergence*

Genetic Diversity and Potentials of Local Sweet Potato under Partial Submergence Condition

Helen Hetharie^{1,*}, Simon H.T. Raharjo¹, Anna Y. Wattimena¹,
Reny Tomaso¹, dan La Dahamarudin²

¹Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena Kampus Poka Ambon 97233, Indonesia

²Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Maluku, Jl. Soplanit, Rumahtiga, Ambon 97234

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

ABSTRACT

Excess ground water above normal due to high rainfall affect the growth and yields of crops. The objectives of the study were to measure the genetic diversity of local sweet potato clones, to obtain characters of vegetative and yield characters that were responsive against of partial submergence and sweet potato clones that had highest yield components. The method of research was a one-factor experiment involving 21 sweet potato clones using a Completely Randomized Block design with 3 replication. The partial submergence in this study mean that was the lower parts of the plants submerged when the plant were 2 and 3 months old. Data were analyzed with F test, genotype and phenotype variance, and DMRT test. The results show the sweet potato clones have a wide diversities of vegetative and yield characters. Vegetative characters that were positively responsive to partial submergence were the number of green leaves, leaf area per plant, leaf area index, and stem length. Yield characters that were positively responsive to partial submergence were tuber number and tuber length. Some of the clones with the highest production potential were shown through two of the three yields indicators (tubers number, individual tuber weight and tuber weight per plant), i.e. A13, AR15, B9, BSepa-U, BR5, H1 clones and Antin 2 variety..

Keywords: *excess water, genotype variance, Ipomoea batatas, Maluku, yield character*

ABSTRAK

Kelebihan air tanah di atas normal akibat curah hujan yang tinggi mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman. Tujuan penelitian untuk mengukur keragaman genetik klon-klon ubi jalar lokal, serta mendapatkan karakter vegetatif dan karakter hasil yang responsif positif terhadap *partial submergence* dan klon ubi jalar yang mempunyai komponen hasil tertinggi. Metode penelitian berupa percobaan satu faktor yaitu 21 klon ubi jalar menggunakan rancangan acak lengkap berblok dengan pengulangan tiga kali. *Partial submergence* dalam penelitian ini yaitu bagian bawah dari tanaman terendam air pada umur tanaman 2 dan 3 bulan. Analisis data dengan uji F, ragam genotip dan fenotip, dan uji DMRT. Hasil menunjukkan bahwa klon-klon ubi jalar mempunyai keragaman luas pada semua karakter vegetatif dan produksi. Karakter vegetatif yang responsif positif terhadap *partial submergence* yaitu jumlah daun hijau, luas daun per tanaman, indeks luas daun dan panjang batang. Karakter produksi yang responsif positif terhadap *partial submergence* yaitu jumlah umbi dan panjang umbi. Beberapa klon dengan potensi produksi melalui dua dari tiga indikator produksi (jumlah umbi, bobot per umbi dan bobot umbi segar per tanaman) tertinggi yaitu A13, A15, B9, BSepa-U, BR5, H1, dan varietas Antin 2.

Kata kunci: *Ipomoea batatas, karakter hasil, Maluku, ragam genotip, terendam*

PENDAHULUAN

Ubi jalar (*Ipomoea Batatas* L. Lam) merupakan salah satu tanaman umbi-umbian sumber karbohidrat utama di Maluku. Selain itu, tanaman ini merupakan tanaman pangan sumber karbohidrat setelah padi, jagung dan ubi kayu di Indonesia. Selain sebagai sumber karbohidrat, ubi jalar merupakan sumber vitamin, β -karoten dan antioksidan penting bagi kesehatan

masyarakat terutama yang berdaging umbi berwarna ungu dan oranye.

Sumber daya genetik ini mempunyai keragaman fenotipik yang cukup tinggi berdasarkan morfologi daun, batang maupun umbi. Di provinsi Maluku, komoditas ini ditemukan juga mempunyai keragaman tinggi pada tingkat insitu (Raharjo *et al.*, 2014), maupun pada tingkat eksitu (Hetharie *et al.*, 2017). Keragaman yang tinggi dikendalikan secara genetik atau merupakan interaksi faktor genetik dengan lingkungan tumbuh. Ubi jalar

termasuk tanaman heksaploid dengan jumlah kromosom yang cukup banyak ($2n = 6x = 90$), tidak kesesuaian sendiri, dan menyerbuk silang (Ozias-Akins dan Jarret, 1994). Keragaman genetik dalam koleksi menjadi penting karena plasma nutfah itu dapat digunakan sebagai sumber gen untuk perbaikan sesuai tujuan pemuliaan.

Perubahan iklim global saat ini berdampak pada perubahan curah hujan yang mengakibatkan kelebihan air pada lahan-lahan pertanian di atas kejadian normal. Tanaman-tanaman yang tercekam kelebihan air akan memperlihatkan penurunan pertumbuhan dan berdampak terhadap organ-organ reproduksi. Kejadian cekaman air pada tanaman dikelompokkan atas: 1) *waterlogging* menggambarkan sistem akar saja yang terendam; dan 2) *submergence* atau *flooding*. Ketika sebagian tanaman terendam air diistilahkan dengan *partial submergence* dan jika seluruh tanaman terendam disebut *all submergence* (Striker, 2010; Bailey-Serres *et al.*, 2012). *Waterlogging* berdampak negatif terhadap *cape gooseberry* yang diperlihatkan melalui reduksi luas daun, penutupan stomata, layu daun, yang berdampak pada menurunnya jumlah kuncup bunga, jumlah bunga dan jumlah buah (Aldana *et al.*, 2014). Ezin *et al.* (2010) menemukan bahwa penurunan jumlah bunga dan buah, serta ukuran dan berat buah pada tomat diakibatkan oleh penghambatan fotosintesis pada kondisi *flooding*. Scott *et al.* (1989) mendapatkan bahwa tanaman kedele pada kondisi *flooding* selama dua hari diakhir dari pertumbuhan vegetatif menyebabkan kehilangan hasil 18%, dan pada tahap awal reproduksi terjadi kehilangan hasil 26%.

Penggunaan varietas yang toleran terhadap cekaman kelebihan air tanah diperlukan saat ini untuk mengantisipasi perubahan cuaca serta memanfaatkan lahan tidak produktif karena terendam air ketika musim hujan. Ubi jalar merupakan salah satu tanaman yang tidak toleran terhadap kondisi *waterlogging*, terutama pada inisiasi umbi (Wilson, 1982). Perbaikan ubi jalar toleran terhadap kelebihan air pada kondisi *waterlogging* maupun *submergence* dapat dilakukan jika tersedia sumber gen dalam koleksi. Penjarangan klon-klon ubi jalar yang mampu bertumbuh dan berproduksi pada kondisi *partial submergence* diperlukan untuk menjawab kebutuhan sumber gen tersebut. Dengan demikian tujuan penelitian ini adalah mengukur keragaman genetik klon-klon ubi jalar berdasarkan ragam genetik dan ragam fenotip, mendapatkan karakter vegetatif dan komponen produksi yang responsif terhadap *partial submergence*, mendapatkan klon ubi jalar yang mempunyai komponen hasil tertinggi.

Tabel 1. Data klimatologi selama penelitian

Bulan	Suhu Rata-Rata (°C)	Curah Hujan (mm)	Hari Hujan	Penyinaran Matahari (%)
Maret	27	143	23	57
April	26.9	129	26	65
Mei	26.4	753	29	40
Juni	25.4	1430	29	2
Juli	25.4	1046	27	32
Agustus	25.6	452	29	28
September	26.0	501	25	33

Sumber: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Stasiun Meteorologi Pattimura Ambon Tahun 2017

BAHAN DAN METODE

Penelitian berlangsung di Desa Rumah Tiga, kota Ambon, terhadap 21 klon ubi jalar terdiri dari 19 klon lokal yang berasal dari Kabupaten Seram Bagian Barat, Maluku Tengah, Buru Selatan, Maluku Tenggara, Maluku Tenggara Barat, dan Kota Ambon, dan 2 varietas unggul yaitu Antin 2 dan Cilembu dari Balai Penelitian Kacang dan Umbi-Umbian, Malang. Percobaan adalah percobaan faktor tunggal yaitu 21 klon ubi jalar sebagai perlakuan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Berblok dengan pengulangan tiga kali. Ubi jalar ditanam dengan menggunakan stek pucuk. Penanaman dengan jarak tanam 75×40 cm. Petak berukuran 275×170 cm yang ditanam dengan 16 tanaman, terdiri dari 4 tanaman ubinan dan 12 tanaman samping. Pemberian pupuk kandang 300 g per lubang tanam sebelum tanam, 9 g NPK per tanaman umur 2 minggu setelah tanam, dan masing-masing 3 g Urea dan KCl per tanaman pada umur tanaman 2 bulan.

Penanaman dilakukan pada bulan April dan panen bulan September 2017. Pada masa tersebut curah hujan tertinggi terutama pada bulan Mei, Juni dan Juli (Tabel 1). Pada kondisi ini, permukaan petak dan bagian-bagian tanaman yang dekat permukaan tanah terendam air yaitu pada umur tanaman 2 dan 3 bulan setelah tanam. Selanjutnya air mulai berkurang sejalan dengan berkurangnya curah hujan.

Pengamatan karakter vegetatif terhadap 4 tanaman samping pada umur tanaman 4 bulan meliputi jumlah daun hijau, luas daun per tanaman (cm^2), indeks luas daun, panjang batang (cm), rata-rata panjang ruas batang (cm), dan jumlah cabang primer. Pengamatan komponen hasil terhadap 4 tanaman ubinan meliputi jumlah umbi per tanaman, rata-rata panjang umbi (cm), rata-rata diameter umbi (cm), rata-rata bobot per umbi (g), dan bobot umbi segar per tanaman atau hasil (g). Khusus data komponen hasil dan hasil sebelum dilakukan uji ragam, data ditransformasi dengan *square root* ($\text{SQRT data} + 0.5$).

Analisis data meliputi analisis ragam dengan uji F $\alpha = 5\%$ dan $\alpha = 1\%$, karakter yang menunjukkan pengaruh nyata dan sangat nyata dilanjutkan dengan uji beda Duncan. Analisis ragam dan uji beda menggunakan program SAS dan program excel. Pendugaan ragam genotip dan ragam fenotip dan membandingkannya dengan standar deviasi ragam genotip ($\sigma_{\sigma_g^2}$) dan fenotip ($\sigma_{\sigma_p^2}$) seperti yang digunakan oleh Syukur *et al.* (2010) dan Putri *et al.* (2017).

$$\sigma_g^2 = \frac{KT_g - KT_{galat}}{r} \quad \sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2$$

$$KT_{galat} = \sigma_e^2$$

$$\sigma_{\sigma_g^2} = \sqrt{\frac{2}{r^2} \left\{ \frac{KT_g^2}{db_g + 2} + \frac{KT_e^2}{db_e + 2} \right\}}$$

$$\sigma_{\sigma_p^2} = \sqrt{\frac{2}{r^2} \left\{ \frac{KT_g^2}{db_g + 2} \right\}}$$

Keterangan: KTg = kuadrat tengah genotip, KTe = kuadrat tengah galat, r = ulangan, σ_g^2 = ragam genotip, σ_p^2 = ragam fenotip, σ_e^2 = ragam lingkungan, db_g = derajat bebas genotip, db_e = derajat bebas galat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman Genetik Berdasarkan Karakter Vegetatif dan Karakter Produksi

Keragaman genetik klon-klon ubi jalar dapat diukur salah satunya dengan menduga ragam genetik dan fenotip. Kategori keragaman genotip luas apabila ragam genotip (σ_g^2) lebih besar dari dua kali standar deviasi ragam genotip ($2 \times \sigma_{\sigma_g^2}$), dan keragaman sempit apabila ragam genotip lebih kecil dari dua kali standar deviasi ragam genotip (Pinaría *et al.*, 1995). Semua karakter vegetatif dan karakter produksi menunjukkan keragaman genotip pada kategori luas (Tabel 2). Ini mengindikasikan bahwa klon-klon ubi jalar yang diteliti berasal dari latarbelakang genetik yang berbeda. Menurut Qosim *et al.* (2013), jika populasi berasal dari tetua dengan latarbelakang genetik yang berbeda maka keragaman

genetik dalam populasi tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan populasi tetua yang dekat jarak genetik. Menurut Badu *et al.* (2017), pendugaan parameter genetik merupakan dasar dalam program seleksi dan persilangan untuk perbaikan karakter berdasarkan keragaman. Klon-klon ubi jalar yang diteliti dapat sebagai sumber gen untuk perbaikan karakter toleran cekaman terendam air, sekaligus dapat diperoleh variasi-variasi baru melalui persilangan.

Keragaman luas juga diperlihatkan pada klon-klon ubi jalar melalui fenotip pada semua karakter vegetatif maupun karakter produksi (Tabel 2). Kategori keragaman fenotip luas apabila ragam fenotip (σ_p^2) lebih besar dari dua kali standar deviasi ragam fenotip ($2 \times \sigma_{\sigma_p^2}$), dan keragaman sempit apabila terjadi sebaliknya.

Fenotip suatu karakter dapat dikendalikan oleh faktor genetik, faktor lingkungan ataupun interaksi antar faktor genetik dan lingkungan. Klon-klon ubi jalar yang diteliti mempunyai keragaman yang luas secara genetik maupun fenotip. Keragaman genotip yang luas menjadi pilihan dibandingkan keragaman fenotip yang luas. Namun demikian keragaman fenotip dapat digunakan untuk mempermudah membedakan secara visual klon-klon ubi jalar dalam populasi terutama jika keragaman genotip dan fenotip sama-sama pada kategori luas. Wahyuni *et al.* (2004) juga mendapatkan keragaman luas secara genotip maupun fenotip pada 9 dari 10 karakter pada 45 klon klon ubi jalar yang diuji, kecuali panjang umbi.

Keragaan Karakter Vegetatif Klon-Klon Ubi Jalar Setelah Partial Submergence

Klon-klon ubi jalar yang diuji mempunyai akar dan bagian tanaman dekat tanah terendam pada umur tanaman 2 dan 3 bulan setelah tanam namun mampu bertumbuh dan berproduksi sesuai kemampuan genetik masing-masing klon.

Tabel 2. Ragam genetik dan fenotip pada beberapa karakter vegetatif dan karakter produksi

Karakter Vegetatif	$2x\sigma_{\sigma_g^2}$	σ_g^2	Kriteria	Karakter Produksi	$2 \times \sigma_{\sigma_p^2}$	σ_p^2	Kriteria
JDH	873.49	1256.85	Luas	JU	0.21	0.30	Luas
	869.74	1813.18	Luas		0.21	0.45	Luas
LDT	2042870.33	2373797.25	Luas	PU	0.07	0.08	Luas
	2000870.22	5206609.15	Luas		0.07	0.19	Luas
ILD	0.23	0.26	Luas	DU	0.02	0.02	Luas
	0.22	0.58	Luas		0.02	0.06	Luas
PB	6406.75	9756.94	Luas	BU	0.68	0.76	Luas
	6396.01	12035.87	Luas		0.66	1.77	Luas
PRsB	0.49	0.74	Luas	HUT	5.46	6.44	Luas
	0.48	0.93	Luas		5.36	13.75	Luas
JC	0.68	0.77	Luas				
	0.66	1.75	Luas				

Keterangan: σ_g^2 = ragam genotip, σ_p^2 = ragam fenotip; $2x\sigma_{\sigma_g^2}$ = dua kali standar deviasi ragam genotip; $2x\sigma_{\sigma_p^2}$ = dua kali standar deviasi ragam fenotip, JDH=jumlah daun hijau per tanaman, LID=luas individu daun, LDT=luas daun per tanaman, ILD=indeks luas daun, PB=panjang batang, PRsB=panjang ruas batang, JC=jumlah cabang, JU=jumlah umbi, PU=panjang umbi, DU=diameter umbi, BU=bobot per umbi, HUT=hasil per tanaman

Hasil uji F menunjukkan perbedaan sangat nyata pada semua karakter vegetatif dan komponen hasil. Hasil uji beda berganda Duncan untuk beberapa karakter vegetatif seperti pada Tabel 3. Klon-klon ubi jalar yang menunjukkan jumlah daun hijau terbanyak setelah mengalami *partial submergence* yaitu klon B33 dan varietas Cilembu. Luas daun per tanaman tertinggi diperlihatkan oleh klon BR5, B5, B39, B33, B65, AR1 dan B70, serta indeks luas daun tertinggi pada klon B5, BR5, B39, B33, AR1, B65 dan B70. Hasil ini menunjukkan bahwa pada kondisi *partial submergence* sebagian besar klon memperlihatkan kemampuan genetik untuk menghasilkan organ hijau yang lebih tinggi. Sedangkan enam klon ubi jalar lokal yaitu A13, A15, AHT-U, B43, H1, LR2, termasuk varietas Antin 2 menunjukkan keragaan dari ketiga karakter vegetatif tersebut lebih rendah (Tabel 3). Jumlah daun hijau yang banyak dan luas daun per tanaman yang besar pada cekaman air merupakan bentuk toleransi positif klon-klon ubi jalar untuk keberlangsung fotosintesis. Hossain dan Uddin (2011) menyatakan gandum menunjukkan toleran terhadap genangan air tergantung dari kemampuannya merubah sifat-sifat morfologi dan metabolik terhadap cekaman untuk mampu hidup dan bertumbuh. Ezin *et al.* (2010) mendapatkan salah satu genotip tomat memberikan respons negatif pada kondisi *waterlogging* dengan 80% daun berwarna kuning dibandingkan kontrol. Respons negatif pada *cape goosberry* yaitu 75-100% daun menggulung terutama 8 hari pada kondisi *waterlogging* (Aldana *et al.*, 2014).

Klon-klon yang mencirikan batang yang terpanjang yaitu klon B43 dan B65, diikuti dengan klon B5, A13, LR2 dan A15 pada selang 329-570 cm (Tabe 3). Umumnya klon-klon yang mempunyai batang yang panjang menunjukkan juga ruas batang yang panjang kecuali klon A15, sedangkan varietas antin 2 menunjukkan batang yang relatif pendek namun ruas antar batangnya panjang.

Beberapa penelitian menunjukkan panjang batang ubi jalar pada lingkungan optimal yaitu pada selang 48-246 cm yang diamati pada 45 klon (Wahyuni *et al.*, 2004), dan pada 62 genotipe ubi jalar pada selang 83.0-283.80 cm (Rahajeng dan Rahayuningsih, 2017). Batang yang sangat panjang mencapai 400-500 cm pada beberapa klon ubi jalar dalam penelitian ini diduga berkaitan dengan respons tanaman pada kondisi *partial submergence*. Suatu respons pemanjangan bagian-bagian tanaman untuk berada di atas air. Kende *et al.* (1998) mendapatkan terjadi pemanjangan pada ruas batang berdampak pada pemanjangan batang tanaman padi pada kondisi tanaman terendam.

Hasil penelitian juga mendapatkan delapan klon ubi jalar lokal mempunyai jumlah cabang terbanyak termasuk varietas Cilembu, namun dua klon diantaranya yang mempunyai jumlah cabang yang banyak diikuti dengan jumlah daun banyak yaitu klon B33 dan varietas Cilembu. Karakter-karakter vegetatif ini menjadi penting berkaitan dengan kemampuan klon-klon ubi jalar untuk bertumbuh pada kondisi *partial submergence* terutama untuk keberlangsungan fotosintesis.

Tabel 3. Hasil uji beda Duncan beberapa karakter vegetatif klon-klon ubi jalar pada *partial submergence*

Nama Klon	Jumlah daun hijau	Luas daun per tanaman (cm ²)	Indeks luas daun	Panjang batang (cm)	Panjang rs batang (cm)	Jumlah cabang primer
AR1	130,50 def	8398.70 abcd	2,80 abcd	275,50 de	3,59 ghij	7,50 a
A13	108,67 ef	6342.97 bcde	2,11 bcdef	385,00 bc	6,10 a	5,83 abc
A15	107,33 ef	5758.44 bcdef	1,92 bcdef	312,50 bcd	3,67 fghij	5,83 abc
AHT-U	123,00 def	6236.71 bcdef	2,08 bcdef	273,33 de	4,49 cdef	5,33 bc
B5	159,33 bcd	10467.06 a	3,49 a	400,67 b	5,85 a	5,00 c
B9	91,33 f	6681.24 bcde	2,23 bcde	231,33 def	3,89 efghi	7,00 ab
B33	229,67 a	8585.38 abc	2,86 abc	212,83 efg	3,42 hij	7,67 a
B39	94,33 f	8696.23 ab	2,90 ab	298,83 cde	3,95 efgh	4,50 c
B43	95,67 ef	5300.07 cdef	1,77 cdef	570,33 a	5,75 ab	4,33 c
B65	141,00 cde	7940.15 abcd	2,65 abcd	502,67 a	4,95 bc	4,67 c
B70	122,00 def	7641.47 abcde	2,54 abcde	148,83 fg	3,09 ij	7,00 ab
B82	94,00 f	6125.84 bcdef	2,04 bcdef	288,00 cde	3,93 efgh	5,17 bc
B102	127,00 def	6960.51 bcde	2,32 bcde	302,67 cde	4,67 cde	5,00 c
BSepa-U	180,33 bc	5503.62 bcdef	1,84 bcdef	137,33 g	2,92 j	7,00 ab
BR5	164,33 bcd	10250.71 a	3,42 a	296,67 cde	3,95 efgh	4,33 c
H1	126,33 def	6182.83 bcdef	2,06 bcdef	293,83 cde	4,13 defgh	5,17 bc
LR2	106,00 ef	5221.60 def	1,74 def	329,00 bcd	4,80 bcd	4,83 c
TL1	90,00 f	6411.00 bcde	2,14 bcde	307,83 cde	4,26 cdefg	5,83 abc
TL8	90,67 f	5911.17 bcdef	1,97 bcdef	281,50 de	3,86 efghi	4,83 c
Antin2	112,33 ef	4397.81 ef	1,47 ef	293,17 cde	4,94 bc	5,33 bc
Cilembu	192,67 ab	3049.61 f	1,02 f	173,33 fg	2,96 j	6,17 abc
KK	18,44%	24.88%	24,91%	16,79%	11,00%	17,59%

Keterangan: angka-angka yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menggunakan uji beda Duncan. KK= koefisien keragaman.

Tanaman yang toleran mempunyai kandungan klorofil daun yang tinggi (Malik *et al.*, 2015), tanaman lebih tinggi karena terjadi pemanjangan organ-organ tanaman yang berada di atas air (Striker *et al.*, 2012), termasuk pemanjangan tangkai daun (Chen *et al.*, 2010), terbentuk banyak akar adventif yang mempunyai aerenkim menggantikan akar-akar tua yang terendam (Ahmed *et al.*, 2013). Menurut Badu *et al.* (2017) walaupun beberapa karakter ubi jalar seperti panjang batang, indeks luas daun, luas dan berat daun tidak penting bagi konsumen namun menjadi penting bagi pemulia karena karakter-karakter tersebut menyediakan karbohidrat untuk pertumbuhan umbi dalam kaitan dengan produksi.

Potensi Produksi Klon-klon Ubi Jalar pada Partial Submergence

Hasil uji beda berganda Duncan memperlihatkan keragaman antar klon ubi jalar pada semua karakter komponen hasil menunjukkan kecurian dari tiap-tiap klon setelah kondisi *partial submergence*. Pada penelitian ini didapatkan jumlah umbi terbanyak pada lima klon ubi jalar yaitu A13, A15, B9, BR5 dan H1 dengan jumlah 11-14 umbi per tanaman (Tabel 4). Minantyorini dan Setyowati (2016) mendapatkan ubi jalar pada dataran tinggi menghasilkan jumlah umbi per tanaman 1-4 umbi. Jumlah umbi yang banyak pada klon-klon ubi jalar lokal dalam penelitian ini diduga merupakan perkembangan

lanjut dari akar-akar adventif. Beberapa peneliti mendapatkan tanaman yang toleran *waterlogging*, salah satunya menghasilkan akar-akar adventif (Dawood *et al.*, 2013; Hossain dan Uddin, 2011) pada akar adventif ini terbentuk aerenkim untuk menyalurkan udara yang terhubung ke tunas untuk difusi gas pada kondisi terendam (Colmer dan Voeselek, 2009). Sebagian besar akar adventif pada ubi jalar berpotensi menjadi umbi (Chen *et al.*, 2017; Villordon *et al.*, 2009).

Klon-klon dengan karakteristik umbi terpanjang adalah varietas unggul Antin 2 dan BSepa-U berurut 19.90 cm dan 15.82 cm, diikuti oleh klon AR1, dan B82 (Tabel 4). Potensi lain yang dimiliki oleh klon-klon ubi jalar setelah menalami *submergence* yaitu bobot umbi segar per tanaman tertinggi pada klon lokal BSepa-U dan varietas Antin 2 karena didukung oleh umbi yang panjang, diameter umbi yang besar dan bobot per umbi yang berat. Klon B9 mempunyai bobot umbi segar per tanaman yang tinggi didukung oleh diameter umbi, bobot per umbi dan jumlah umbi. Klon A15 menunjukkan bobot umbi segar yang tinggi didukung oleh hanya jumlah umbi yang banyak. Namun bobot umbi segar per tanaman dan diameter umbi dalam penelitian ini masih rendah secara berurut pada selang 20.50-235.00 g, dan 1.28-3.60 cm (Tabel 4). Demikian juga bobot per umbi hanya pada selang 9-55.8g dan masih jauh dari Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 01.4493.1998 kelas III yaitu 75-100 g (BSN, 1998).

Tabel 4. Hasil uji beda Duncan terhadap karakter produksi klon-klon ubi jalar pada *partial submergence*

Nama Klon	Jumlah Umbi	Panjang Umbi (cm)	Diameter Umbi (cm)	Bobot Per Umbi (g)	Bobot Umbi Segar/ Tanaman (g)
AR1	7,00 bcde	14,08 bc	2,67 abcd	28,17 bc	168,83 abcd
A13	14,67 a	9,13 de	2,13 abcdef	14,39 bcde	167,17 abcde
A15	11,83 ab	13,04 bcde	1,87 cdef	10,33 de	111,75 abcde
AHT-U	5,00 def	10,78 cde	2,48 abcdef	25,55 bcd	89,83 bcdef
B5	5,67 def	13,39 bcd	2,66 abcd	24,80 bcd	132,00 abcde
B9	11,33 abc	13,29 bcd	2,91 abc	31,84 ab	235,00 a
B33	7,00 bcde	12,70 bcde	2,39 abcdef	23,75 bcde	152,50 abcde
B39	2,17 f	11,01 bcde	1,39 ef	9,00 e	23,17 fg
B43	3,33 ef	10,60 cde	1,69 cdef	15,58 bcde	64,00 efg
B65	3,17 ef	13,40 bcd	2,20 abcdef	24,43 bcd	71,17 cdefg
B70	7,67 abcd	10,25 cde	1,52 def	12,66 cde	97,67 bcde
B82	6,00 cdef	14,65 bc	2,44 abcdef	19,55 bcde	102,22 bcde
B102	7,33 bcde	11,87 bcde	2,17 abcdef	11,05 cde	92,17 cdefg
BSepa-U	6,00 def	15,82 ab	3,60 a	32,30 ab	188,67 abcd
BR5	12,00 ab	10,23 cde	2,55 abcde	24,19 bcd	220,67 ab
H1	11,83 ab	13,25 bcd	2,60 abcdef	16,89 bcde	186,63 abc
LR2	4,00 def	11,58 bcde	1,76 cdef	16,87 bcde	78,17 defg
TL1	2,67 f	8,67 e	1,28 f	10,10 de	20,50 fg
TL8	4,67 def	9,79 cde	1,93 bcdef	15,34 bcde	67,67 defg
Antin 2	3,50 ef	19,90 a	3,34 ab	55,88 a	149,33 abcde
Cilembu	4,50 def	11,23 bcde	2,45 abcdef	23,71 bcd	96,67 bcde
KK	18,23%	9,42%	12,47%	22,51%	26,27%

Keterangan: Data pada tabel adalah data asli sedangkan untuk uji F, uji beda Duncan dan KK menggunakan data hasil transformasi. Angka-angka yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menggunakan uji beda Duncan. KK= koefisien keragaman.

Meskipun demikian ditemukan klon AR1, B9, Bsepa-U, BR5, LR2, dan varietas unggul Antin 2 mampu menghasilkan bobot per umbi pada kisaran SNI kelas III pada 1-2 tanaman ubinan. Wahyuni *et al.* (2004) menguji 45 klon ubi jalar pada musim kemarau mendapatkan bobot per umbi pada selang 71-291.7 g, panjang umbi pada selang 11.5-18 cm, dan diameter umbi pada selang 3.34-7.35 cm, demikian juga (Rahajeng dan Rahayuningsih, 2017) mendapatkan panjang umbi dan diameter umbi secara berurutan pada selang 5.50-18.15 cm dan 3.30-8.60 cm. Bobot umbi per tanaman dari 28 aksesori yang diuji pada dataran tinggi pada selang 817-2083 g (Minantyorini dan Setyowati, 2016). Beberapa karakter umbi dari penelitian tersebut jauh lebih tinggi dari yang didapatkan dalam penelitian ini sebagai indikasi bahwa tanaman ubi jalar pada kondisi terendam air 2 bulan menjelang panen menghambat pertumbuhan umbi terutama diameter umbi, bobot per umbi, dan bobot umbi segar pertanaman.

KESIMPULAN

Dua puluh satu klon ubi jalar menunjukkan keragaman genetik yang luas pada semua karakter vegetatif maupun komponen hasil berdasarkan ragam genotip dan ragam fenotip. Karakter vegetatif ubi jalar yang responsif positif terhadap *partial submergence* yaitu jumlah daun hijau, ukuran daun per tanaman dan indeks luas daun dan panjang batang. Karakter produksi yang responsif positif terhadap *partial submergence* yaitu jumlah umbi dan panjang umbi. Klon ubi jalar A13, A15, B9, Bsepa-U, BR5, H1, dan varietas Antin 2 mempunyai potensi produksi tertinggi melalui dua dari tiga indikator produksi yaitu jumlah umbi, bobot per umbi dan bobot umbi segar per tanaman pada kondisi *partial submergence*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi melalui LPPM Universitas Pattimura yang mendanai penelitian ini pada Skim Penelitian Produk Terapan tahun 2017 dan dilanjutkan pada Skim Penelitian Strategis Nasional-Institusi tahun 2018 dengan judul "Produksi Klon-Klon Ubi Jalar Harapan Asal Provinsi Maluku Berdasarkan Potensi Hasil, Adaptabilitas dan Stabilitas pada Lingkungan Lokal".

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, F., M.Y. Rafii, M.R. Ismail, A.S. Juraimi, H.A. Rahim, R. Asfaliza, and M.A. Latif. 2013. Waterlogging tolerance of crops: breeding, mechanism of tolerance, molecular approaches, and future prospects. *BioMed Research International* ArticleID 963525, 10 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2013/963525>.
- Aldana, F., P.N. Gracia, and G. Fischer. 2014. Effect of waterlogging stress on the growth, development and symptomatology of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) plants. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales* 38: 393-400.
- (BSN) Badan Standarisasi Nasional. 1998. Ubi Jalar. Standar Nasional Indonesia Nomor 01.4493.1998.
- Badu, M., P. Ashok, T.S.K.K.K. Patro, and K. Sasikala. 2017. Studies on genetic variability, heritability and genetic advance for growth, yield and quality parameter among orange flesh sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] genotypes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science* 6: 1894-1903. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.609.233>
- Bailey-Serres, J., S.C. Lee, and E. Brinton. 2012. Waterproofing crops: effective flooding survival strategies. *Plant Physiology* 160: 1698-1709. <https://doi.org/10.1104/pp.112.208173>
- Chen, X., R. Pierik, A.J.M. Peeters, H. Poorter, E.J.W. Visser, H. Huber, H. de Kroon, and L.A.C.J. Voesenek. 2010. Endogenous abscisic acid as a key switch for natural variation in flooding-induced shoot elongation. *Plant Physiology* 154: 969-977. doi: 10.1104/pp.110.162792
- Chen, X., M. Kou, Z. Tang, A. Zhang, H. Li, and M. Wei. 2017. Responses of root physiological characteristics and yield of sweet potato to humic acid urea fertilizer. *PLoS One* 12: 1-11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189715>
- Colmer, T.D., and L.A.C.J. Voesenek. 2009. Flooding tolerance: suites of plant traits in variable environments. *Functional Plant Biology* 36: 665-681.
- Dawood, T., I. Rieu, M. Woltres-Arts, E.B. Derksen, C. Mariani, and E.J. Visser. 2013. Rapid flooding-induced adventitious root development from performed primordia in *Solanum dulcamara*. *AoB Plants* 6:1-13. doi:10.1093/aobpla/plt058.
- Ezin, V., R. De La Pena, and A. Ahanchede. 2010. Flooding tolerance of tomato genotypes during vegetative and reproductive stages. *Brazilian Society of Plant Physiology* 22: 131-142. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202010000200007>
- Hetharie, H. S.H.T. Raharjo, G.H. Augustyn, dan M. Pesireron. 2017. Akurasi karakterisasi tingkat *in situ* tanaman ubi jalar pada Kecamatan Inomosol dan Huamual Muka di Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Budidaya Pertanian* 13: 103-110.
- Hossain, M.A., and S.N. Uddin. 2011. Mechanisms of waterlogging tolerance in wheat: Morphological and metabolic adaptations under hypoxia or anoxia. *Australian Journal of Crop Science* 5: 1094-1101.
- Kende, H., E. van der Knaap, and Cho Hyung-Taeg. 1998. Deepwater rice: a model plant to study stem elongation. *Plant Physiology* 118: 1105-1110. <https://doi.org/10.1104/pp.118.4.1105>

- Malik, A.I., T.I. Ailewe, and W. Erskine. 2015. Tolerance of three grain legume species to transient waterlogging. *AoB Plants* 7: 1-11. doi: 10.1093/aobpla/plv040.
- Minantyorini, dan M. Setyowati. 2016. Potensi hasil aksesori plasma nutfah ubi jalar di dataran tinggi. *Buletin Plasma Nutfah*. 22: 31-40. DOI <http://dx.doi.org/10.24831/jai.v45i2.13077>
- Putri, F.D., Sobir, M. Syukur, dan A. Maharijaya. 2017. Pengembangan kriteria seleksi untuk perakitan terung (*Solanum melongena* L.) berdaya hasil tinggi. *Jurnal Agronomi Indonesia* 45: 182-187.
- Ozias-Akins, P. and R.L. Jarret. 1994. Nuclear DNA content and ploidy levels in the genus *Ipomoea*. *Journal of American Society for Horticultural Science* 119: 110-115.
- Pinaria, A., A. Baihaki, R. Setiamihardja, dan A.A. Daradjat. 1995. Variabilitas genetik dan heritabilitas karakter-karakter biomassa 53 genotipe kedelai. *Zuriat* 6: 80-87.
- Qosim, W.A., M. Rachmadi, J.S. Hamdani, dan I. Nuri. 2013. Penampilan fenotipik, variabilitas, dan heritabilitas 32 genotipe cabe merah berdaya hasil tinggi. *Jurnal Agronomi Indonesia* 41: 140-146. <http://dx.doi.org/10.24831/jai.v41i2.7519>
- Rahajeng, W. and S.A. Rahayuningsih. 2017. Agronomic performance, variance component, and diversity of sixty-two sweet potato accessions. *Biodiversity* 18: 95-100. DOI: 10.13057/biodiv/d180114
- Raharjo, S.H.T., H. Hetharie, G.H. Augustyn, dan M. Pesireron. 2014. Keragaman Ubi Kayu dan Ubi Jalar di Seram Bagian Barat dan Peluang Pemanfaatannya Untuk Ketahanan Pangan dan Industri. hal. 73-102. *Dalam* W. Girsang dan R. M. Osok (Eds.). Percepatan Pembangunan Ekonomi Berbasis Hasil Kajian Pertanian dan Perikanan di Provinsi Maluku. Pensil Komunika, Yogyakarta.
- Scott, H.D., J. DeAngulo, M.B. Daniels, and L.S.Wood. 1989. Flood duration effects on soybean growth and yield. *Agronomy Journal* 81: 631-636.
- Striker, G.G. 2012. Flooding Stress on Plant: Anatomical, Morphological and Physiological Responses. p.1-28. *In* John Mworio (Ed.). *Botany*. InTech.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, R. Yuniarti, dan K. Nida. 2010. Pendugaan komponen ragam, heritabilitas dan korelasi untuk menentukan kriteria seleksi cabai (*Capsicum annum* L.) populasi F5. *Jurnal Hortikultura Indonesia* 1: 74-80.
- Villordon, A.Q., D.R. La Bonte, and N. Firon. 2009. Characterization of adventitious root development in sweet potato. *HortScience*. 44: 651-655.
- Wahyuni, T.S., St.A. Rahayuningsih, dan K.H. Hartojo. 2004. Pendugaan parameter genetik dan hubungan beberapa karakter kuantitatif dengan hasil beberapa klon harapan ubi jalar. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 23: 109-116
- Wilson, L.A. 1982. Tuberization in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). p. 79-94. *In*: Villareal, R.L. and T.D. Griggs (Eds). Sweet Potato Proceeding of the First International Symposium, Tainan, Taiwan, AVRDC.