

Studi Pewarisan Antosianin Ubi Jalar pada Populasi F1 dari Tiga Kombinasi Persilangan Ayamurasaki

Wiwit Rahajeng dan St. A. Rahayuningsih

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jl. Raya Kendalpayak Km. 8 Kotak Pos 66 Malang 65101
E-mail: wiwit.rahajeng@gmail.com

ABSTRAK

Perakitan varietas ubi jalar (*Ipomoea batatas*) dengan kandungan antosianin tinggi memerlukan informasi mengenai gen pengendali antosianin dan pola pewarisannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pola pewarisan gen pengendali kandungan antosianin dan keragaman genetik pada populasi F1 kombinasi persilangan ubi jalar dengan varietas Ayamurasaki sebagai salah satu tetua. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Jambegede, Malang, pada bulan Maret–Agustus 2013. Bahan yang digunakan adalah enam populasi F1 hasil persilangan resiprok ubi jalar dengan kandungan antosianin tinggi (Ayamurasaki) dan ubi jalar dengan kandungan antosianin rendah (Boko, Sari, dan Preketek). Setiap populasi ditanam dengan jarak tanam setiap genotipe 20 cm x 80 cm dalam baris dan ditanam pula kedua tetuanya sebagai pembanding dan untuk menduga ragam lingkungan. Karakter yang diamati adalah warna umbi (ungu atau tidak ungu) dan skor warna ungu (skor 0–7). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan antosianin diwariskan secara genetik dan tidak terdapat pengaruh tetua betina terhadap penampilan antosianin pada kombinasi persilangan yang salah satu tetuanya adalah Ayamurasaki. Kandungan antosianin pada ubi jalar Ayamurasaki dikendalikan oleh lebih dari satu pasang gen. Gen yang mengendalikan kandungan antosianin terdapat dalam inti sel dengan aksi gen *no dominance*. Kombinasi persilangan Ayamurasaki dan Sari dan resiproknya, serta kombinasi persilangan Preketek dan Ayamurasaki (Preketek sebagai tetua betina) mempunyai nilai heritabilitas dan kemajuan genetik harapan (KGH) yang tinggi, sehingga baik digunakan sebagai materi pemuliaan.

Kata kunci: *Ipomoea batatas*, antosianin, pewarisan

ABSTRACT

Sweet Potato Anthocyanin Inheritance Study on F1 Population of Ayamurasaki Three Cross Combinations. Improvement of sweet potato (*Ipomoea batatas*) varieties with high anthocyanin content requires information of the controlling genes and the patterns of inheritance. The purpose of this research was to study the the inheritance pattern of anthocyanin content controlling genes and genetic diversity in F1 populations derived from cross combinations using Ayamurasaki as one of the parents. Research conducted at Jambegede Experimental Station, Malang, March–August 2013. The material used were six F1 and its reciprocal (F_{1r}) populations of crosses between sweet potato with high anthocyanin content (Ayamurasaki) and sweet potato with low anthocyanin content (Boko, Sari, and Preketek). Each population was planted with plant spacing 20 cm x 80 cm along with both the parents as check cultivar, as well as to be used to estimate environment variance. Characters observed were flesh color (purple or not purple) and level of purple color (score 0–7). Results showed that anthocyanin content was genetically inherited and there was no maternal effect in anthocyanin inheritance for cross combinations involving Ayamurasaki as one of the parents. Anthocyanin content in Ayamurasaki inherited by nuclear genes and it was controlled by more than one pair of genes, with no dominance gene action.. Cross combinations between Ayamurasaki and Sari

and the reciprocal, as well as cross combinations between Preketek and Ayamurasaki (Preketek as the female parent) has a high heritability and expected genetic gain, make them prospective to be developed in the breeding program.

Keywords: *Ipomoea batatas*, anthocyanin, inheritance

PENDAHULUAN

Ubi jalar (*Ipomoea batatas*) adalah salah satu pangan lokal yang prospektif dikembangkan sebagai bahan substitusi pangan, dan dapat berperan sebagai *functional food* yang bermanfaat bagi kesehatan. Seiring dengan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat akan kesehatan, maka permintaan terhadap *functional food* juga semakin meningkat. Hal ini antara lain tercermin dari meningkatnya permintaan terhadap ubi jalar berdaging umbi ungu. Menurut Suda *et al.* (2003), ubi jalar ungu mempunyai kandungan antosianin tinggi yang berperan penting bagi kesehatan (*functional food*), yaitu sebagai antioksidan, antihipertensi, pencegahan gangguan dan fungsi hati, dan juga sebagai zat pewarna alami yang stabil.

Ketersediaan varietas ubi jalar ungu di Indonesia masih sangat terbatas. Sampai saat ini baru tiga varietas ubi jalar ungu yang sudah dilepas (dua varietas dengan kadar antosianin tinggi). Berdasarkan hal tersebut maka menurut Jusuf *et al.* (2012) perakitan varietas unggul ubi jalar yang berwarna daging ungu di Indonesia masih perlu dilakukan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat.

Menurut Frey (1983), perakitan varietas unggul meliputi tiga fase kegiatan, yaitu: (1) menciptakan keragaman genotipe dalam populasi, (2) seleksi genotipe yang mempunyai gen-gen pengendali karakter yang diinginkan, dan (3) melepas genotipe terbaik. Sebelum itu perlu diketahui informasi mengenai peran gen pengendali sifat atau karakter yang diinginkan dan pola pewarisannya.

Basuki *et al.* (2005) menyatakan bahwa kandungan antosianin dikendalikan oleh gen dengan sifat dan jumlah yang berbeda tiap tanaman. Setelah diketahui peran gen yang mengendalikan antosianin dan pola pewarisannya dapat ditentukan langkah yang tepat dalam merakit varietas ubi jalar berkadar antosianin tinggi. Menurut Vimala dan Hari-prakash (2011), informasi genetik ubi jalar masih sedikit diketahui dan pola pewarisannya pada ubi jalar juga cukup kompleks. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pola pewarisan gen pengendali antosianin dan keragaman genetik pada populasi F1 kombinasi persilangan dengan varietas Ayamurasaki sebagai salah satu tetuanya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Jambegede, Malang, pada bulan Maret sampai Agustus 2013. Bahan yang digunakan adalah enam populasi F1 hasil persilangan resiprok ubi jalar varietas Ayamurasaki (kandungan antosianin tinggi) dengan varietas/klon Boko, Sari, dan Preketek (kandungan antosianin rendah). Kombinasi persilangan dan populasi F1 yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Ayamurasaki x Boko sebanyak 22 genotipe
2. Boko x Ayamurasaki sebanyak 24 genotipe
3. Ayamurasaki x Sari sebanyak 39 genotipe
4. Sari x Ayamurasaki sebanyak 55 genotipe

5. Ayamurasaki x Preketek sebanyak 15 genotipe
6. Preketek x Ayamurasaki sebanyak 83 genotipe

Setiap populasi ditanam dengan jarak tanam setiap genotipe 20 cm x 80 cm dalam baris dan ditanam pula kedua tetuanya. Selain sebagai pembandingan, penanaman tetua juga bertujuan untuk menduga ragam lingkungan.

Lahan diolah, pada waktu pembuatan guludan ditambahkan insektisida dengan bahan aktif carbofuran untuk mencegah hama boleng. Stek ditanam agak miring dan melengkung, tiga ruas dibenamkan ke dalam tanah. Pupuk Phonska diberikan dengan dosis 300 kg/ha. Pemupukan pertama pada waktu tanaman berumur satu minggu dengan dosis 1/3 bagian pupuk dan pemupukan ke dua pada umur 45 hari. Penyiangkan dilakukan sebulan sekali dan pengairan sesuai kebutuhan. Penurunan gulud dilakukan sebelum pemupukan kedua pada umur 40 hari. Penyemprotan fungisida dan insektisida dilakukan sebulan sekali. Pembalikan tanaman dilakukan pada umur 2 dan 3 bulan.

Karakter yang diamati adalah warna umbi (ungu atau tidak ungu) dan skor warna ungu (skor 0–7). Skor warna digunakan untuk menduga kadar antosianin secara visual (diasumsikan semakin tinggi skor warna ungu, diduga semakin tinggi kandungan antosianin pada umbi).

Analisis Chi-kuadrat digunakan untuk menduga pengaruh tetua betina (Steel dan Torri 1995), dengan rumus sebagai berikut:

$$\chi^2 = \frac{\{(F1 \text{ ungu} \times F1r \text{ tidak ungu}) - (F1 \text{ tidak ungu} \times F1r \text{ ungu})\} \times \text{total tanaman yang diuji}}{(\Sigma F1) (\Sigma \text{ ungu}) (\Sigma F1r) (\Sigma \text{ tidak ungu})}$$

Heritabilitas dihitung menggunakan rumus:
$$h^2 = \frac{\sigma^2g}{\sigma^2g + \sigma^2e}$$

Kemajuan genetik harapan dihitung dengan rumus:
$$KGH = \frac{\sigma^2g}{\sigma^2f} \times i \times \sigma^2f$$

Keterangan:

χ^2 = Chi-kuadrat

h^2 = heritabilitas

σ^2g = ragam genotipe

σ^2f = ragam fenotipe

σ^2e = ragam lingkungan

KGH = kemajuan genetik harapan

i = indeks seleksi (1,76 untuk kriteria seleksi 10%)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ayamurasaki merupakan varietas ubi jalar dengan kandungan antosianin tinggi yang ditandai oleh daging umbi yang berwarna ungu tua. Ketiga genotipe lain (Boko, Sari, dan Preketek) mempunyai kandungan antosianin rendah (warna daging umbi krem, kuning, dan putih). Dari keenam pasangan persilangan diperoleh 238 genotipe F1 dan kemudian ditanam dengan masing-masing tetua sebagai pembandingan. Seluruh genotipe yang ditanam mampu menghasilkan umbi, 126 genotipe memiliki warna umbi ungu dan 112 genotipe tidak berwarna ungu (Tabel 1). Warna ungu pada umbi bervariasi dengan skor

1–7 (ungu terang sampai ungu gelap). Pasangan persilangan Sari x Ayamurasaki memiliki persentase warna umbi ungu terbanyak yaitu 56,4% (31 genotipe dari total 55 genotipe) diikuti pasangan persilangan Preketek x Ayamurasaki dengan jumlah umbi ungu 55,4% (46 genotipe dari 83 genotipe).

Analisis Chi-kuadrat (χ^2) dilakukan untuk menduga ada tidaknya pengaruh tetua betina terhadap kandungan antosianin pada F1 yang ditandai oleh umbi yang berwarna ungu. Hasil analisis chi-kuadrat menunjukkan ketiga kombinasi persilangan dan resiproknya tidak berbeda nyata yaitu $\chi^2_{hit} < \chi^2_{0,05}$ (ketiga kombinasi persilangan memiliki nilai χ^2 berkisar antara 0,0007–0,3921, sedangkan nilai χ^2 hitung adalah 3,84. Hasil perhitungan chi-kuadrat yang tidak nyata untuk penampilan antosianin juga diperoleh dari penelitian Basuki *et al.* (2005). Hal ini mengindikasikan tidak ada pengaruh tetua betina terhadap kandungan antosianin (warna umbi ungu atau tidak ungu) pada kombinasi persilangan tersebut dan juga merupakan indikasi bahwa antosianin pada ubi jalar diwariskan secara genetik dan dikendalikan oleh gen dalam inti sel (Damanhuri 2005). Dengan demikian tidak menjadi masalah apabila varietas Ayamurasaki digunakan sebagai tetua jantan atau betina dalam persilangan untuk pewarisan antosianin.

Tabel 1. Pengaruh tetua betina terhadap warna umbi pada tiga set persilangan dan resiproknya, KP Jambegede 2013.

No	Persilangan	Jumlah warna umbi			χ^2_{hit}	$\chi^2_{0,05}$
		Ungu	Tidak ungu	Total		
1	Ayamurasaki x Boko	10	12	22	0,0007	3,84
2	Boko x Ayamurasaki	11	13	24		
	Sub total 1	21	25	46		
3	Ayamurasaki x Sari	21	18	39	0,0585	3,84
4	Sari x Ayamurasaki	31	24	55		
	Sub total 2	52	42	94		
5	Ayamurasaki x Preketek	7	8	15	0,3921	3,84
6	Preketek x Ayamurasaki	46	37	83		
	Sub total 3	53	45	98		
	Total	126	112	238		

Hasil penelitian menunjukkan kandungan antosianin yang beragam dengan sebaran yang kontinu. Menurut Basuki *et al.* (2005), hal ini berarti kandungan antosianin tidak dikendalikan oleh satu pasang gen. Pernyataan tersebut didukung oleh Poole (1952) yang menyatakan bahwa warna umbi dikendalikan oleh dua pasang gen.

Genotipe F1 yang diperoleh dari keenam kombinasi persilangan tidak seluruhnya memiliki warna umbi ungu. Pada Tabel 1 terlihat perbandingan genotipe yang mempunyai warna umbi ungu dan tidak ungu mendekati 1:1. Hal ini diduga karena gen-gen yang mengendalikan antosianin (warna ungu) mempunyai sifat yang tidak dominan. Namun warna ungu mempunyai sifat dominan tidak lengkap terhadap warna putih dan krem, sesuai dengan hasil penelitian Hernandez *et al.* (1967) serta Vimala dan Hariprakash (2011). Dilaporkan bahwa umbi yang berwarna menunjukkan dominan tidak lengkap terhadap umbi berwarna putih atau krem.

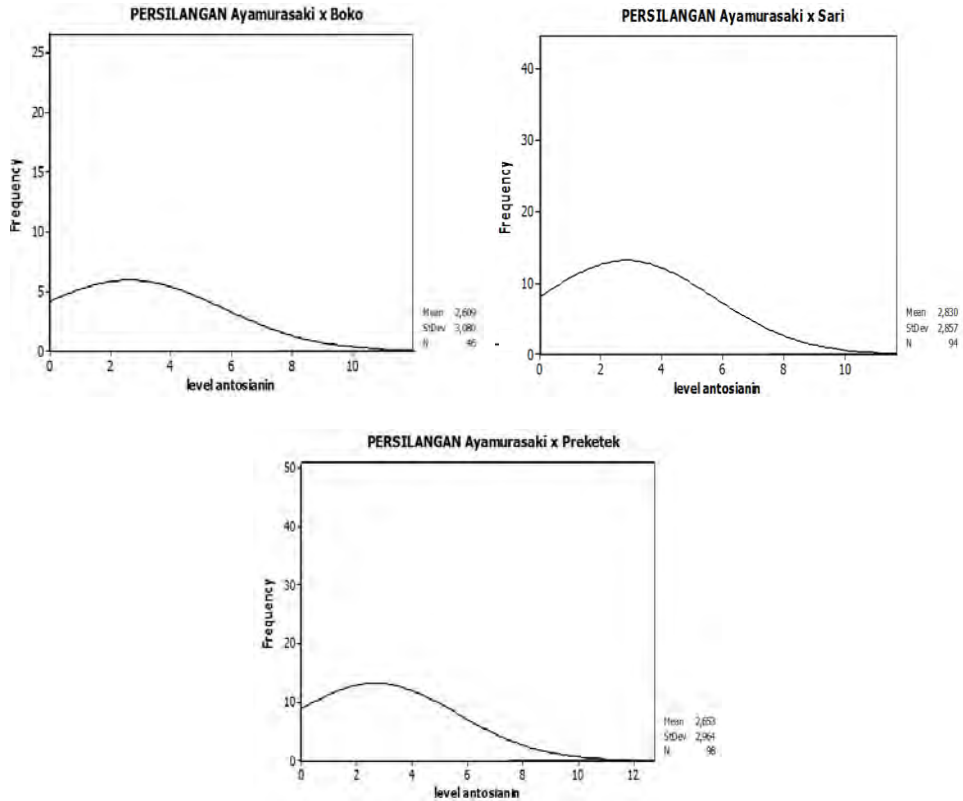
Kandungan antosianin (skor warna ungu) pada kombinasi persilangan Ayamurasaki (kandungan antosianin tinggi) dengan Boko, Sari, dan Preketek (kandungan antosianin rendah) bervariasi, berkisar antara 0–7 (Tabel 2). Kombinasi persilangan Ayamurasaki x

Sari mampu menghasilkan keturunan dengan kandungan antosianin tinggi (skor warna ungu >5) sebesar 41,5% dari total F1, diikuti oleh kombinasi persilangan Ayamurasaki x Boko (37,0%) dan Ayamurasaki x Preketek (31,1%). Ketiga kombinasi persilangan membentuk kurva menceng positif (*positive skewed*), berat ke kanan dengan ukuran peruncingan bersifat platikurtik (Gambar 1). Menurut Basuki *et al.* (2005), bentuk kurva yang menceng positif menunjukkan bahwa genotipe F1 yang dihasilkan dari kombinasi persilangan tersebut mempunyai kandungan antosianin tinggi (skor >5), lebih sedikit dari genotipe F1 yang mempunyai kandungan antosianin rendah (skor <5). Peruncingan yang bersifat platikurtik menunjukkan sebaran populasi yang cukup luas.

Tabel 2. Jumlah dan skor level antosianin individu F1 dari tiga pasangan persilangan ubi jalar, KP Jambegede 2013.

Skor warna ungu (kadar antosianin)	Jumlah individu F1 hasil persilangan		
	Ayamurasaki x Boko	Ayamurasaki x Sari	Ayamurasaki x Preketek
0	25	42	45
1	1	3	11
2	0	3	1
3	2	3	1
4	1	4	2
5	1	14	6
6	8	13	16
7	8	12	15
Total	46	94	98

Keenam kombinasi persilangan menunjukkan nilai heritabilitas yang tinggi (Tabel 3). Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh faktor genetik lebih banyak menentukan keragaman populasi dibandingkan dengan pengaruh faktor lingkungan. Menurut Syukur *et al.* (2009), nilai heritabilitas yang tinggi mempunyai peran dalam meningkatkan efektivitas seleksi.



Gambar 1. Frekuensi individu F1 dengan berbagai skor warna ungu (kadar antosianin) pada tiga populasi ubi jalar hasil persilangan, KP Jambegede 2013.

Tabel 3. Ragam, heritabilitas dan kemajuan genetik harapan kandungan antosianin (skor warna ungu) pada enam pasangan persilangan ubi jalar, KP Jambegede 2013.

Pasangan Persilangan	Kisaran skor ungu	σ^2_g	σ^2_f	σ^2_e	h^2	KGH
Ayamurasaki x Boko	0–7	11,57	17,36	5,79	66,67	20,37
Boko x Ayamurasaki	0–7	12,76	19,14	6,38	66,67	22,46
Ayamurasaki x Sari	0–7	26,56	39,84	13,28	66,67	46,74
Sari x Ayamurasaki	0–7	44,46	66,70	22,23	66,67	78,26
Ayamurasaki x Preketek	0–7	5,42	8,13	2,71	66,67	9,53
Preketek x Ayamurasaki	0–7	95,23	142,84	47,61	66,67	167,60

Rahmannisa *et al.* (2012), mengkategorikan nilai kemajuan genetik harapan dengan kriteria sebagai berikut: 0–7% rendah, 7–14% sedang, dan >14% tinggi. Berdasarkan kriteria tersebut, hampir semua pasangan persilangan yang diamati menunjukkan nilai KGH yang tinggi (Tabel 3). Kemajuan genetik harapan dapat dijadikan petunjuk dalam menentukan seleksi. Bila nilai kemajuan genetik harapan suatu populasi tinggi berarti baik digunakan sebagai materi pemuliaan karena mempunyai peluang yang besar untuk

perbaiki karakter (dalam hal ini kandungan antosianin) melalui seleksi (Muliarta Aryana 2010).

Keberhasilan seleksi pada suatu materi pemuliaan akan meningkat jika populasi memiliki nilai heritabilitas tinggi yang diikuti oleh kemajuan genetik harapan yang tinggi pula. Pada penelitian ini, pasangan yang memiliki nilai heritabilitas dan KGH tertinggi adalah persilangan Preketek x Ayamurasaki (Preketek sebagai tetua betina), diikuti oleh persilangan Ayamurasaki x Sari dan resiproknya. Artinya, pasangan persilangan tersebut baik digunakan sebagai materi pemuliaan dengan tujuan kandungan antosianin tinggi.

KESIMPULAN

Kadar antosianin diwariskan secara genetik dan tidak terdapat pengaruh tetua betina terhadap penampilan antosianin pada kombinasi persilangan yang salah satu tetuanya adalah Ayamurasaki. Penampilan kandungan antosianin pada ubi jalar Ayamurasaki dikendalikan oleh lebih dari satu pasang gen. Gen yang mengendalikan antosianin tidak bersifat dominan dan terdapat dalam inti sel. Kombinasi persilangan Ayamurasaki x Sari dan resiproknya, serta kombinasi persilangan Preketek x Ayamurasaki (preketek sebagai tetua betina) mempunyai nilai heritabilitas dan KGH sangat tinggi sehingga baik digunakan sebagai materi pemuliaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki N, Harijono, Kuswanto, dan Damanhuri. 2005. Studi Pewarisan Antosianin Pada Ubi jalar AGRIVITA 27(1):63-68.
- Damanhuri. 2005. Pewarisan antosianin dan tanggap klon tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lamb.). Disertasi. Program Pasca Sarjana. Universitas Brawijaya. Malang. 108 hlm.
- Frey KJ. 1983. Plant population management and breeding. In: D. R. Wood *et al.* (eds). Crop Breeding. Amer. Soc. Of Agron. Crop Sci. Soc. Of America. Madison, Wisconsin, USA. P. 55-88.
- Hernandez TP, T Hernandez, RJ Constanin, RS Kakar. 1967. Improved techniques in breeding and inheritance of some of the characters in the sweet potato (*Ipomoea batatas*). International Symposium on Tropical Root and Tuber Crops (1):31-40
- Jusuf M, St A Rahayuningsih, TS Wahyuni dan J Restuono. 2012. Klon harapan RIS 03063-05 dan MSU 03028-10, calon varietas unggul ubi jalar ungu kaya antosianin. Dalam: A Widjono, Hermanto, N Nugrahaeni, A.A. Rahmianna, Suharsono, F Rozi, E Ginting, A Taufiq, A Harsono, Y Prayogo, E Yusnawan, A Winarto, dan K Paramita Sari (Ed.). Inovasi Teknologi dan Kajian Ekonomi Aneka Kacang dan Umbi Mendukung Empat Sukses Kementerian Pertanian. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi 2011. Hlm 664-674.
- Muliarta Aryana, IGP. 2010. Uji keseragaman, heritabilitas dan kemajuan genetik galur padi beras merah hasil seleksi silang balik di lingkungan gogo. Jurnal Crop Agro 3 (1):12-19
- Poole CF. 1952. Seedling improvement in the sweetpotato. In: Technical Bulletin. Hawaii. University of Hawaii. Agricultural Experiment Station. P.16.
- Rahmannisa SL, B Waluyo, dan A Karuniawan. 2012. Penampilan parameter genetik varietas lokal ubi jalar asal cilembu jawa barat. Dalam A Widjono, Hermanto, N Nugrahaeni, A.A. Rahmianna, Suharsono, F Rozi, E Ginting, A Taufiq, A Harsono, Y Prayogo, E Yusnawan, A Winarto, dan K Paramita Sari (eds.). Inovasi teknologi dan kajian ekonomi aneka kacang dan umbi mendukung empat sukses Kementerian Pertanian. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi 2011. Hlm 675-684.

- Steel RGD and JH Torrie. 1995. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Inc.
- Suda I, T Oki, M Masuda, M Kobayasi, Y Nishiba, dan S Furuta, 2003. Physiological Functionality of Purple-Fleshed Sweet Potatoes Containing Anthocyanins and Their Utilization in Foods. JARC 37 (3):167–173.
- Syukur M, S Sujiprihati, dan R Yunianti. 2009. Teknik Pemuliaan Tanaman. Departemen Agronomi dan Hortikultura, fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. 300 hlm.
- Vimala B and B Hariprakash. 2011. Variability of morphological characters and dry matter content in the hybrid progenies of sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) Geneconverse 10 (39):65–86.