

## PENGUJIAN DAYA HASIL UBIJALAR KAYA PROTEIN

S U. Lestari, R I. Hapsari dan R. Djoko

PS. Agroekotek, Fakultas Pertanian, Universitas Tribhuwana Tungadewi

---

### Abstract

The performance of improved sweetpotato clones (*Ipomoea batatas* (L.) Lamb) in two location reported in this studies. The first location at Jaticerto-Malang Regency, from March to August 2012 and second at Sambigede-Blitar Regency, from April to September 2012. Both of the trials were done with a randomized complete block design with 3 replications. The experimental material consisted of nine sweetpotato clones. All the clones were planted in a plot size 5 m x 5 m, consisted of four rows with 75 cm between the rows, 25 cm spacing between plants within the row. The experimental plots received 100 kg N, 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 75 kg K<sub>2</sub>O/ha in the form of Urea, SP-36 and KCl. Roots were harvested four months after transplanting. Fresh storage root yield and protein content presented in this report. Fresh storage root yield is significantly influenced by location, among improved clones ranging 7 to 21 t/ha in Malang and 5 to 18 t/ha in Blitar, two clones of them to reach 114 to 161% higher to control variety, Boko. On the contrary with protein content is not sensitive on differ locations, among improved clones ranging 6 to 7,63% dry weight basis.

*Key words: Potential yield, protein content, sweetpotato*

---

### Pendahuluan

Mengembangkan tanaman ubijalar kaya protein diperlukan bagi program biofortifikasi protein di negara-negara sedang berkembang, termasuk di Indonesia. Strategi biofortifikasi protein sangat sesuai bagi negara-negara tersebut untuk mengatasi masalah kekurangan energi protein (Welch dan Graham, 2004).

Selama ini ubijalar dikenal sebagai tanaman penghasil karbohidrat yang sangat efisien (Kozai *et al.*, 1999), tetapi mempunyai kandungan protein yang sangat rendah (Bradbury, 1989), secara rata-rata kurang dari 2,5% dari bobot kering umbinya (Basuki *et al.*, 2002). Namun demikian kandungan protein tersebut dapat diperbaiki karena dapat dirakit populasi ubijalar yang mempunyai kisaran kandungan protein luas (Lestari dan Basuki, 2007).

Melalui serangkaian penelitian yang telah dilakukan oleh Lestari *et al.* (2009; 2010), telah berhasil diperoleh 5 genotipe baru yang mempunyai sifat gabungan hasil umbi dan kandungan protein tinggi. Dalam rangka pengembangan klon ubijalar kaya protein, empat genotipe dari 5 genotipe baru tersebut memerlukan tahapan pengujian pendahuluan yang bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh faktor lingkungan terhadap hasil umbi dan kandungan proteinnya. Dua lokasi yang berbeda dipilih untuk melakukan pengujian daya hasil pendahuluan bagi keempat klon ubijalar kaya protein dan hasilnya disajikan pada tulisan ini.

### Metode Penelitian

#### *Bahan penelitian*

Empat klon ubijalar baru digunakan dalam penelitian ini, yaitu: BIS OP-4, BIS OP-61,

73-6/2 OP-5 dan 73-6/2 OP-8. Disamping keempat klon tersebut juga ditanam klon-klon pembanding, yakni D67, 73-6/2, Boko, BIS-214 dan Beniazuma. Klon D67 dan 73-6/2 merupakan klon koleksi Pusat Ubi-ubian Universitas Brawijaya yang berdaya hasil tinggi, cocok ditanam pada musim penghujan maupun kemarau, sedangkan Boko merupakan varietas ubijalar yang telah dilepas. Dua klon lainnya, BIS-214 dan Beniazuma merupakan klon induk yang merupakan klon introduksi sumber gen kandungan protein tinggi.

#### *Rancangan percobaan*

Penelitian dilaksanakan di dua lokasi, pertama di Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang dan kedua di Desa Sambigede, Kecamatan Binangun, Kabupaten Blitar. Kedua lokasi mempunyai karakteristik yang berbeda pada aspek jenis tanah dan elevasi. Lokasi pertama mempunyai jenis tanah Alfisol yang berada pada ketinggian 350 m dpl, sedangkan di lokasi kedua mempunyai jenis tanah Grumosol (Vertisol) yang berada pada ketinggian 167 m dpl.

Rancangan percobaan acak kelompok dengan tiga ulangan diterapkan di dua lokasi penelitian dengan faktor tunggal klon-klon ubijalar sebanyak 9 klon seperti disebutkan diatas. Setiap unit percobaan terdiri dari plot/petakan berukuran 5 m x 5 m, dibuat 4 guludan dan ditanami stek ubijalar dengan jarak tanam dalam gulud sebesar 25 cm. Dengan demikian setiap plot terdiri dari 80 stek tanaman. Tanaman dipelihara dan dipanen pada umur 4 bulan setelah tanam. Bobot umbi segar dan kandungan protein diamati dan dilaporkan pada penelitian ini.

#### *Analisis data*

Data dianalisis ragam gabungan untuk dua lokasi (Gomez dan Gomez, 1984).

Pengukuran ranking daya hasil umbi didasarkan kepada metode *rank correlation* Spearman ( $r_{(s)}$ ) (Singh dan Chaudary, 1979) dan parameter genetik ( $\sigma_p^2$ ,  $\sigma_E^2$ ,  $\sigma_g^2$  dan  $H_{BS}$ ) dikerjakan menurut Syukur *et al.*, (2012).

## **Hasil dan Pembahasan**

### *Keragaan basil umbi segar*

Hasil umbi segar dari sembilan klon ubijalar yang diuji-coba di dua lokasi yang berbeda memperlihatkan keragaan bobot umbi segar yang berbeda. Hasil umbi kesembilan klon yang ditanam di wilayah Kabupaten Malang memperlihatkan bobot umbi yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan hasil umbi kesembilan klon yang sama yang ditanam di wilayah Kabupaten Blitar. Hasil umbi di lokasi Malang berkisar antara 4,57–40,42 kg/plot, sedangkan di Blitar hanya berkisar 3,50–21,93 kg/plot (Tabel 1). Empat klon dari sembilan klon yang diuji merupakan klon hasil persilangan terbuka (BIS OP-61, BIS OP-4, 73 OP-8 dan 73 OP-5), tiga klon diantaranya memperlihatkan keragaan yang setara dengan induknya (D67 dan 73-6/2) pada lokasi percobaan di Malang, sedangkan pada lokasi di Blitar hanya dua klon (BIS OP-4 dan 73 OP-8) yang setara. Kedua klon induk merupakan klon yang mempunyai daya hasil tinggi koleksi dari Fakultas Pertanian-Universitas Brawijaya. Perbedaan hasil umbi segar dari kedua lokasi sangat dipengaruhi oleh perbedaan kondisi lingkungan tumbuh (Tabel 5), meskipun derajat bebas (*db*) replikasi dalam lokasi tidak cukup valid untuk uji signifikansi pengaruh lingkungan, karena nilainya hanya 4. Menurut Gomez dan Gomez (1984) untuk pengujian signifikansi secara valid diperlukan ukuran *db* lebih besar atau sama dengan 15.

Tabel 1. Hasil umbi segar per plot (25 m<sup>2</sup>) pada klon-klon ubijalar yang ditanam di wilayah Kabupaten Malang dan Kabupaten Blitar pada musim tanam 2012

No	Klon	Lokasi di Kab. Malang	Lokasi di Kab. Blitar
		Hasil Umbi Segar (kg/plot)	Hasil Umbi Segar (kg/plot)
1	BIS OP-61	26,73	4,80
2	BIS OP-4	40,42	21,93
3	73 OP-8	36,37	17,10
4	73 OP-5	13,60	6,53
5	D67	23,22	19,83
6	73-6/2	34,43	17,67
7	Beniazuma	4,57	3,50
8	BIS-214	29,90	9,93
9	Boko	25,70	14,57

Konversi hasil umbi per hektar dari data hasil percobaan di kedua lokasi disajikan pada Tabel 2. Keragaan varietas Boko berada jauh dibawah potensi hasil, menurut Zuraida, (2003) potensi hasil varietas Boko berkisar antara 25–30 t/ha, sedangkan klon-klon baru (BIS OP-61, BIS OP-4 dan 73 OP-8) serta D67 dan 73-6/2 mampu mencapai hasil yang lebih tinggi dari Boko (11-13 t/ha). Apabila dihitung persentase hasil masing-masing klon terhadap varietas hasil Boko sebagai kontrol (Tabel 2) terdapat 5 klon yang ditanam di Malang mencapai hasil antara 114–156% terhadap Boko dan 4 klon yang ditanam di Blitar yang mencapai hasil antara 114–161% diatas Boko. Hasil varietas Boko per hektar yang rendah tersebut diduga berkaitan dengan ketersediaan hara pada lahan di lokasi percobaan. Kondisi lahan di Malang dan Blitar berdasarkan hasil analisis tanahnya (Tabel 6) mempunyai kadar bahan organik dan N-total yang sangat rendah, kandungan P yang tinggi dan K yang sangat rendah sampai dengan rendah berdasarkan kriteria status kesuburan tanah dari Balai Penelitian Tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005). Berdasarkan kriteria tersebut tampaknya terjadi ketidakseimbangan dalam ketersediaan hara

makro bagi tanaman yang diusahakan di atas lahan di lokasi penelitian.

Dari hasil analisis tanah, kandungan unsur kalium yang berada pada kadar yang sangat rendah (di Malang) dan rendah di Blitar (Tabel 6) dapat menjadi faktor pembatas bagi pembentukan umbi pada tanaman ubijalar. Menurut George *et al.*(2002) dan Nicholaidis *et al.*(1985) ubijalar memerlukan ketersediaan unsur K yang tinggi, unsur K mempengaruhi hasil umbi melalui peningkatan alokasi berat kering ke umbi serta meningkatkan jumlah umbi per tanaman (Bourke, 1985). Disamping unsur K, ubijalar juga mempunyai kebutuhan nitrogen yang tinggi pula (Hartemink *et al.*, 2000), sedangkan kondisi di kedua lahan percobaan mempunyai kadar bahan organik dan N yang sangat rendah (Tabel 6), sehingga ketersediaan unsur N di lokasi percobaan juga dapat menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan dan hasil ubijalar yang ditanam.

Kandungan P yang terukur pada kedua lokasi percobaan (Tabel 6) berada pada status tinggi melalui pengukuran P dengan metode Bray I dan Olsen, diduga tidak menimbulkan permasalahan bagi pertumbuhan dan hasil ubijalar, karena menurut Hartemnik (2003) maupun Hahn dan Hozyo (1984) tanaman ubijalar pada

umumnya mempunyai kebutuhan P yang rendah. Hartemink (2003) melalui percobaan pot menunjukkan bahwa P tidak menjadi faktor pembatas bagi produksi ubijalar.

Dosis pupuk N, P dan K yang diberikan pada penelitian ini sebesar 100 kg N/ha, 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan 75 kg K<sub>2</sub>O, diduga masih tetap belum dapat meningkatkan ketersediaan N dan K bagi ubijalar yang ditanam. Unsur hara yang paling dibutuhkan oleh ubijalar adalah N dan K, baru kemudian P, Ca, dan Mg (Agatha, 2010; Onwudike, 2010). Jumlah yang terangkut untuk 10 t umbi/ha dan 4 t

biomassa/ha sebesar 51.6 kg/ha N, 71 kg K<sub>2</sub>O/ha, 17.2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 6.1 kg MgO dan 6.3 kg CaO/ha (Agatha, 2010). Kandungan Ca yang tinggi pada lahan percobaan di Blitar (Tabel 6) menyebabkan ketersediaan P menjadi lebih rendah karena terikat oleh Ca. Namun demikian karena kadar P sampai dengan 50% di atas nilai kritisnya masih belum menyebabkan status P menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan ubijalar. Dengan demikian jelas bahwa rendahnya hasil umbi pada semua klon yang ditanam diakibatkan oleh ketersediaan hara N dan K yang lebih rendah dari yang dibutuhkan oleh ubijalar.

Tabel 2. Perkiraan Hasil umbi segar per hektar klon-klon ubijalar yang ditanam di wilayah Kabupaten Malang dan Kabupaten Blitar pada musim tanam 2012

No	Klon	Lokasi di Kab. Malang		Lokasi di Kab. Blitar	
		Hasil umbi segar (t/ha) <sup>b</sup>	Persentase terhadap varietas Boko	Hasil umbi segar (t/ha) <sup>b</sup>	Persentase terhadap varietas Boko
1	BIS OP-61	15,35	114,52	5,51	48,68
2	BIS OP-4	20,97	156,43	18,26	161,27
3	73 OP-8	18,72	139,64	12,96	114,40
4	73 OP-5	7,14	53,25	7,80	68,85
5	D67	13,09	97,64	16,25	143,49
6	73-6/2	17,83	133,01	13,72	121,13
7	Beniazuma	2,44	18,20	4,05	35,79
8	BIS-214	16,17	120,62	9,18	81,04
9	Boko	13,41	100,00	11,32	100,00

<sup>b</sup> = diasumsikan jumlah tanaman per Ha sebanyak 40 000

#### *Ranking keragaan hasil umbi*

Perbedaan hasil umbi di kedua wilayah diperlihatkan oleh perbedaan ranking klon berdasarkan bobot umbi per tanaman yang dihasilkan (Tabel 3). Hanya dua klon, yakni BIS OP-4 dan Beniazuma, yang mempunyai ranking sama di kedua wilayah uji-coba, berada pada posisi ranking pertama dan ranking terakhir. Secara rata-rata ada kecenderungan terjadi penurunan hasil umbi dari semua klon yang ditanam di Kabupaten Blitar dibandingkan dengan yang ditanam di Kabupaten Malang.

Perbedaan yang tampak dari kedua lokasi uji-coba adalah jenis tanahnya, jenis tanah pada lokasi uji-coba di Blitar termasuk jenis Grumosol/Vertisol, sedangkan di lokasi di Kabupaten Malang termasuk Alfisol. Grumosol mempunyai tekstur tanah yang lebih berat dibandingkan dengan Alfisol.

Keragaan hasil umbi pada dua klon keturunan (BIS OP-4 dan 73 OP-8) di Malang memperlihatkan ranking lebih tinggi dibandingkan dengan klon tetua (D67 dan 73-6/2), sedangkan di Blitar hanya klon BIS OP-4 yang melebihi hasil

umbi D67 dan 73-6/2. Klon tetua D67 dan 73-6/2 memperlihatkan keragaan hasil yang baik di kedua lokasi, meskipun ada penurunan hasil, kedua klon ini dapat dikatakan sesuai untuk ditanam di Malang maupun di Blitar, sebaliknya klon-klon yang lain hanya sesuai untuk kondisi di Malang. Dengan demikian dari percobaan ini dapat ditunjukkan bahwa ada satu klon keturunan dan dua klon induk yang dapat ditanam di Malang maupun Blitar, dengan

kata lain dapat dikembangkan untuk klon-klon yang beradaptasi luas, sebaliknya klon lainnya lebih sesuai untuk pengembangan klon spesifik lokasi, terutama untuk jenis tanah Alfisol yang bertekstur lebih ringan. Menurut Valenzuela *et al.* (1994) tanaman ubijalar lebih sesuai untuk jenis tanah yang bertekstur ringan. Dijelaskan pula bahwa tanah yang berat mengakibatkan perubahan bentuk dan ukuran umbi.

Tabel 3. Rerata bobot umbi klon-klon ubijalar dan peringkat bobot umbi yang ditanam di wilayah Kabupaten Malang dan Kabupaten Blitar

No	Klon	Rerata bobot umbi (kg/plot)		Ranking berdasar bobot umbi	
		Malang	Blitar	Malang	Blitar
1	BIS OP-61	26,73	4,80	5	8
2	BIS OP-4	40,42	21,93	1	1
3	73 OP-8	36,37	17,10	2	4
4	73 OP-5	13,60	6,53	8	7
5	D67	23,22	19,83	7	3
6	73-6/2	34,43	17,67	3	2
7	Beniazuma	4,57	3,50	9	9
8	BIS-214	29,90	9,93	4	6
9	Boko	25,70	14,57	6	5

Nilai korelasi ranking Spearman ( $r_s$ ) = 0.7 (berbeda sangat nyata)

Hasil analisis ragam untuk hasil umbi (Tabel 5) memperlihatkan ada pengaruh interaksi antara klon dengan lingkungan yang bersifat sangat nyata. Bagi pengembangan klon ubijalar, adanya pengaruh interaksi (lokasi x klon) ini perlu mendapat perhatian, yang mempunyai nilai interaksi besar sesuai untuk dikembangkan sebagai klon-klon spesifik lokasi.

#### *Keragaan kandungan protein*

Keragaan kandungan protein di kedua lokasi relatif tidak berubah (Tabel 4), didukung hasil analisis ragamnya (Tabel 5), yakni tidak ada pengaruh interaksi antara

lokasi dan klon dalam kandungan protein umbi. Secara rata-rata kandungan protein ke empat klon baru mempunyai kisaran antara 6–7,40% BK umbi di Malang dan antara 6–7,63% BK umbi di Blitar. Apabila diperbandingkan dengan induk persilangannya (Beniazuma dan BIS-214) kandungan proteinnya berkisar antara 4–5% BK umbi, maka tampak terdapat perbedaan 1-2% lebih tinggi. Pada Tabel 4 disajikan prosentase kandungan protein terhadap kandungan protein klon kontrol (BIS-214), berkisar antara 114–143% di kedua lokasi.

Tabel 4. Kandungan protein pada umbi dari klon-klon ubijalar yang ditanam di wilayah Kabupaten Malang dan Kabupaten Blitar pada musim tanam 2012

No	Klon	Lokasi di Kab. Malang		Lokasi di Kab. Blitar	
		Kandungan protein (% BK umbi)	Persentase terhadap BIS 214 sebagai kontrol	Kandungan protein (% BK umbi)	Persentase terhadap BIS 214 sebagai kontrol
1	BIS OP-61	7,40	146,70	7,63	142,77
2	BIS OP-4	6,13	121,47	6,39	119,45
3	73 OP-8	6,90	136,72	6,86	128,37
4	73 OP-5	6,43	127,34	6,12	114,40
5	D67	2,10	41,68	2,19	40,96
6	73-6/2	2,22	44,06	3,30	61,78
7	Beniazuma	4,22	83,55	4,41	82,48
8	BIS-214	5,05	100,00	5,35	100,00
9	Boko	2,51	49,80	2,08	38,84

Pada percobaan ini, tidak ditemukan variasi kandungan protein pada ubijalar yang diakibatkan oleh pengaruh lingkungan, ragam lingkungannya sangat rendah, ditunjukkan oleh nilai heritabilitas arti luas yang sangat tinggi (Tabel 5). Hal ini menguntungkan karena empat klon kaya protein yang diuji bisa dibudidayakan di Malang maupun Blitar dan klon-klon ini dapat dikembangkan untuk multi-lokasi.

Kandungan protein yang terukur pada klon-klon keturunan (BIS OP-61, BIS OP-4, 73 OP-8 dan 73 OP-5)

dibandingkan dengan kandungan protein klon-klon tetua (Beniazuma, BIS-214, D67, 73-6/2 dan Boko) memperlihatkan terjadinya heterosis pada karakter tersebut, hal ini mendukung penelitian yang dilakukan oleh Lin *et al.* (2007). Pada penelitian tersebut Lin *et al.* (2007) menunjukkan bahwa untuk karakter berat segar biomas, berat segar umbi dan kandungan protein merupakan karakter heterotik pada ubijalar sehingga dapat diperbaiki melalui program hibridisasi.

Tabel 5. Hasil analisis ragam gabungan

SK	db	Kuadrat tengah	
		Bobot umbi segar	Kandungan protein
Lokasi	1	2496,62	1,53
Rep dlm lokasi	4	53,51	0,41 a)
Klon	8	430,54 **	28,00 **
Lokasi x klon	8	80,45 **	0,34
Pooled error	32	24,84	0,75
$\sigma_e^2$		24,84	0,37
$\sigma_g^2$		58,35	4,17
$\sigma_p^2$		83,19	4,54
H <sub>BS</sub>		70,14	91,82

\*\* = berbeda sangat nyata (1%); a) = db rep dalam lokasi tidak cukup valid untuk uji signifikansi

Nilai heritabilitas arti luas karakter kandungan protein pada ubijalar pada penelitian ini (Tabel 6) sebesar 91,82%, nilai yang sangat tinggi. Hal ini disebabkan masih tersarangnya (*confounded*) interaksi

ragam genetik-musim dan genetik-musim-lingkungan pada ragam genetik. Untuk menghilangkan ragam tersarang tersebut memerlukan seri percobaan untuk beberapa musim tanam.

Tabel 6. Hasil analisis tanah di kedua lokasi penelitian

Lokasi penelitian	Jenis tanah	pH 1:1		C-org (BO) (%)	N-total (%)	P (mg/kg)		K NH <sub>4</sub> OAC 1 N pH 7 me/100 g	Ca 1 N me/100 g
		H <sub>2</sub> O	KCl 1N			Bray 1	Olsen		
Malang	Alfisol	5.4	4.5	0.38 (0.66)	0.06	12.65	-	0.09	0.06
Status kesuburan (Balai Penelitian Tanah, 2005)		masam		Sangat rendah	Sangat rendah	Tinggi		Sangat rendah	Sangat rendah
Blitar	Grumosol (Vertisol)	6.6	5.6	0.49 (0.85)	0.06	-	17.98	0.22	22.24
Status kesuburan (Balai Penelitian Tanah, 2005)		netral		Sangat rendah	Sangat rendah	Tinggi		Rendah	Sangat tinggi

## Kesimpulan

1. Keragaan hasil umbi dari sembilan klon yang diuji di dua lokasi percobaan memperlihatkan perbedaan yang sangat nyata, sebaliknya kandungan protein umbi tidak dipengaruhi oleh perbedaan lingkungan.
2. Keragaan hasil umbi pada klon-klon baru kaya protein yang diuji-coba di daerah Malang berkisar antara 13–40 kg/plot atau setara 7– 1 t/ha, sedangkan di Blitar berkisar antara 4– 22 kg/plot atau setara dengan 5– 8 t/ha. Kandungan protein untuk klon-klon tersebut mencapai 6– 7,40 % di Malang dan 6–7,63% di Blitar.
3. Karakter kandungan protein umbi pada ubijalar memperlihatkan karakteristik heterotik.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kopertis Wilayah 7 Jawa Timur dan DP2M yang telah membiayai pelaksanaan penelitian ini pada tahun anggaran 2012.

## Daftar Pustaka

- Agatha, W. 2010. Sweet Potato (*Ipomoea batatas Lam.*). Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka, Japan.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. Analisis kimia tanah, tanaman, air dan pupuk. Petunjuk teknis. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Bogor.
- Basuki, N., Harijono, Damanhuri, S.S. Antarlina and Y.Widodo. 2002. Nutrient identification in sweet potato germplasm to support agro-industry (*In Indonesian*). Jurnal Ilmu-ilmu Hayati (life Sciences), Vol.14 (1):94-105.
- Bourke, R. M. 1985. Influence of nitrogen and potassium fertilizer on growth of sweet potato (*Ipomoea batatas*) in Papua New Guinea. *Field Crops Res.* 12, 363–375.
- Bradbury, J. H. 1989. Chemical composition of cooked and uncooked sweet potato and its significance for human nutrition. In Sweetpotato Research and Development for Small Farmers. Ed. by K.T. Mackay, M.K. Palomar, and R.T. Sanico. SEAMEO – SEARCA, Laguna, the Philippines. Pp.183-195.

- George, M. S., G.Q. Lu and W.J. Zhou. 2002. Genotypic variation for potassium uptake and utilization efficiency in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Field Crops Research* 77: 7-15.
- Hahn, S.K. and Y. Hozyo. 1984. Sweet potato. In: P.R. Goldworthy and N.M. Fisher (Eds.), *The Physiology of Tropical Field Crops*. John Wiley & Sons. New York. pp 551-567.
- Hartemink, A. E. 2003. Integrated nutrient management research with sweet potato in Papua New Guinea. *Outlook on Agriculture* Vol 32, No 3, 2003, pp 173-182.
- Hartemink, A.E., M. Johnston, J.N. O'Sullivan, and S. Polomad. 2000. Nitrogen use efficiency of taro and sweet potato in the humid lowlands of Papua New Guinea. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 79: 271-280.
- Kozai, T., C. Chun, K. Ohyama, T. Hoshi, F. Afreen, S. Zobayed and C. Kubota. 1999. Transplant production in closed systems with artificial lighting for solving global issues on Environment Conservation, Food, Resource and Energy. p. 31-45. In Proc. ACESYS 111 Conference, Rutgers University, Piscataway, NJ.
- Lestari, S.U. dan N. Basuki. 2007. Breeding of sweet potato clones for high protein yield (In Indonesian). *Buana Sains*, 7(1): 61-70.
- Lestari, S.U., R.I. Hapsari and Sutoyo. 2009. Evaluation and Selection of Open-mating Pollination in protein rich of sweetpotato (In Indonesian). Research Report on Competitive Grant for First Year. University Tribhuwana Tunggaladewi. Malang.
- Li. I. 1982. Breeding for increased protein content in sweetpotatoes. Ed. by R.L. Villareal and T.D. Griggs. *Proceeding of the first international symposium. AVRDC*.
- Lin, K.H., Y.C. Lai, K.Y. Chang, Y.F. Chen, S.Y. Hwang and H.F. Lo. 2007. Improving breeding efficiency for quality and yield of sweet potato. *Botanical Studies* 48: 283-292.
- Nicholaides, J.J., H.F. Chancy, H.J. Mascagni, L.G. Wilson and D.W. Eady. 1985. Sweetpotato response to K and P fertilization. *Agronomy Journal* 77: 466-470.
- Onwudike, S. U. 2010. Effectiveness of Cow Dung and Mineral Fertilizer on Soil Properties, Nutrient Uptake and Yield of Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) in Southeastern Nigeria. *Asian Journal of Agricultural Research*, 4: 148-154.
- Singh, R.K. and B. D. Chaudhary. 1978. *Biometrical methods in quantitative genetic analysis*. Kalyam Publishers. Ludhiana. New Delhi.
- Syukur, M., S. Sujiprihati dan R. Yunianti. 2012. *Teknik Pemuliaan Tanaman*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Valenzuela, H., S. Fukuda and A. Arakaki. 1994. Sweetpotato Production Guides For Hawai'i. *Research Extension Series* 146: 1-10.
- Welch, R. M. and Graham, R. D. 2004. Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective. *Journal of Experimental Botany*, 55, 353-364.
- Zuraida, N. 2003. Sweet Potato as an Alternative Food Supplement During Rice Shortage. *Jurnal Litbang Pertanian*, 22 (4): 150-155.