

Evaluasi Keragaman Kacang Bogor (*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt) Hasil Induksi Mutasi Kolkisin

Variability Evaluation Of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt) by Colchicine Induction Mutation

Fendy Bayu Firmansyah, Darmawan Saptadi^{*)}, dan Noer Rahmi Ardiarini

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
 Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur, Indonesia
 E-mail: darmawansaptadi@gmail.com

ABSTRAK

Kacang bogor merupakan salah satu komoditi pertanian yang dapat digunakan sebagai sumber pangan alternatif di Indonesia. Salah satu upaya untuk meningkatkan keragaman pada tanaman kacang bogor ialah dengan mutasi menggunakan kolkisin. Tujuan penelitian ini ialah untuk mempelajari keragaman dan penampilan karakter kacang bogor hasil induksi kolkisin generasi CT-0. Penelitian ini dilaksanakan di lahan percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya di Kelurahan Jatimulyo, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang dan dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juni 2017. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kolkisin, media tanah, air, pupuk urea, SP36, KCl, pupuk kandang, pestisida dan benih kacang bogor galur GSG-2.1.1. Penelitian ini menggunakan metode perlakuan pada tanaman tunggal yang disusun dalam satu barisan. Konsentrasi kolkisin yang digunakan 0 ppm (kontrol), 100 ppm (P1), 300 ppm (P2) dan 500 ppm (P3). Waktu perendaman benih yang digunakan 3 jam (W1), 6 jam (W2) dan 9 jam (W3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kolkisin menyebabkan keragaman yang luas pada karakter jumlah biji per tanaman dan panjang polong per tanaman. serta, karakter yang memiliki rata-rata lebih tinggi akibat pemberian kolkisin dibandingkan dengan kontrol ialah panjang biji per tanaman, lebar biji per tanaman, panjang polong per tanaman, lebar polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, dan jumlah polong per tanaman.

Kata Kunci: Kacang Bogor, Keragaman, Kolkisin, Mutasi.

ABSTRACT

Bambara is one of commodities that can be used as an alternative food source in Indonesia. One of the efforts to increase variability in bambara is mutation with colchicine. The purpose of this research was to study the variability and appearance of bambara induction colchicine results generation CT-0. The Research was conducted at the Agriculture Faculty experimental farm of Brawijaya University, Jatimulyo village, Lowokwaru subdistrict, Malang, on March to August 2017. The materials used in this research were colchicine, media ground, water, urea fertilizer, SP36, KCl, manure, pesticides and seed Bambara-2.1.1 GSG strains. This research using the method of treatment on single plants arranged in one row. The concentrations of colchicine were 0 ppm (control), 100 ppm (P1), 300 ppm (P2) and 500 ppm (P3). Seed soaking time used 3 hours (W1), (W2) 6 hours and 9 minutes (W3). The results showed that there was a real difference on the character width of seeds, seed length, width, length, width, number of seeds and the number of pods due to combination treatment of colchicine with a time of submersion. Treatment control has a category of low variability, while the coefficient of combination treatment with the colchicine soaking time has coefficients of variability category low to high.

Keywords: Bambara, Colchicine, Mutation, Variability.

PENDAHULUAN

Kacang bogor menjadi tanaman legume terpenting kedua dan merupakan tanaman pangan terpenting ketiga setelah jagung dan kacang tanah di tingkatan petani subsisten di Mpumalanga Afrika (Swanevelder, 1998). Kacang bogor merupakan salah satu komoditi pertanian yang dapat digunakan sebagai sumber pangan alternatif di Indonesia. Setiap 100 gram bagian biji kacang bogor memiliki kandungan 11 gram air, 18 gram protein, 6 gram lemak, 62 gram karbohidrat, 5 gram serat serta 3 gram abu. Salah satu keunggulan tanaman kacang bogor ialah kemampuannya untuk hidup di tanah dengan unsur hara yang minim dan kurang air (Kuswanto et al., 2012). Poliploid adalah suatu kondisi susunan kromosom menjadi lebih dari dua set kromosom. Menurut Kadi (2007), poliploid dilakukan untuk mendapatkan jenis yang memiliki 2 set kromosom (2n) sehingga dapat memperbaiki kualitas suatu organisme, manipulasi poliploid menghasilkan suatu individu baru dengan jumlah kromosom berbeda-beda.

Pemuliaan tanaman sangat dibutuhkan untuk mendapatkan galur kacang bogor yang unggul. Penanaman galur unggul tersebut dapat menekan biaya produksi serta dapat meningkatkan hasil, karena penggunaan benih dapat ditekan. Keragaman yang tinggi pada suatu tanaman dapat digunakan untuk pemilihan tetua, semakin tinggi keragaman maka pemilihan tetua akan lebih mudah (Illahi et al., 2016). Salah satu upaya untuk meningkatkan keragaman pada tanaman kacang bogor ialah dengan mutasi. Senyawa kimia yang dapat digunakan untuk menginduksi mutasi adalah kolkisin. Pemberian mutagen seperti kolkisin ialah untuk mutasi yang menyebabkan terjadinya poliploid, organisme memiliki tiga atau lebih kromosom dalam sel-selnya.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di lahan percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Kelurahan Jatimulyo, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang pada bulan Maret sampai dengan bulan Agustus 2017. Ketinggian tempat sekitar 460 m dpl, daerah ini memiliki suhu minimum 20°C dan maksimum 28°C, serta di Laboratorium Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya meliputi perendaman benih kacang bogor menggunakan kolkisin. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kolkisin, media tanah, air, pupuk urea, SP36, KCl, pestisida dengan bahan aktif abamectin, mancozeb, propineb, permetrin dan benih kacang bogor. Benih yang digunakan ialah kacang bogor galur GSG-2.1.1, karena memiliki keragaman rendah (Nugraha et al., 2015)

Metode penelitian yang digunakan ialah metode perlakuan pada tanaman tunggal yang disusun di dalam barisan. Satu genotip potensial ditanam pada 12 kombinasi perlakuan konsentrasi kolkisin dan waktu perendaman. Penelitian ini menggunakan dua perlakuan. Perlakuan pertama ialah konsentrasi kolkisin yang terdiri dari P0: 0 ppm, P1: 100 ppm, P2: 300 ppm, dan P3: 500 ppm. Serta, perlakuan kedua ialah waktu perendaman benih yang terdiri dari 3 jam (W1), 6 jam (W2), dan 9 jam (W3). Bubuk kolkisin dilarutkan kedalam aquades, kemudian stirer selama 2 - 3 jam. Larutan kolkisin dengan konsentrasi 100 ppm dibuat dengan cara mencampurkan 0,1 gram bubuk kolkisin ke dalam 100 mililiter aquades. Larutan kolkisin dengan konsentrasi 300 ppm dibuat dengan cara mencampurkan 0,3 gram bubuk kolkisin ke dalam 100 mililiter aquades. Larutan kolkisin dengan konsentrasi 500 ppm dibuat dengan cara mencampurkan 0,5 gram bubuk kolkisin ke dalam 100 mililiter aquades. Biji kacang bogor direndam dengan masing-masing konsentrasi kolkisin selama 3 jam, 6 jam dan 9 jam sesuai perlakuan.

Dari perlakuan ini diperoleh 12 kombinasi tanpa adanya ulangan. Terdapat 12 plot percobaan yang masing-masing plot terdiri dari 12 tanaman. total populasi keseluruhan yaitu 224 tanaman.

pengamatan yang dilakukan yaitu pengamatan pertumbuhan dimulai pada 14 hari setelah tanam sampai memasuki masa panen yang meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun.

Saat memasuki fase generatif, dilakukan pengamatan waktu muncul bunga. Saat panen dilakukan pengamatan umur panen, panjang polong, lebar polong, jumlah polong, bobot polong, jumlah biji, bobot biji, panjang biji dan lebar biji. Data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan uji t. Setelah mendapatkan hasil analisis uji t, maka dilanjutkan dengan menghitung koefisien variasi (KV) untuk dapat membandingkan tingkat keragaman antar perlakuan yang diamati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Kualitatif

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa persentase benih berkecambah menunjukkan perlakuan kontrol memiliki persentase benih berkecambah paling tinggi yaitu 100% dan perlakuan P3W1 (500 ppm dan 3 jam perendaman) memiliki persentase benih berkecambah terendah yakni 67%. Pengamatan karakter tanaman yang hidup menunjukkan bahwa perlakuan kontrol memiliki persentase tanaman yang hidup tertinggi yakni 100% dan perlakuan P3W1 memiliki persentase tanaman yang hidup yakni sebesar 65% (Tabel 1). Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan

Essel *et al.*, (2015) bahwa penurunan perkecambahan benih terjadi karena masih ada pengaruh dari induksi kolkisin pada generasi kedua. Burun dan Emiroglu (2008) yang menyatakan bahwa perlakuan kolkisin dapat menyebabkan toksisitas pada sel-sel tanaman yang berujung pada kerusakan dan kematian sel, tetapi apabila kolkisin diberikan pada konsentrasi yang tepat maka dapat menginduksi poliploid.

Tinggi Tanaman

Terjadi interaksi pada tinggi tanaman akibat perlakuan pemberian kolkisin dan waktu perendaman. Terdapat peningkatan rata-rata pada masing-masing konsentrasi kolkisin 100, 300 serta 500 ppm Waktu

perendaman juga mempengaruhi adanya peningkatan nilai rerata pada setiap konsentrasi kolkisin. Semakin tinggi dosis mutagen maka semakin besar pula kemungkinan terjadinya mutasi, salah satunya mutasi pada pertumbuhan vegetatif tanaman yang semakin jelas berbeda dibandingkan dengan perlakuan kontrol (Herman, 2013).

Jumlah Daun

Pengamatan karakter jumlah daun didapatkan bahwa tanaman kacang bogor yang diberikan perlakuan konsentrasi kolkisin 500 ppm serta waktu perendaman 9 jam memiliki rata-rata jumlah daun terendah, dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lainnya (Tabel 4). Hal ini sesuai dengan penelitian Aili *et al.*, (2016) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi kolkisin yang diberikan akan memberikan pengaruh terhadap penurunan jumlah daun, panjang daun serta lebar daun. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Gnanamurthy *et al.*, (2012) yang menyatakan bahwa perlakuan mutagen menyebabkan penurunan pada karakter morfologi tanaman jagung termasuk jumlah daun.

Berdasarkan hasil analisis koefisien keragaman karakter jumlah daun menunjukkan semua perlakuan memiliki kategori rendah, kecuali perlakuan P3W1 dan P3W3 yang memiliki koefisien keragaman sedang (Tabel 3).

Umur Berbunga

Pengamatan karakter umur berbunga tanaman kacang bogor menunjukkan hasil yang sama antara tanaman dengan perlakuan kolkisin dan tanaman tanpa perlakuan kolkisin atau kontrol. Tanaman kacang bogor dengan perlakuan kolkisin dan kontrol memiliki umur berbunga 52 hari setelah tanam. Hasil penelitian ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Mensah *et al.*, (2007) yang menyatakan bahwa perlakuan kolkisin yang berbeda menyebabkan respon tanaman yang dihasilkan pada umur berbunga dan umur panen juga berbeda.

Tabel 1. Persentase Benih Berkecambah dan Persentase Tanaman yang Hidup

Perlakuan	Persentase benih berkecambah (%)	Tanaman yang hidup (%)
Kontrol	100	100
P1W1	87	87
P1W2	90	85
P1W3	90	88
P2W1	85	85
P2W2	88	88
P2W3	90	90
P3W1	67	65
P3W2	68	68
P3W3	70	70

Tabel 2. Nilai Koefisien Keragaman pada karakter Tinggi Tanaman.

Perlakuan	σ^2	σ	KK (%)	Kategori KK
Kontrol	2.26	1.50	7.01	Rendah
P1W1	7.95	2.82	12.96	Rendah
P1W2	4.68	2.16	9.36	Rendah
P1W3	4.93	2.22	8.98	Rendah
P2W1	5.49	2.34	11.22	Rendah
P2W2	11.59	3.40	14.43	Rendah
P2W3	4.11	2.03	8.26	Rendah
P3W1	7.56	2.75	13.10	Rendah
P3W2	4.67	2.16	9.94	Rendah
P3W3	9.92	3.15	13.89	Rendah

Tabel 3. Nilai Koefisien Keragaman pada karakter Jumlah Daun

Perlakuan	σ^2	σ	KK (%)	Kategori KK
Kontrol	175.79	13.26	11.17	Rendah
P1W1	200.94	23.25	19.59	Rendah
P1W2	200.94	14.18	10.88	Rendah
P1W3	952.86	30.87	21.57	Rendah
P2W1	687.78	26.23	23.95	Rendah
P2W2	1095.85	33.10	22.57	Rendah
P2W3	1042.63	32.29	21.58	Rendah
P3W1	980.12	31.31	29.82	Sedang
P3W2	913.67	30.23	23.71	Rendah
P3W3	1783.15	42.23	41.08	Sedang

Karakter Umur Panen

Karakter umur panen menunjukkan bahwa semua perlakuan memiliki umur panen 130 hari setelah tanam. Hal ini tidak sesuai dengan pendapat Tuwo (2014) yang menyatakan bahwa setiap jenis tanaman memiliki respon yang berbeda terhadap kolkisin.

Panjang dan Lebar Biji

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan bahwa tanaman kacang bogor dengan perlakuan kolkisin memiliki rata-rata panjang biji serta lebar biji yang lebih tinggi.

Kamukten *et al.*, (2016) menyatakan bahwa kolkisin dapat menyebabkan perubahan pada beberapa karakter tanaman, seperti ukuran organ menjadi lebih besar dan produksi tanaman menjadi lebih meningkat. Berdasarkan hasil analisis koefisien keragaman karakter Panjang Biji menunjukkan semua perlakuan memiliki kategori rendah (Tabel 4) dan hasil analisis koefisien keragaman karakter lebar biji dapat diketahui bahwa semua perlakuan memiliki nilai koefisien keragaman dengan kategori rendah (Tabel 5).

Tabel 4. Nilai Koefisien Keragaman pada karakter Panjang Biji

Perlakuan	σ^2	σ	KK (%)	Kategori KK
Kontrol	0.78	0.97	8.46	Rendah
P1W1	1.61	1.27	9.94	Rendah
P1W2	2.58	1.61	13.47	Rendah
P1W3	3.88	1.97	15.45	Rendah
P2W1	1.95	1.39	10.84	Rendah
P2W2	2.10	1.45	11.70	Rendah
P2W3	4.05	2.01	16.35	Rendah
P3W1	2.15	1.47	12.19	Rendah
P3W2	3.39	1.84	15.27	Rendah
P3W3	3.59	1.89	15.04	Rendah

Tabel 5. Nilai Koefisien Keragaman pada karakter Lebar Biji

Perlakuan	σ^2	σ	KK (%)	Kategori KK
Kontrol	0.50	0.71	7.76	Rendah
P1W1	0.95	0.98	9.76	Rendah
P1W2	1.13	1.06	11.70	Rendah
P1W3	1.53	1.24	12.38	Rendah
P2W1	1.05	1.03	10.31	Rendah
P2W2	1.36	1.17	12.43	Rendah
P2W3	2.15	1.47	15.20	Rendah
P3W1	1.18	1.09	11.70	Rendah
P3W2	1.88	1.37	14.81	Rendah
P3W3	1.49	1.22	13.06	Rendah

Bobot Biji

Hasi penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi kolkisin 500 ppm dan 3 jam perendaman (P3W1) memiliki rata-rata Bobot biji pertanaman terendah, kemudian perlakuan kontrol mendapatkan Bobot Biji sebanyak 18 gram. Nilai rata-rata Bobot Biji tertinggi didapatkan perlakuan 100 ppm dan 9 jam perendaman (P1W3) yakni 31 gram. Berdasarkan hasil analisis koefisien keragaman karakter Bobot Biji dapat diketahui bahwa hanya perlakuan kontrol yang memiliki kategori koefisien keragaman rendah, sedangkan perlakuan P2W3 memiliki koefisien keragaman cukup tinggi dengan nilai koefisien keragaman sebesar 57,71 %. Perlakuan P1W1, P1W2, P1W3, P2W1, P2W2, P3W1, P3W2 serta P3W3 memiliki koefisien keragaman sedang (Tabel 6).

Jumlah Polong

Berdasarkan karakter Jumlah Polong didapatkan bahwa tanaman kacang bogor dengan perlakuan kolkisin memiliki nilai rata-rata jumlah polong lebih besar dibandingkan kontrol. Hal ini diduga tanaman kacang bogor tanpa perlakuan kolkisin belum berhasil terinduksi poliploid oleh kolkisin sehingga tidak terjadi penambahan jumlah kromosom (Nofitahesti dan Daryono, 2016).

Essel et al., (2015) menyatakan bahwa pada perlakuan kolkisin 0,15g/dl rerata jumlah polong pada tanaman kacang tolo (*Vigna unguiculate* (L.) Walp.) mengalami peningkatan dibandingkan dengan tanaman kontrol. Berdasarkan analisis koefisien keragaman dapat diketahui bahwa seluruh perlakuan memiliki kategori koefisien keragaman sedang, kecuali perlakuan kontrol yang memiliki kategori

Tabel 6. Nilai Koefisien Keragaman pada karakter Bobot Biji

Perlakuan	σ^2	σ	KK (%)	Kategori KK
Kontrol	10.43	3.23	18.14	Rendah
P1W1	88.82	9.42	40.10	Sedang
P1W2	120.99	11.00	38.48	Sedang
P1W3	88.99	9.43	30.85	Sedang
P2W1	51.69	7.19	37.66	Sedang
P2W2	100.52	10.03	38.31	Sedang
P2W3	170.45	13.06	43.00	Sedang
P3W1	54.09	7.35	44.57	Sedang
P3W2	81.52	9.03	45.91	Sedang
P3W3	54.45	7.38	36.24	Sedang

Tabel 7. Nilai Koefisien Keragaman pada karakter Jumlah Polong

Perlakuan	σ^2	σ	KK (%)	Kategori KK
Kontrol	25.07	6.82	22.42	Rendah
P1W1	162.61	12.75	35.75	Sedang
P1W2	277.82	16.67	36.23	Sedang
P1W3	378.39	19.45	36.88	Sedang
P2W1	118.45	10.88	39.58	Sedang
P2W2	359.64	18.96	46.25	Sedang
P2W3	499.40	22.35	51.97	Sedang
P3W1	192.57	13.88	45.13	Sedang
P3W2	200.64	14.16	46.44	Sedang
P3W3	119.79	10.94	47.24	Sedang

koefisien rendah, dengan persentase 22,42 persen (Tabel 7).

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa pada beberapa karakter, tanaman kacang bogor akibat perlakuan kolkisin menunjukkan koefisien keragaman rendah pada karakter jumlah daun, tinggi tanaman, panjang biji, lebar biji. Pada beberapa karakter, tanaman kacang bogor akibat perlakuan kolkisin menunjukkan variasi kategori koefisien keragaman. Pada karakter bobot biji, jumlah biji, panjang polong, bobot polong, jumlah polong menunjukkan koefisien keragaman sedang sampai tinggi. Kolkisin sangat berpengaruh pada individu tanaman meskipun memiliki nilai koefisien keragaman rendah masih bisa berpeluang untuk mendapatkan individu terpilih. Menurut Anggraeni (2015) tujuan akhir dari pemuliaan tanaman adalah untuk mendapatkan individu dengan produksi tinggi. Karakter yang menentukan individu terpilih adalah Jumlah Biji. Karakter Jumlah Biji dipilih menjadi dasar pemilihan individu terpilih karena sebagai bahan untuk uji lanjut pada generasi berikutnya yang diharapkan dapat terjadi peningkatan produksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dr. Darmawan Saptadi, SP., MP. yang telah memberikan bantuan dan untuk kepentingan penelitian ini.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kolkisin menyebabkan keragaman yang luas pada karakter jumlah biji per tanaman dan panjang polong per tanaman. serta, karakter yang memiliki rata-rata lebih tinggi akibat pemberian kolkisin dibandingkan dengan kontrol ialah panjang biji per tanaman, lebar biji pertanaman, panjang polong per tanaman, lebar polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, dan jumlah polong per tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

Aili, E. N., Respartijati, dan A. N. Sugiharto. 2016. Pengaruh Pemberian Kolkisin Terhadap

- Penampilan Fenotip Galur Inbrida Jagung Pakan (*Zea Mays* L.) Pada Vase Pertumbuhan Vegetatif. *Jurnal Produksi Tanaman*. 4 (5): 370-377.
- Burun, B., & Emiroglu, U. 2008.** A comparative study on colchicine application methods in obtaining doubled haploids of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Turkish Journal of Biology*. 32(2008): 105-111.
- Essel, E., I. K. Asante, and E. Laing. 2015.** Effect of Colchicine Treatment on Seed Germination, Plant Growth and Yield Traits of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). *Canadian Journal of Pure and Applied Sciences*. 9(3):3573-3576.
- Gnanamurthy, S., D. Dhanavel, M. Girija, P. Pavadai and T. Bharathi. 2012.** Effect of Chemical Mutagenesis on Quantitative Traits of Maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Research in Botany*. 2(4):34-36.
- Illahi, Z., N. M. A. Wiendi, dan Sudarsono. 2016.** Keragaman Genetik Kacang Bogor (*Vigna subteranea* L. Verdc.) Berdasarkan Marka SSR (Simple Sequence Repeat). *Jurnal Agronomi Indonesia* 44(3): 279-285
- Herman, N., Irma, M., & Dewi, I. R. 2013.** Pengaruh mutagen kolkisin pada biji kacang hijau (*Vigna radiata* L.) terhadap jumlah kromosom dan pertumbuhan. Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas dan Ekologi Tropika Indonesia (BioETI) Universitas Andalas.
- Kamukten, P. P., A. N. Sugiharto, N. Basuki, dan D. Saptadi. 2016.** Identifikasi Perubahan Fenotip Pada Empat Galur Inbred Jagung Pakan (*Zea mays* L.) Akibat Induksi Mutasi. *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(3):224-230.
- Kadi, A. 2007.** Manipulasi Poliploidi Untuk Memperoleh Jenis Baru Yang Unggul. *Journal Oseana* 32(4): 1-11.
- Kuswanto, Waluyo, B., Ranin A. P., Sartika C. 2012.** Koleksi dan Evaluasi Galur-Galur Lokal Kacang Bogor (*Vigna subterranea*). Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Mensah, J. K., Obadoni, P. A. Akomeah, B. Ikhajiagbe, Ajibolu, and Janet. 2007.** The effect of Sodium Azide and Colchicine Treatments on Morphological and Yield Traits of Sesame Seed (*Sesame indicum* L.). *African Journal of Biotechnology*. 6(5):534-538.
- Nofitahesti, I. dan B. S. Daryono. 2016.** Karakter Fenotip Kedelai Hasil Poliploidisasi Dengan Kolkisin. *Scientiae Educatia: Jurnal Sain dan Pendidikan Sains*. 5(2): 90-98.
- Swanevelder, CJ. 1998.** Bambara – Food for Afrika. National Departement of Agriculture. Pretoria. p.64-66.