



PEMBUATAN *MOCAF* (*MODIFIED CASSAVA FLOUR*) DENGAN PROSES FERMENTASI MENGGUNAKAN *RHIZOPUS* *ORYZAE* DAN *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

Nur Aida, Lina I. Kurniati, dan Setiyo Gunawan*

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh
 Nopember, Keputih Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia

*Korespondensi: Tel.: +62 31 5946240; Fax: +62 31 5999282.

Alamat email: gunawan@chem-eng.its.ac.id

Abstrak

Singkong (Manihot Esculenta) merupakan komoditas tanaman pangan yang penting sebagai penghasil sumber bahan pangan karbohidrat dan bahan baku makanan, kimia dan pakan ternak. Indonesia memiliki potensi umbi-umbian sebagai sumber karbohidrat sekaligus bahan baku tepung lokal yang tidak kalah dengan terigu. Salah satu usaha diversifikasi pengolahan singkong yang saat ini sedang dikembangkan adalah tepung *Mocaf (Modified Cassava Flour)*. Proses pembuatan tepung *mocaf* yaitu singkong dikupas, dicuci dengan air pada suhu 60 °C, dipotong sampai ukuran kecil. Mencampur singkong, aquadest dan jamur kemudian melakukan proses fermentasi sesuai dengan variabel yang telah ditentukan. Pembuatan tepung *mocaf* terdiri dari beberapa tahap yaitu menyaring hasil fermentasi untuk memisahkan singkong dengan air dan jamur, mengeringkan singkong hingga kadar airnya 12 – 14%, menggiling singkong sampai halus, dan melakukan analisa kandungan pada tepung *mocaf*. Dari hasil penelitian didapatkan kenaikan kadar protein dan kadar lemak pada *mocaf*. Kadar protein dan lemak yang terbaik didapat pada waktu fermentasi selama 3 hari yaitu untuk *Saccharomyces cereviae* (protein 2,290% dan lemak 3,635%) dan *Rhizopus oryzae* (protein 4,722% dan lemak 3,756%). Untuk kadar abu, dan serat tidak ada perubahan yang signifikan (konstan). Dan terdapat penurunan pada kadar HCN dan kadar karbohidrat. Kadar HCN terendah diperoleh pada waktu fermentasi 3 hari yaitu untuk *Saccharomyces cereviae* (HCN 2,850 mg/kg) dan *Rhizopus oryzae* (HCN 2,775 mg/kg). Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* dan *Rhizopus oryzae* yang harganya murah dan non patogen mampu meningkatkan kadar protein dan menurunkan kadar HCN dari produk *mocaf*.

Kata kunci : *Modified cassava flour, Rhizopus oryzae, dan Saccharomyces cerevisiae*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Singkong (*Manihot esculenta*) secara luas dikonsumsi di daerah tropis. Di Afrika Barat dan Karibia, makanan singkong dikenal sebagai gari yang di produksi secara fermentasi (Okafor, 1998). Sebelum proses fermentasi singkong dikupas untuk menghilangkan kulit luar tipis yang berwarna coklat dan kulit dalam yang berwarna putih tebal (Okafor, 1998). Singkong sering dianggap bahan baku yang bermutu rendah karena rendahnya protein, mineral dan vitamin (Aletor, 1993; Onwueme, 1978). Namun varietas tertentu dari singkong mengandung banyak cyanogenic glikosida (linamarin dan lotaustralin) yang dapat dihidrolisis menjadi asam sianida (HCN) oleh enzim endogen (linamarase) ketika jaringan tanaman rusak selama pemanenan, pengolahan atau proses mekanis lainnya (Conn, 1973). Singkong juga mengandung asam tannic, zat ini yang dapat menimbulkan warna kusam pada produk olahan singkong sehingga mempunyai nilai pasar yang rendah (Hahn, 1992).

Singkong di beberapa daerah penggunaannya digunakan sebagai makanan membantu untuk meringankan masalah kelaparan sehingga sangat penting dalam hal keamanan pangan (Aletor, 1993). Oleh karena itu, dibutuhkan proses untuk meningkatkan nilai protein dan mengurangi kadar HCN. Penelitian sebelumnya menggunakan proses fermentasi dimana *Rhizopus oryzae* dan *Saccharomyces cerevisiae* digunakan untuk meningkatkan kadar protein dan menurunkan kadar HCN dari produk singkong (Akindahunsi et al., 1999).

Penelitian ini diharapkan dapat mengawali peningkatan tambahan produksi tepung sekitar 20% dari kebutuhan impor nasional selama lima tahun kedepan. Pada tahun 2009, impor gandum mencapai 5,2 juta ton. Sedangkan dari 22,7 juta ton produksi singkong, yang diolah menjadi bahan pangan dan non pangan baru mencapai 22,3 % atau sekitar 4,6 juta ton. Hal ini berarti peluang pasar untuk tepung dari singkong masih cukup besar (Samsul, 2010).

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui proses pembuatan mocaf dengan proses fermentasi menggunakan *Rhizopus oryzae* dan *Saccharomyces cerevisiae*, mengetahui kandungan nutrisi mocaf, dan membandingkannya dengan tepung terigu.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang pembuatan Mocaf dengan proses fermentasi menggunakan *Rhizopus oryzae*, dan *Saccharomyces cerevisiae*, memberikan informasi tentang kandungan nutrisi Mocaf, sebagai bahan rujukan ilmiah terhadap pemanfaatan singkong oleh masyarakat, dan peneliti selanjutnya.

1.4 Penelitian Terdahulu

Oboh et al., (1999) melakukan penelitian tentang singkong (*Manihot esculenta* Crantz) yang difermentasi dengan *Rhizopus oryzae*. Produk ini kemudian diolah menjadi gari dan tepung. Evaluasi gizi tepung dan gari menunjukkan bahwa ada peningkatan kandungan protein tepung (97%) dan gari (53%) ditentukan dengan metode Kjeldahl, sementara ada penurunan umum dalam tingkat karbohidrat, [tepung (5,0%), gari (10,4%)]. Tidak ada peningkatan dalam, abu dan lipid. Mineral (Zn, Mg, Fe, Ca, Na dan K) juga rendah, kecuali dalam gari di mana beberapa unsur yang sangat rendah. Para antinutrients, yaitu, tanin [0.16mgTA/100g tepung], gari (0.08mg/100g)] dan total sianida [pulp (17.21mg/kg), gari (14.85mg/Kg)] kecuali fitat [tepung (1497.18mg/100g), gari (912.26mg/100g)] sangat rendah.

Kemudian Oboh dan Akindahunsi(2002) melanjutkan penelitian dalam upaya untuk meningkatkan kualitas gizi dari produk singkong (tepung dan gari), *Saccharomyces cerevisiae* digunakan dalam fermentasi singkong. Yang di olah menjadi tepung dan gari. Hasilnya menunjukkan bahwa ada peningkatan yang signifikan dalam protein [tepung (10,9%), gari (6,3%)] dan lemak [tepung (4,5%), gari (3,0%)]. Sebaliknya, ada penurunan yang signifikan dalam kandungan sianida [tepung (9,5 mg / kg), gari (9,1 mg / kg)], karbohidrat [tepung (77,9%), gari (84,5%)] dan mineral (Zn, Mg, Fe, Ca, Na dan K), kecuali dalam fermentasi gari di mana ada peningkatan yang signifikan dalam isi Mg dan Fe. Namun, Fermentasi singkong dengan *Saccharomyces cerevisiae* tidak ada perubahan signifikan dalam serat dan abu. Logam berat, seperti Cu, Ni dan Pb, tidak terdeteksi baik dalam difermentasi atau tidak difermentasi.

Penelitian lainnya, yaitu Oboh (2005) memfermentasi singkong dengan campuran *Saccharomyces cerevisiae* dan dua bakteri yaitu *Lactobacillus delbrueckii* dan *Coryneformis Lactobacillus* selama 3 hari. Cairan diperas dari cake singkong kemudian difermentasi 7 hari. Untuk meningkatkan kandungan protein kulit singkong yang difermentasi dengan cairan diperas dari cake singkong dan diinokulasi (21,5%) bila dibandingkan dengan mengupas singkong dan difermentasi (8,2%). Selain itu, penurunan sianida (6,2 mg / kg) dan filtrat (789,7 mg/100g) bila dibandingkan dengan fermentasi kulit singkong, yang 44,6 mg / kg sianida dan 1043,6 filtrat mg/100g.

2. BAHAN DAN METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

Singkong putih yang dibeli di pasar tradisional Gebang-Surabaya dengan diameter 5cm dan panjang 20cm. *Saccharomyces cerevisiae* yang berupa powder merk Fermipan dengan netto 11 gram per sachet yang dimport oleh PT. Sangra Ratu Boga – Jl. Korang Bolong Raya N^o6-8 Jakarta Utara – Indonesia dengan BPOM RI ML 862613002198 yang dibeli di pasar tradisional Gebang – Surabaya. *Rhizopus oryzae* yang berupa powder merk Raprima Inokulum Tempe dengan netto 500 gram per bungkus yang diproduksi oleh PT. Aneka Fermentasi Industri (AFI) Bandung - Indonesia dengan BPOM RI MD 262628001051 yang dibeli di toko mini Situbondo – Jawa Timur. Aquadest yang dibeli ditoko bahan kimia Ruko Klampis – Surabaya, dan Bahan kimia yang digunakan adalah kelas analitis dan teknis.

2.2 Metodologi Penelitian

2.2.1 Persiapan Bahan

Singkong dikupas, dicuci dengan air pada suhu 60 °C, dipotong samapi ukuran kecil. Mencampur singkong, aquadest dan jamur kemudian melakukan proses fermentasi sesuai dengan variabel yang telah ditentukan. Pembuatan tepung mocaf terdiri dari beberapa tahap yaitu menyaring hasil fermentasi untuk memisahkan singkong dengan air dan jamur, mengeringkan singkong hingga kadar airnya 12 – 14%, menggiling singkong sampai halus, dan melakukan analisa kandungan pada tepung mocaf.

2.2.2 Analisa kandungan nutrisi mocaf

2.2.2.1 Analisa kandungan air

Kadar air dianalisis menggunakan Halogen Moisture Analyzer. Sebanyak 1 g sampel ditimbang secara akurat dalam crucible bersih dan dikeringkan (W_1). Kemudian wadah itu ditempatkan ke Moisture Analyzer halogen dan memegang 105°C sampai berat konstan dicapai (W_2). Kelembaban persen dari sampel dihitung sebagai Moisture content = $(W_1 - W_2) / (W_1) \times 100$ (1)

2.2.2.2 Analisa kandungan abu (AOAC 2003)

Untuk penentuan ash, cawan kosong dan bersih dipanaskan pada suhu 600 °C selama 1 jam dalam muffle furnace. Kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Berat cawan kosong dicatat sebagai W₁. 1 gram sampel ditaruh dalam cawan (W₂). Kemudian cawan tersebut diletakkan dalam muffle furnace pada suhu 400 °C selama 6 jam. Kemudian cawan didinginkan dalam desikator dan ditimbang (W₃).

Persen abu dihitung dengan rumus: % abu = $[(W_3 - W_1) / W_2] \times 100\%$ (2)

2.2.2.3 Analisa kandungan lemak (AOAC 2003)

Sampel sebanyak 50 gram dibungkus dengan kertas saring diletakkan di dalam ekstraktor dan diekstrak dengan solvent n-hexane teknis pada suhu 75°C selama 4 jam. Dengan 4 jam ekstraksi ini, lipida dalam sampel sudah benar-benar terekstrak semua sehingga prosesnya dapat dihentikan. Selanjutnya, hasil yang diperoleh berupa campuran lipid dan n-hexane didistilasi untuk memisahkan keduanya. Ekstrak berupa lipida dimasukkan botol yang sebelumnya telah ditimbang. Dipanaskan lagi pada suhu 80°C untuk mendapatkan hasil yang murni. Kemudian ditimbang hasilnya.

% lemak = $\{[\text{berat minyak, g}] / [\text{berat sampel, g}]\} \times 100\%$ (3)

2.2.2.4 Analisa kandungan protein (AOAC 2003)

Uji kandungan protein dilakukan dengan cara menguji kadar Nitrogen dalam sampel. Kemudian hasilnya dikonversi dengan mengalikan kadar nitrogen yang didapat dengan 6,25. Hasil konversi yang didapat itu merupakan kandungan protein dalam sampel. Untuk menguji kadar nitrogen, sampel sebanyak 6 gram dimasukkan dalam labu Kjeidahl. Kemudian, 25 mL HCl pekat ditambahkan ke labu pencernaan. Labu itu berputar-putar dalam rangka untuk mencampur isi bersih, lalu ditempatkan pada pemanas untuk mencerna sampai campuran menjadi jelas. Kemudian, air suling ditambahkan hingga 100 mL dan diaduk dalam rangka untuk mencampur isi secara menyeluruh. Setelah mendidih, tambahkan 23 mL (V₂) larutan NaOH 30% dan beberapa tetes indikator phenolptalein ke dalam labu Kjeidahl. Pemanasan dihentikan apabila tidak ada yang menetes lagi pada erlenmeyer (tak ada aliran ke erlenmeyer). Hasil larutan yang di erlenmeyer dititrasi dengan HCl 1 N (V₁) hingga warnanya berubah menjadi kehijauan. Persen protein dihitung dengan menggunakan rumus: % Crude protein = 6,25x %N (4)

%N = $[1,4008 \times ((V_1 \times N_1) - (V_2 \times N_2)) \times 100] / [W]$ (5)

2.2.2.5 Analisa kandungan serat (AOAC 2003)

Sampel 0,5 gram (W₁) ditambahkan dengan 150 ml H₂SO₄ (0,128 M; 3,55 ml, 96% per 500 ml aquadest) dan acetone beberapa tetes, kemudian dipanaskan 150 °C. Ketika larutan mendidih, panasnya dikurangi menjadi 90°C selama 30 menit. Kemudian endapan disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan aquadest hingga bebas asam. Dengan prosedur yang sama dilakukan dengan menggunakan KOH (0,223 M; 6,25 gram per 500 ml aquadest). Kertas saring yang digunakan dengan pemakaian KOH, dioven terlebih dahulu dengan suhu 100 °C selama 30 menit (supaya bebas kandungan air). Endapan beserta kertas saring dioven selama 1 jam dengan suhu 150 °C (W₂). Setelah itu endapan beserta kertas saring dimasukkan ke dalam furnace dengan menggunakan cawan penguap (cawan penguap sebelumnya dimasukan ke furnace selama 1 jam dengan suhu 600 °C) selama 6 jam 30 menit dengan suhu 550 °C (W₃). Persen serat dihitung dengan rumus: % Serat = $[(W_2 - W_3) / W_1] \times 100$ (6)

2.2.2.6 Analisa kandungan mineral

Mineral konten dianalisis menggunakan alat Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-EOS). Sebanyak 2 g sampel dicampur dengan 10 ml asam nitrat dan dipanaskan pada 60°C selama 20 menit. Kemudian, 5 ml HCl ditambahkan diikuti dengan pemanasan pada 60°C selama 20 menit. Kemudian, 100 ml air suling yang ditambahkan. Larutan dipanaskan pada 60°C sampai setengah volume berkurang pada awal dan disaring. Kertas saring dibilas berulang kali dengan aquadest sampai mineral larut sempurna. Larutan yang didapat diencerkan sampai 100 ml, kemudian diencerkan kembali hingga 50 kali pengenceran. Sampel 5-10 ml dianalisa dengan ICP.

2.2.2.7 Analisa kandungan karbohidrat

Analisa kandungan karbohidrat menggunakan perhitungan :

% karbohidrat = $100\% - (\% \text{ protein} + \% \text{ lemak} + \% \text{ abu} + \% \text{ air})$ (7)

2.2.2.8 Analisa kandungan HCN

Timbang sampel sebanyak 20 gr lalu tambahkan dengan 100 mL aquades dan diletakkan pada labu Kjeldahl, kemudian dilakukan perendaman selama 2 jam. Setelah itu, ditambahkan lagi 100 mL aquades, kemudian didistilasi dengan uap (steam). Tampung distilat dalam erlenmeyer berisi 20 mL NaOH 2.5%. Setelah distilat mencapai 150 mL, tambahkan 8 mL NH₄OH, 5 mL KI 5% dan dititrasi dengan 0.02 N AgNO₃ sampai terjadi kekeruhan (letakkan kertas karbon hitam dibawah labu titrasi).

Bobot HCN = $\frac{\text{ml titar (blanko-sampel)}}{\text{ml titar blanko}} \times \frac{20}{100} \cdot \text{N} \cdot \text{AgNO}_3 \times 0.54 \text{ mg}$ (8)

2.2.2.9 Analisa kandungan pati (AOAC 1970)

Timbang 2-5 gram contoh yang berupa bahan padat yang telah dihaluskan, tambahkan 50 ml aquadest dan aduk selama 1 jam. Suspensi disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan aquadest sampai volume filtrat 250 ml. Pati yang terdapat sebagai residu pada kertas saring dicuci 5 kali dengan 10 ml eter biarkan eter menguap dari residu, kemudian cuci lagi dengan 150 ml alkohol 10%. Residu dipindahkan secara kuantitatif dari kertas saring kedalam erlenmeyer dengan pencucian 200 ml aquadest dan tambahkan 20 ml HCl ± 25% (berat jenis 1,125), tutup erlenmeyer dan panaskan dengan water bath selama 2,5 jam. Setelah dingin netralkan dengan NaOH 45% dan encerkan sampai volume 450 ml kemudian saring. Tentukan kadar gula yang dinyatakan sebagai glukosa dari filtrat yang diperoleh. Penentuan glukosa seperti pada penentuan gula reduksi. Berat glukosa dikalikan 0,9 merupakan berat pati.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi singkong dianggap sebagai bahan makanan pokok di daerah tropis. Tetapi singkong mempunyai kekurangan yaitu tingginya kadar HCN yang beracun dan rendahnya kadar protein. Dimana salah satu olahan dari singkong adalah tepung tapioka yang mempunyai kadar protein yang rendah, sehingga perlu dicari metode yang lebih baik untuk meningkatkan kualitas tepung dari singkong. Metode yang saat ini sedang dikembangkan adalah *Modified Cassava Flour* (Mocaf).

Dari hasil penelitian diperoleh kadar abu, kadar serat, kadar lemak, kadar protein dan kadar karbohidrat pada tabel I.

Tabel I. Komposisi dari tepung Mocaf (% berat kering)

Sampel	Singkong	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>				<i>Rhizopus oryzae</i>			
		2 hari	3 hari	4 hari	5 hari	2 hari	3 hari	4 hari	6 hari
Protein	1,925	2,015	2,290	2,142	2,121	3,502	4,722	2,329	2,047
Lemak	0,651	2,866	3,635	3,478	3,542	2,960	3,756	3,588	3,667
Serat	2,704	3,167	3,058	2,728	3,080	2,478	2,873	2,146	2,362
Karbohidrat	94,541	91,388	90,502	91,193	90,864	90,519	88,181	91,474	91,576
Abu	0,178	0,564	0,514	0,459	0,392	0,540	0,469	0,563	0,354

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa tidak ada perubahan yang signifikan (konstan) pada mocaf hasil fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* maupun *Rhizopus oryzae* untuk kandungan serat dan abu. Sedangkan kadar lemak yang tinggi pada mocaf disebabkan adanya transformasi karbohidrat menjadi lemak (Lehninger, 1987), beberapa jamur dapat memproduksi minyak mikroba selama proses fermentasi (Akindumila, Glatz 1998). Kandungan protein yang tinggi disebabkan karena kemampuan dari *Saccharomyces cerevisiae* maupun *Rhizopus oryzae* untuk mensekresikan beberapa enzim ekstraseluler (protein) kedalam singkong selama proses fermentasi, atau berkembangnya *Saccharomyces cerevisiae* maupun *Rhizopus oryzae* kedalam singkong dalam bentuk protein sel tunggal selama proses fermentasi (Akindahunsi et al, 1999.; Okafor, 1998). Penurunan karbohidrat disebabkan karena mikroorganisme (*Saccharomyces cerevisiae* dan *Rhizopus oryzae*) menggunakan sumber karbon dari karbohidrat untuk proses metabolisme seperti protein atau lemak (Lehninger, 1987).

Untuk kadar HCN ditunjukkan pada tabel II.

Tabel II. Kadar HCN pada Mocaf

Sampel	Singkong	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>				<i>Rhizopus oryzae</i>			
		2 hari	3 hari	4 hari	5 hari	2 hari	3 hari	4 hari	6 hari
HCN (mg/kg)	7,5	4,050	2,850	3,300	3,375	4,350	2,775	3,270	3,165

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa terdapat penurunan kadar HCN yang beracun pada Mocaf. Hal ini disebabkan karena mikroorganisme mampu memecah sianogenik glikosida dan produk turunannya. Selain itu produk olahan singkong yang melibatkan peroses pencucian dengan air panas, proses fermentasi dan proses pengeringan dapat menurunkan kadar HCN pada singkong (Akindahunsi et al., 1999; Oke, 1968).

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* dan *Rhizopus oryzae* yang harganya murah dan non patogen mampu meningkatkan kadar protein dan menurunkan kadar HCN dari produk Mocaf. Untuk kandungan karbohidrat yang lebih spesifik dengan menggunakan HPLC akan dilakukan pada penelitian selanjutnya.



5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) 2011, Direktorat Jendral Perguruan Tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akindahunsi, A. A., Oboh, G., & Oshodi, A. A. (1999). Effect of fermenting cassava with *Rhizopus oryzae* on the chemical composition of its flour and gari. *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, 76, 437–440.
- Akindumila, F., & Glatz, B. A. (1998). Growth and oil production of *Apiotrichum curvatum* in tomato juice. *Journal of Food Protection*, 61(11), 1515-1517.
- Aletor, V. A. (1993). Allelochemical in plant food and feedingstuffs: 1. Nutritional, Biochemical and physiopathological aspects in animal production. *Veterinary and Human Toxicology*, 35(1), 57-67.
- AOAC, 1970. "Official Method and Analysis of The Association of The Official Analytical Chemists. 11th. Edition. Washington DC.
- AOAC, 2003. "Official Methods of Analysis". 17th ed. (2 revision). AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
- Conn, E. E. (1973). Cyanogenic glucosides: their occurrence biosynthesis and function. In B. Nestle, & B. McIntyr (Eds.), *Chronic cassava toxicity* (pp. 55–63). Ottawa: International Development Centre.
- Hadi.Samsul, 2010. *Mocaf (Modified Cassava Flour)*. Jawa timur : Jember
- Hahn, S. K. (1992). *Cyanide and tannin, traditional processing and utilizatin of cassava in Africa*. International Institute for Tropical Agriculture (IITA).
- Lehninger, A. L. (1987). *Bioenergetics and metabolism, principle of biochemistry* (2nd Preprint). CBS.
- Oboh, G, 2005, *Nutrient enrichment of cassava peels using a mixed culture of Saccharomyces Cerevisiae and Lactobacillus spp solid media fermentation techniques*, Elsevier, Nigeria.
- Oboh, G, Akindahunsi, A.A , Osodhi, A.A, 1999, *effect of fermenting cassava with Rhizopus Orizae on the chemical composition of its flour and gari products*, Elsevier, Nigeria.
- Oboh, G, Akindahunsi, A.A , Osodhi, A.A, 2002. *Nutrient and Antinutrient content of aspergillus niger niger fermented cassava product (flour and gari)*. *Journal of food composition and analysis* 15(5), 617-622.
- Okafor, N. (1998). An integrated bio-system for the disposal of cassava wastes, integrated bio-systems in zero emissions applications. In *Proceedings of the Internet Conference on Integrated Bio-Systems*. Available: <http://www.ias.unu.edu/proceedings/icibs>.
- Oke, O. L. (1968). Cassava as food in Nigeria. *World Rev. Nutr. Diet*, 9, 227–250.
- Onwueme, I. C. (1978). *The tropical tuber crops*. UK: John Wiley and Sons Ltd.