

## UMBI GEMBILI (*Dioscorea esculenta* L.) SEBAGAI BAHAN PANGAN MENGANDUNG SENYAWA BIOAKTIF : KAJIAN PUSTAKA

### *Gembili (Dioscorea esculenta L.) as Food Contain Bioactive Compounds : A Review*

Aditya Yoga Prabowo<sup>1\*</sup>, Teti Estiasih<sup>1</sup>, Indria Purwantiningrum<sup>1</sup>

1) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang  
Jl. Veteran, Malang 65145

\*Penulis Korespondensi, Email: boworawks@gmail.com

#### ABSTRAK

Produk pangan berbasis tepung terigu di Indonesia banyak beredar di pasaran misalnya mie, roti, dan *cookies*. Hal ini tidak sejalan dengan masih diimpornya tepung terigu dari negara lain karena sulitnya gandum tumbuh di wilayah Indonesia yang beriklim tropis. Sedangkan umbi-umbian banyak tumbuh di Indonesia namun pemanfaatannya masih terbatas. Umbi yang memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi produk pangan salah satunya adalah umbi gembili. Gembili merupakan umbi keluarga *Dioscorea* yang memiliki kelebihan dapat tumbuh di bawah tegakan hutan tanpa perlakuan khusus, sehingga budidayanya dapat dilakukan secara mudah. Dibandingkan dengan menggunakan tepung terigu, tepung gembili memiliki tingkat ekonomis yang sama. Dengan teknologi yang ada sekarang gembili dapat menghasilkan rendemen sebesar 25%. Gembili dapat diolah menjadi keripik dan tepungnya sesuai untuk produksi kue dan roti. Keunggulan yang lain dari umbi gembili adalah tinggi karbohidrat dan mengandung senyawa bioaktif. Terdapat beberapa senyawa bioaktif seperti polisakarida larut air (PLA), dioscorin dan diosgenin yang dapat dimanfaatkan bagi kesehatan tubuh. Kandungan senyawa bioaktif tersebut dapat berfungsi sebagai *immunomodulator*, pencegah penyakit metabolik (hiperkolesterolemia, dislipidemia, diabetes dan obesitas) peradangan dan kanker.

Kata kunci: Gembili, Senyawa Bioaktif, PLA, Dioscorin, Diosgenin

#### ABSTRACT

*Availability of foodstuff with wheat flour base are abundant in Indonesia such as noodles, bread, and cookies. The demand of this kind of food is high in Indonesia, however wheat flour demand which always also increasing is difficult to solve since Indonesia's climate are not suitable for growing wheat, hence import is the only solution. The alternative solution is utilizing Indonesia's local tuber which still not commonly known by Indonesian. One of the potential tuber for another wheat substitution is lesser yam. This tuber is classified in dioscorea family and relatively easy to be grown in Indonesia. By utilizing lesser yam flour, it has the same economical impact with wheat flour and the production of lesser yam flour using nowadays technology, 25% rendemen of the flour could be obtained. This yam can be processed into chips and its flour is suitable for making bread and cookies. Utilization of lesser yam could give extra benefit for consumer's health since this tuber contains lots of bioactive compounds such as water-soluble polysaccharide, dioscorin and diosgenin. Those substances are beneficial for immunomodulator, preventing metabolic disease (hipercholesterolemic, dislipidemia, diabetes, and obesity), inflammation, and cancer.*

Key words: Lesser yam, Bioactive Compound, Water-soluble Polysaccharide, Dioscorin, Diosgenin

## PENDAHULUAN

Pangan merupakan faktor yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Kebutuhan pangan utama di Indonesia adalah beras dan jagung, kemudian ubi kayu dan ubi jalar. Salah satu usaha yang dapat meningkatkan ketersediaan pangan adalah memanfaatkan hasil-hasil pertanian yang ada walau belum dimanfaatkan secara ekonomis serta diintensifkan penggalian sumber-sumber bahan pangan baru. Dewasa ini tingkat penggunaan bahan-bahan hasil pertanian selain padi, jagung, ubikayu, ubijalar masih tergolong rendah. Indonesia memiliki jenis umbi-umbian yang beragam dan tersebar di seluruh daerah namun umbi tersebut belum dimanfaatkan secara optimal salah satunya adalah umbi gembili. Penggunaannya hanya direbus, digoreng, dibakar, bahkan tidak dimanfaatkan sama sekali. Ditinjau dari aspek ketersediaan, umbi tersebut dapat menjadi salah satu alternatif dalam memenuhi bahan pangan penduduk. Umbi gembili sebagai bahan yang mengandung karbohidrat tinggi dapat dimanfaatkan sebagai tepung umbi, tepung komposit dan tepung pati. Umbi gembili juga mengandung senyawa bioaktif yang memiliki khasiat bagi kesehatan.

### 1. Gembili

Gembili (*Dioscorea esculenta* L.) merupakan umbi dari keluarga *Dioscoreaceae*. Kelompok *Dioscoreaceae* yang ada di Indonesia meliputi *Dioscorea alata*, *Dioscorea hispida*, *Dioscorea pentaphylla*, dan *Dioscorea bulbifera*. Keluarga *Dioscoreaceae* mempunyai keunggulan dapat tumbuh di bawah tegakan hutan tetapi sampai saat ini masih merupakan tanaman subsiten, yaitu bukan tanaman pokok yang dibudidayakan, karena pemanfaatannya masih terbatas. Keunggulan dari kelompok *dioscorea* adalah mengandung senyawa bioaktif atau senyawa fungsional, selain komponen yang berperan sebagai bahan pangan [1].

Gembili merupakan jenis tumbuhan yang berbuah di bawah tanah. Jenis umbi ini tumbuh merambat dan dapat mencapai tinggi antara 3-5 m dengan daun berwarna hijau dan batang berduri di sekitar umbi serta terdapat duri berwarna hitam. Umbi gembili menyerupai ubi jalar dengan ukuran sebesar kepalan tangan orang dewasa, berwarna coklat muda dan berkulit tipis. Umbi tersebut berwarna putih bersih dengan tekstur menyerupai ubi jalar dan rasa yang khas [2]. Kulit kupasan umbi dan umbi hasil buangan atau sisa juga dapat digunakan sebagai pakan ternak atau bahkan cadangan makanan saat terjadi paceklik. Umbi tanaman gembili umumnya digunakan sebagai sumber karbohidrat setelah dimasak atau dibakar. Umbi tersebut juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran sayuran setelah dimasak, direbus atau digoreng, dan dijadikan makanan pokok pengganti beras. Kandungan gizi zat umbi gembili dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan gizi dalam 100 gram umbi gembili

Zat Gizi	Satuan	Jumlah
Protein	g	1.10
Lemak	g	0.20
Karbohidrat	g	31.30
Serat	g	1.00
Abu	g	14.00
Kalsium	mg	56.00
Fosfor	mg	0.60
Besi	mg	-
Beta Karoten	SI	0,08
Vitamin B1	mg	4.00

Vitamin C	mg	66.40
Air	g	85.00

Sumber: [3]

## 2. Senyawa Bioaktif dalam Umbi Gembili

Senyawa bioaktif merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan tumbuhan melalui serangkaian reaksi metabolisme sekunder. Metabolit sekunder disintesis terutama dari metabolit-metabolit primer seperti asam amino, asetil Co-A, asam mevalonat dan zat antara dari jalur shikimat. Tumbuhan yang berpotensi sebagai tumbuhan obat memiliki kandungan senyawa bioaktif seperti alkaloid, terpenoid, fenolik, steroid, dan flavonoid dengan jumlah yang sangat bervariasi [4].

## 3. Polisakarida Larut Air

Polisakarida larut air (PLA) merupakan serat pangan larut air yang didefinisikan sebagai komponen dalam tanaman yang tidak terdegradasi secara enzimatik menjadi sub unit-sub unit yang dapat diserap dilambung dan usus halus. PLA biasa juga disebut hidrokoloid, dewasa ini banyak sekali dimanfaatkan dalam industri makanan, guna mencapai kualitas yang diharapkan, dalam hal viskositas, stabilitas, tekstur, dan penampilan [5].

PLA dari kelompok *Dioscorea* mengandung polisakarida utama glukomanan, glukomanan merupakan polisakarida hidrokoloid yang mempunyai berat molekul antara 200.000 - 2.000.000 yang tersusun dari unit D-mannosa dan D-glukosa dengan rasio 1,6 : 1 diikat bersama-sama dalam ikatan  $\beta$ -1,4. Glukomanan mempunyai beberapa sifat fisik yang istimewa, antara lain pengembangan glukomanan di dalam air dapat mencapai 138 - 200 % dan terjadi secara cepat (pati hanya mengembang 25 %). Larutan glukomanan 2 % dalam air dapat membentuk lendir dengan kekentalan sama dengan larutan gum arab 4%. Larutan glukomanan yang sangat encer (0.0025 %) dapat menggumpalkan suatu suspensi koloid. Larutan glukomanan yang disiramkan di atas lembaran kaca dan dikeringkan akan membentuk lapisan tipis (film) yang dapat dilepaskan dari lembaran kaca dan mempunyai sifat tembus pandang (transparan, elastis, kuat serta dapat melarut kembali bila dilarutkan dalam air.

Menurut [6] penambahan polisakarida berupa xantan 0,1 % pada adonan roti beku akan memperkecil kandungan air bebas, mencegah migrasi air dalam adonan, meningkatkan volume roti dan memperlambat pengeringan roti. Polisakarida memodifikasi dan mengontrol mobilitas air dalam sistem bahan pangan, dan air mempunyai peran penting dalam mempengaruhi sifat fisik dan kimia polisakarida. Polisakarida bersama dengan air mengendalikan banyak sifat fisiko-kimia pangan termasuk tekstur, hal ini disebabkan hidrasi air secara alami terikat dengan ikatan hidrogen pada molekul polisakarida sehingga air tersebut tidak akan membeku.

Sampai akhir tahun 1970 diyakini bahwa mencerna serat tertentu dapat memperbaiki toleransi glukosa pada orang normal dan pada penderita penyakit diabetes. Konsentrat kaya glukosa dari *oat* atau produk *barley*, serta PLA dari *psyllium* menyebabkan perbaikan respon glikemik. Menurut [7] asupan tinggi serat direkomendasikan bagi penderita diabetes. Sifat PLA yang kental dan membentuk gel dapat menghambat penyerapan makronutrien dan menurunkan respon glukosa *postprandial*. Fermentasi PLA di kolon menghasilkan asam lemak rantai pendek (SCFA, *short chain fatty acids*) seperti asetat, propionat, dan butirat. Sebelumnya [8] menyatakan bahwa roti tinggi PLA dari *rye* meningkatkan sekresi insulin.

## 4. Dioscorin

Dioscorin adalah protein simpanan pada umbi-umbian keluarga *Dioscorea*. Terhitung sekitar 90% protein larut air telah diekstrak dari berbagai spesies *Dioscorea* (*Dioscorea batatas*, *Dioscorea alata*, *Dioscorea pseudojaponica*) dengan menggunakan metode *immunostaining*. Hasilnya, dioscorin dari beberapa jenis *Dioscorea* tersebut memiliki

aktivitas *carbonic anhydrase* dan inhibitor tripsin. Dioscorin juga memiliki aktivitas *dehydroascorbate reductase* dan *monodehydroascorbate reductase* yang merupakan respon terhadap tekanan lingkungan. Pada penelitian sebelumnya, dioscorin 32 kDa dari *Dioscorea alata* memiliki aktivitas antioksidan melawan radikal bebas. Irisan kering dari umbi digunakan sebagai obat-obatan Cina, sedangkan umbi segarnya sebagai makanan pokok di Afrika, Asia dan Karibia [9].

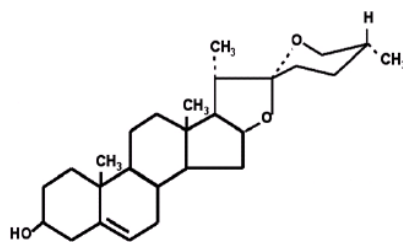
Dioscorin telah diketahui dapat menghambat enzim pengubah angiotensin yang dapat meningkatkan aliran darah ginjal dan menurunkan tekanan darah [10]. Fungsi biologis dari protein simpanan beberapa jenis umbi seperti misalnya patatin dalam kentang, sporamin dari *sweet potato* dan dioscorin dari gembili. Dioscorin menunjukkan aktivitas *carbonic anhydrase*, *trypsin inhibitor*, *dehydroascorbate reductase*, dan *monodehydroascorbate reductase*. Selain itu, dioscorin dan hidrolisat *peptic* dalam gembili juga menunjukkan penghambatan enzim pengubah angiotensin dan juga aktivitas antihipertensi secara *in vivo* dan *in vitro* [11].

[10] mengekstraksi dan melakukan purifikasi dioscorin dengan menambahkan 5 volume (w/v) 50 mM buffer Tris-HCl pH 8,3 lalu dipresipitasi dengan larutan ammonium sulfat 0 - 70%. Hasil presipitasi didialisis dan dipurifikasi menggunakan kromatografi penukar ion. [9] dan [12] juga menggunakan cara yang sama, dengan kolom penukar ion DE-52.

## 5. Diosgenin

Diosgenin adalah golongan saponin alami yang banyak ditemukan pada kacang-kacangan dan umbi dari jenis *Dioscorea sp.* Diosgenin merupakan prekursor berbagai steroid sintetis yang banyak digunakan dalam industri farmasi. Selama dua dekade terakhir, serangkaian studi independen pra-klinis dan mekanis telah dilakukan untuk mengetahui peran menguntungkan diosgenin terhadap penyakit metabolik (hiperkolesterolemia, dislipidemia, diabetes dan obesitas), peradangan dan kanker [13].

Menurut [14] tanaman yang memiliki potensi untuk mensintesis steroid saponin adalah dari golongan *Agavaceae* (genus *Agave*), *Dioscoreaceae* (genus *Dioscorea*) dan *Liliaceae* (genera *Allium*, *Asparagus*, *Lilium*). Steroid saponin adalah metabolit sekunder yang merupakan prekursor biosintesis sterol, terutama kolesterol. Apabila dikonsumsi akan dimetabolisasi dalam hati dan dieliminasi dalam ginjal. Beberapa penelitian menemukan bahwa diosgenin dapat diserap melalui usus, berperan penting dalam mengatur metabolisme kolesterol, mengurangi resiko sakit jantung terutama kanker paru-paru dan kanker darah [15], memiliki efek esterogenik dan anti tumor [16].



Gambar 1. Struktur Diosgenin [17]

Secara struktur, diosgenin adalah spirostanol saponin yang tersusun atas gula hidrofilik terikat dengan aglikon steroid hidrofobik. Sejak ditemukan, diosgenin adalah prekursor utama dalam produksi steroid sintetis dalam industri farmasi. Aktivitas biologis diosgenin dan steroid saponin lain dan alkaloid telah diuji secara *in vitro*. Dengan menggunakan model molekuler, *spatial conformation* dan kapasitas transfer elektron telah dihitung hubungannya dengan karakter struktural diosgenin untuk mengetahui efeknya terhadap rasio proliferasi, distribusi siklus sel dan apoptosis. Bioaktivitas anti kanker diosgenin berhubungan dengan keberadaan ikatan hetero-gula dan 5,6-ikatan ganda pada strukturnya. Konformasi struktur pada C-5 dan C-25 atom karbon juga berperan penting dalam aktivitas biologis diosgenin [18].

## 6. Gembili Sebagai Bahan Pangan

Dioscorea tidak berkembang menjadi produk pangan yang penting dalam masyarakat Indonesia meskipun di negara lain peran di bidang pangan dan obat cukup besar. Sejauh ini pengolahan Dioscorea bersifat monoton, belum ada upaya untuk mengkombinasikan fungsi obat dan sumber energi. Dirasa perlu untuk membuat pengembangan dan inovasi produk pengolahan umbi Dioscorea dengan tujuan menghasilkan makanan fungsional berbasis Dioscorea [19].

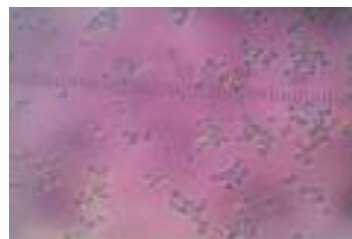
Kegunaan utama dari gembili adalah pangan yang tinggi karbohidrat dan biasa dikonsumsi di wilayah tropis. Dengan ukuran yang relatif kecil dan permukaan yang lunak maka gembili dapat dikukus tanpa dikupas terlebih dahulu. Karena keunggulannya yang mudah dicerna, gembili dapat diolah menjadi produk tinggi karbohidrat tinggi lainnya. Produk olahan lain dari umbi gembili adalah keripik [20]. Bila ditepungkan gembili dapat diolah menjadi berbagai olahan karena tepung gembili memiliki karakteristik pendukung untuk dijadikan produk-produk seperti kue, roti dan *cookies* [21]. Hal yang terpenting dalam pengembangan produk *Dioscorea* adalah proses pengolahan yang dirancang harus mampu mempertahankan kandungan nutrisi yang berharga. Peluang aplikasi pengolahan gembili seluas pemanfaatan bahan pangan sumber pati lain. Sifat fungsional lain produk mencakup efek hipoglisemik untuk penderita diabetes.

## 7. Tepung Gembili

Semua umbi-umbian adalah bahan yang mempunyai kandungan air yang tinggi dan masih mempunyai aktifitas metabolisme setelah panen. Untuk mencegah terjadinya kerusakan dan memperpanjang daya simpan, umbi disimpan dalam kondisi terkendali atau dibuat produk kering atau tepung. Tepung adalah bentuk hasil pengolahan bahan dengan cara penggilingan atau penepungan. Pada proses penggilingan, ukuran bahan diperkecil dengan cara diremuk yaitu bahan ditekan dengan gaya mekanis dari alat penggiling. Tepung mekanis pada proses penggilingan diikuti dengan peremukan bahan dan energi yang dikeluarkan akan dipengaruhi oleh kekerasan bahan dan kecenderungan bahan untuk dihancurkan. Pengolahan menjadi tepung, disamping dapat memperpanjang umur simpan karena rendahnya kadar air juga memberikan keuntungan lainnya yaitu mudah dalam pengemasan, memperluas pemasaran, serta dapat meningkatkan nilai ekonomisnya [22].

Pati mengandung fraksi linier dan bercabang dalam jumlah tertentu. Fraksi linier berupa amilosa, sedangkan sisanya amilopektin. Hasil pengamatan amilosa untuk tepung umbi berkisar 6.01-11.90%, sedangkan amilosa pada pati 8.38-14.10%. Kadar amilosa dan amilopektin sangat berperan pada saat proses gelatinisasi, retrogradasi dan lebih menentukan karakteristik pasta pati [23]. Pati yang berkadar amilosa tinggi mempunyai kekuatan ikatan hidrogen yang lebih besar karena jumlah rantai lurus yang besar dalam granula, sehingga membutuhkan energi yang lebih besar untuk gelatinisasi [24].

Granula pati umbi gembili sebesar 0.75  $\mu\text{m}$ . Ukurannya lebih kecil dibandingkan dengan umbi ganyong, suweg, dan ubi kelapa. Gambar dari granula pati ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2.2 Granula pati gembili pada perbesaran 400 kali [2]

Tidak ada hubungan yang nyata antara gelatinisasi dengan ukuran granula pati, tetapi suhu gelatinisasi mempunyai hubungan dengan kekompakan granula, kadar amilosa dan amilopektin [25]. Berdasarkan penelitian, diketahui bahwa kadar amilosa, protein dan lemak berkorelasi negatif terhadap viskositas [23]. Viskositas maksimum sangat berpengaruh terhadap produk olahan misalnya untuk cake atau produk roti, volume cake berkorelasi negatif terhadap viskositas puncak [26].

Ubi kelapa dan gembili kemungkinan lebih baik untuk produk cake atau roti lainnya, karena viskositas puncak rendah dan kadar protein tinggi. Viskositas balik mencerminkan kemampuan asosiasi atau retrogradasi molekul pati pada proses pendinginan. Fenomena ini biasa terjadi karena pada waktu gelatinisasi granula pati tidak mengembang secara maksimal, akibatnya energi untuk memutuskan ikatan hidrogen intermolekul kurang. Ketika pendinginan terjadi, amilosa dapat bergabung dengan cepat membentuk kristal yang tidak larut. Viskositas balik yang tinggi tidak diharapkan untuk produk kue, cake, maupun untuk roti, karena menyebabkan kekerasan sesudah produk dingin. Namun sebagai bahan pengisi dan pengental justru lebih baik, karena akan menghasilkan produk yang lebih stabil [2].

#### DAFTAR PUSTAKA

- 1) Harijono, Teti Estiasih, Wenny Bektu Sunarharum, dan Isna Suci Rakhmita. 2010. Karakteristik Kimia Ekstrak Polisakarida Larut Air dari Umbi Gembili (*Dioscorea Esculenta*) yang Ditunaskan. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang
- 2) Richana, Nur dkk. 2004. Karakterisasi Sifat Fisikokimiatepung Umbi dan Tepung Pati dari Umbi Ganyong, Suweg, Ubikelapa dan Gembili. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. ITB. Bogor.
- 3) Yuniar, Dina. 2010. Karakteristik Beberapa Umbi Uwi (*Dioscorea spp.*) dan Kajian Potensi Kadar Inulinnya. Skripsi. Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional "Veteran". Surabaya.
- 4) Colegate, S.M and R.J. Molyneux. 2000. Bioactive Natural Products: Detection, Isolation, and Structural Determination. Boca Raton: CRC Press.
- 5) Ha, M.A., M.C. Jarvis and J.L. Man. 2000. A definition for Dietary Fiber. *Eur J Clin Nutr.* 54: 861-864.
- 6) Dodic, J. D. Pejin, S. Dodic, S. Pupon, J. Mastilovic, J.P. Rajic and S. Zivanovic. 2007. Effects of Hydrophilic Hydrocolloids on Dough and Bread Performance of Samples Made From Frozen Dough. *J. Food Sci.* 72 :235-244 [11]
- 7) Lunn J, Buttriss JL. 2007. Carbohydrates and dietary fibre. *Nutrition Bulletin* 32: 21–64.
- 8) Juntunen KS, Laaksonen DE, Poutanen KS, Niskanen LK, Mykkanen HM. 2003. High-fiber rye bread and insulin secretion and sensitivity in healthy postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 77: 385–91.
- 9) Hsu, F.L., Y.H. Lin, M.H. Lee, C.L. Lin and W.C. Hou. 2002. Both Dioscorin, the Tuber Storage Protein of Yam (*Dioscorea alata* cv. Tainong no.1), and Its Peptic Hydrolyses Exhibited Angiotensin Converting Enzyme Inhibitory Activities. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 50: 6109-6113.
- 10) Liao, Y.H., C.Y. Tseng and W. Chen. 2006. Structural Characterization of Dioscorin, the Major Tuber Protein of Yams, by Near Infrared Raman Spectroscopy. *Journal of Physics: Conference Series* 28: 119-122
- 11) Chuang, M.T., Y.S. Lin and W.C. Hau. 2007. Ancordin, the Major Rhizome Protein of Madeira-Vine, With Trypsin Inhibitory and Stimulatory Activities in Nitric Oxide Productions. *Peptides* 28: 1311-1316
- 12) Liu Y.W., Shang, H.F., Wang, C.K., Hsu, F.L. and Hou, W.C. 2007. Immunomodulatory Activity of Dioscorin, The Storage Protein of Yam (*Dioscorea alata* cv Tainong No1) Tuber. *Food Chem. Toxicol.* 45:2312-2318.

- 13) Raju, J and Chinthalapally V. Rao.2012. Diosgenin, a Steroid Saponin Constituent of Yams and Fenugreek: Emerging Evidence for Applications in Medicine. Toxicology Research Division, Bureau of Chemical Safety, Health Products and Food Branch, Health Canada, Department of Medicine, Hematology-Oncology Section, University of Oklahoma Health Sciences Center USA.
- 14) Dinan, L., Harmatha, J. and Lafont, R. 2001. Chromatographic Procedures for the Isolation of Plant Steroids. *J. Chromatogr. A* 935: 105-123.
- 15) Okwu, D.E. and C.U. Ndu. 2006. Evaluation of The Phytonutrients, Mineral and Vitamin Contents of Some Varieties of Yam (*Dioscorea* sp.). *International Journal of Molecular Medicine and Advance Science*, 2: 199-203.
- 16) Moalic S., B. Liagre, C. Corbiere, A. Bianchi, M. Dauca, K. Bordji and J.L Beneytout. 2001. A Plant Steroid, Diosgenin Induces Apoptosis, Cell Cycle Arrest And Cox Activity In Osteosarcoma Cells. *FEBS Lett*, 506:225-230.
- 17) Chapagain, B. And Z. Wiesman. 2005. Variation in Diosgenin Level in Seed Kernel Among Different Provenances of *Balanites aegyptiaca* Del (Zygophyllaceae) and its Correlation With Oil Content. *Africa Journal of Biotechnology*, Vol.4 (11):1209-1213
- 18) Raju, J. and R. Mehta. 2009. Cancer Chemopreventive And Therapeutic Effects Of Diosgenin, A Food Saponin. *Nutr Cancer*, 61(1): 27-35
- 19) Eprilianti, Indah. 2000. Potensi *Dioscorea*. Jurnal Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Widya Mandala. Surabaya
- 20) Martin, W. Franklin. 2006. Tropical Yams And Their Potential. Agricultural Research Service, U,S, Department of Agriculture, Mayaguez, P,R.
- 21) Ukpabi, U.J. 2010. Farmstead bread making potential of lesser yam (*Dioscorea esculenta*) flour in Nigeria. National Root Crops Research Institute, Umudike, PMB 7006, Umuahia, Nigeria
- 22) Widowati, S. M.G. Waha dan B. A. Santosa. 1998. Ekstraksi dan Karakterisasi Sifat Fisikokimia dan Fungsional Pati Beberapa Varietas Talas (*Colocasia esculenta* (L) Schott). Dalam Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan. Buku I. Multi Pangan Selina. Jakarta.
- 23) Jane, J., Y.Y. Chen, L.F. Lee, A.E. McPherson, K.S. Wong, M. Radosavljevic, and T. Kasemsuan. 1999. Effect of amylopectin brain chain length and amylose content on the gelatinization and pasting properties of starch. *Cereal Chem.* 76(5): 629 – 637.
- 24) Smith, P.S. 1982. Starch Derivatives and Their Uses in Foods. Didalam G.M.A. Van Beynum and J.A. Rolls (eds). Food Carbohydrate. 1982. AVI. Publ. Co. Inc. , Westport , Connecticut.
- 25) Juliano, B.O. dan Kongseree. 1968. Physic Chemical Properties of Rice Grain and Starch from line differing in amilosa content and gelatinization temperature. *J. Agric and Food Chem.* 20:714-717.
- 26) Mizokoshi, M. 1985. Model Studies of cake baking : VI. Effects of cake ingredients and cake formula on shear modulus of cake, *Cereal Chem.* 62:4.