

# MAKANAN MENTAH, GOITROGENIK DAN GANGGUAN AKIBAT KEKURANGAN YODIUM (GAKY) (Raw Food, Goitrogenic and IDD)

Farida Wahyu Ningtyias<sup>1</sup>, Ahmad Husain Asdie<sup>2</sup>, Madarina Julia<sup>3</sup>, Yayi Suryo Prabandari<sup>4</sup>

Naskah masuk: 5 Januari 2015, Review 1: 8 Januari 2015, Review 2: 8 Januari 2015, Naskah layak terbit: 16 Februari 2015

## ABSTRAK

**Latar Belakang:** Mengonsumsi bahan makanan tanpa diproses terlebih dahulu atau dalam keadaan mentah Raw foodism saat ini menjadi pilihan gaya hidup di kalangan masyarakat, namun yang perlu diperhatikan adanya kandungan zat goitrogenik pada beberapa sayuran yang biasa dikonsumsi masyarakat. Tiosianat, zat goitrogenik hasil detoksifikasi sianida menjadi faktor risiko Gangguan akibat kekurangan yodium (GAKY), dengan mekanisme kerja mengganggu fungsi tiroid yaitu menghambat pengambilan yodium dan mengganggu aktivitas thyroid peroxidase. **Metode:** Analisis kandungan sianida dengan metode spektrofotometri cara piridin dilakukan pada sayuran dengan beberapa cara pengolahan yang biasa dilakukan masyarakat di daerah endemik gondok di Kabupaten Jember untuk memberikan gambaran kandungan sianida pada bahan makanan. **Hasil:** Hasil menunjukkan kadar sianida yang terkandung pada sayuran di Kabupaten Jember berkisar 0,010–0,4 ppm dalam keadaan segar, tertinggi pada singkong dan terendah pada gambas dan kubis. Kadar sianidanya menjadi 0,18–0,0001 ppm setelah beberapa cara pengolahan yang biasa dilakukan oleh masyarakat Jember. **Kesimpulan:** Blansing/kulub adalah cara mereduksi kadar sianida yang paling baik, menurunkan kadar sianida sampai 99,5%. **Saran:** Para penganut raw food diharapkan bisa lebih selektif memilih jenis sayuran untuk dikonsumsi sehingga tujuan terpenuhinya kebutuhan tubuh akan zat gizi dan enzim tidak mendatangkan masalah gizi yang lain seperti GAKY.

**Kata kunci:** proses pengolahan, goitrogenik, GAKY

## ABSTRACT

**Background:** Raw foodism, consumed no processed food is becoming a lifestyle choice in the community, but it should be noted that the availability of nutrients goitrogenic on some commonly vegetables consumed by the people. Thiocyanate, cyanide detoxification substance goitrogenic results with working mechanisms disrupt thyroid function by inhibiting iodine intake and thyroid peroxidase activity interferes with a risk factor Iodine deficiency disorder (IDD). **Methods:** Samples in the form of common vegetables consumed in endemic goiter area in Jember Region. Cyanide content analysis with spectrofotometri method performed on the greens with some food processing. **Results:** Cyanide content on vegetables from Jember Region was around 0,01–0,40 ppm, the highest was in cassava and the lowest in cabbage and “gambas”. After some processing methods practiced by society, cyanide levels in food stuffs become 0,18-0,0001 ppm. **Conclusion:** Blanching is the best way to reduce cyanide than the usual way. **Recommendation:** the adherents of raw food is expected to be more selective in choosing the type of vegetables to be consumed so that the purpose of the requirement for the body of nutrients and enzymes does not bring the other nutritional problems such as IDD.

**Key words:** Food processing, Goitrogenic, IDD

---

<sup>1</sup> Departemen Gizi Kesehatan Masyarakat FKM Universitas Jember.

**Correspondence:** <sup>1</sup>FKM Universitas Jember Jl Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto Jember, HP 08123293964, E-mail: farida\_wahyuningtyas@yahoo.com

<sup>2</sup> Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada.

<sup>3</sup> Departemen Ilmu Kedokteran Anak FK, Universitas Gadjah Mada.

<sup>4</sup> Departemen Ilmu Kesehatan Masyarakat FK, Universitas Gadjah Mada

## PENDAHULUAN

*Raw foodism*, mengonsumsi bahan makanan tanpa diproses terlebih dahulu atau dalam keadaan mentah menjadi pilihan gaya hidup di kalangan masyarakat. Biasanya yang dikonsumsi dalam keadaan mentah antara lain; buah-buahan, sayur-sayuran dan biji-bijian. Selain karena alasan kesehatan, mengingat kandungan vitamin, mineral, enzim juga serat yang tinggi pada buah-buahan dan sayur-sayuran, *raw foodism* juga menjadi pilihan gaya hidup karena alasan diet untuk menurunkan berat badan. Secara umum proses pengolahan berpengaruh menurunkan nilai gizi pangan (Tejasari, 2005). Bahan makanan yang minim pengolahan lebih terjaga kandungan gizinya, namun yang perlu diperhatikan adalah ada beberapa sayuran yang mengandung *glikosida sianogenik*, prekursor tiosianat yang bersifat goitrogenik (istilah untuk zat penghambat yodium masuk ke dalam tubuh) yang menjadi faktor risiko Gangguan Akibat Kekurangan Yodium (GAKY). GAKY adalah masalah gizi yang terjadi karena tubuh kekurangan yodium. Penyebabnya selain karena kekurangan asupan yodium ke dalam tubuh juga karena faktor goitrogenik (istilah untuk menyebut zat penghambat yodium masuk ke dalam tubuh). Tiosianat merupakan salah satu goitrogenik hasil detoksifikasi dari sianida, yang diekskresikan secara sempurna melalui urin. Namun, walaupun tiosianat dapat melewati glomerulus dengan baik, sesampainya di tubuli sebagian diserap kembali. Tiosianat menghambat *uptake* yodium ke dalam kelenjar tiroid dan mengganggu aktivitas *thyroid peroxidase* (TPO) (Semba dan Delange, 2008). Peran goitrogenik tiosianat adalah terlibat dalam transpor yodida anorganik aktif pada kelenjar tiroid karena volume molekul dan muatannya sama. GAKY tidak bisa sekedar masalah estetika karena pembesaran kelenjar gondok yang terjadi akibat kekurangan yodium namun GAKY juga menyebabkan terhambatnya perkembangan tingkat kecerdasan otak pada janin dan anak, serta pengurangan *IQ point* pada orang dewasa, kecacatan bahkan abortus.

Hasil pemetaan GAKY tahun 2007, Kabupaten Jember termasuk dalam kategori endemik sedang dengan sebagian besar kecamatan termasuk dalam kategori endemik gondok (Dinas Kesehatan Kabupaten Jember, 2007). Hasil penelitian terdahulu mengindikasikan adanya faktor penyebab lain dari kejadian gondok di Kabupaten Jember, yaitu zat

goitrogenik (Ningtyias, 2006; Ningtyias, *et al.*, 2007; 2008). Keberadaan zat ini akan mengganggu proses pembentukan hormon tiroid, sehingga perlu untuk dihilangkan atau levelnya dikurangi agar bahan makanan yang mengandung zat goitrogenik aman dikonsumsi. Beberapa penelitian menyebutkan sebagian besar zat goitrogenik tidak menimbulkan efek klinis kecuali keberadaannya bersama-sama dengan kekurangan yodium. Oleh karena itu, konsumsi zat goitrogenik menjadi etiologi di daerah endemik (Zimmermann *et al.*, 2008).

Konsumsi sayuran tidak dapat dihindari karena ini merupakan kebiasaan yang ada di masyarakat dan juga bertujuan untuk memenuhi kebutuhan tubuh kita akan vitamin, mineral dan serat. Yang bisa dilakukan adalah menurunkan kandungan sianida pada bahan makanan sehingga aman untuk dikonsumsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kadar sianida pada bahan makanan sumber goitrogenik yang biasa dikonsumsi masyarakat setelah beberapa cara pengolahan tradisional yang biasa dilakukan di masyarakat. Hasil tersebut bisa dijadikan sebuah referensi pendidikan gizi untuk merubah perilaku pola konsumsi pangan sumber goitrogenik yang akhirnya dapat mengurangi faktor risiko GAKY.

## METODE

Penelitian ini adalah *quasi experimental* dengan rancangan *pre-posttest with no control*. Sampel adalah bahan pangan sumber goitrogenik yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat Jember berupa umbi-umbian dan sayur-sayuran yaitu terong ungu, selada air, bayam, bawang putih, bawang merah, tahu, tempe, kacang tanah, singkong, kubis, kangkung, daun singkong, sawi hijau, sawi putih, gambas, rebung, sawi pahit, kecipir, daun ubi manis, kacang hijau, kacang otok, kripik gadung, jagung muda (Ningtyias, 2006; Ningtyias, *et al.*, 2007; 2008). Sampel berasal dari Pasar Arjasa yang berada di Kecamatan Arjasa, daerah endemik gondok di Kabupaten Jember (TGR = 38,27% tahun 2007). Hasil penelusuran asal bahan makanan yang dilakukan oleh peneliti menunjukkan hasil bahwa bahan makanan yang dijual di Pasar Arjasa berasal dari Pasar Tanjung, pasar besar di Jember penyuplai bahan makanan di daerah Jember. Sampel bahan makanan dimasukkan dalam kantong plastik dan dikirim ke Balai Besar

Laboratorium Kesehatan Surabaya untuk dianalisis. Penelitian dilakukan Januari–April 2013.

Proses pengolahan berupa cara pengolahan yang biasa dilakukan masyarakat Jember terhadap bahan pangan sumber goitrogenik dalam kesehariannya. Proses pengolahan tersebut antara lain: rebus berkuah, tumis, kulub/blensing, kukus, goreng, iris tipis goreng. Air bekas rebusan tidak dianalisis. Namun setiap bahan makanan tidak mendapatkan perlakuan yang sama, hanya dilakukan sesuai dengan kebiasaan pengolahan pada masing-masing bahan makanan. Sebagai contoh terong ungu mendapatkan perlakuan berupa cara pengolahan rebus, kulub dan goreng berbeda dengan selada air yang mendapatkan perlakuan tumis dan kulub. Kulub atau blensing adalah cara pengolahan yang hampir sama dengan perebusan, namun menggunakan air lebih sedikit dan segera setelah dianggap matang segera ditiriskan airnya, sekitar 5 menit waktu pemasakannya. Biasanya cara pengolahan ini dilakukan pada sayuran yang dikonsumsi sebagai lalapan oleh masyarakat Jember.

Suhu rebus, kulub dan tumis adalah 100°C dilakukan selama 10 menit, 5 menit untuk kulub. Jumlah bahan makanan yang digunakan 20 ml dan dilakukan analisis secara duplo. Cara pengolahan ini kebiasaan yang dilakukan oleh masyarakat Jember dan sesuai standar cara pengolahan sayuran (Riyadi, 2006).

Kadar sianida dalam bahan makanan dilakukan dengan metode Spektrofotometri dengan cara *piridin*. Prinsip kerjanya adalah sianida diubah menjadi *sianogen klorida* karena bereaksi dengan *kloramin-T* pada pH dibawah 8 tanpa terhidrolisa menjadi *sianat*. Setelah reaksi sempurna, *sianogen klorida* akan membentuk warna merah biru dengan reagen asam *piridin barbiturat*. Warna yang terjadi dibaca absorbansnya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 578 nm. Data yang dikumpulkan adalah kadar sianida sebelum atau dalam keadaan segar/mentah dan kadar sianida setelah beberapa proses pengolahan yang biasa dilakukan masyarakat Jember terhadap bahan makanan tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kadar sianida dalam bahan makanan menunjukkan bahwa kandungan sianida dalam bahan makanan yang biasa dikonsumsi masyarakat Jember

berkisar antara 0,01–0,4 ppm dalam keadaan mentah atau segar (Tabel 1). Kadar sianida terendah dalam bahan makanan terdapat dalam gambas dan kubis yaitu sebesar 0,010 ppm sedangkan kadar sianida tertinggi pada singkong sebesar 0,4 ppm.

Setelah beberapa cara pengolahan yang biasa dilakukan masyarakat Jember, kandungan sianida pada bahan makanan berkisar 0,0001–0,18 ppm. Kadar sianida terendah pada kangkung dan selada air setelah proses pengolahan kulub, dan kadar sianida tertinggi setelah proses pengolahan kukus pada singkong. Untuk kripiik gadung diukur kadar sianidanya hanya setelah cara pengolahan berupa iris tipis goreng yaitu sebesar 0,42 ppm, penelitian lain yang dilakukan di Jember menyebutkan kadar sianida gadung dalam keadaan segar sebesar 1,13 ppm (Andiansari, Y.M, 2012).

Sayuran setelah proses pengolahan dengan cara rebus berkuah, kadar sianidanya berkisar antara 0,0002–0,0052 ppm. Kacang otok mempunyai sisa sianida terendah sebesar 0,0002 ppm (1,67%) sedangkan sisa sianida tertinggi sebesar 0,0052 ppm (52%) adalah kubis.

Selada air, kecipir, bawang putih dan bawang merah adalah bahan makanan sumber goitrogenik yang sering dikonsumsi masyarakat Jember dengan cara ditumis. Kadar sianida bahan makanan setelah ditumis berkisar antara 0,0002–0,0042 ppm, tertinggi pada kecipir dengan sisa sianida sebesar 7,5% dan terendah pada bawang putih.

Kulub adalah cara yang paling banyak dipilih oleh masyarakat Jember dalam pengolahan jenis sayuran, hal ini terlihat dari jumlah jenis sayuran yang dikulub lebih banyak dibandingkan dengan jumlah jenis sayuran pada cara pengolahan yang lain. Kisaran kadar sianida setelah cara pengolahan kulub adalah 0,0001–0,127 ppm, terendah pada kangkung dan selada air dan tertinggi pada sawi pahit. Sedangkan pada bahan makanan yang biasanya diolah dengan cara digoreng, kadar sianida terendah adalah terong ungu, dan tertinggi pada tempe sebesar 0,0033 ppm.

Menurut FAO/WHO dalam Rosling, 1994, batas aman sianida adalah 10 mg per kg (ppm) berat kering. Terlihat bahwa kadar sianida bahan makanan pada penelitian ini masih berada di bawah nilai batas aman yaitu 0,010–0,4 ppm dalam keadaan segar dan 0,18–0,0001 ppm setelah beberapa cara pengolahan yang biasa dilakukan masyarakat Jember.

**Tabel 1.** Kadar Sianida Bahan Makanan yang Sering Dikonsumsi Masyarakat Jember dengan Beberapa Cara Pengolahan yang Biasa Dilakukan oleh Masyarakat Jember

No	Nama bahan makanan	Kadar sianida dengan berbagai cara pengolahan (ppm)										
		segar	rebus berkuah	% CN sisa	tumis	% CN sisa	kulub	% CN sisa	kukus	% CN sisa	goreng	% CN sisa
1	Terong ungu	0,022	0,0012	5,45	x	x	0,0006	2,72	x	X	0,0004	1,81
2	Selada air	0,018	x	x	0,0003	1,67	0,0001	0,56	x	X	x	x
3	Bayam	0,020	0,0017	8,5	x	x	0,0013	6,5	x	X	x	x
4	Bawang putih	0,013	x	x	0,0002	1,54	x	x	x	X	x	x
5	Bawang merah	0,019	x	x	0,0013	6,84	x	x	x	X	x	x
6	Tahu	0,023	x	x	x	x	x	x	x	X	0,0015	6,52
7	Tempe	0,014	x	x	x	x	x	x	x	X	0,0033	23,57
8	Kacang tanah tanpa kulit kerasnya	0,017	x	x	x	x	x	x	x		0,0024	14,11
9	Singkong	0,4	x	x	x	x	x	x	0,18	45	0,12	30
10	Kubis	0,010	0,0052	52	x	x	0,0014	14	x	x	x	x
11	Kangkung	0,020	0,0040	20	x	x	0,0001	0,5	x	x	x	x
12	Daun singkong	0,024	0,0052	21,67	x	x	0,0012	5	x	x	x	x
13	Sawi hijau	0,025	x	x	x	x	0,0012	4,8	x	x	x	x
14	Sawi putih	0,015	x	x	x	x	0,0010	6,67	x	x	x	x
15	Gambas	0,010	0,0029	29	x	x	x	x	x	x	x	x
16	Kripik singkong	0,017	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	Rebung	0,020	0,0038	19	x	x	x	x	x	x	x	x
18	Sawi pahit	0,370	x	x	x	x	0,127	34,32	x	x	x	x
19	Kecipir	0,056	x	x	0,0042	7,5	0,0021	3,75	x	x	x	x
20	Daun ubi manis	0,029	x	x	x	x	0,0018	6,20	x	x	x	x
21	Kacang hijau	0,005	0,0004	8	x	x	x	x	x	x	x	x
22	Kacang otok	0,012	0,0002	1,67	x	x	x	x	x	x	x	x
23	Kripik gadung	0,420	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
24	Jagung muda	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,0012	x

Catatan: x = tidak dilakukan pemeriksaan kadar sianida.

Tidak banyak penelitian tentang kadar sianida pada bahan makanan dilakukan, salah satu penelitian tentang kadar sianida pada bahan makanan untuk dibandingkan dengan hasil penelitian ini adalah yang dilakukan oleh Murdiana dan Saidin pada tahun 2000. Jika dibandingkan dengan penelitian Murdiana dan Saidin, nilai kadar sianida bahan makanan di daerah jember lebih rendah. Kandungan sianida dalam sayuran di Kecamatan Pundong Kabupaten Bantul berkisar antara 2–19 mg/100 gram bahan mentah (Murdiana dan Sukati, 2001). Banyak hal yang mempengaruhi kandungan sianida pada bahan makanan antara lain umur dan penggunaan pupuk. Tanaman muda lebih banyak mengandung sianida daripada tanaman tua dan penggunaan pupuk seperti pupuk nitrat dapat menaikkan kadar sianida dalam tanaman (Putra, 2003).

Kandungan sianida dalam singkong sangat bervariasi. Kadar sianida rata-rata dalam singkong manis di bawah 50 mg/kg berat asal, sedangkan singkong pahit/racun di atas 50 mg/kg. Menurut FAO, singkong dengan kadar 50 mg/kg masih aman untuk dikonsumsi manusia. Besarnya racun dalam singkong setiap varietas tidak konstan dan dapat berubah. Hal ini disebabkan adanya beberapa faktor yang memengaruhi yaitu antara lain: keadaan iklim, keadaan tanah, cara pemupukan dan cara budi dayanya (Winarno F.G, 2002).

Berbagai cara pengolahan biasa dilakukan masyarakat Jember, kadar sianida pada bahan makanan dapat berkurang sampai 99,5% yaitu dengan cara dikulub. Hasil penelitian ini tidak jauh beda dengan hasil penelitian Murdiana dan Sukati, 2001 yang menyebutkan cara perebusan dapat

mengurangi kadar sianida sampai 100%, mengingat cara pengolahan perebusan dan kulub hampir sama, menggunakan pemanasan dan air.

Suryani dan Wesniati (2000) *cit* Sasongko, 2009 menyebutkan pada umumnya sianida dapat dihilangkan dengan perebusan dan perendaman sebab sianida mempunyai sifat fisik mudah larut dalam air dan mempunyai titik didih 29°C. Anwar (2004) juga mengatakan bahwa sianida atau racun pada singkong dapat hilang setelah pencucian, perendaman, pemasakan dan pengeringan selama proses produksi beras singkong semi instan. Wirjatmadi (2005) menambahkan bahwa kadar sianida dapat dihilangkan dengan pencucian, perendaman, perebusan dan penjemuran. Oleh sebab itu, penurunan kandungan sianida pada produk tepung singkong dikarenakan terjadi penguapan sianida bebas saat proses pengeringan dengan menggunakan pengering pada suhu 70°C. Dengan pemilihan cara pengolahan yang tepat, kadar sianida pada bahan makanan dapat dikurangi sehingga menjadi aman untuk dikonsumsi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Meskipun konsumsi makanan minim pengolahan baik untuk kesehatan karena enzim pada bahan makanan masih “hidup”, namun perlu diperhatikan juga kandungan sianida pada beberapa sayuran yang biasa dikonsumsi mentah oleh masyarakat. Sianida sebagai prekursor tiosianat yang bersifat goitrogenik dan menjadi faktor risiko GAKY, karenanya perlu dilakukan pengolahan untuk mengurangi atau menghilangkan sianida pada bahan makanan tersebut sehingga aman dikonsumsi. Kulub adalah cara pengolahan yang biasa dilakukan masyarakat Jember dan bisa menurunkan kadar sianogenik sampai dengan 99,5%.

### Saran

Pemilihan cara pengolahan yang tepat pada bahan makanan yang mengandung zat goitrogenik bisa menjadi solusi untuk mengatasi masalah gizi GAKY. Para penganut *raw food* diharapkan bisa lebih selektif memilih jenis sayuran untuk dikonsumsi sehingga tujuan terpenuhinya kebutuhan tubuh akan zat gizi dan enzim tidak mendatangkan masalah gizi yang lain seperti GAKY.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwar F. 2004. Beras Singkong Semi Instan. Bogor: Laboratorium Manajemen Pangan, Fakultas Pertanian. IPB.
- Andiansari YM. 2012. Pengaruh Jenis Gadung dan Lama Perebusan terhadap Kadar Sianida Gadung. Skripsi. Jember: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
- Dinas Kesehatan Kabupaten Jember. 2007. Hasil Pemetaan GAKY Kabupaten Jember. Jember.
- Murdiana A & Sukati S. 2001. Kadar Sianida dalam Sayuran Dan Umbi-Umbian Di Daerah GAKY. PGM. (24), hal. 33–37.
- Ningtyias FW. 2006. Hubungan kadar yodium, tiosianat, nitrat dan selenium dengan kejadian gondok pada anak sekolah dasar di daerah endemik dan non-endemik gondok di Kabupaten Jember. Tesis. Surabaya: Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
- Ningtyias FW., Sulistiyani dan Ratnawati LY. 2007. Faktor-faktor yang mempengaruhi Kejadian gondok pada anak sekolah dasar di daerah endemik dan non endemik Gondok di Kabupaten Jember. Laporan Penelitian. Jember: Biro Perencanaan dan Kerja Sama Luar Negeri Sekretaris Jenderal Departemen Pendidikan Nasional.
- Ningtyias FW, Sulistiyani, dan Ratnawati LY. 2008. Peran pola konsumsi tiosianat terhadap kejadian gondok pada siswa sekolah dasar di daerah endemik dan non endemik gondok di Kabupaten Jember. Laporan Penelitian. Jember: Lembaga Penelitian Universitas Jember.
- Putra ED. 2003. Keracunan Bahan Organik dan Gas di Lingkungan Kerja dan Upaya Pencegahannya. Sumatra Utara: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara. Tersedia pad: <http://repository.usu.ac.id> [Diakses 3 November 2011].
- Rosling H. 1994. Measurement Effect In Human Dietary Cyanide Exposure From Cassava. In International Workshop on Cassava Safety. Ibadan, Nigeria.
- Riyadi H. 2006. Gizi dan Kesehatan Keluarga. Edisi 2. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Semba RD and Delange F. 2008. Iodine deficiency disorder chapter book nutrition and health in developing countries. ed. Richard D Semba, Martin W. Bloem. USA: Humana Press.
- Sasongko P. 2009. Detoksifikasi Umbi Gadung (*Dioscorea Hippida* Dennst) Melalui Proses Fermentasi Menggunakan Kapang *Mucor* Sp. Jurnal Teknologi Pertanian, 10 (3), hal. 205–15.
- Tejasari. 2005. Nilai Gizi Pangan. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wirjatmadi B. 2005. Pengaruh beberapa perlakuan terhadap penurunan kadar HCN pada ubi kayu (*manihol*

- esculenta Crantz). Laporan Penelitian. Surabaya: Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Airlangga.
- Widodo W. 2010. Tanaman Beracun dalam Kehidupan Ternak. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang. Tersedia pada: <http://wahyuwidodo.staff.umm.ac.id> [Diakses 3 November 2011].
- Winarno FG. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Zimmermann MB, Jooste PL, and Pandav CS. 2008. Iodine-Deficiency Disorder, *The Lancet*. (372), pp. 1251–62.