

(<http://www.milkingredients.ca/index-eng.php?id=197.9/3/2018>, 11:00).



## **MENGENAL SENYAWA HCN PADA UBI KAYU**

**Kartika Noerwijati<sup>1)</sup> dan Rohmad Budiono<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Malang, Jawa Timur

<sup>2)</sup>Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Malang, Jawa Timur  
email: tika\_iletri@yahoo.com

### **ABSTRAK**

*Ubi kayu merupakan bahan makanan pokok ketiga setelah padi dan jagung, serta memiliki peran strategis dalam program diversifikasi pangan. Namun dalam pemanfaatannya sebagai bahan pangan, dibatasi oleh kandungan senyawa yang bersifat meracun jika dalam jumlah melebihi ambang batas. Senyawa tersebut adalah asam sianida atau Hydrogen sianide (HCN). Senyawa*

*glukosida sianogenik (senyawa yang menghasilkan HCN) terdapat pada sekitar 2650 jenis tanaman termasuk ubi kayu. Semua bagian tanaman ubi kayu kecuali biji, mengandung senyawa HCN (Hydrogen cyanide). Ada sekitar 25 senyawa glukosida sianogenik yang terdapat pada bagian tanaman yang dapat dimakan yaitu pada tanaman almond, ubi kayu, sorgum, beberapa macam buah, dan bambu muda. Pada tanaman ubi kayu, senyawa glukosida sianogenik disintesis di daun. Senyawa HCN terdiri atas Linamarin (95%) dan Lotaustralin (5%). Konsentrasi glukosida sianogenik di dalam individu tanaman, berbeda antar varietas, dan kondisi lingkungan. Konsentrasi tertinggi HCN pada ubi kayu terdapat pada daun muda, kecambah, dan kulit luar umbi. Kandungan HCN sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan (serangan hama dan penyakit, kekeringan yang berkepanjangan, kandungan P dan K dalam tanah rendah), bervariasi antar kultivar ubi kayu, antar tanaman dalam kultivar yang sama, antar bagian tanaman dalam tanaman yang sama, antar umbi dalam tanaman yang sama, dan dalam jaringan parenkim umbi.*

**Kata Kunci:** ubi kayu, HCN

## **1. PENDAHULUAN**

Ubi kayu merupakan salah satu bahan makanan pokok di Indonesia setelah padi dan jagung. Masyarakat Indonesia banyak yang mengonsumsi ubi kayu terutama yang tinggal di daerah kering, dimana tanaman ubi kayu banyak dan mudah dibudidayakan. Mengonsumsi ubi kayu harus berhati-hati, karena ubi kayu mengandung senyawa beracun yang dikenal dengan asam sianida atau HCN (*Hydrogen cyanide*).

Senyawa glukosida sianogenik (senyawa yang menghasilkan HCN) terdapat pada sekitar 2650 jenis tanaman termasuk ubi kayu (Haque & Bradbury 2002). Semua bagian tanaman ubi kayu kecuali biji, mengandung senyawa HCN (Wheatley & Chuzel 1993). Adanya senyawa HCN pada ubi kayu menyebabkan tanaman ubi kayu memiliki potensi meracun apabila dikonsumsi. Berdasarkan kandungan HCN-nya, tanaman ubi kayu dibedakan menjadi dua macam yaitu ubi kayu manis (kadar HCN < 40 ppm) dan ubi kayu pahit (kadar HCN > 50 ppm). Ubi kayu manis biasanya digunakan untuk keperluan konsumsi langsung, sedangkan ubi kayu pahit digunakan sebagai bahan baku industri (Balitbangtan 2011).

Di Indonesia terdapat 12 varietas unggul ubi kayu yang terdiri atas enam varietas dengan kandungan HCN < 40 ppm (sesuai untuk konsumsi langsung) dan enam varietas dengan kandungan HCN > 40 ppm (untuk bahan baku industri). Secara umum, jenis ubikayu yang memiliki potensi hasil dan kadar pati tinggi, dianggap paling sesuai untuk bahan baku industri. Sebagai bahan baku industri, kadar HCN yang tinggi tidak menjadi masalah karena sebagian besar HCN akan hilang pada proses pencucian, pemanasan maupun pengeringan (Balitkabi 2016).

## **2. SENYAWA HCN**

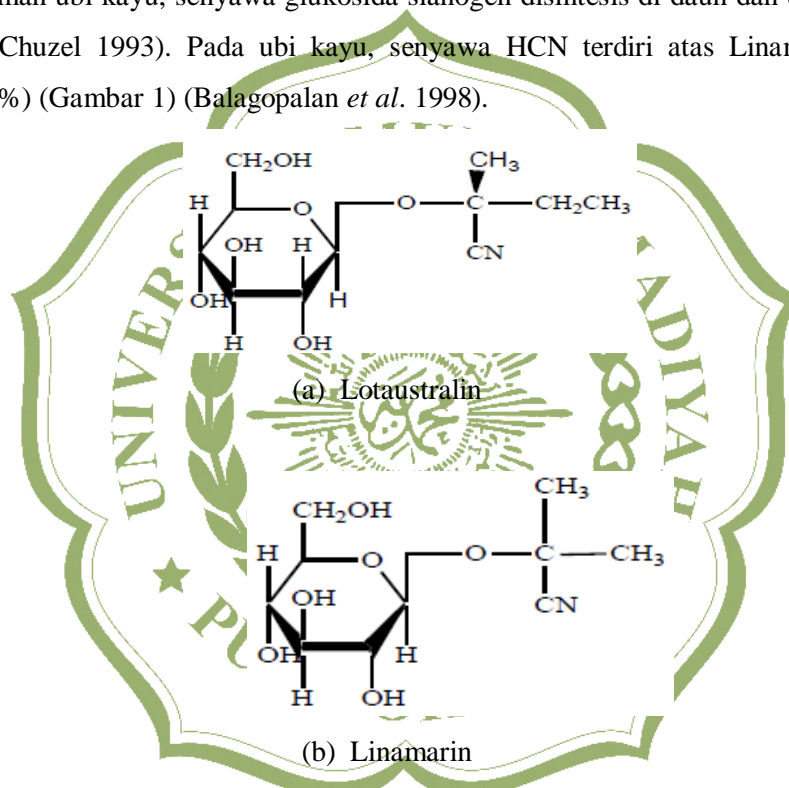
Ada sekitar 25 senyawa glukosida sianogenik yang terdapat pada bagian tanaman yang dapat dimakan yaitu pada tanaman almond, ubi kayu, sorgum, beberapa macam buah, dan bambu muda sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1 (JECFA 1993).

Tabel 1. Senyawa glukosida sianogen pada beberapa tanaman yang dapat dimakan

No.	Tipe glukosida sianogen	Tanaman
1	Lotaustralin	Ubi kayu, Lima beans
2	Dhurrin	Sorghum
3	Linamarin	Ubi kayu
4	Amygdalin	Almond, apel, peach, plum, apricot, cherry
5	Prunasin	Apel, buah persik, buah ceri
6.	Triglochinin	Taro

Sumber: JECFA (1993), Haque and Bradbury (2002), Simeonova and Fishbein (2004), Shragg *et al.* (2004)

Pada tanaman ubi kayu, senyawa glukosida sianogen disintesis di daun dan diangkut ke umbi (Wheatley & Chuzel 1993). Pada ubi kayu, senyawa HCN terdiri atas Linamarin (95%) dan Lotaustralin (5%) (Gambar 1) (Balagopalan *et al.* 1998).



Gambar 1. Senyawa glukosida sianogen (Lotaustralin dan Linamarin) pada ubi kayu  
 Sumber : Balagopalan *et al.* (1998)

Kehadiran senyawa sianogenik diketahui dapat digunakan tanaman untuk bertahan dari serangan hewan pemakan tumbuhan dan serangan hama (Moller 2010). Senyawa sianogenik mempunyai rasa pahit yang dapat berfungsi sebagai pencegah hewan atau hama memakan tanaman yang mengandung sianogenik (McKey *et al.* 2010).

### 3. LEVEL HCN

Kandungan HCN berbeda-beda antar tanaman, antar spesies, dan antar jaringan dalam tanaman yang sama. Tabel 2 menunjukkan bahwa tanaman ubi kayu memiliki kandungan HCN antara 15 –

1000 mg/kg. Tunas bambu muda bahkan mengandung HCN dalam konsentrasi yang sangat tinggi yaitu dapat mencapai 8000 mg/kg.

Tabel 2. Kandungan HCN pada beberapa tanaman.

Species	Kandungan HCN (mg/kg)
Umbi Ubi kayu	15 – 1000
Daun sorghum	750 – 790
Biji rami	360 – 390
Lima beans	2000 – 3000
Daun Taro	29 – 32
Tunas bamboo muda	100 – 8000
Biji apel	690 – 790
Biji peach	710 – 720
Biji aprikot	89 – 2170
	785 – 813
Biji plum	696 – 764
Biji nectarine	196 – 209
Cherry	4,6 (jus)
Almond pahit	4700

Sumber : Haque and Bradbury (2002), Simeonova and Fishbein (2004), Shragg *et al.* (1982)

Kandungan HCN sangat dipengaruhi oleh faktor stres lingkungan (serangan hama dan penyakit, kekeringan yang berkepanjangan, kandungan P dan K dalam tanah rendah) (De Bruijn, 1971; Ayanru and Sharma, 1984), bervariasi antar kultivar ubi kayu, antar tanaman dalam kultivar yang sama, antar bagian tanaman dalam tanaman yang sama, antar umbi dalam tanaman yang sama, dan dalam jaringan parenkim umbi (De Bruijn 1973, Bourdoux *et al.* 1982). Berdasarkan hasil penelitian Wangasari (2013), kandungan HCN tertinggi pada umbi ubi kayu terdapat pada bagian korteks (kulit umbi), diikuti oleh bagian parenkim dan pith (Tabel 3).

Daun, batang, dan kulit umbi banyak mengandung HCN (Nambisan 1994). Konsentrasi glukosida sianogenik di dalam individu tanaman, berbeda antar varietas, dan kondisi lingkungan (Bokanga *et al.* 1994). Daun memiliki kandungan HCN lebih tinggi dibandingkan umbi. Tabel 4 menunjukkan bahwa pada ubi kayu manis, kandungan HCN pada daun lebih tinggi dibandingkan pada umbi, sedangkan pada ubi kayu pahit, kandungan HCN pada umbi lebih tinggi dibandingkan pada daun.

Tabel 3. Perbandingan kandungan HCN (mg/kg HCN) pada bagian umbi ubi kayu

Bagian umbi	Jumlah sampel	Rerata ± SE	Minimum	Maksimum
Pith (daging)	27	59,24 ± 3,62	44,23	96,79
Korteks (kulit umbi)	27	91,03 ± 2,94	70,45	115,65
Parenkim	27	78,35 ± 2,13	51,59	91,38

Sumber : Wangasari (2013)

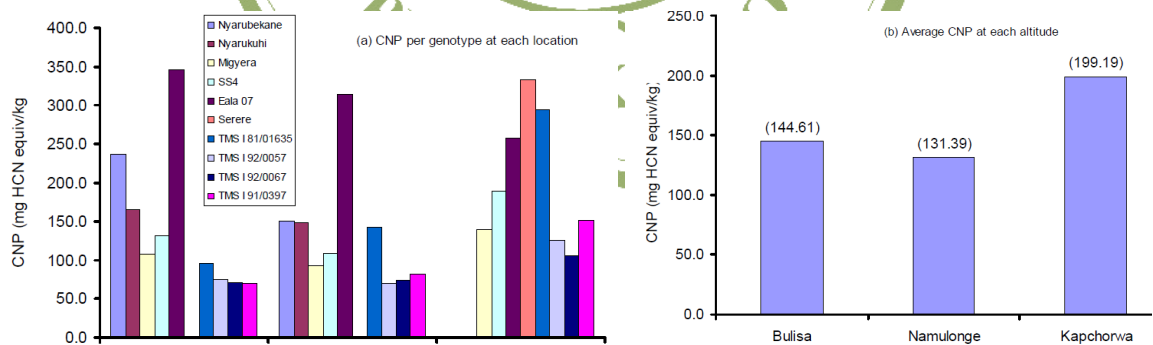
Menurut Bokanga (1994), daun ubi kayu beserta tangkainya memiliki kandungan HCN 5 hingga 20 kali lebih tinggi dibandingkan dengan parenkim umbi. Cordoso *et al.* (2005) menyebutkan bahwa daun dan kulit umbi memiliki kandungan HCN antara 900 – 2000 mg/kg. Konsentrasi HCN tertinggi terdapat pada daun muda, kecambah, dan kulit luar umbi (Jorgensen *et al.* 2005).

Tabel 4. Konsentrasi glukosida sianogen pada berbagai bagian tanaman ubi kayu manis dan pahit.

Jaringan	HCN (mg/kg bobot basah)	
	Ubi kayu manis	Ubi kayu pahit
Biji	0,00	7,50
Kecambah (umur 10 hari)	285,00	245,00
Daun dewasa	468,00	310,00
Akar	126,50	185,00
Umbi	462,00	395,00

Sumber : Okigbo (1980)

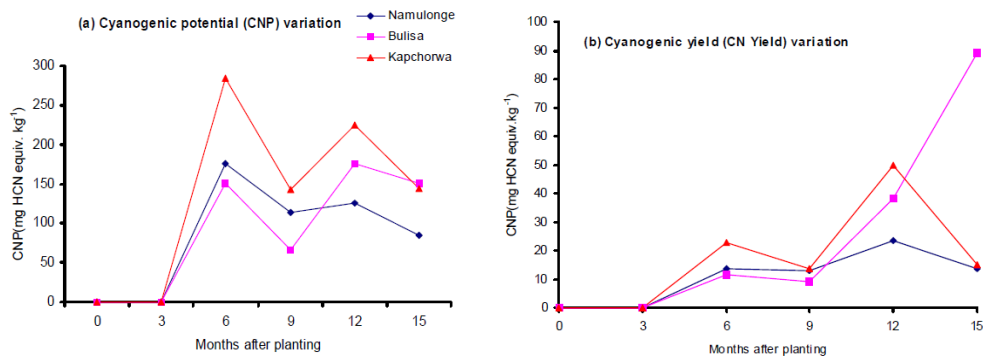
Kandungan HCN juga bervariasi antar tanaman dalam varietas yang sama (Cooke *et al.* 1978), bervariasi mulai ujung hingga pangkal umbi (Cooke *et al.* 1978; Bradbury *et al.* 1991; Bokanga and Otoo 1994), bervariasi tergantung bagian umbi secara melingkar (Cooke 1978; Heuberger 2005). Ujung akar memiliki HCN 60% lebih tinggi dibandingkan bagian pangkal akar (Bradbury and others 1991; Heuberger 2005). Kandungan HCN pada bagian tengah umbi sekitar 37 mg/kg ubi segar, lebih rendah dibandingkan dengan bagian parenkim (135 mg/kg ubi segar), dan korteks umbi (282 mg/kg ubi segar) (Heuberger 2005).



Gambar 4. Potensi sianogen pada genotipe yang berbeda (kiri), dan pada lokasi berbeda (kanan)  
 Sumber : Ntawuruhunga *et al.* (2007)

Gambar 4 menunjukkan variasi kandungan HCN pada genotipe berbeda di masing-masing lokasi. Genotipe Eala 07 memiliki kandungan HCN tertinggi di dataran rendah dan menengah sedangkan genotipe Serere memiliki kandungan HCN tertinggi di dataran tinggi. Genotipe TMS I 91/0397 memiliki kandungan HCN yang rendah. Secara keseluruhan hal tersebut menunjukkan

bahwa kandungan HCN dipengaruhi oleh ketinggian tempat secara nyata (Ntawuruhunga *et al.* 2007).



Gambar 5. Pengaruh tinggi tempat dan umur tanaman pada potensi sianogen (kiri), dan hasil sianogen pada umbi 10 genotipe ubi kayu yang ditanam di Bulisa, Namulonge, dan Kapchorwa (kanan). Sumber: Ntawuruhunga *et al.* (2007)

Gambar 5 menunjukkan pengaruh ketinggian tempat dan umur tanaman pada kandungan HCN. Kandungan HCN beragam tergantung pada umur tanaman di tiga lokasi. Di semua lokasi, kandungan HCN tertinggi terdapat pada umur 6 bulan setelah tanam. Mendekati umur 9 dan 15 bulan setelah tanam, kandungan HCN di semua lokasi mengalami penurunan (Ntawuruhunga *et al.* 2007). Menurut Anthony and Lisbeth (1994), kandungan HCN pada umbi meningkat sampai umur 6 bulan, dan stabil hingga umur 14 bulan, kemudian menurun. Bokanga *et al.* (1994) menjelaskan lebih lanjut bahwa kandungan HCN yang tinggi pada awal pertumbuhan ubi kayu berkaitan erat dengan fase perkembangan vegetative aktif dan tanaman memiliki luas daun yang tinggi.

Berkaitan dengan kandungan HCN pada umbi, Sundaresan *et al.* (1987) menggolongkan ubi kayu menjadi tiga berdasarkan kandungan HCN yaitu ubi kayu tidak pahit (HCN < 100 mg/kg ubi segar), ubi kayu pahit (HCN besar antara 100 – 450 mg/kg ubi segar), dan ubi kayu sangat pahit (HCN > 450 mg/kg ubi segar).

## 5. PENGARUH SENYAWA HCN PADA TUBUH MANUSIA

Potensi toksisitas HCN terutama tergantung tingkat kandungan HCN yang merupakan racun bagi manusia. Biasanya, HCN dalam jumlah kecil didetoksifikasi oleh enzim seluler dan thiosulfates dalam banyak jaringan untuk membentuk tiosianat yang relatif tidak berbahaya, yang diekskresikan dalam urin (Salkowski dan Penney, 1994). Untuk orang dewasa, konsumsi 50 sampai 100 mg atau 2 mmol HCN dalam waktu 24 jam, dapat memblokir respirasi seluler yang menyebabkan kematian (Rosling, 1994 dalam FAO 1990). Tanda-tanda keracunan akut akibat keracunan HCN diantaranya adalah napas cepat, terengah-engah, sakit kepala, keluar air liur, mual, merasa cemas, vertigo, aritmia jantung, tremor, hipotensi, gagal napas, kejang dan kematian. Dosis yang dapat menyebabkan

kematian pada orang dewasa diperkirakan berada di kisaran 50 sampai 200 mg dan kematian dapat terjadi tidak lebih dari satu jam (Gosselin *et al.* 1976).

**6. CARA MENGURANGI KANDUNGAN HCN PADA UBI KAYU**

Banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi atau menghilangkan kandungan HCN pada ubi kayu, diantaranya adalah direndam (FAO 1990), dilayukan (Hang & Preston 2005), direbus, dikukus, dipanggang, digoreng, dikeringkan, difermentasi, dan destilasi uap (Montagnac *et al.* 2009).

Tabel 5 menunjukkan pengaruh waktu perendaman pada kandungan HCN. Semakin lama waktu perendaman, kandungan HCN semakin menurun. Pada lima hari perendaman, kandungan HCN hanya sekitar 2,7 ppm, berkurang 97,3 ppm dari kandungan HCN awal 100 ppm. Penambahan air saat perendaman akan meningkatkan HCN yang hilang (FAO 1990).

Tabel 5. Pengaruh perendaman pada rata-rata kandungan HCN dari enam ubi kayu pahit.

Waktu perendaman (hari)	Kandungan HCN (ppm)
0	100.0
1	55.0
2	42.3
3	19.0
4	10.9
5	2.7

Source: Bourdoux *et al.*, 1983 dalam FAO (1990).

Perlakuan pelayuan pada daun ubi kayu juga dapat menurunkan kandungan HCN sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6. Daun muda yang diambil saat panen kemudian dilayukan selama 24 jam, kandungan HCN berkurang dari 1197 ppm menjadi 626 ppm. Sedangkan kandungan HCN dari daun bagian bawah yang diambil dari tanaman berumur 60 hst mengalami penurunan yang sangat signifikan setelah dilayukan selama 24 jam, berkurang dari 1435 ppm menjadi 393 ppm.

Tabel 6. Pengaruh pelayuan pada kandungan HCN daun ubi kayu umur 60 hst dan saat panen.

	Waktu pelayuan setelah panen (jam)					SEM/P
	0	3	6	9	24	
Saat panen (daun bagian atas)	1197	1102	885	883	626	52,4/0,002
Umur 60 hst (daun bagian bawah)	1435	1081	932	814	393	100/0,001

Sumber: Hang & Preston (2005)

Perebusan merupakan metode yang kurang efektif untuk menurunkan kandungan HCN (menurun sekitar 50%) yang disebabkan oleh tingginya suhu. Demikian pula dengan metode pemanggangan, pengukusan dan penggorengan juga kurang efektif menurunkan HCN (Tabel 7). Namun demikian, menggunakan irisan ubi kayu yang kecil atau meningkatkan volume air saat direbus dapat meningkatkan efisiensi metode perebusan dalam menurunkan kadar HCN. Perebusan dengan perbandingan air hingga 10 kali lebih banyak, dapat menurunkan kandungan HCN hingga 77,7 (Tabel 7).

Perlakuan penjemuran umbi memiliki pengaruh yang cukup besar dalam menurunkan kandungan HCN. Waktu penjemuran selama 8 jam pada umbi yang mengandung 570 mg/kg HCN dapat berkurang hingga sekitar 95%, kadar HCN menjadi sekitar 31 mg/bk. Penjemuran selama 72 jam pada sampel umbi yang mengandung HCN sekitar 142 mg/kg menurun menjadi sekitar 17 mg/kg (Tabel 8).



Tabel 7. Pengaruh perbedaan metode pengolahan dan teknik perebusan pada kandungan HCN umbi ubi kayu.

Proses	% retensi	Kandungan HCN (mg/kg)
Umbi segar	100	140
Direbus	55,5	77,6
Dipanggang	87,1	122
Dikukus	86,5	121
Digoreng	89,3	125
Mengubah waktu perebusan (30 menit)		
Umbi segar	100	160
Irisan 2 gram	25,6	41
Irisan 5 gram	50	80
Irisan 50 gram	75	120
Mengubah rasio air perebusan (30 menit) <sup>a</sup>		
Umbi segar	100	165
Umbi : air (1 : 1)	69,6	115
Umbi : air (1 : 2)	36,7	60,5
Umbi : air (1 : 5)	24,2	40,1



HCN merupakan senyawa yang berbahaya dan dapat meracuni manusia maupun hewan. Agar aman dikonsumsi baik sebagai pangan maupun pakan, maka perlu ada penanganan atau teknik pengolahan tertentu untuk menurunkan kandungan HCN hingga taraf aman untuk konsumsi. Sudah terdapat standar internasional yang ditetapkan untuk keamanan konsumsi produk pangan yang mengandung HCN

## 9. DAFTAR PUSTAKA

- Anthony, C. B. and Lisbeth, R. 1994. *Cassava cyanogenic potential and resistance to pests and diseases*. In: International Workshop on Cassava Safety. Bokanga, M., Essers, A.J.A., Poulter, N., Rosling,
- Ayanru, DKG and Sharma VC. 1984. Changes in total cyanide content of tissues from cassava plants infested by mites (*Mononychellus tanajoa*) and mealybugs (*Phenacoccus manihoti*). *Agriculture Ecosystems & Environment* 12(1):35-46 · December 1984.
- Balagopalan C., Padmaja G., Nanda S., Morthy S. 1988. *Cassava in food, feed and industry*. Boca Raton, Fla : CRC Press. P 190-4
- Balitbangtan. 2011. Varietas Unggul Ubi Kayu Untuk Bahan Pangan Dan Bahan Industri. *Sinar Tani* Edisi 29 Juni – 5 Juli 2011No. 3412 tahun XLI.
- Balitkabi. 2016. *Deskripsi Varietas Unggul Aneka Kacang Dan Umbi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Bokanga, M., 1994. Distribution of cyanogenic potential in the cassava germplasm. *Acta Horticulturae* 375, 117–123.
- Bokanga M, Otoo E. 1994. Cassava-based foods: how safe are they? In: Ofori H, Hahn SK, editors. *Proceedings of the 9th symposium of the International Society for Tropical Root Crops*. Wageningen . The Netherlands . p 225–32.
- Bourdoux P, Seghers P, Mafuta M, Vandras-Rivera M, Delange F, Ermans AM (1982). *Cassava Products: HCN Content And Detoxification Process*. In: Delange F, Iteke FB, Ermans AM (ed), Nutritional factors involved in the goitrogenic action of cassava. IDRC-184e. IDRC, Ottawa, Canada. pp. 51-58.
- A.P.Cardoso, E.Mirione, M.Ernesto, F.Massaza, J. Cliff and M.R.Haque. 2005. Processing of cassava roots to remove cyanogens. *Journal of Food Composition and Analysis* 18 (2005), pp. 451–460.
- Cooke RD, Maduagwu EN. 1978. The Effect of Simple Processing on the Cyanide Content of Cassava Chips. *Int. J. Food Technol.* 13: 299–306.
- de Bruijn, G. H. 1973. *The cyanogenic character of cassava (Manihot esculenta)*. In: *Chronic Cassava Toxicity*. (B. Nestel and R. MacIntyre, eds.), International Deveopment Research Centre, Ottawa, Canada, IDRC OIOe, pp. 43-48.
- FAO. 1990. Root, Tubers, Plantains and Bananas in Human Nutrition. <http://www.fao.org/docrep/t0207e/t0207e08.htm>
- FAO. 1998<sup>a</sup>. *Codex Standard for Edible Cassava Flour*. In Joint FAO/WHO Food Standard Program; Codex/FAO/WHO: Rome, Italy, 1989; Codex Standard 176-1989.
- FAO. 1998<sup>b</sup>. *Codex Standard for Gari*. In Joint FAO/WHO Food Standard Program; Codex/FAO/WHO: Rome, Italy, 1989; Codex Standard 151-1989.
- FAO. 2013. *Proposed Draft Maximum Levels For Hydrocyanic Acid In Cassava and Cassava Products*. [http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCCF/CCCF7/cf07\\_10e.pdf](http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCCF/CCCF7/cf07_10e.pdf)
- Gosselin, R.E., H.C. Hodge, R.P. Smith, and M.N. Gleason. 1976. *Clinical Toxicology of Commercial Products*. 4th ed. Williams and Wilkins Co., Baltimore. (Cited in ATSDR 1989.)

- Hang, D.T. and T R Preston. 2005. *The Effects of Simple Processing Methods of Cassava Leaves on HCN Content and Intake by Growing Pigs*. *Livestock Research for Rural Development* 17 (9) 2005.
- Haque MR & Bradbury JH. 2004. Preparation of Linamarin from cassava leaves for use in a cassava cyanide kit. *Food chem* 85: 27-29.
- JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives). 1993. *Cyanogenic glycosides*. In: *Toxicological evaluation of certain food additives and naturally occurring toxicants*. Geneva, WHO, 39th meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (Food Additive Series 30), WHO Geneva.p. 234–237.
- Jorgensen, K., Bak, S., Busk, P.K., Sørensen, C., Olsen, C.E., Puonti-Kaerlas, J., Møller, B.L., 2005. Cassava (*Manihot esculenta* Cranz.) plants with a depleted content of cyanogenic glucosides in leaves and tubers. Distribution of cyanogenic glucosides, their site of synthesis and transport and blockage of the biosynthesis by RNAi technology. *Plant Physiology* 139, 363–374
- McKey, D., Cavagnaro, T.R., Cliff, J., Gleadow, R.M., 2010. Chemical ecology in coupled human and natural systems: people, manioc, multitrophic interactions and global change. *Chemoecology* 20, 109–133.
- Milena Lambri, Maria Daria Fumi, Arianna Roda and Dante Marco De Faveri. 2013. Improved processing methods to reduce the total cyanide content of cassava roots from Burundi. *African Journal of Biotechnology* Vol. 12 (9), pp 2685-2691.
- Moller BL. 2010. Functional diversifications of cyanogenic glucosides. *Current Opinion in Plant Biology* 13: 338- 347.
- Montagnac, J.A., Davis, C.R., and Tanumihardjo, S.A. 2009. Processing techniques to reduce toxicity and antinutrients of cassava for use as a staple food. Vol. 8, 2009—*Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*. p 17-27.
- Nambisan B (1994). Evaluation of the effect of various processing techniques on cyanogen content reduction in cassava. *Acta Hort.* 375: 193-201.
- Okigbo BN. 1980. Nutritional implication of projects giving high priority of the production of staples of low nutritive quality. In the case of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) in the humid tropics West Africa. *Food Nutr. Bull.* 2:1-10.
- Salkowski A.A. and D.G. Penney. 1994. Cyanide poisoning in animals and humans: A review. *Article in Veterinary and human toxicology* · November 1994
- Shragg TA, Alberton TE, Fisher Jr CJ. 1982. Cyanide poisoning after bitter almond ingestion. *Western Journal of medicine*: 136 (1) : 65-69.
- Simeonova FP, Fishbein L. 2004. *Hydrogen Cyanide And Cyanides: Human Health Aspects*. Concise International Chemical Assessment Document 61. Geneva: World Health Organization.
- Sundaresan S, Nambisan B, and Eswari Amma. 1987. Bitterness in cassava in relation to cyanoglucoside content. *Indian J Agric Sci* 57:37–40.
- Wheatley, C.C. and Chuzel, G. (1993) *Cassava: the Nature of the Tuber and Use as a Raw Material*. In: Macrae, R., Robinson, R.K. and Sadler, M.J.
- Wangari, M.F. 2013. *Potential Toxic Levels of Cyanide in Cassava (Manihot esculenta Crantz) Grown in Some Parts of Kenya*. Unpublished, Theses, Kenyatta University. 70p.