

**PENGARUH CARA PENYIMPANAN DAN PENGOLAHAN  
TERHADAP KADAR ASAM SIANIDA (HCN) DALAM UMBI UBI KAYU  
(*Manihot esculenta*, Crantz)**



**OLEH:  
SINAR HIDAYAT  
H 311 96 007**



PERPUSTAKAAN PUSAT UHIM, HASANUDDIN	
Tgl. Terima	25 - 6 - 2002.
Asal	Fak. MIPA.
Barang	1 (satu)
Harga	Hadiah.
No. Inventari	020625093
No. Klas	

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2002**

**PENGARUH CARA PENYIMPANAN DAN PENGOLAHAN  
TERHADAP KADAR ASAM SIANIDA (HCN) DALAM UMBI UBI KAYU**

*(Manihot esculenta Crantz)*

**SKRIPSI**

*Untuk melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat untuk  
memperoleh gelar sarjana*

**OLEH:**

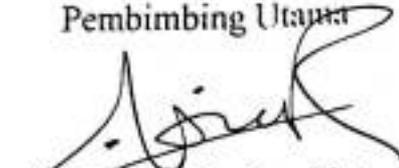
**SINAR HIDAYAT  
H 311 96 007**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2002**

**PENGARUH CARA PENYIMPANAN DAN PENGOLAHAN  
TERHADAP KADAR ASAM SIANIDA (HCN) DALAM UMBI UBI KAYU  
(*Manihot esculenta* Crantz)**

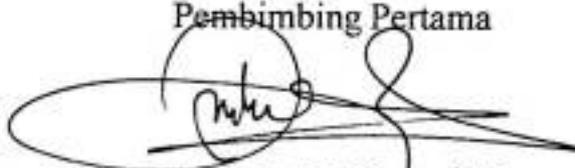
**Disetujui oleh:**

Pembimbing Utama



**Dr. Abd. Karim, Ms**  
NIP: 131 972 020

Pembimbing Pertama



**Dra. Indah Raya, MS**  
NIP: 131 876 911

Makassar, Mei 2002

## **KATA PENGANTAR**

### **BISMILLAHIRRAHMANIRRAHIM**

Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas berkat rahmat, taufiq dan hidayah-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang merupakan syarat memperoleh gelar sarjana.

Skripsi ini disusun berdasarkan penelitian yang dilaksanakan pada Laboratorium Biokimia, jurusan Kimia F-MIPA Unhas. Pada lembaran ini penulis menggoreskan tinta ketulusan sebagai ungkapan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Drs. Abd. Karim MS, selaku pembimbing utama
2. Dra. Indah Raya, MS, selaku pembimbing pertama

Yang telah membimbing penulis dengan memberikan buah pikiran mereka dalam mencari solusi terbaik terhadap setiap persoalan yang dihadapi, baik yang bersifat akademik maupun non akademik.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sama ingin pula penulis sampaikan kepada:

1. DR. M. Noor Jalaluddin, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
2. DR. Ir. Prastawa Budi, selaku Ketua Jurusan Kimia, F-MIPA Unhas
3. Bapak dan Ibu Dosen F-MIPA, khususnya dosen jurusan kimia

4. Seluruh staf dan karyawan F-MIPA Unhas, khususnya staf dan karyawan jurusan Kimia
5. Rekan-rekan Kimia angkatan 96; Dave, Mody, Berlin, Rijal, Mahfud, Ridwan, Ramli, Milo, Oko, Gusri, Sofyan, Ana, Ian, Uri, Anti, Tenri, Yuni, Nuning, Eda, Daya, Helmy, Eni, Maswati, Anti, Susi, Nicke, dan Fajra.
6. Terkhusus kepada ayah bundaku tercinta, kakak-kakakku (Darwing, Arifin, Mia, Suhriati), om Molleng dan tante Muliati, kak Saharuddin, kak Hasni, adik-adikku (Ani, Ambo, Haeril dan Anti), beserta temanku Lina yang penuh kesabaran dan curahan kasih sayang dalam memberikan perhatian, dorongan dan bantuan yang tak terhingga, serta semua pihak yang telah membantu.

Harapan penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan sesungguhnya semua ini terwujud atas petunjuk Allah SWT semata.

Mudah-mudahan Ridha-Nya senantiasa mengiringi setiap langkah dan usaha kita semua.

Makassar, Mei 2002

Penulis

## DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
LEMBAR PENGESAHAN .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL .....	viii
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT .....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud Penelitian .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Ubi Kayu .....	4
2.2 Hidrogen Sianida (HCN) .....	12
2.3 Penentuan Hidrogen Sianida (HCN) dalam Bahan Pangan ....	13
2.4 Prinsip Kerja HCN dengan AgNO <sub>3</sub> pada analisis Kuantitatif HCN .....	15



BAB III METODOLOGI .....	17
3.1 Alat dan Bahan .....	17
3.2 Prosedur Kerja .....	22
3.3 Teknik Analisis Data.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	24
4.1 Kadar Asam Sianida Awal .....	24
4.2 Kadar Asam Sianida Berdasarkan Perendaman 3 Hari .....	25
4.3 Kadar Asam Sianida Berdasarkan Penyimpanan 7 Hari .....	27
4.4 Kadar Asam Sianida Berdasarkan Penyekapan 7 Hari .....	29
4.5 Kadar Asam Sianida Setelah Pengukusan .....	31
4.6 Kadar Asam Sianida Setelah Penjemuran .....	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	36
5.1 Kesimpulan .....	36
5.2 Saran .....	37
DAFTAR PUSTAKA .....	38
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

<i>Tabel</i>		<i>Halaman</i>
1.2	Susunan zat makanan dalam 100 gram umbi ubi kayu, gapek dan tapioka .....	7
2.2	Kadar HCN beberapa jenis ubi kayu di dalam umbi dan daun .....	11

## DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar</i>		<i>Halaman</i>
4.1	Grafik kadar HCN berdasarkan perendaman selama 3 hari .....	26
4.2	Grafik kadar HCN berdasarkan penyimpanan selama 7 hari .....	28
4.3	Grafik kadar HCN berdasarkan penyekapan selama 7 hari .....	30
4.4	Grafik kadar HCN setelah pengukusan berdasarkan beberapa perlakuan .....	32
4.5	Grafik kadar HCN setelah penjemuran 2 hari dari beberapa perlakuan .....	34

## DAFTAR SINGKATAN SIMBOL

BE	=	berat ekivalen
$^{\circ}\text{C}$	=	derajat selsius
fp	=	faktor pengenceran
g	=	gram
$H_0$	=	hipotesa nol
kg	=	kilogram
LS	=	lintang selatan
LU	=	lintang utara
mg	=	miligram
mL	=	mL
N	=	Normalitas
V	=	Volume
$\bar{X}$	=	X rata-rata
%	=	persen

## ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian terhadap umbi ubi kayu yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh cara penyimpanan dan pengolahan (perendaman 3 hari, penyimpanan 7 hari, penyekapan 7 hari, pengukusan dan penjemuran 2 hari) terhadap kadar HCN dalam umbi ubi kayu dengan metode destilasi uap. Kemudian dilanjutkan titrasi pengendapan dengan menggunakan perak nitrat untuk membentuk kompleks ion perak sianida. Kadar asam sianida ditentukan berdasarkan kompleks tersebut dengan mengkonversikan 1 mL perak nitrat setara dengan 0,54 mg asam sianida. Dari titrasi tersebut diperoleh kadar asam sianida (mg/20 g sampel) sebagai berikut; kadar HCN awal 0,0,459; perendaman 3 hari : 0,2295; penyimpanan 7 hari : 0,6345; peyekapan 7 hari : 0,5130; pengukusan : 0,2835; 0,1350; 0,3348; dan 0,2835 serta penjemuran 2 hari : 0,2430; 0,1215; 0,3240 dan 0,2700. Hasil uji statistik dengan menggunakan uji-t menunjukkan bahwa perendaman 3 hari, pengukusan dan penjemuran 2 hari dapat berpengaruh nyata menurunkan kadar asam sianida dalam umbi ubi kayu.

## ABSTRACT

Investigation was conducted on cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) aiming to know the effect of storage and processing methods (the 3-day submersion, 7-day storage, 7-day wrapping, and the 2-day sun-drying and steaming) on HCN concentration in cassava. The method to adopt was vapor distillation, continued by sedimentary titration using silver nitrate to form the complex of cyanide by silver ions. The concentration of cyanic acid was determined by complex by converting 1 ml of silver nitrate to be equivalent to 0.54 mg of cyanic acid. From the titration, the concentration of cyanic acid (mg/20 g of the sample) were found as follows: the initial concentration of HCN was 0.0459; at the 3-day immersion was 0.2295; at the 7-day storage was 0.6345; at the 7-day wrapping was 0.5130; during the steaming were 0.2835, 0.1350, 0.3348, and 0.2835; during the 2-day sun-drying were 0.2430, 0.1215, 0.3241, and 0.2700. result of the statistical test using the t-test showed that the 3-day immersion, steaming, and the 2-day sun-drying had significant effect of reducing the concentration of cyanic acid in cassava.



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz), merupakan salah satu tanaman pangan yang penting di Indonesia, karena ubi kayu merupakan sumber karbohidrat ketiga setelah beras dan jagung, (Ir. H. Rahmat Rukmana, 1997).

Bagian tanaman ubi kayu yang umum digunakan sebagai bahan makanan manusia adalah umbi dan daun-daun mudanya (pucuk). Ubi kayu dapat diolah menjadi berbagai produk makanan, mulai dari cara pengolahan sederhana dan murah sampai pengolahan yang mahal. Aneka jenis makanan dari bahan baku ubi kayu antara lain adalah ubi kayu rebus (kukus), ubi kayu bakar, ubi kayu goreng, kolak, keripik, opak, tape, dan enyek-enyek. Disamping itu ubi kayu dapat diolah menjadi produk antara seperti gaplek dan tepung tapioka, (Ir. H. Rahmat Rukmana, 1997).

Aneka makanan yang dibuat dari ubi kayu mampu menyediakan energi (kalori) cukup tinggi bagi tubuh. Selain mengandung nilai kalori yang cukup tinggi, ubi kayu juga mengandung zat beracun yang disebut asam sianida atau HCN, terutama pada jenis ubi kayu pahit dan setengah pahit. Oleh sebab itu hal yang penting diperhatikan dalam menghidangkan aneka makanan dari ubi kayu adalah memilih jenis atau varietas ubi kayu yang tidak mengandung racun, serta

penanganan dan pengolahan secara khusus seperti merendam atau mencuci sebelum diolah.

Asam sianida sebenarnya berasal dari peruraian senyawa Glikosida Sianogenik yang terdapat pada ubi kayu tersebut. HCN dalam dosis yang cukup tinggi bila dikonsumsi dapat menyebabkan keracunan dan penyakit, bahkan pada dosis 0,5 – 3,5 mg HCN/kg berat badan dapat menyebabkan kematian. Ubi kayu dikatakan beracun apabila kandungan HCN-nya di atas 50 mg tiap kg umbi segar yang diparut, (Winarno. F.G, 1997; 230).

Oleh sebab itu dalam memilih dan mengkonsumsi ubi kayu perlu kehati-hatian agar bahaya racun biru (HCN) dapat dihindari. Selain jenis ubi kayu, yang perlu diperhatikan adalah perlakuan bahan pada saat penyimpanan dan pengolahan, mengingat ubi kayu segar kadar airnya tinggi, maka ubi kayu segar tidak tahan lama disimpan sehingga dalam waktu yang singkat akan mudah rusak. Kerusakan ini dimulai dari kerusakan fisiologis oleh adanya air, enzim dan proses respirasi serta kerusakan patologis oleh cendawan dan bakteri. Kerusakan fisiologis mulai terjadi 3 hari setelah panen dan dilanjutkan kerusakan oleh bakteri setelah hari ke-5 hingga hari ke-7 yang menyebabkan umbi busuk dan menjadi biru kehitaman yang menandakan kadar HCN dalam umbi ubi kayu tersebut meningkat. (Suismono, 2001). Oleh karena itu kegiatan penyimpanan dan pengolahan tersebut harus mendapat perhatian khusus, sehingga produk makanan yang berasal dari ubi kayu yang akan dikonsumsi



memiliki kadar HCN serendah mungkin atau sedapatnya tidak mengandung HCN.

## **1.2 Maksud Penelitian**

Penelitian ini dimaksudkan untuk melakukan analisis kadar HCN terhadap umbi ubi kayu dengan beberapa perlakuan, dan menentukan kadar asam sianidanya dari perlakuan tersebut.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Mengetahui pengaruh perlakuan penyimpanan dan pengolahan terhadap kadar HCN dalam umbi ubi kayu.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi kepada masyarakat cara penanganan yang tepat terhadap bahan makanan yang banyak mengandung asam sianida terutama jenis umbi-umbian.
2. Sebagai acuan untuk melakukan proses pengolahan lebih lanjut dan acuan bagi jenis sampel yang lain yang mengandung asam sianida.
3. Memberikan pengetahuan dan informasi bagi masyarakat tentang pengaruh atau bahaya asam sianida terhadap kesehatan agar lebih berhati-hati dalam mengolah dan mengkonsumsi bahan makanan yang mengandung racun biru (HCN) khususnya ubi kayu.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Ubi Kayu

##### 2.1.1 Tanaman ubi kayu dan potensinya

Tanaman ubi kayu (*Manihot esculenta sin. utilissima*) termasuk famili (keluarga) *euphorbeaceae* dan sebenarnya termasuk tanaman tahunan, karena dapat hidup hingga beberapa tahun. Pohonnya kecil, akar-akarnya dapat menebal/membesar berupa umbi yang banyak mengandung zat tepung. Batangnya berkayu akan tetapi mudah patah. Di dalam batang ini ada liang yang berisi semacam gabus yang berwarna putih yang disebut dengan empelur. Tingginya dapat mencapai 1,5 meter - 5 meter, tergantung pada keadaan lingkungan tempatnya tumbuh, (Sosrosoedirdjo, 1992).

Di semua daerah antara 30 °LU dan 30 °LS umbi ubi kayu merupakan bahan makanan tambahan bagi penduduk, atau dari padanya dihasilkan bahan untuk ekspor seperti gaplek, tapioka dan lain sebagainya, (Sosrosoedirdjo, 1992)

Berdasarkan umur panennya, tanaman ubi kayu dapat dibedakan menjadi dua golongan, yaitu:

1. Ubi kayu berumur pendek, dengan usia panen antara lima sampai delapan bulan.

2. Ubi kayu berumur panjang, dengan umur panen hasil maksimal antara 10 sampai 18 bulan, (Pinus Lingga, 1995).

Secara ringkas, sistematika tanaman ubi kayu adalah sebagai berikut (Rukmana, 1997):

Kingdom	:	Plantae (tumbuh-tumbuhan)
Divisio	:	Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Subdivisio	:	Angiospermae (berbiji tertutup)
Kelas	:	Dicotylidoneae (biji berkeping dua)
Sub kelas	:	Monochlamydeae
Ordo	:	Euphorbiales
Famili	:	Euphorbiaceae
Genus	:	Manihot
Spesies	:	<i>Manihot esculenta</i> Crantz, sin. <i>Utilissima</i> , L

Sejak masyarakat mengenal kegunaan ubi kayu sebagai bahan pangan, ubi kayu merupakan tanaman yang populer di masyarakat. Dalam hal ini ubi kayu lebih berperan sebagai bahan pangan bagi penduduk. Bahkan di beberapa tempat khususnya di daerah minus, kebiasaan ini berlangsung terus hingga kini, di mana ubi kayu dapat berperan sebagai bahan makanan pengganti beras. Jadi, di daerah yang tergolong tandus sekalipun, ubi kayu dapat memberikan hasil bagi petani, (Pinus Lingga, 1995).

Meskipun ubi kayu tergolong tanaman luar yang di Indonesiakan, namun pertumbuhannya di Indonesia sempurna. Hasilnya melimpah, meski di beberapa tempat tidak disertai dengan penanganan yang serius. Keuntungan ini menjadikan Indonesia sebagai penghasil ubi kayu kedua terbesar di dunia setelah negara asalnya Brazilia, (Pinus Lingga, 1995).

Bagi sebagian masyarakat terutama di perkotaan, komoditi ini digunakan sebagai bahan pembuat kue atau makanan selingan. Daunnya digunakan sebagai sayuran yang bergizi tinggi. Selain sebagai bahan makanan bagi manusia, umbi ubi kayu digunakan juga sebagai bahan makanan ternak, industri tepung tapioka, bahan baku pembuatan etanol dan gula cair. Khusus untuk industri makanan ternak, umbi diawetkan menjadi gaplek terlebih dahulu. Sebagian besar gaplek ini diekspor ke luar negeri terutama ke Jerman dan Belanda, (Danarti, Sri Najiyati, 1994).

Saat ini Indonesia tergolong penghasil ubi kayu yang mempunyai peluang untuk dimanfaatkan sebagai salah satu komoditi ekspor untuk mengimbangi ekspor migas yang mulai merosot. Disadari sampai sejauh ini dunia ubi kayu Indonesia belum menggembirakan dan nyata sekali belum ditangani serius, sebaliknya Thailand yang menduduki urutan keempat sebagai penghasil ubi kayu dunia, berhasil merajai pasaran di dunia Internasional. Sampai saat ini Indonesia masih mengimpor ubi kayu dari Thailand dalam bentuk Chip dan Tapioka (Pinus Lingga, 1995).

Pemasaran ubi kayu di Indonesia sangat potensial. Hal ini terlihat dari permintaan Masyarakat Ekonomi Eropa (MEE) yang setiap tahunnya terus meningkat. Tahun 1982, dari Kuota 500.000 ton gapek yang diminta MEE dari Indonesia hanya terpenuhi 150.000 ton. Tahun 1983 permintaan ini meningkat lagi yaitu 750.000 ton dan tahun 1985 - 1986 diperkirakan menjadi 825.000 ton. Dari kuota ini separuh pun belum terpenuhi. Disamping potensinya sebagai komoditi ekspor, umbi ubi kayu juga mempunyai nilai gizi yang berarti sebagai bahan pangan, misalnya diolah menjadi makanan ringan berupa kue atau makanan selingan sehari-hari, (Walter P. dkk, 1986).

Berikut ini komposisi zat makanan (nilai gizi) dalam umbi ubi kayu dan setelah diolah menjadi gapek dan tapioka:

Tabel 1.2. Susunan zat makanan dalam 100 gram umbi ubi kayu, ubi kayu gapek dan tapioka.

Zat makanan	Ubi kayu	Gapek	Tepung tapioka
Kalori (kal)	196	338	364
Protein (g)	1,2	1,5	1,1
Lemak (g)	0,3	0,7	0,5
Karbohidrat (g)	37,7	81,3	88,2
Kalsium (mg)	33	80	84
Fosfor (mg)	40	60	125
Zat besi (mg)	0,7	1,9	1,0
Tiamin (mg)	20	0	0,4
Vitamin C (mg)	38	0	0

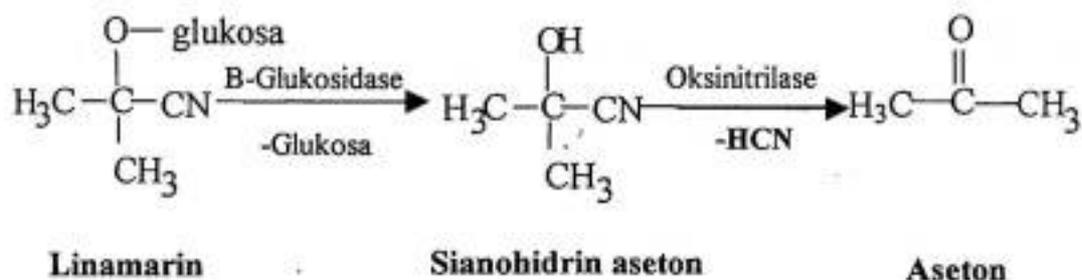
Sumber : Pinus Lingga, dkk, 1995

Kelebihan tanaman ubi kayu antara lain sebagai berikut (Pinus Lingga, 1995):

- Dapat tumbuh di lahan kering dan kurang subur,
- Daya tahan terhadap penyakit relatif tinggi,
- Masa panennya tidak diburu waktu sehingga dapat dijadikan lumbung hidup yakni dibiarkan di pohonnya hingga beberapa minggu,
- Daun dan umbinya dapat diolah menjadi aneka makanan baik sebagai makanan utama maupun makanan selingan,
- Umbi dapat diolah menjadi gula cair seperti high fructose dan makanan ternak,
- Dapat juga sebagai bahan bakar yaitu etanol,
- Dapat diolah menjadi produk farmasi seperti butanol, aseton, asam laktat, asam sitrat, gliserol dan lain-lain.

### 2.1.2 Ciri Kimia-Fisik Kandungan HCN dalam Umbi Ubi Kayu

Sebagaimana semua *euphorbeaceae*, batang, akar dan daun ubi kayu mengandung getah berwarna putih susu. Getah ini mengandung glukosida sianogenik atau linamarin ( $C_{10}H_{17}O_6N$ ). Reaksinya seperti terlihat di bawah ini:



Adanya glukosida ini maka semua jenis ubi kayu mengandung HCN (Sosrosoedirdjo, 1992).

Bersamaan dengan glukosida sianogenik dalam umbi ubi kayu terdapat enzim linamarase. Enzim inilah yang memecah glukosida sianogenik menjadi asam sianida dan glukosa. Jumlah atau kadar glukosida sianogenik dalam umbi ubi kayu tergantung dari jenis dan kondisi tanah tempat bertanam, pemupukan dan iklim ketika ubi kayu dipelihara. Semakin tinggi kadar empulur umbi ubi kayu, kandungan HCN-nya semakin meningkat. Melukai atau merusak kulit bahan pangan ini menyebabkan terjadinya kegiatan enzim linamarase sehingga HCN dibebaskan dari glukosida sianogenetik (Achmad Djaeni S., 1997)

Menurut Sosrosoedirdjo (1978), berdasarkan kandungan racunnya, ubi kayu dapat dibedakan menjadi empat yaitu :

1. Jenis ubi kayu yang tidak berbahaya, ditandai dengan kandungan HCN kurang dari 50 mg/kg umbi yang diparut;
2. Jenis ubi kayu yang sedikit beracun, ditandai dengan kandungan HCN berkadar 50 mg/kg – 80 mg/kg umbi yang diparut;
3. Jenis ubi kayu yang beracun, ditandai dengan kandungan HCN berkadar 80 mg/kg – 100 mg/kg umbi yang diparut;
4. Jenis ubi kayu yang amat beracun, ditandai dengan kandungan HCN lebih dari 100 mg/kg umbi yang diparut.

Menurut FAO, ubi kayu dengan kadar 50 mg/kg umbi segar yang diparut masih aman untuk dikonsumsi oleh manusia. Pengolahan secara tradisional seperti mengupas, merendam, mengukus, menggoreng dan lain sebagainya, dapat mengurangi kadar HCN dalam umbi ubi kayu namun tidak dapat menghilangkan sampai 100%, sebab glukosida sianogenik yang menghasilkan HCN pada umbi ubi kayu itu adalah bahan padat yang tahan terhadap pemanasan sampai 140°C. Glukosida sebenarnya bukan merupakan racun, walaupun demikian masih terdapat kontradiksi terhadap konsumsi glukosida sianogenik yang belum terurai, karena ternyata bakteri-bakteri yang terdapat pada saluran pencernaan mampu memecah glukosida sianogenik menjadi hydrogen sianida, (Winarno, 1997).

Asam sianida pada kulit umbi ubi kayu lebih banyak dibanding daging umbinya. Pada jenis umbi yang kurang beracun, pada kulitnya terdapat 0,014% - 0,042% HCN, sedangkan daging umbinya 0,003% - 0,013%. Pada jenis yang beracun, kulit umbinya mengandung 0,012% - 0,056% HCN, sedangkan daging umbinya 0,013% - 0,037%. Jadi dengan mengupas kulitnya bahaya keracunan dapat dikurangi, (Sosrosoedirdjo, 1992).

Untuk mengetahui apakah umbi ubi kayu beracun atau tidak, secara global dan mudah dapat dilakukan hanya dengan mengunyah sepotong umbi yang masih mentah, jika rasanya pahit berarti umbi itu beracun. Sebaliknya jika rasanya manis maka umbi tersebut tidak beracun dan aman

untuk dikonsumsi. Cara lain yang lebih sempurna dapat dilakukan dengan cara kimia, (Sosrosoedirdjo, 1992).

Daun ubi kayu pun mengandung HCN. Daun yang masih muda biasanya dipakai untuk sayur mengandung lebih banyak HCN yaitu  $\pm 0,1\%$  dari daun yang tua. Akan tetapi dengan cara dilayukan atau direbus, sebagian besar HCN mudah hilang atau berkurang, (Sosrosoedirdjo, 1992).

Kadar HCN di dalam daun, selalu lebih banyak daripada di dalam umbi dan nampaknya ada hubungan yang erat di antara kadar HCN di dalam umbi seperti terlihat dalam tabel berikut:

Tabel 2.2 Kadar HCN Beberapa Jenis Ubi Kayu di dalam Umbi dan Daun.

Nama Jenis	Rasa Umbi	Kadar HCN mg/kg	
		Umbi	Daun
Mangi (di tanah subur)	Enak	32	136
Betawi	Enak	33	146
Valenca	Enak	39	158
Singapura	Enak	60	201
Basioorao	Agak pahit	82	230
Bogor	Agak pahit	90	324
Tapicuru	Pahit	130	230
S P P	Sangat pahit	206	468
Mangi (di tanah kering)	Sangat pahit	289	542

(Sumber: Sosrosoedirdjo, 1992).

## 2.2 Hidrogen Sianida (HCN)

Hidrogen Sianida (HCN), terdapat sebagai gas atau cairan yang mudah menguap seperti halnya halida-halida hydrogen. HCN merupakan zat molekular yang kovalen namun mampu terdisosiasi dalam air, mempunyai tetapan elektrik yang sangat tinggi (107 pada 25 °C) sehubungan dengan penggabungan molekul polar seperti H<sub>2</sub>O oleh ikatan Hidrogen. Cairan HCN stabil dan dapat terpolimerisasi tanpa adanya stabilisator. Dalam larutan air, HCN adalah asam lemah,  $pK_{25}^{\circ}C = 9,21$  dan larutan sianida yang larut terhidrolisis sempurna namun cairan murninya adalah asam kuat (Fessenden, Fessenden, 1994).

Asam sianida adalah zat yang sangat beracun dan mengecoh karena hidung manusia baru dapat mendeteksi baunya pada tingkat yang mematikan, cairannya tidak berwarna, dan mempunyai titik didih 26<sup>0</sup>C dan titik lebur -14<sup>0</sup>C , (Adiwisastra,1989).

Asam sianida sifatnya menyerang langsung dan menghambat sistem antar ruang sel, yaitu menghambat sistem oksidasi sitokrom dalam sel. Hal ini menyebabkan zat pembakaran (oksigen) tidak dapat bersenyawa dengan hemoglobin untuk membentuk oksihemoglobin (  $O_2 + HB \rightarrow OHB$  ) . Oleh karena itu oksigen tidak dapat beredar ke tiap-tiap jaringan sel dalam tubuh (Adiwisastra, 1989).

Gas HCN dalam konsentrasi 200 ppm - 400 ppm cepat menimbulkan kematian, jika selama 30 menit berada dalam tempat yang tercemar tersebut.

Batas kadar yang masih diperkenankan untuk waktu pengisapan dalam jangka waktu yang panjang adalah 10 ppm, (Adiwisastra,1989).

Gejala-gejala yang dapat ditimbulkan apabila seseorang keracunan HCN adalah:

- a. Sakit kepala;
- b. Penderita mendadak tampak kebiru-biruan (Cyanosis);
- c. Napas sesak / sukar bernapas dan tidak teratur;
- d. Denyut nadi cepat dan kecil;
- e. Mual, muntah-muntah, jantung berdebar, dan;
- f. Kejang-kejang.

Bila keracunan terjadi dengan hebat, maka penderita mengalami asphyxia (sesak napas) dan bila tidak tertolong akan berakhir dengan kematian (Adiwisastra, 1989).

Menurut Soebijanto T (1986), walaupun demikian dahsyatnya akibat yang ditimbulkan apabila seseorang keracunan HCN, namun pada kadar rendah HCN dapat mencegah berbagai penyakit seperti anemia dan kanker.

### **2.3 Penentuan Hidrogen Sianida (HCN) dalam bahan pangan**

Menurut Slamet Sudarmadji, dkk; (1997; 126) ada tiga cara analisis HCN dalam suatu bahan/sampel, yaitu :



## 1. Analisis Kualitatif HCN

- Merendam 50 g bahan yang telah ditumbuk halus dalam 50 mL air pada erlenmeyer 250 mL dan ditambahkan 10 mL larutan asam tartrat 5%.
- Kertas saring ukuran 1 x 7 cm dicelupkan dalam larutan asam pikrat jenuh, kemudian dikeringkan di udara. Setelah kering dibasahi dengan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  8% dan digantungkan pada leher erlenmeyer yang berisi bahan yang akan dianalisis dan ditutup sedemikian rupa sehingga kertas saring tidak kontak dengan cairan dalam erlenmeyer.
- Kemudian dipanaskan diatas pemanas air  $50^\circ\text{C}$  selama 15 menit. Apabila warna oranye dari kertas saring berubah menjadi warna merah berarti dalam bahan terdapat HCN.

## 2. Analisis Kuantitatif HCN (cara 1)

- Menimbang 10 - 20 gram bahan yang sudah ditumbuk halus, kemudian ditambahkan 100 mL aquades dalam labu Kjeldahl selanjutnya direndam selama 2 jam.
- Kemudian ditambahkan lagi 100 mL aquades lalu didesestilasi. Destilat ditampung dalam erlenmeyer yang telah diisi dengan 20 mL  $\text{NaOH}$  2,5 %.
- Setelah destilat mencapai 150 mL, destilasi dihentikan. Destilat kemudian ditambah 8 mL  $\text{NH}_4\text{OH}$ , 5 mL  $\text{KI}$  5% dan dititrasi dengan larutan

$\text{AgNO}_3$  0,02 N sampai terjadi kekeruhan (kekeruhan ini akan mudah terlihat apabila dibawah erlenmeyer diletakkan kertas karbon).

### 3. Analisis Kuantitatif HCN (cara 2)

- Menimbang 10 gram - 20 gram bahan yang sudah ditumbuk halus, ditambahkan 100 mL aquades dalam labu kjeldahl dan direndam selama 2 jam.
- Kemudian ditambahkan lagi 100 mL aquades lalu didestilasi. Destilat ditampung dalam erlenmeyer yang sudah diisi 20 mL  $\text{AgNO}_3$  0,02 N dan 1 mL  $\text{HNO}_3$  0,02 N.
- Setelah destilat mencapai 150 mL destilasi dihentikan. Destilat kemudian disaring dengan Krus Gooch, endapan yang mungkin ada dicuci dengan air suling.
- Kelebihan  $\text{AgNO}_3$  dalam destilat dititrasi dengan Kalium thiosionat memakai indikator feri, sampai terjadi perubahan warna merah.

#### 2.4 Prinsip Kerja HCN dengan $\text{AgNO}_3$ pada Analisis Kuantitatif HCN

Hidrogen sianida dalam hal ini ion sianida ( $\text{CN}^-$ ) adalah ligan yang sifatnya dapat membentuk kompleks yang mantap dengan ion perak ( $\text{Ag}^+$ ) membentuk senyawa kompleks perak sianida  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ , itulah sebabnya sehingga untuk menentukan kadar HCN dalam suatu destilat sering

menggunakan larutan  $\text{AgNO}_3$  sebagai penetras. Titrasi ini dikenal dengan nama Leibig untuk ion perak, (Harrizul Rivai, 1995).

Bila suatu larutan perak nitrat ditambahkan pada suatu larutan yang mengandung ion sianida maka terbentuk endapan putih ketika kedua cairan itu bercampur. Tetapi setelah diaduk endapan larut kembali diakibatkan terbentuknya suatu kompleks yang stabil, dimana garam alkalinnya dapat larut.



atau



Setelah reaksi di atas terjadi dengan sempurna, penambahan perak netral selanjutnya akan membentuk endapan perak argentosianida.



Endapan terjadi beberapa saat sebelum titik ekivalensi, tetapi kesalahan ini dapat diabaikan. Titrasi Liebig didasarkan atas terbentuknya kekeruhan argentosianida atau perak sianida pada titik akhir titrasi. Kesukaran dalam cara ini adalah pada pengamatan titik akhir titrasi karena perak sianida secara pelan-pelan akan melarutkan kembali. Deniges pada tahun 1893 mengadakan modifikasi titrasi Liebig dengan menggunakan ion iodida ( $\text{KI}$  0,01 M) sebagai indikator dan larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  (0,2 M) ditambahkan untuk melarutkan perak sianida.



Ion dioda dan larutan amonia ditambahkan sebelum titrasi dimulai. Terbentuknya endapan perak iodida (terjadi kekeruhan) menunjukkan titik akhir titrasi.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Alat dan Bahan**

##### **3.1.1 Alat**

Peralatan yang dipakai dalam penelitian ini antara lain; Pisau, blender (penghancur), timbangan, pemanas, kertas karbon, peralatan gelas, seperangkat alat titrasi, seperangkat alat destilasi dan termometer.

##### **3.1.2 Bahan**

Bahan yang digunakan adalah; ubi kayu berdaging putih, air suling,  $\text{AgNO}_3$  0,02 N,  $\text{NH}_4\text{OH}$  5%, KI 5%, NaOH 2,5%, NaCl padat,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , asam pikrat jenuh dan asam tartrat 5%.

#### **3.2 Prosedur Kerja**

##### **3.2.1 Penyiapan Sampel :**

Umbi ubi kayu yang akan diteliti diambil dari produsen (kebun) yang berlokasi di Antang. Sampling dilakukan pada musim hujan, diatas lahan dengan jenis tanah yang liat dan subur. Umur sampel yang diambil adalah 12 bulan dan tergolong varietas mangi dan berdaging putih.

### 3.2.2 Perlakuan Sampel

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa perlakuan sampel dan setiap perlakuan dilakukan dua kali analisis. Perlakuan tersebut yaitu :

- A<sub>0</sub> : Untuk sampel kontrol yaitu sampel yang dianalisis pada penyimpanan 0 hari.
- A<sub>1</sub> : Untuk sampel yang dikukus dari sampel 0 hari.
- A<sub>2</sub> : Untuk sampel yang dijemur dari sampel 0 hari.
- B<sub>0</sub> : Untuk sampel yang direndam selama tiga hari.
- B<sub>1</sub> : Untuk sampel yang dikukus setelah direndam selama tiga hari.
- B<sub>2</sub> : Untuk sampel yang dijemur setelah direndam selama tiga hari.
- C<sub>0</sub> : Untuk sampel yang disimpan selama tujuh hari.
- C<sub>1</sub> : Untuk sampel yang dikukus setelah disimpan selama tujuh hari.
- C<sub>2</sub> : Untuk sampel yang dijemur setelah disimpan selama tujuh hari.
- D<sub>0</sub> : Untuk sampel yang disekap selama tujuh hari.
- D<sub>1</sub> : Untuk sampel yang dikukus setelah disekap selama tujuh hari.
- D<sub>2</sub> : Untuk sampel yang dijemur setelah disekap selama tujuh hari.

Tahapan-tahapan perlakuan sampel sebagai berikut:

#### 1. Sampel kontrol

Sebagai acuan dilakukan analisis umbi 0 hari untuk sampel kontrol. Sampel langsung dianalisis setelah diambil dari kebun. Sampel yang sudah tersedia di kupas kemudian dicacah lalu dihaluskan, selanjutnya dianalisis.

## 2. Perendaman

Sampel ubi kayu dikupas, kemudian dipotong-potong kira-kira 5 cm dan dibelah menjadi dua bagian. Setelah itu sampel tersebut direndam dalam wadah tertutup selama tiga hari, dan setiap hari dilakukan pergantian air rendaman. Sebelum analisis dilakukan bahan dicuci terlebih dahulu pada air mengalir. Dilakukan pula analisis pada perendaman satu hari sebagai perbandingan.

## 3. Penyimpanan selama tujuh hari

Sampel ubi kayu yang telah disiapkan disimpan pada ruang terbuka, sampel yang disimpan tersebut tanpa dikupas (masih utuh) dan setelah tujuh hari penyimpanan dilakukan analisis. Dilakukan pula analisis tiga hari penyimpanan

## 4. Penyekapan

Sampel ubi kayu tanpa dikupas (masih utuh) dikubur dalam tanah dengan cara : Membuat lubang dalam tanah untuk penyimpanan ubi segar. Ukuran lubang disesuaikan dengan jumlah ubi yang akan disimpan. Dalam penelitian ini dalam lubang yang dibuat kira-kira 75 cm. Dasar lubang dilapisi dengan jerami atau daun-daunan, kemudian sampel dimasukkan secara teratur, kemudian ditutup dengan jerami lalu ditimbun dengan tanah sampai permukaan tanah cembung. Lama penyekapan adalah tujuh hari. Selanjutnya dilakukan analisis.

#### 5. Penjemuran

Penjemuran dilakukan dengan empat tahapan yaitu: penjemuran untuk sampel kontrol, penjemuran untuk perendaman tiga hari, penjemuran untuk penyimpanan tujuh hari dan penjemuran untuk penyekapan tujuh hari. Proses penjemuran dilakukan dengan cara ; sampel ubi kayu dari perlakuan diatas diiris menjadi irisan-irisan kecil, kemudian dijemur diterik matahari selama dua hari. Selanjutnya dilakukan analisis.

#### 6. Pengukusan

Proses pengukusan sama dengan cara penjemuran, juga dibagi dalam empat tahap seperti diatas. Sampel tersebut kamudian dikukus hingga matang kemudian dilakukan analisis.

### 3.2.3 Analisis sampel

1. Pengujian atau analisis awal dilakukan secara kualitatif pada sampel ubi kayu tersebut. Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah sampel yang akan dianalisis tersebut mengandung asam sianida atau tidak, selanjutnya dilakukan analisis secara kuantitatif. Analisis dimulai dari pengujian nol hari, analisis setelah perendaman selama tiga hari, analisis setelah penyimpanan tujuh hari dan analisis setelah penyekapan selama tujuh hari serta analisis setelah dijemur dan dikukus.

## 2. Teknik Analisis

Teknik analisis sampel yang digunakan adalah analisis kadar HCN pada bahan makanan menurut Sudarmadji, dkk yaitu:

### *Analisis kualitatif HCN :*

- a. Merendam 50 g umbi ubi kayu yang telah diblender dalam 50 mL aquadest pada erlenmeyer 250 mL dan ditambahkan 10 mL asam tartrat 5 %.
- b. Selanjutnya kertas saring yang berukuran 1 x 7 cm dicelupkan ke dalam larutan asam pikrat jenuh kemudian dikeringkan di udara. Setelah kering dibasahi dengan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  8 % dan digantungkan pada leher erlenmeyer yang berisi bahan yang akan dianalisis, lalu ditutup sedemikian rupa sehingga kertas saring tidak kontak dengan cairan dalam erlenmeyer.
- c. Kemudian dipanaskan diatas pemanas air pada suhu  $50^\circ\text{C}$  selama 30 menit.
- d. Apabila selama pemanasan tersebut terjadi perubahan warna kertas saring dari kuning menjadi merah coklat berarti dalam sampel tersebut terdapat HCN.

### *Analisis Kuantitatif HCN :*

- a. Sampel sebanyak 20 gram dihaluskan dengan belender, setelah halus dimasukkan ke dalam gelas piala ukuran 250 mL dan

ditambahkan 100 mL aquadest lalu ditutup dan direndam selama 2 jam.

- b. Kemudian tambahkan lagi 100 mL aquadest dan dimasukkan ke dalam labu destilasi lalu didestilasi. Destilat ditampung dalam erlenmeyer yang sudah diisi dengan 20 mL NaOH 2,5 %.
- c. Setelah destilat mencapai 150 mL, destilasi dihentikan. Destilat ditambahkan dengan 8 mL  $\text{NH}_4\text{OH}$  5% dan 5 mL KI 5%.
- d. Destilat dititrasi dengan  $\text{AgNO}_3$  0,02 N sampai terjadi kekeruhan. Dibawah erlenmeyer diletakkan kertas karbon.
- e. Untuk menghitung kadar HCN pada setiap perlakuan sampel digunakan persamaan berikut :

$$1 \text{ mL AgNO}_3 \text{ 0,02 N} = 0,54 \text{ mg HCN.}$$

### 3.3 Metode Analisis Data

Hasil penelitian ini diolah dengan menggunakan analisis deskriptif dengan dua kali ulangan dan kadar HCN dari masing-masing tahapan pengolahan dibandingkan dengan kontrol menggunakan uji-t pada taraf kepercayaan 95%.

Persamaan yang digunakan pada uji-t adalah sebagai berikut :

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\bar{A} - \bar{B}}{S(A - B)}$$

dimana :

$$S(A - B) = \sqrt{\frac{S^2A}{nA} + \frac{S^2B}{nB}}$$

$$S^2A = \frac{JK_A}{dbA}$$

$$S^2B = \frac{JK_B}{dbB}$$

Keterangan:

JK = jumlah kuadrat

db = derajat bebas

n = jumlah ulangan

$\bar{A}$  = rata-rata kadar HCN perlakuan A

$\bar{B}$  = rata-rata kadar HCN perlakuan B

Jika nilai t yang dihitung lebih besar dari nilai t pada tabel maka hipotesa nol ditolak ini berarti ada perbedaan yang nyata antara kedua perlakuan yang diuji. Sebaliknya bila nilai t yang dihitung lebih kecil dari nilai t pada tabel maka hipotesa nol diterima berarti tidak ada pengaruh yang nyata perlakuan tersebut terhadap kadar HCN dalam umbi ubi kayu (Sastrosupadi,1992).

Hasil analisis data statistik ini dapat dilihat pada lampiran 7.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Kadar Asam Sianida Awal

Penelitian ini dilakukan dengan dua tahapan pengujian yaitu uji pendahuluan (uji kualitatif) dan uji lanjutan (uji kuantitatif). Pada uji pendahuluan, kertas saring (yang ditetesi dengan pikrat jenuh) yang digantungkan pada leher erlenmeyer yang berisi sampel umbi ubi kayu, semula berwarna kuning, setelah dipanaskan selama 30 menit pada penangas air terjadi perubahan warna menjadi merah kecoklat-coklatan. Hal ini menunjukkan bahwa dalam umbi ubi kayu tersebut terdapat linamarin yang terurai menjadi asam sianida.

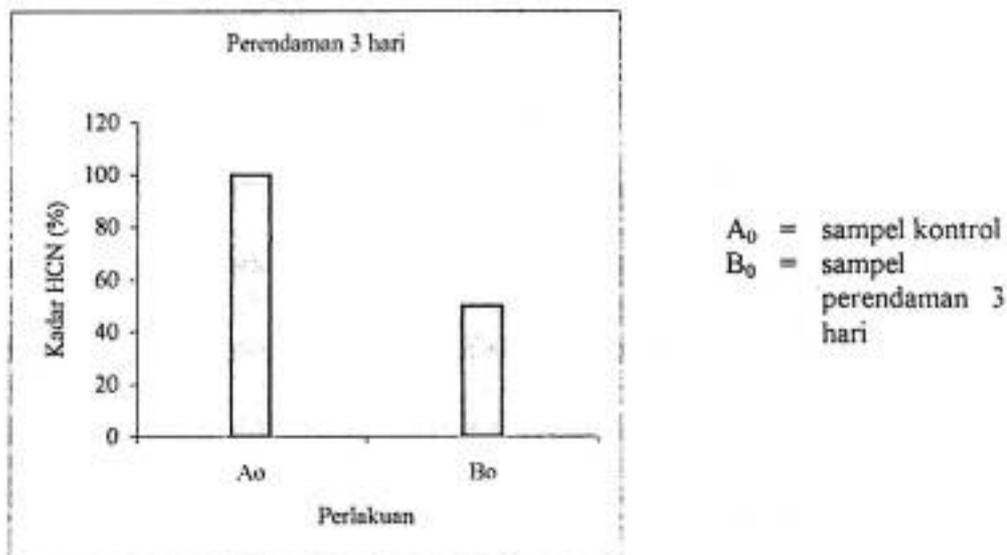
Penelitian selanjutnya dapat dilakukan tanpa keraguan yaitu uji kuantitatif. Analisis kuantitatif ini dimulai dengan analisis umbi ubi kayu pada nol hari. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana proses penyimpanan dan pengolahan mempengaruhi kadar asam sianida pada umbi ubi kayu, maka pada tahap awal penelitian ini dilakukan analisis awal sebagai kontrol. Hasil analisis ini diambil sebagai acuan untuk perbandingan kadar asam sianida dari perlakuan-perlakuan sampel yang lain. Analisis ini dilakukan berdasarkan jenis, umur, dan sumber sampel yang sama.

Hasil analisis awal kadar asam sianida diperoleh sebesar 0,4590 mg/20 g bahan atau 22,95 mg/kg bahan. Besarnya kadar asam sianida

ini masih berada dalam kisaran yang aman untuk dikonsumsi yaitu dibawah 50 mg/kg bahan . Winarno, 1997.

#### 4.2. Kadar asam sianida berdasarkan perendaman selama 3 hari

Hasil analisis kadar asam sianida yang diperoleh berdasarkan perendaman selama tiga hari berbeda dengan penyimpanan selama tujuh hari. Pada perendaman selama tiga hari kadar asam sianidanya adalah 0,2295 mg/20 g bahan (50%) atau 11,475 mg/kg bahan, berarti telah terjadi penurunan dari sampel kontrol sebesar 50%, penurunan ini pada uji-t menunjukkan bahwa perendaman selama tiga hari berpengaruh nyata menurunkan kadar HCN pada umbi ubi kayu. Hasil uji- $t_{hitung}$  yang diperoleh adalah 17,00 dan  $t$  pada tabel adalah 12,706 berarti  $t_{hitung}$  lebih besar daripada  $t_{tabel}$ , sehingga hipotesa nol ditolak. Berarti pengaruhnya nyata menurunkan kadar asam sianida. Penurunan tersebut dapat dilihat dalam grafik berikut :



Gambar 4.1 Grafik kadar HCN berdasarkan perendaman selama 3 hari.

Pada perlakuan perendaman ini juga dilakukan analisis terhadap perendaman selama satu hari dengan kadar asam sianidanya adalah 0,324 mg/20 g bahan atau mengalami penurunan sebesar 29,41% dari sampel kontrol. Secara umum perendaman dikatakan dapat menurunkan kadar asam sianida. Penurunan kadar asam sianida ini dimungkinkan karena asam sianida yang terbentuk dari linamarin dalam umbi dilepaskan dalam keadaan dingin dan larut dalam air oleh karena itu sebelum didestilasi umbi yang telah dihancurkan, direndam dan dibiarkan selama dua jam dengan harapan agar semua asam sianida dapat terbebaskan, (Vogel 1985).

Perendaman dapat menyebabkan terjadinya difusi asam sianida dari ubi kayu ke dalam air rendaman. Perendaman dalam air akan menyebabkan sel ubi kayu akan mudah pecah karena terjadi osmosis dan pemuain, dan hal ini

akan memudahkan terjadi hidrolisa yang menyebabkan larutnya asam sianida pada air rendaman yang digunakan, (Lunven, 1990).

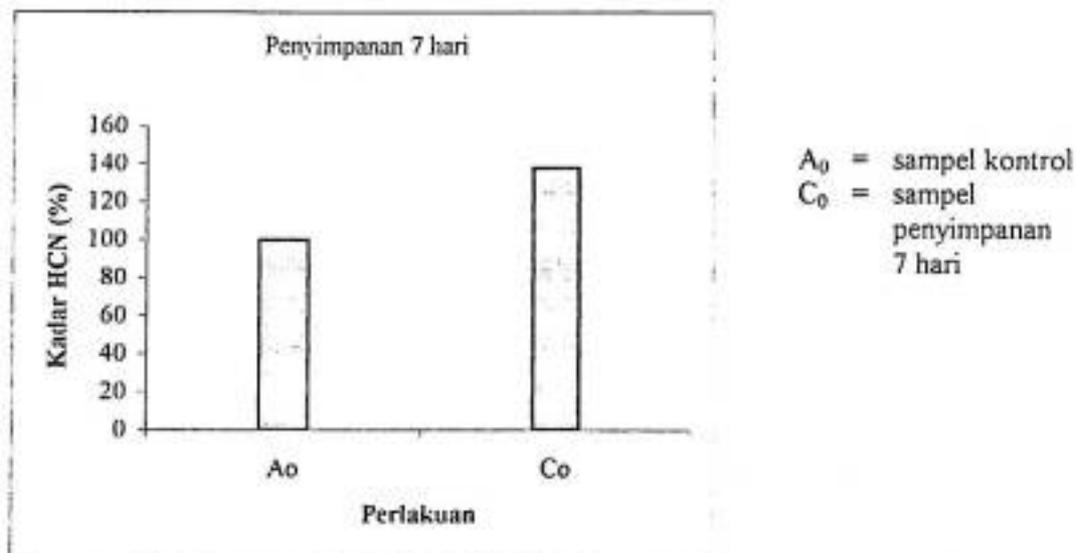
Tetapi perendaman dapat menyebabkan menempelnya kembali asam sianida yang telah larut ke dalam bahan, oleh karena itu pada analisa ini dilakukan penggantian air rendaman setiap hari dan dilakukan pencucian bahan sebelum analisis dilakukan.

Meskipun perendaman dapat menurunkan kadar asam sianida dalam jumlah besar, tetapi hal lain perlu diperhatikan bahwa melakukan perendaman terlalu lama dapat menyebabkan kerusakan bahan, mengurangi kandungan gizi dan menimbulkan aroma yang tidak sedap karena mikroorganisme dalam air rendaman dapat menimbulkan pembusukan pada bahan.

#### **4.3. Kadar asam sianida berdasarkan penyimpanan sampai 7 hari**

Berdasarkan Hasil analisis kadar asam sianida umbi yang diperoleh setelah penyimpanan selama tujuh hari adalah 0,6345 mg/20g bahan (138,24%) atau 31,725 mg/kg bahan. Hasil ini menunjukkan telah terjadi peningkatan kadar asam sianida dari sampel kontrol sebesar 38,24%. Pada uji-t, proses penyimpan selama tujuh hari dapat berpengaruh secara nyata meningkatkan kadar asam sianida dalam umbi ubi kayu. Hasil uji- $t_{hitung}$  diperoleh nilai sebesar 13,01, nilai ini lebih besar dari nilai t pada tabel yaitu 12,706 sehingga hipotesa nol ditolak, berarti perlakuan tersebut berpengaruh

terhadap peningkatan kadar asam sianida. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.2 Grafik kadar HCN berdasarkan penyimpanan selama 7 hari.

Peningkatan kadar asam sianida pada umbi ubi kayu pada umumnya disebabkan oleh kerusakan kulit umbi karena pengaruh lingkungan disamping pengaruh aktifitas enzim, dan pengaruh biologis, sehingga racun yang terdapat pada kulit umbi terbebas dan merembes keseluruhan bagian umbi. (Achmad D, 1976). Selain itu pada waktu panen keadaan umbi masih segar kandungan airnya tinggi (65%) dan selama penyimpanan terjadi penyusutan sehingga mengakibatkan linamarin mengalami penumpukan, dengan terjadinya penumpukan ini dapat mengakibatkan kadar asam sianida dalam umbi meningkat. Penyebab lain dari kerusakan umbi dan meningkatnya kadar asam karena umbi dibiarkan pada ruang terbuka sehingga kerusakan kualitas umbi

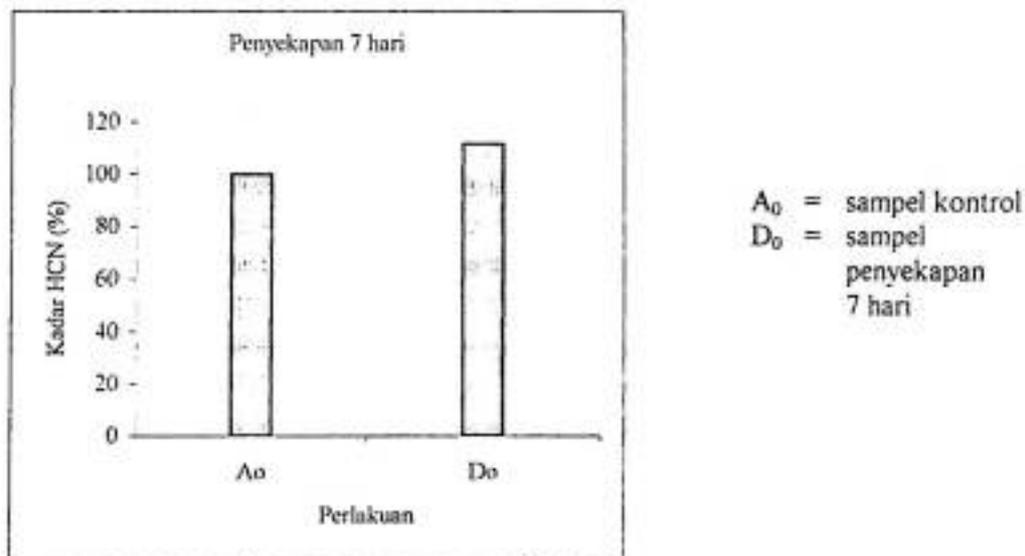
berlangsung cepat. Kerusakan ini selain karena aktifitas enzim linamarase juga disebabkan oleh cendawan. (Vincent, 1998).

Dalam penelitian ini umbi yang disimpan sebagai salah satu perlakuan sampel, keadaannya masih utuh, oleh karena itu pengaruh penyebab peningkatan kadar asam sianida sedikit sehingga peningkatan kadar asam sianidanya pun tidak terlalu besar. Kisaran tersebut masih layak untuk dikonsumsi.

#### 4.4. Kadar asam sianida berdasarkan penyekapan selama 7 hari

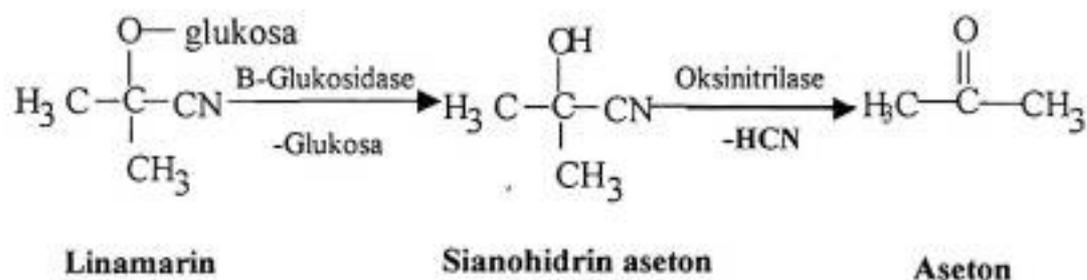
Proses penyekapan selama tujuh hari menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar asam sianida dari sampel kontrol yaitu 0,513 mg/20 g bahan (111,77%) atau 25,65 mg/kg bahan atau meningkat sebesar 11,77% dari sampel kontrol. Hal ini disebabkan oleh aktifitas enzim yang terus bekerja. Berdasarkan uji-t tidak ada pengaruh yang nyata perlakuan tersebut meningkatkan kadar HCN dalam umbi ubi kayu. Hasil uji- $t_{hitung}$  diperoleh 2,00 berarti lebih kecil daripada nilai pada t-tabel, oleh karena itu hipotesa nol diterima berarti tidak ada pengaruh terhadap peningkatan kadar HCN.

Grafik berikut memperlihatkan peningkatan kadar asam sianida dari sampel kontrol setelah dilakukan penyekapan selama tujuh hari.



Gambar 4.3. Grafik kadar HCN berdasarkan penyekapan selama 7 hari.

Linamarin dalam umbi ubi kayu terurai menjadi sianohidrin aseton dan glukosa, di mana sianohidrin aseton merupakan prekursor pembentukan asam sianida. Enzim yang berperan dalam penguraian linamarin adalah beta-glukosidase dan oksinitrilase dengan reaksi sebagai berikut :



Jadi selama penyekapan enzim akan terus bekerja dan meningkatkan kadar asam sianidanya, tetapi peningkatan kadar asam sianidanya tidak terlalu besar, bahkan lebih kecil dari penyimpanan tujuh hari, ini disebabkan oleh karena disamping ubi yang disimpan masih dalam keadaan utuh, penyekapan yang di lakukan merupakan sekap lembab, dimana kondisi suhu lebih rendah

dari suhu kamar oleh karena itu kerja enzim sangat lambat, selain itu tidak terjadi penyusutan bahan karena kehilangan air. Jika kelembabannya mencapai 80% - 90% selama 4-5 hari umbi ubi kayu tersebut akan mengalami proses penyembuhan (curing), (Suismono, 2001).

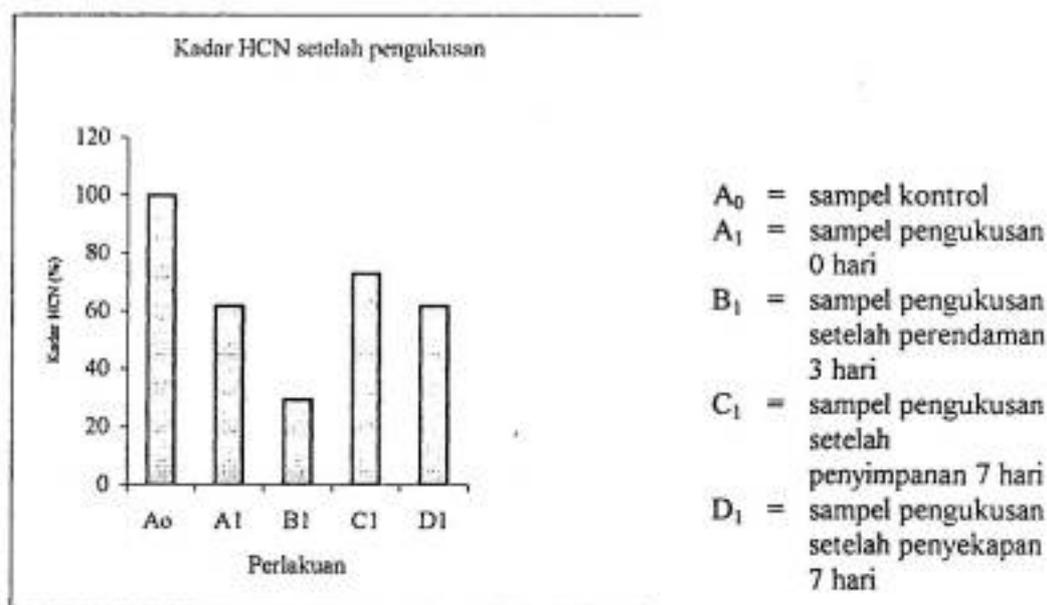
Proses curing adalah proses fisiologis dimana pada kondisi suhu dan kelembaban tertentu terjadi perubahan kambium ubi kayu segar menjadi mengeras. Proses ini akan menghambat kerusakan oleh mikroba dan proses biokimia, sehingga umbi ubi kayu lebih awet, (Suismono, 2001).

#### **4.5. Kadar asam sianida setelah pengukusan**

Hasil analisis kadar Asam sianida umbi yang diperoleh pada pengukusan dari proses penyimpanan mengalami penurunan. Berdasarkan pengukusan pertama yaitu dari sampel kontrol diperoleh hasil yaitu 0,2835 mg/20 g sampel (61,76%) atau 14,175 mg/kg sampel atau mengalami penurunan sebesar 38,24% dari sampel kontrol, untuk pengukusan setelah penyimpanan tujuh hari kadar asam sianidanya adalah 0,3348 mg/20 g bahan (72,94%) atau 16,74 mg/kg berarti turun 27,59% dari sampel kontrol atau penurunannya 47,23% dari sampel hasil penyimpanan. Pada pengukusan selanjutnya yaitu pengukusan setelah perendaman selama tiga hari kadar asam sianidanya adalah 0,1350 mg/20 g bahan (29,41%) atau 6,75 mg/kg bahan berarti turun 70,59% dari sampel kontrol atau 41,18% dari sampel perendaman, sedangkan pengukusan setelah penyekapan selama tujuh hari kadar asam

sianidanya adalah 0,2835 mg/20 g bahan (61,76%) atau 14,175 mg/kg bahan dengan penurunan 38,24% dari sampel kontrol atau 44,74% dari sampel yang disekap. Berdasarkan uji-t, yang berpengaruh nyata menurunkan kadar HCN adalah pengukusan sampel kontrol, dan pengukusan setelah penyekapan tujuh hari dengan nilai t-hitung masing-masing 13,01 dan 17,01. Uji statistik tersebut menunjukkan bahwa hipotesa nol ditolak karena nilai tersebut lebih besar daripada nilai t pada tabel. Oleh karena itu terdapat pengaruh yang nyata perlakuan tersebut dapat menurunkan kadar HCN.

Grafik berikut menunjukkan kadar asam sianida setelah pengukusan:



Gambar 4.4. Kadar HCN setelah pengukusan berdasarkan beberapa perlakuan.

Penurunan kadar asam sianida ini disebabkan oleh karena pemanasan tersebut. Asam sianida merupakan komponen volatil. Zat ini menguap secara cepat dalam udara pada suhu diatas 28<sup>0</sup>C (Lunven, 1990), oleh karena itu dalam

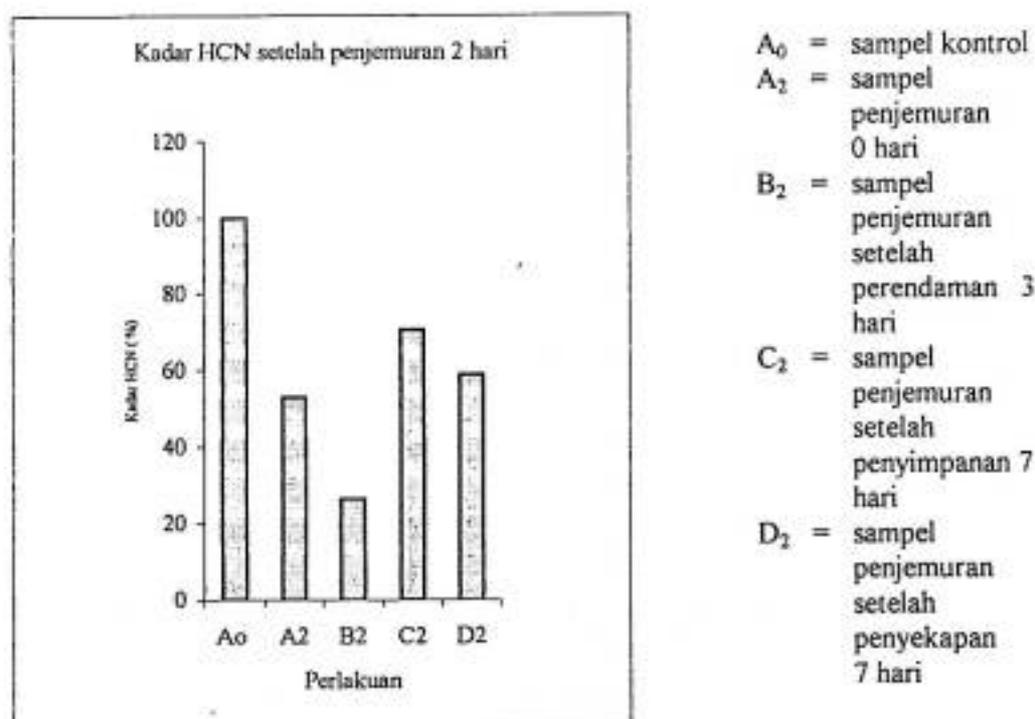
proses pengukusan akan terjadi penguapan asam sianida. Disamping terjadinya penguapan dengan cepat pemanasan juga dapat menonaktifkan enzim sehingga asam sianida tidak terbentuk, (Sutrisno dan Suryana Purawisastra, 1992).

Pemanasan yang terjadi selama pengukusan berlangsung menyebabkan enzim yang bertanggung jawab terhadap pemecahan linamarin menjadi inaktif dan pembentukan asam sianida akan terhambat. Sebagaimana dikemukakan oleh Rubianty (1987) bahwa aktifitas enzim linamerase mulai meningkat pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$  sampai mencapai optimum pada suhu  $55^{\circ}\text{C}$ . Sesudahnya aktifitas enzim tersebut menurun sangat tajam dan pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  aktifitas enzim hanya tinggal 10%. Kenaikan aktifitas enzim dibawah suhu optimum disebabkan oleh kenaikan energi kinetik molekul dan substrat, akan tetapi bila suhu terus meningkat, energi kinetiknya menjadi demikian besar sehingga melampaui energi penghalang untuk memecahkan ikatan-ikatan sekunder dan tersier disertai penurunan keaktifan sampai reaksinya praktis berhenti.

#### **4.6. Kadar asam sianida setelah penjemuran selama 2 hari**

Seperti halnya pada pengukusan, proses penjemuran juga menyebabkan penurunan kadar asam sianida pada umbi ubi kayu. Dari sampel kontrol setelah dilakukan penjemuran kadar asam sianidanya adalah 0,2430 mg/20 g bahan (52,94%) atau 12,15 mg/kg bahan, sedangkan kadar asam sianida setelah penyimpanan selama 7 hari adalah 0,3240 mg/20 g bahan (70,59%) atau 16,20 mg/kg bahan berarti turun 29,41% dari sampel kontrol atau turun

48,94% dari sampel penyimpanan tujuh hari. Untuk penjemuran setelah setelah perendaman selama 3 hari kadar asam sianidanya adalah 0,1215 mg/20 g bahan (26,47%) atau 6,075 mg/kg bahan berarti turun 73,53% dari sampel kontrol atau 47,06% dari sampel rendaman. Sedangkan kadar asam sianida dari penyekapan tujuh hari adalah 0,27 mg/20 g bahan (58,82%) atau 13,5 mg/kg bahan berarti turun 41,18% dari sampel kontrol atau 47,37% dari sampel sekapan. Berdasarkan uji-t menunjukkan bahwa penjemuran sampel tersebut di atas dapat berpengaruh secara nyata menurunkan kadar asam sianida dalam umbi ubi kayu. Hasil uji- $t_{hitung}$  masing-masing adalah 17,34; 25,08; 16,98 dan 14,34. Ini berarti hipotesa nol ditolak, sehingga perlakuan tersebut berpengaruh nyata menurunkan kadar HCN. Hasil ini dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4.5. Kadar HCN setelah penjemuran 2 hari dari beberapa perlakuan.

Secara umum dapat dikatakan bahwa dengan pemanasan dapat menyebabkan terjadinya penurunan kadar asam sianida dalam umbi ubi kayu. Penjemuran oleh sinar matahari dapat menurunkan kadar asam sianida karena asam sianida yang terikat oleh air dalam bahan (ubi kayu) akan menguap selama penjemuran berlangsung. Konsentrasi asam sianida yang hilang akan terus meningkat sejalan dengan meningkatnya kehilangan uap air pada bahan selama penjemuran.

Oleh karena itu untuk memisahkan larutan asam sianida dari dalam residunya maka dilakukan destilasi uap (steam distillation). Prinsipnya adalah menguapkan larutan asam sianida dengan bantuan uap air. Larutan asam sianida berupa uap akan terikat oleh NaOH dalam labu destilat, karena gas asam sianida sangat mudah diserap oleh hidroksida basa seperti NaOH, (Adiwisastro, 1989).

Hidrogen sianida yang telah berikatan dengan NaOH dalam erlenmeyer lalu dititrasi dengan  $\text{AgNO}_3$ . Sebelum dititrasi terlebih dahulu ditambahkan larutan KI yang berfungsi sebagai indikator dan amonim hidroksida ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) yang tujuannya agar kompleks perak sianida yang terbentuk menjadi lebih stabil, (Adiwisastro, 1989).

Secara umum perubahan kadar asam sinida dengan beberapa perlakuan dapat dilihat dalam grafik pada lampiran 5.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Penyimpanan dan penyekapan selama 7 hari dapat berpengaruh meningkatkan kadar HCN dalam umbi ubi kayu yaitu 38,24% dan 11,77% dari sampel kontrol. Kadar HCN masing-masing adalah 0,621 mg/20 g sampel dan 0,513 mg/20 g sampel dan kadar sampel kontrol 0,459 mg/20 g sampel. Dengan uji-t. perlakuan ini tidak berpengaruh nyata meningkatkan kadar HCN. Berdasarkan uji-t penyimpanan selama 7 hari berpengaruh secara nyata meningkatkan kadar HCN umbi ubi kayu.
2. Perendaman 3 hari, Pengukusan, dan penjemuran 2 hari, dapat berpengaruh secara nyata menurunkan kadar HCN umbi ubi kayu, dengan rata-rata penurunan masing-masing ; 50%, 42,85%, dan 47,61%. Kadar HCN (mg/20 g sampel) hasil analisisnya adalah sebagai berikut :
  - Perendaman 3 hari : 0,2295
  - Pengukusan : 0,2835; 0,1350; 0,3348; 0,2835.
  - Penjemuran 2 hari : 0,2430; 0,1215; 0,3240; 0,2700

## 5.2 Saran :

Selain umbi ubi kayu sebaiknya dilakuakn penelitian dari jenis bahan makanan lain yang juga mengandung asam sianida sehingga masyarakat lebih berhati-hati dalam mengkonsumsi bahan makanan tersebut.

Dilakukan penelitian lanjutan terhadap jenis ubi kayu lainnya yang kemungkinan mengandung HCN lebih tinggi, misalnya ubi kayu pahit sehingga dapat diketahui cara penanganan yang tepat terhadap ubi kayu tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Djaeni, S., 1997. *Ilmu Gizi dan Ilmu Diet di daerah Tropik*, Balai Pustaka, Jakarta
- Adiwisastro, A., 1989. *Keracunan : Sumber, bahaya serta Penanggulangannya*. Angkasa, Bandung
- Dinarti, Sri Najati, 1994. *Budidaya dan Analisis Usaha Tani Palawija*, Penebar Swadaya, Jakarta
- Fessenden, Fessenden, 1994. *Kimia Organik*, Jilid 2. Erlangga, Jakarta.
- Hardjadi, W., 1990. *Ilmu Kimia Analitik Dasar*, PT. Gramedia, Jakarta.
- Lingga, Pinus, dkk, 1995. *Bertanam Umbi-Umbian*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Lunven, P, 1990. *Roots, Tubbers, Plantains and Bananas in Human Nutrition*, Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO), Rome.
- Rivai, Harrizul, 1995. *Asas Pemeriksaan Kimia*, UI – Press, Jakarta
- Robinson, Trevor, 1991. *Kandungan Organik Tumbuhan Tingkat Tinggi*, ITB, Bandung
- Rukmana, H. Rahmat, Ir, 1997. *Ubi Kayu, Budidaya dan Pasca Panen*, Kanisius, Jakarta.
- Rubianty, 1987. *Kimia Bahan Makanan*, PT. Gramedia Pustaka, Jakarta.
- Sastrosupadi, 1992. *Metode Perancangan Percobaan untuk Ilmu Pertanian*, Anggota IKAPI Bandung, Bandung
- Sosrosoedirdjo, R.S, 1992. *Bercocok Tanam Ketela Pohon*. CV Yasaguna, Jakarta.
- Sudarmadji, S, dkk, 1994. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*, Liberty, Yogyakarta.
- Suismono, 2001. *Majalah Pangan: Teknologi Pembuatan Tepung dan Pati Umbi-umbian yang Menunjang Ketahanan Pangan*. Penerbit Mataram Universitas Press, Mataram.

- Sutrisno,U.K dan Suryana Purawisastra, 1992. *Pengaruh Pengukusan Terhadap Asam Sianida dalam Beberapa Bahan Makanan*. Penelitian Gizi dan Makanan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi, Bogor.
- Tjokroadikoesoemo, Soebiojanto, 1986. *HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya*, PT. Gramedia, Jakarta.
- Vincent E., 1998. *Sayuran Dunia I, Prinsip, Produksi dan Gizi*, ITB Bandung
- Vogel, 1985. *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semi Mikro*, PT. Kalman Media Pustaka Jakarta.
- Walter, P dkk., 1986. *Ekonomi Ubi Kayu di Jawa.*, Sinar Harapan Jakarta.
- Winarno, F.G., 1991. *Kimia Pangan dan Gizi*, PT. Gramedia Pustaka Jakarta.

### Lampiran 1: Hasil Pengamatan

Tabel 1. Volume  $\text{AgNO}_3$  untuk sampel kontrol.

NO	Perlakuan	V $\text{AgNO}_3$ (mL)		$\bar{V}$ (mL)
		I	II	
1	Kontrol ( $A_0$ )	0,80	0,90	0,850
2	Pengukusan kontrol ( $A_1$ )	0,50	0,55	0,525
3	Pengeringan kontrol ( $A_2$ )	0,40	0,50	0,450

Tabel II. Volume  $\text{AgNO}_3$  setelah perendaman selama 3 hari

NO	Perlakuan	V $\text{AgNO}_3$ (mL)		$\bar{V}$ (mL)
		I	II	
1	Perendaman 3 hari ( $B_0$ )	0,40	0,45	0,425
2	Pengukusan setelah perendaman ( $B_1$ )	0,25	0,25	0,250
3	Pengeringan setelah perendaman ( $B_2$ )	0,20	0,25	0,225

Tabel III. Volume  $\text{AgNO}_3$  setelah penyimpanan 7 hari

NO	Perlakuan	V $\text{AgNO}_3$ (mL)		$\bar{V}$ (mL)
		I	II	
1	Penyimpanan 7 hari ( $C_0$ )	1,15	1,20	1,175
2	Pengukusan setelah penyimpanan ( $C_1$ )	0,65	0,60	0,625
3	Pengeringan setelah penyimpanan ( $C_2$ )	0,55	0,65	0,600

Tabel IV. Volume AgNO<sub>3</sub> setelah penyekapan 7 hari

NO	Perlakuan	V AgNO <sub>3</sub> (mL)		$\bar{V}$ (mL)
		I	II	
1	Penyekapan (D <sub>0</sub> )	0,95	0,95	0,950
2	Pengukusan setelah penyekapan (D <sub>1</sub> )	0,55	0,50	0,525
3	Pengeringan setelah penyekapan (D <sub>2</sub> )	0,50	0,50	0,500

Sebagai perbandingan dilakukan analisa untuk :

a. Perendaman selama 1 hari

$$V \text{ AgNO}_3 = 0,60 \text{ mL}$$

$$\text{Kadar HCN} = 0,324 \text{ mg}$$

b. Penyimpanan selama 3 hari

$$V \text{ AgNO}_3 = 0,90 \text{ mL}$$

$$\text{Kadar HCN} = 0,486 \text{ mg}$$

Lampiran 2. Kadar HCN berdasarkan volume titrasi AgNO<sub>3</sub>

NO	Perlakuan	Kadar HCN (mg/20g bahan)		Kadar rata-rata HCN (mg/20g bahan)	Kadar HCN (%)
		I	II		
1	A <sub>0</sub>	0,432	0,486	0,4590	100
2	A <sub>1</sub>	0,270	0,297	0,2835	61.76
3	A <sub>2</sub>	0,216	0,270	0,2430	52.94
4	B <sub>0</sub>	0,216	0,243	0,2295	50.00
5	B <sub>1</sub>	0,135	0,135	0,1350	29.41
6	B <sub>2</sub>	0,108	0,135	0,1215	26.47
7	C <sub>0</sub>	0,621	0,648	0,6345	138.24
8	C <sub>1</sub>	0,351	0,324	0,3348	72.94
9	C <sub>2</sub>	0,297	0,351	0,3240	70.59
10	D <sub>0</sub>	0,513	0,513	0,5130	111.77
11	D <sub>1</sub>	0,297	0,270	0,2835	61.76
12	D <sub>2</sub>	0,270	0,270	0,2700	58.82

**Lampiran 3. Persentase perubahan Kadar HCN**

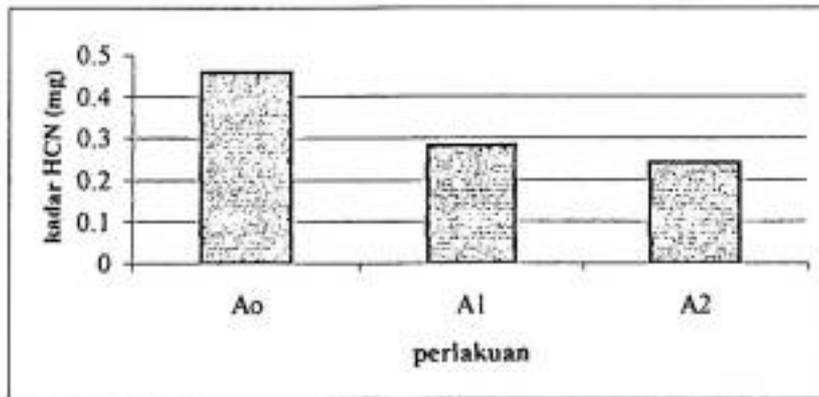
NO	Perbandingan	Persentase	Keterangan
1	A <sub>0</sub> terhadap A <sub>1</sub>	38,24 %	Turun
2	A <sub>0</sub> terhadap A <sub>2</sub>	47,06 %	Turun
3	A <sub>0</sub> terhadap B <sub>0</sub>	50,00 %	Turun
4	A <sub>0</sub> terhadap B <sub>1</sub>	70,59 %	Turun
5	A <sub>0</sub> terhadap B <sub>2</sub>	73,53 %	Turun
6	A <sub>0</sub> terhadap C <sub>0</sub>	-38,24 %	Naik
7	A <sub>0</sub> terhadap C <sub>1</sub>	27,06 %	Turun
8	A <sub>0</sub> terhadap C <sub>2</sub>	29,41 %	Turun
9	A <sub>0</sub> terhadap D <sub>0</sub>	-11,77 %	Naik
10	A <sub>0</sub> terhadap D <sub>1</sub>	38,24 %	Turun
11	A <sub>0</sub> terhadap D <sub>2</sub>	41,18 %	Turun
12	B <sub>0</sub> terhadap B <sub>1</sub>	41,18 %	Turun
13	B <sub>0</sub> terhadap B <sub>2</sub>	47,06 %	Turun
14	C <sub>0</sub> terhadap C <sub>1</sub>	47,23 %	Turun
15	C <sub>0</sub> terhadap C <sub>2</sub>	48,94 %	Turun
16	D <sub>0</sub> terhadap D <sub>1</sub>	44,74 %	Turun
17	D <sub>0</sub> terhadap D <sub>2</sub>	47,37 %	Turun



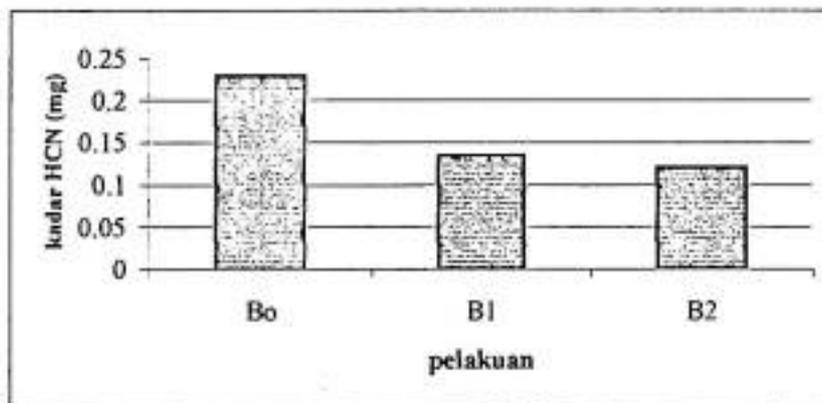
**Lampiran 4. Konversi kadar HCN dalam satuan mg/kg bahan**

NO	Perlakuan	Kadar HCN (mg/Kg)
1	A <sub>0</sub>	22,950
2	A <sub>1</sub>	14,175
3	A <sub>2</sub>	12,150
4	B <sub>0</sub>	11,475
5	B <sub>1</sub>	6,750
6	B <sub>2</sub>	6,075
7	C <sub>0</sub>	31,725
8	C <sub>1</sub>	16,740
9	C <sub>2</sub>	16,200
10	D <sub>0</sub>	25,650
11	D <sub>1</sub>	14,175
12	D <sub>2</sub>	13,500

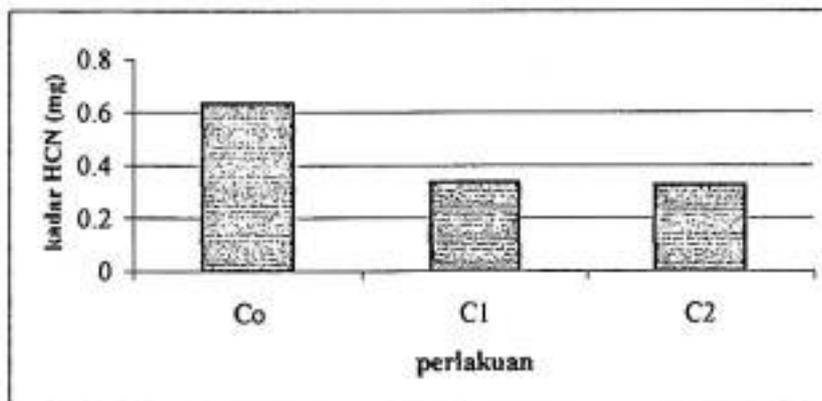
Lampiran 5. Hubungan kadar HCN dengan beberapa perlakuan.



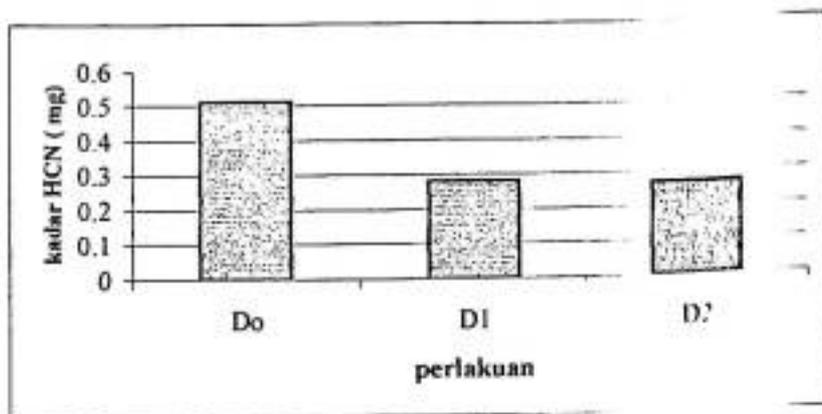
Grafik 1: Hubungan kadar HCN dengan perlakuan A<sub>0</sub>, A<sub>1</sub> dan A<sub>2</sub>



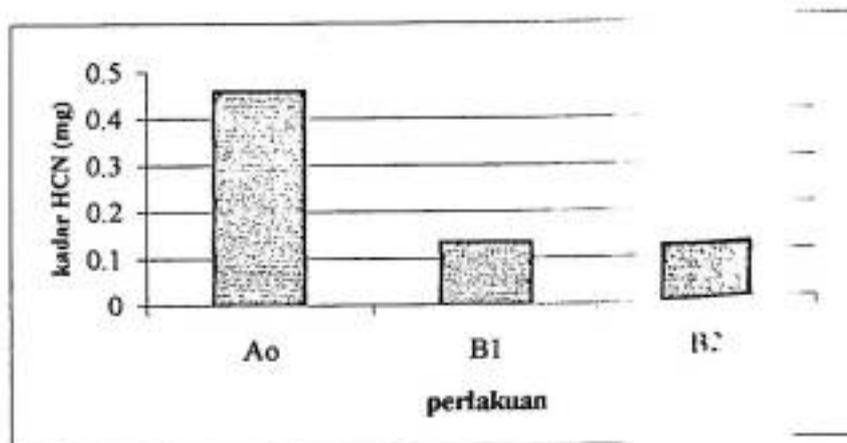
Grafik 2 : Hubungan antara kadar HCN dengan perlakuan B<sub>0</sub>,B<sub>1</sub>,B<sub>2</sub>



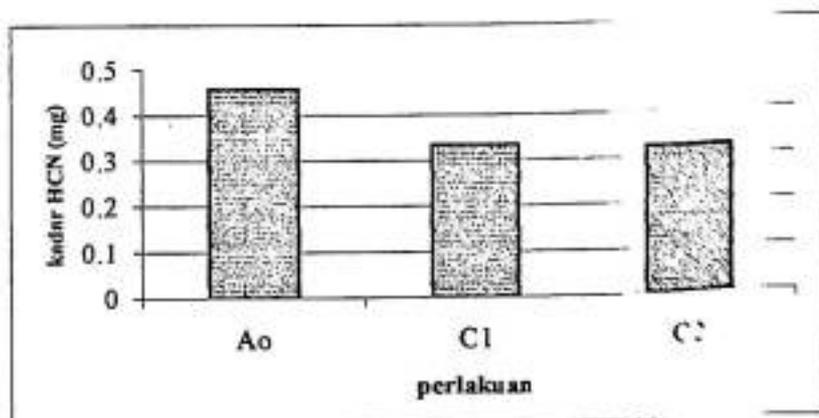
Grafik 3 : Hubungan antara kadar HCN dengan perlakuan C<sub>0</sub>,C<sub>1</sub>,C<sub>2</sub>



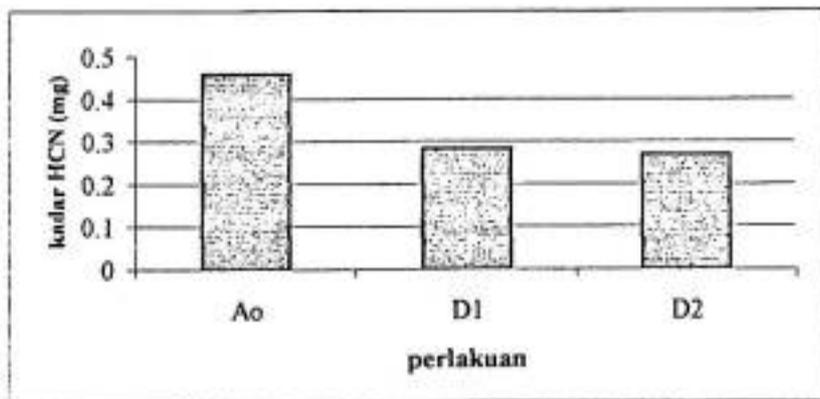
Grafik 4 : Hubungan antara kadar HCN dengan perlakuan D<sub>0</sub>,D<sub>1</sub>,D<sub>2</sub>



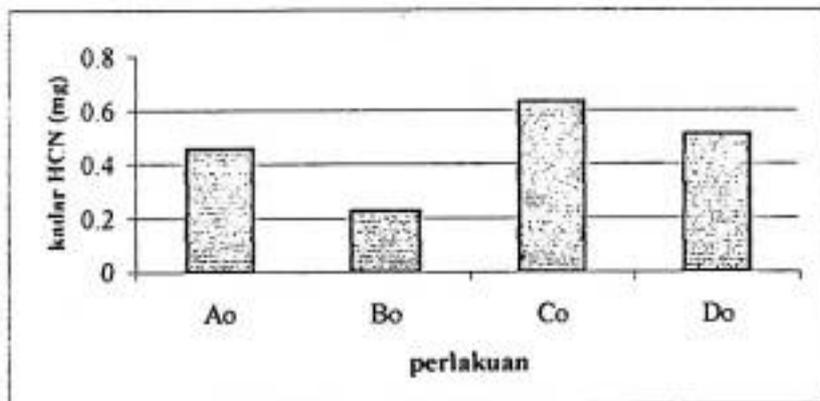
Grafik 5 : Hubungan antara kadar HCN dengan perlakuan A<sub>0</sub>,B<sub>1</sub>,B<sub>2</sub>



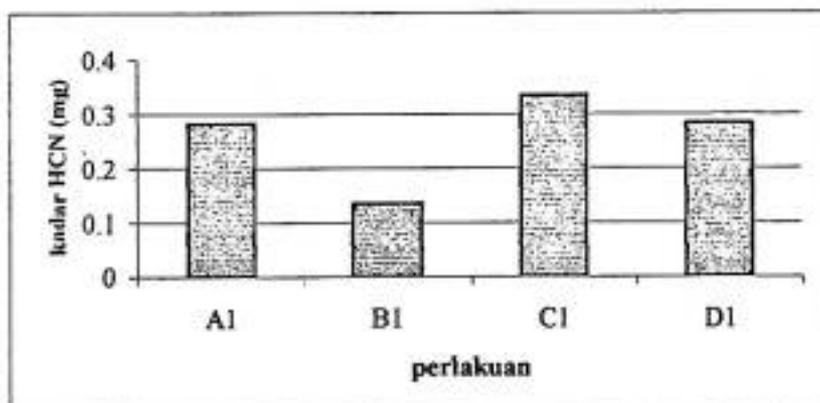
Grafik 6 : Hubungan antara kadar HCN dengan perlakuan A<sub>0</sub>,C<sub>1</sub>,C<sub>2</sub>



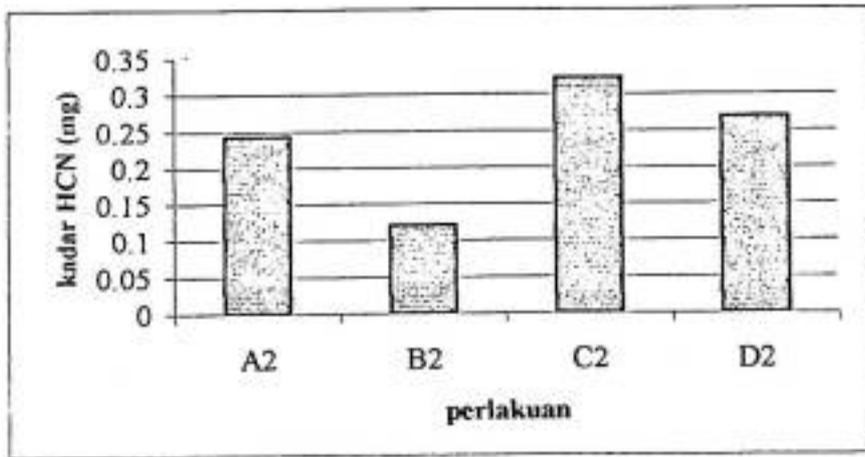
Grafik 7 : Hubungan antara kadar HCN dengan perlakuan A<sub>0</sub>,D<sub>1</sub>,D<sub>2</sub>



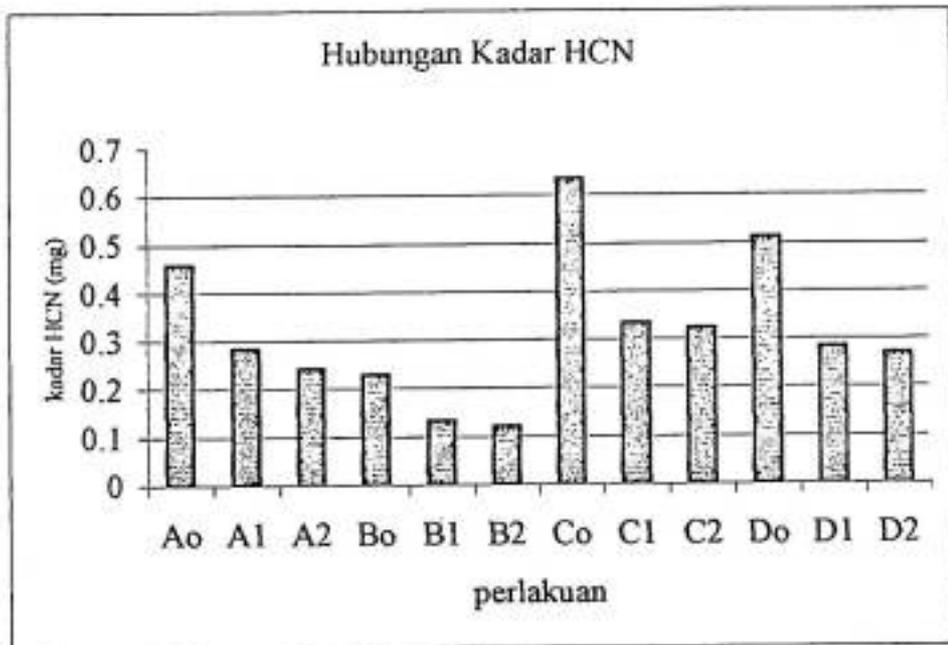
Grafik 8 : Hubungan antara kadar HCN dengan perlakuan A<sub>0</sub>, B<sub>0</sub>, C<sub>0</sub>, D<sub>0</sub>



Grafik 9 : Hubungan antara kadar HCN dengan perlakuan A<sub>1</sub>,B<sub>1</sub>,C<sub>1</sub>,D<sub>1</sub>



Grafik 10 : Hubungan antara kadar HCN dengan perlakuan A<sub>2</sub>,B<sub>2</sub>,C<sub>2</sub>,D<sub>2</sub>



Grafik 11: Hubungan antara kadar HCN dengan beberapa perlakuan

## Lampiran 6. Contoh-Contoh Perhitungan

6.1 Standarisasi  $\text{AgNO}_3$  dengan cara kurang lebih 0,8 gram contoh garam dapur ( $\text{NaCl}$ ) ditimbang dengan teliti, dilarutkan dalam labu ukur 100 mL, dan diencerkan sampai tanda batas.

5 mL larutan ini dipipet ke dalam erlenmeyer 250 mL, kemudian ditambahkan indikator  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  5% 2-3 tetes, lalu dititrasi dengan  $\text{AgNO}_3$  hingga terbentuk warna merah coklat.

Setelah titrasi dilakukan volume  $\text{AgNO}_3$  adalah :

Volume I : 33,25 mL

Volume II : 35,15 mL

Volume  $\text{AgNO}_3$  rata-rata ( $\bar{X}$ ) adalah :

$$\bar{X} = \frac{33,25 \text{ mL} + 35,15 \text{ mL}}{2} = 34,20 \text{ mL}$$

Normalitas  $\text{AgNO}_3$  ditentukan dengan cara :

$$N_{\text{AgNO}_3} = \frac{\text{mg contoh NaCl}}{\bar{X} \times \text{fp} \times \text{Be NaCl}}$$

$$N_{\text{AgNO}_3} = \frac{803,6 \text{ mg}}{34,20 \text{ mL} \times \frac{100}{5} \times 58,5 \text{ mg/mek}}$$

$$N_{\text{AgNO}_3} = 0,02008 \text{ N}$$

(memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai larutan standar).

6.2 Cara menentukan kadar HCN (mg) dalam umbi selama penyimpanan

Misalnya : untuk rata-rata analisa awal

Dik : volume  $\text{AgNO}_3$  0,02 N = 0,85 mL

Dit : kadar HCN (mg).....?

Penyelesaian:

$$\text{Bila } 1 \text{ mL AgNO}_3 \text{ } 0,02 \text{ N} = 0,54 \text{ mg HCN}$$

$$\text{Maka } 0,85 \text{ mL AgNO}_3 \text{ } 0,02 \text{ N} = 0,85 \text{ mL} \times 0,54 \text{ mg/mL}$$

$$= 0,4590 \text{ mg}$$

### 6.3 Cara menentukan persentase kadar HCN umbi ubi kayu terhadap kontrol

$$\text{Misalnya : } A_0 = 0,459 \text{ mg}$$

$$A_1 = 0,2835 \text{ mg}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi persen kadar HCN } A_1 &= \frac{0,2835 \text{ mg}}{0,459 \text{ mg}} \times 100\% \\ &= 61,76\% \end{aligned}$$

### 6.4 Cara menentukan persentase perubahan kadar HCN dari beberapa perlakuan.

Misalnya : untuk sampel  $A_0$  terhadap  $A_1$

$$\text{Dik : } A_0 = 0,459 \text{ mg}$$

$$A_1 = 0,2835 \text{ mg}$$

Dit : persen penurunan kadar HCN?

Penyelesaian:

$$\% \text{ penurunan} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\%$$

$$\% \text{ penurunan} = \frac{(0,459 - 0,2835) \text{ mg}}{0,459 \text{ mg}} \times 100\%$$

$$\% \text{ penurunan} = 38,24 \%$$



6.5 Cara menentukan persentase rata-rata penurunan kadar HCN berdasarkan perlakuan

Misalnya : perbandingan kadar HCN setelah pengukusan dari masing-masing perlakuan yaitu :

A0 terhadap A1

B0 terhadap B1

C0 terhadap C1

D0 terhadap D1

Dengan nilai masing-masing yaitu: 38,24%, 41,18%, 47,23% dan 44,74%

Jadi persen rata-rata adalah:  $\frac{(38,24 + 41,18 + 47,23 + 44,74)\%}{4} = 42,85\%$

**Lampiran 7. Data Hasil perhitungan Statistik Uji –t**

Perbandingan	$t_{hitung}$	$t_{tabel (0,025)}$	$H_0$	Keterangan (pengaruh)
$A_0$ dan $A_1$	13,01	12,706	Ditolak	Nyata
$A_0$ dan $A_2$	17,34	12,706	Ditolak	Nyata
$A_0$ dan $B_0$	17,01	12,706	Ditolak	Nyata
$A_0$ dan $B_1$	12,00	12,706	Diterima	Tidak nyata
$A_0$ dan $B_2$	25,08	12,706	Ditolak	Nyata
$A_0$ dan $C_0$	13,01	12,706	Ditolak	Nyata
$A_0$ dan $C_1$	3,00	12,706	Diterima	Tidak nyata
$A_0$ dan $C_2$	16,98	12,706	Ditolak	Nyata
$A_0$ dan $D_0$	2,00	12,706	Diterima	Tidak nyata
$A_0$ dan $D_1$	4,34	12,706	Diterima	Tidak nyata
$A_0$ dan $D_2$	7,00	12,706	Diterima	Tidak nyata
$B_0$ dan $B_1$	7,00	12,706	Diterima	Tidak nyata
$B_0$ dan $B_2$	17,10	12,706	Ditolak	Nyata
$C_0$ dan $C_1$	11,01	12,706	Diterima	Tidak nyata
$C_0$ dan $C_2$	23,01	12,706	Ditolak	Nyata
$D_0$ dan $D_1$	17,01	12,706	Ditolak	Nyata
$D_0$ dan $D_2$	14,34	12,706	Ditolak	Nyata

Lampiran 8. Bagan Kerja

