

**PENENTUAN SIANIDA (CN) PADA UBI KAYU VARIETAS
MANIS (*Manihot utilissima*) DAN VARIETAS PAHIT (*Manihot
esculenta*) DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai
gelar Sarjana Sain (S.Si) Program Studi Kimia
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jogjakarta**



Disusun oleh :

**PUJI RAHAYU
No Mhs : 99 612 051**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA**

2003

**PENENTUAN SIANIDA (CN) PADA UBI KAYU VARIETAS MANIS
(*Manihot utilissima*) DAN VARIETAS PAHIT (*Manihot esculenta*) DENGAN
METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS**

Oleh :

PUJI RAHAYU
No. Mhs : 99 612 051

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal : 31 Oktober 2003

Dewan Penguji

1. Drs. Allwar, M.Sc.
2. Is Fatimah, M.Si.
3. Dr. Eko Sugiharto
4. Riyanto, M.Si.

Tanda tangan



Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia



(Jaka Nugraha, M.Si.)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan setulus hati aku persembahkan skripsiku ini kepada :

Bapak dan emakku tercinta,

Terima kasih atas Dòà Restu, Materi, Kasih Sayang yang tulus serta pengorbanan,

tetesan keringat dan air mata untuk membesarkan aku yang tak mungkin aku

lupakan dan terbalaskan.

Kakak-kakakku semua dan adikku tersayang,

Terima kasih atas dorongan, kasih sayang dan doa untukku "I LOVE YOU ALL".

Joker dan Umi,

Terima kasih atas semua kesabaran, dukungan, fasilitas, dan doanya untukku.

Teman-temanku : Sri, mimi, eny, Ary, Nove, mila, tiwi dan semua anak-anak

kostku atas semua dukungannya.

Wanto dan Retno,

Terimakasih atas bantuannya dan slalu mengantarku waktu itu..

MOTO

Apabila benar suatu keinginan (keras hati) maka akan selalu terbukalah jalannya.

(Al Muqolah)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain.

Dan hanya kepada tuhanmulah hendaknya kamu berharap.

(Q.S Al Insyirah : 6-8)



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu`alaikum Wr. Wb

Dengan Nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, Pemilik semua ilmu di alam semesta dan sholawat yang kita persembahkan kepada nabi Muhammad SAW, akhirnya penulis berhasil menyelesaikan skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Merupakan suatu kehormatan dan kebahagiaan bagi penulis atas semua kemudahan dan bantuan dari semua pihak selama pembuatan skripsi ini. Dalam penulisan skripsi ini penulis banyak mendapatkan dorongan semangat dan bantuan dari berbagai pihak, Untuk itu penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Jaka Nugraha, M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
2. Bapak Dr. Eko Sugiharto, selaku pembimbing I atas waktu, bimbingan dan sarannya.
3. Bapak Riyanto, M.Si., selaku Ketua Jurusan Kimia dan dosen pembimbing II atas bimbingan, saran, kritik, nasehat dan kesabarannya.

4. Kepala Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam beserta staf yang telah banyak membantu pelaksanaan penelitian ini dan yang telah menyediakan fasilitas analisis selama penelitian berlangsung.
5. Bapak, emak, kakak-kakakku dan adikku atas semua dukungan, doa dan kasih sayang yang selalu diberikan kepadaku.
6. Joker dan Umi Atas bantuan fasilitas, dorongan, kesabaran, ketulusan yang tak bisa aku balas.
7. Teman-temanku: *Sri, Mimi, Eny, Ary, Nove, Mila dan semua anak-anak Kostku.*

Semoga amal baik mereka dapat dapat diterima Allah SWT dan hanya Allah SWT yang mampu membalas semua kebaikannya. Akhir kata, penulis sadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, maka saran dan kritik sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan skripsi ini.

Wassalamu`alaikum Wr.Wb.

Jogjakarta, Oktober 2003-10-22

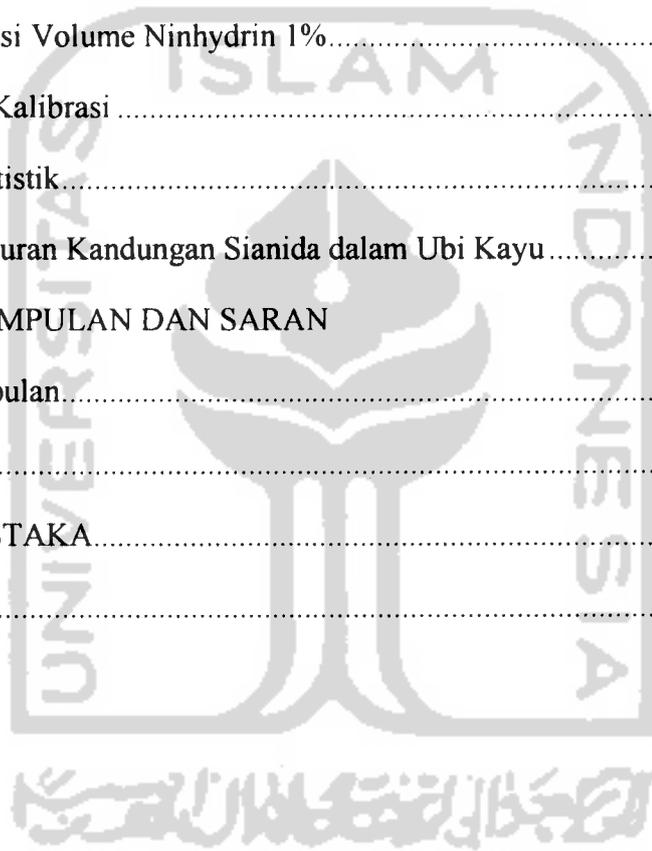
Penulis

DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
INTI SARI.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
BAB III DASAR TEORI	
3.1 Ubi Kayu (<i>Manihot utilissima/Manihot esculenta</i>).....	6
3.2 Nutrisi Pada Ubi Kayu.....	8
3.3 Zat Berbahaya Dalam Ubi Kayu.....	9
3.4 Sianida.....	11
3.5 Prinsip Analisis Sianida Dengan Ninhydrin.....	13

3.6 Optimasi Analisis Metode Spektrofotometer UV-VIS	15
3.7 Prinsip Metode Spektrofotometer UV-VIS	16
3.8 Instrumen Spektrofotometer Uv-VIS	18
3.9 Hipotesis.....	19
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	
4.1 Bahan–bahan Yang Digunakan	20
4.2 Alat-alat Yang Digunakan	20
4.3 Cara Kerja	
4.3.1 Analisis Kualitatif.....	21
4.3.2 Pembuatan Larutan Standar	
4.3.2.1 Larutan Induk Sianida (CN ⁻) 1000 ppm 250 ml.....	22
4.3.2.2 Larutan Ninhydrin 1%.....	22
4.3.2.3 Larutan Na ₂ CO ₃ 5%	22
4.3.2.4 Larutan NaOH 2,5 M.....	22
4.3.2.5 Larutan Asam Tartrat 5%.....	22
4.3.2.6 Larutan Na ₂ CO ₃ 8%	22
4.4.3 Penentuan Optimasi Sianida (CN ⁻)	
4.4.3.1 Panjang Gelombang (λ maksimum).....	22
4.4.3.2 Waktu Kestabilan Kompleks.....	23
4.4.3.3 Variasi pH.....	23
4.4.3.4 Volume Ninhydrin.....	23
4.4.3.5 Kurva Kalibrasi	24
4.4.4 Penentuan Kandungan Sianida (CN ⁻) Pada Ubi Kayu	
4.4.4.1 Varietas <i>Manihot utilissima</i>	24

4.4.4 2 Varietas <i>Manihot esculenta</i>	24
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
5.1 Analisis Kualitatif	26
5.2 Panjang Gelombang (λ maksimum).....	27
5.3 Waktu Kestabilan	29
5.4 Optimasi pH	31
5.5 Optimasi Volume Ninhydrin 1%.....	32
5.6 Kurva Kalibrasi	34
5.7 Uji Statistik.....	35
5.8 Pengukuran Kandungan Sianida dalam Ubi Kayu.....	38
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan.....	39
6.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN	41

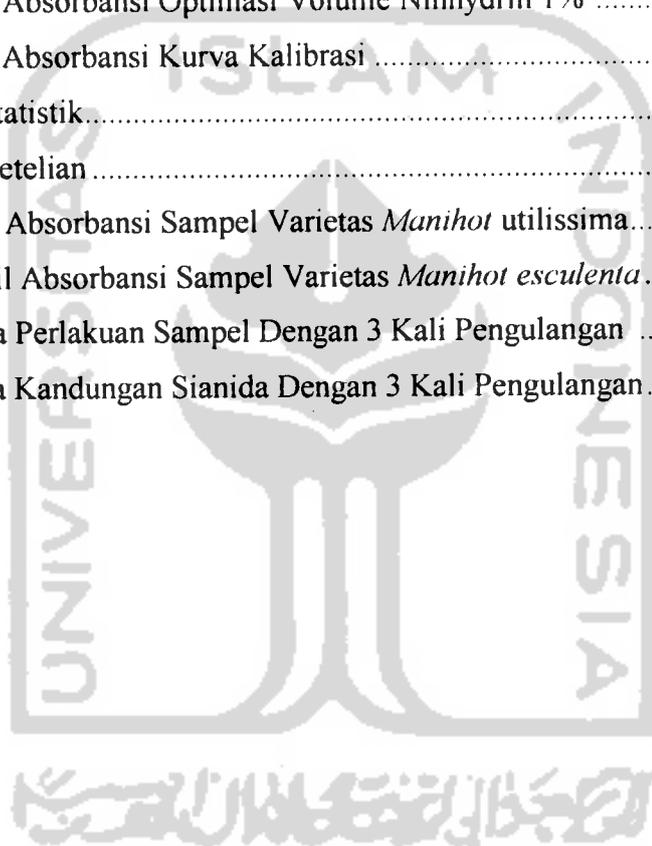


DAFTAR GAMBAR

	<i>Halaman</i>
Gambar 1. Struktur Linamarin dan Lataustralin	8
Gambar 2. Reaksi Sianida Dengan Ninhydrin	14
Gambar 3. Skematika Optimasi Spektrofotometer UV-VIS	16
Gambar 4. Bagan Spektrofotometer UV-VIS	19
Gambar 5. Reaksi Sianida Dengan Asam Tartrat dan Asam Pikrat jenuh.....	26
Gambar 6. Spektra Panjang Gelombang (λ maksimum).....	27
Gambar 7. Reaksi Sianida Dengan Ninhydrin	28
Gambar 8. Grafik Waktu Kestabilan.....	29
Gambar 9. Grafik Optimasi pH.....	31
Gambar 10. Reaksi Hydridantin Berdasar Pengaruh pH.....	32
Gambar 11. Grafik Optimasi Volume Ninhydrin 1%	33
Gambar 12. Grafik Kurva Kalibrasi	34

DAFTAR TABEL

	<i>Halaman</i>
Tabel 1. Uji Parameter Spektrofotometer UV-VIS	35
Tabel 2. Kandungan sianida (CN ⁻) Dalam Ubi Kayu.....	38
Tabel 3. Hasil Absorbansi Waktu Kestabilan	43
Tabel 4. Hasil Absorbansi Optimasi pH.....	43
Tabel 5. Hasil Absorbansi Optimasi Volume Ninhydrin 1%	43
Tabel 6. Hasil Absorbansi Kurva Kalibrasi	46
Tabel 7. Uji Statistik.....	46
Tabel 8. Uji Ketelitian	47
Tabel 9. Hasil Absorbansi Sampel Varietas <i>Manihot utilissima</i>	49
Tabel 10. Hasil Absorbansi Sampel Varietas <i>Manihot esculenta</i>	50
Tabel 11. Data Perlakuan Sampel Dengan 3 Kali Pengulangan	51
Tabel 12. Data Kandungan Sianida Dengan 3 Kali Pengulangan.....	52



**PENENTUAN SIANIDA (CN⁻) PADA UBI KAYU VARIETAS MANIS
(*Manihot utilissima*) DAN VARIETAS PAHIT (*Manihot esculenta*) DENGAN
METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS**

**INTISARI
PUJI RAHAYU
NIM 99 612 051**

Telah dilakukan penelitian penentuan kandungan sianida (CN⁻) dalam ubi kayu jenis varietas manis (*Manihot utilissima*) dan varietas pahit (*Manihot esculenta*) menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Penentuan kandungan sianida (CN⁻) dilakukan dengan mengambil 4 ml air ubi kayu dari jenis varietas manis (*Manihot utilissima*) dan varietas pahit (*Manihot esculenta*) yang telah disaring dan diendapkan direaksikan dengan ninhydrin 1% 1,6 ml, natrium karbonat (Na₂CO₃) 5% dan 1,6 ml dan natrium hidroksida (NaOH) 2,5 M sampai batas volume labu ukur 10 ml.

Hasil penelitian menunjukkan panjang gelombang maksimum larutan standar sianida (CN⁻) dengan ninhydrin 1% adalah 603 nm. Waktu kestabilan ninhydrin 1% dari penambahan sampai 50 menit, pH optimum diperoleh pada pH 12. Volume optimum penggunaan ninhydrin 1% diperoleh pada penggunaan 4 ml. Kandungan sianida (CN⁻) dalam ubi kayu dapat dihitung dari persamaan regresi linear yang diperoleh yaitu $[A] = 2,508 [C] + 0,0105$. Sehingga diperoleh $36,5 \pm 8,71$ mg/kg pada ubi kayu jenis varietas manis (*Manihot utilissima*) dan $143,8 \pm 22,09$ mg/kg pada ubi kayu jenis varietas pahit (*Manihot esculenta*).

Kata kunci : Sianida (CN⁻), *Manihot utilissima*, *Manihot esculenta*, ninhydrin 1%, Spektrofotometer UV-Vis.



**DETERMINATION OF CYANIDE (CN⁻) CONTENT IN SWEET CASSAVA
(*Manihot utilissima*) AND BITTER CASSAVA (*Manihot esculenta*) USING
UV-VIS SPECTROPHOTOMETRI METHOD**

ABSTRACT

**PUJI RAHAYU
NIM 99 612 051**

It had been done an investigation on determination of cyanide (CN⁻) content in cassava of the sweet varieties (*Manihot utilissima*) and bitter varieties (*Manihot esculenta*) using spectrophotometer UV-Vis.

The determination of cyanide (CN⁻) content was done by reacting 4 ml cassava water from the two varieties (*Manihot utilissima* and *Manihot esculenta*) that had been sifted and deposited with ninhydrin 1% 1,6 ml, natrium carbonate (Na₂CO₃) 5% 1,6 ml and natrium hydroxide (NaOH) 2,5 M to the volume limit of flask 10 ml.

Results of the study showed that the maximum wavelength of cyanide (CN⁻) standard solution with ninhydrin 1% was 603 nm. The stability time of ninhydrin 1% with addition of 50 minutes, the optimum pH obtained on the pH 12. For the optimum volume using ninhydrin 1% it was obtained on the use of 4 ml. The cyanide (CN⁻) content on the cassava could be counted of the linear regression equation obtained that was $[A] = 2,508 [C] + 0,0105$. Then it was obtained $36,5 \pm 8,71$ mg/kg for the cassava of sweet varieties (*Manihot utilissima*) and $143,8 \pm 22,09$ mg/kg for the cassava of bitter varieties (*Manihot esculenta*).

Keywords: *Cyanide (CN⁻)*, *Manihot utilissima*, *Manihot esculenta*, *ninhydrin 1%*, *Spectrophotometer UV-Vis*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terletak di daerah katulistiwa dengan curah hujan yang cukup banyak. Dengan keadaan seperti ini maka ubi kayu (*Manihot esculenta/Manihot utilissima*) mudah tumbuh, ubi kayu merupakan tanaman harian tahunan. Tanaman ini berasal dari amerika tropis yaitu Venezuela, Brazil, Amerika Tengah, Srilangka dan pada tahun 1835 masuk ke Jawa.

Ubi kayu dapat ditanam didataran rendah sampai dataran tinggi yang kurang dari 1300 m diatas permukaan laut. Tanaman ini membutuhkan udara hangat dengan suhu rata-rata 20⁰C dengan curah hujan 50-500 mm. Di Indonesia para petani selalu memanfaatkan sisa-sisa lahannya untuk menanam ubi kayu. Selain mudah tumbuh dan tidak memerlukan perawatan yang khusus hasilnya dapat digunakan bahan makanan tambahan sehari-hari. Kadang-kadang karena kondisi geografisnya suatu daerah tidak dapat ditumbuhi selain ubi kayu, keadaan ini menyebabkan produksi ubi kayu di Indonesia cukup tinggi. Namun hasil ubi kayu yang tinggi ini biasanya tidak disertai dengan harga jual produk yang tinggi pula. Sehingga ubi kayu yang berlimpah dijadikan ubi kayu yang kering atau gaplek yang harganya sangat murah dan tentunya tidak menguntungkan petani ubi kayu.

Ubi kayu banyak mengandung karbohidrat sebagai sumber tenaga yang dapat digunakan sebagai makanan pokok pengganti beras. Selain itu ubi kayu juga mempunyai manfaat yaitu sebagai bahan dasar pembuatan tepung tapioka. Tepung

tapioka dapat dimanfaatkan dalam bidang industri tekstil, kertas, lem dan farmasi. Dalam bidang farmasi digunakan sebagai pengisi tablet, kapsul dan serbuk. Dalam kehidupan sehari-hari tepung tapioka digunakan untuk membuat kue, kerupuk dan lain-lain. Tepung tapioka yang digunakan dalam bidang farmasi harus terhindar dari jasad renik dan logam berat (Tjokroadikusoemo, 1993).

Selain umbi pada ubi kayu, daun ubi kayu dapat juga digunakan sebagai sayuran yang bergizi dan banyak mengandung vitamin B, yang merupakan salah satu komponen yang harus ada dalam makanan dan memegang peranan penting dalam kelangsungan proses metabolisme pada tubuh manusia. Peranan Vitamin B adalah pembentukan kolagen. Kolagen merupakan komponen penting dalam jaringan ikat dan berperan pada proses penyembuhan luka, adaptasi tubuh terhadap infeksi dan trauma.

Disamping komposisi ubi kayu yang sangat bermanfaat bagi tubuh dan metabolisme, ubi kayu banyak mengandung racun yaitu sianida (CN⁻). Ubi kayu mengandung *glikosida cyanogenik*, dimana sianida (CN⁻) dibebaskan melalui aksi enzim ketika dinding-dinding sel pecah saat di panen. Kandungan asam sianida berbeda-beda menurut lokasi, varietas dan kondisi-kondisi pertumbuhan. Dalam ubi kayu basah mengandung antara 50 sampai lebih dari 100 mg/kg asam sianida (HCN) (Makfoel, 1985). Varietas yang kurang beracun kadang kala disebut ubi kayu manis yang aman untuk dikonsumsi dengan direbus, dikukus, dan digoreng dengan minyak yang banyak. Sedangkan varietas ubi kayu yang beracun disebut ubi kayu pahit, harus dibebaskan dari racun dengan merendam, memanggang atau dikeringkan.

Melihat banyaknya kandungan asam sianida (HCN) yang ada pada ubi kayu, maka penulis ingin meneliti besarnya kandungan sianida (CN⁻) yang ada pada ubi kayu.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah ubi kayu mengandung sianida (CN⁻) ?
2. Berapakah konsentrasi sianida (CN⁻) yang terkandung dalam ubi kayu ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui ada dan tidaknya sianida (CN⁻) dalam ubi kayu.
2. Menentukan konsentrasi sianida (CN⁻) yang terkandung dalam ubi kayu.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui ada dan tidaknya sianida (CN⁻) dan mengetahui besarnya konsentrasi sianida (CN⁻) dalam ubi kayu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Fatimah (1997) menyatakan keberadaan sianida pada konsentrasi di atas 0,2 mg/L dalam tubuh manusia dapat menyebabkan fatalitas dalam waktu 48 jam. Maka konsentrasi sianida dalam perairan yang digunakan secara langsung oleh penduduk harus sesuai ambang batas yaitu sekitar 0,1 mg/L.

Dix (1981) menyatakan kandungan asam sianida dalam ketela pohon bersifat toksik terhadap kehidupan biologis. Asam sianida dapat menghambat aktivitas enzim dalam sistem syaraf pada jaringan tubuh manusia dan hewan.

Rejeki (1997) telah melakukan penentuan sianida yang dilakukan dengan fenolftalein secara spektrofotometri UV-Vis yang didasarkan pada reaksi Koning, yaitu terjadinya oksidasi dari fenolftalin menjadi fenolftalein oleh sianida karena adanya tembaga. Dengan penambahan basa KOH yang memudahkan penentuan fenolftalein hasil oksidasi karena memberi warna merah, sehingga dapat ditentukan secara spektrofotometri UV-Vis.

Fatimah (1997) menyatakan bahwa penentuan sianida dapat dilakukan dengan menggunakan piridin pirazon, sianida yang direaksikan dengan klorin membentuk sianogen. Setelah ditambah piridin dan membentuk suatu intermediet senyawa nitril. Kelebihan klorin dalam larutan akan merusak intermediet yang terbentuk dan menyebabkan hidrolisis tersebut akan membentuk glukonaldehid yang mempunyai warna biru. Karena terbentuk suatu senyawa yang berwarna, maka analisis sianida dapat dilakukan secara spektrofotometer UV-Vis.

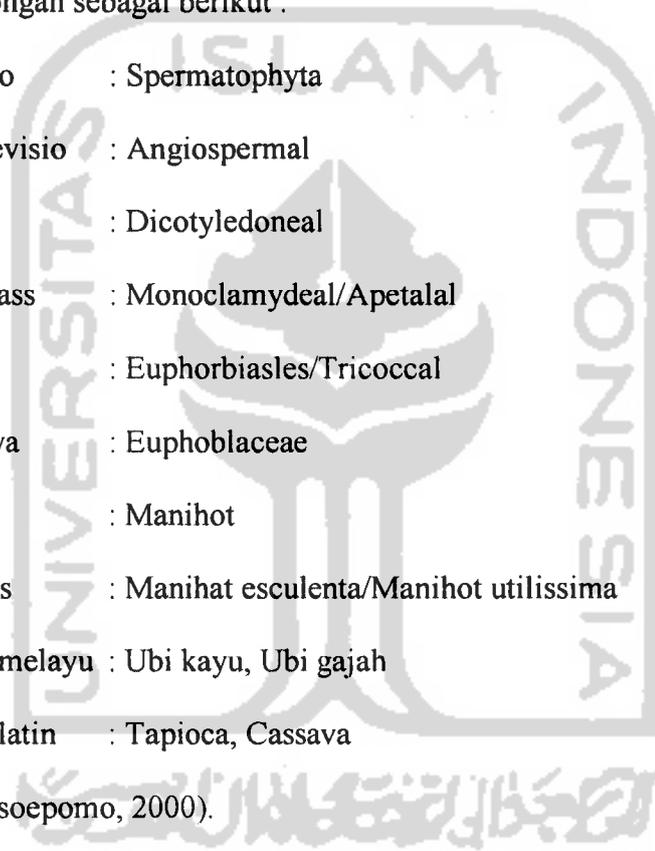
Rusbijantono (1999) telah menentukan komposisi, kadar HCN dan sifat organoleptik tempe dari biji karet segar dan biji karet yang diberi perlakuan proses pengeringan berbeda. Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah biji karet varietas WR 101 yang dikeringkan dan dibuat tempe. Peraturan yang diterapkan meliputi: pembuatan tempe dari biji karet segar, tempe dari biji karet yang telah dikeringkan tanpa kulit, tempe biji karet yang dikeringkan dengan kulitnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pengeringan memberi efek perbedaan yang nyata terhadap kadar HCN biji karet. Akan tetapi baik tempe dari biji karet segar maupun tempe dari biji karet yang dikeringkan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada komposisi kimiawi, kadar HCN dan sifat organoleptiknya. Ketiga jenis tempe yang diteliti mempunyai kisaran kadar HCN dari tempe biji karet segar 17,50 ppm, tempe dari biji karet yang dikeringkan tanpa kulit 16,05 ppm dan biji karet yang dikeringkan dengan kulit 14,36 ppm.

BAB III

DASAR TEORI

3.1 Ubi Kayu (*Manihot esculenta*/*Manihot utilissima*)

Ubi kayu (*Manihot esculenta*/*Manihot utilissima*) dalam ilmu taksonomi termasuk golongan sebagai berikut :



Devisio	: Spermatophyta
Sub devisio	: Angiospermal
Class	: Dicotyledoneal
Sub class	: Monoclamydeal/Apetalal
Ordo	: Euphorbiasles/Tricoccal
Familya	: Euphoblaceae
Genus	: Manihot
Species	: Manihat esculenta/ <i>Manihot utilissima</i>
Nama melayu	: Ubi kayu, Ubi gajah
Nama latin	: Tapioca, Cassava

(Tjitrosoepomo, 2000).

Ubi kayu merupakan perdu yang sedikit tidak bercabang, tingginya 2-7 meter, batang dan tanda berkas daun yang tonjolan. Umbi akar besar (*rizom*) berbentuk silinder kaya akan kanji atau pati, kulit berwarna coklat suram, tangkai daun 6-35 cm.

Ubi kayu termasuk tanaman penghasil karbohidrat paling tinggi per satuan luas dan waktu dibanding dengan tanaman pangan yang lainnya. Tanaman ini

mempunyai daya adaptasi yang cukup luas, baik terhadap kondisi iklim yang kurang baik dan kondisi tanah yang kritis.

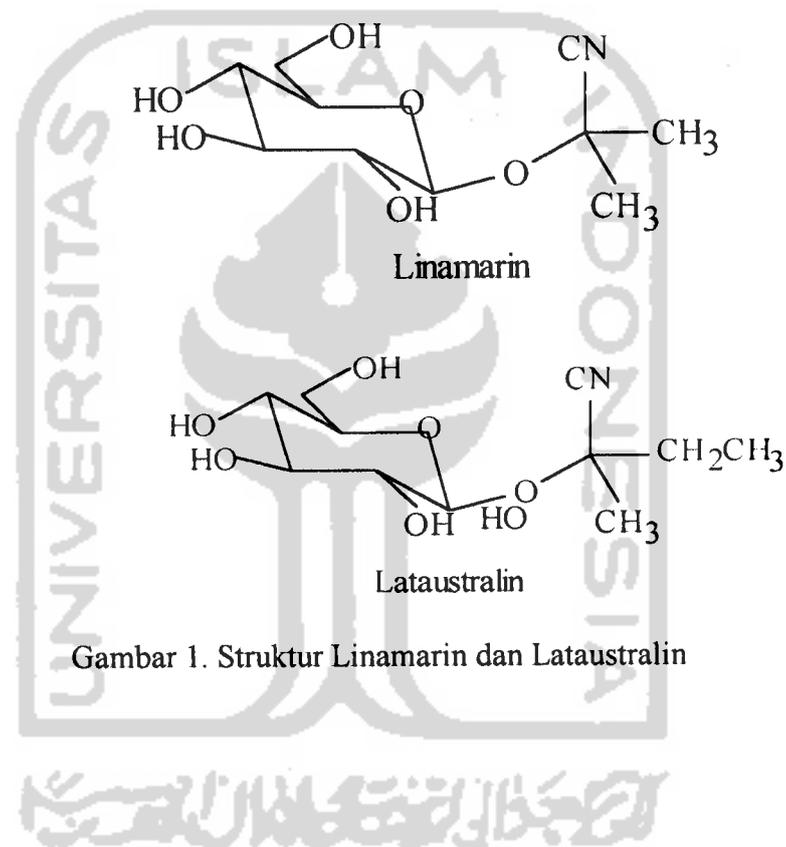
Di Indonesia luas panen ubi kayu meliputi 1,4 juta hektar dengan rata-rata 9,5 ton/hektar ubi basah. Sebagian besar ubi kayu digunakan sebagai bahan pangan, disamping sebagai makanan ternak, bahan baku industri dan ekspor. Varietas unggul berkadar asam sianida (HCN) rendah, umur tanam pendek, enak, kadar patinya tinggi merupakan ubi kayu yang sangat disukai oleh masyarakat sebagai konsumen.

Tanaman ubi kayu mempunyai bagian yang dapat dimakan, yaitu bagian umbi dan daun. Umbi merupakan sumber utama makanan basah yang diolah. Daunnya dapat dimakan sebagai sayuran yang kaya akan vitamin B dan mineral. Bagian beracun dari ubi kayu terdapat pada umbi (*rizom*), getah dan daun. Di daerah pedesaan umbi diolah dengan berbagai macam cara, yang merupakan teknik untuk mencegah kebusukan dan menangani kandungan asam sianida yang berbeda. Varietas ubi kayu yang kurang beracun atau kandungan asam sianidanya kecil disebut ubi kayu manis, aman untuk di konsumsi, sedangkan varietas ubi kayu yang banyak mengandung asam sianida disebut ubi kayu pahit (Makfoel, 1985).

Varietas ubi kayu manis dapat dimanfaatkan untuk membuat tape dengan peragian dan makanan kecil sebagai hidangan sampingan. Sedangkan varietas ubi kayu pahit sering dibuat gaplek dengan menjemur umbi-umbinya yang sudah dikupas dan dibelah-belah. Jika penjemuran baik maka gaplek hanya mengandung 14 sampai 18% kadar kelembaban yang dapat disimpan sampai beberapa bulan.

Racun dalam ubi kayu disebabkan adanya bahan aktif berupa linamarin yang dapat berubah menjadi asam sianida, aseton dan glikosida, lataustralin dan asam

sianida (*asam prusik*). Apabila dimakan, asam sianida akan menyerap kedalam aliran darah lalu bergabung dengan hemoglobin didalam sel darah merah. Keadaan ini menyebabkan oksigen tidak dapat diedarkan dalam sistem badan. Seterusnya simptom dan tanda keracunan dapat dilihat melalui pernafasan yang meningkat, kejang otot, pucat, lemah, muntah, sakit perut, koma dan dapat menyebabkan kematian. Stuktur dari linamarin dan lataustralin adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Struktur Linamarin dan Lataustralin

3.2 Nutrisi Pada Ubi Kayu

Ubi kayu menyediakan energi pangan terutama dari umbinya yang meski mudah dicerna dan memberi kalori tetapi mengandung sedikit protein. Daun ubi kayu yang digunakan sebagai sayuran mengandung banyak vitamin, mineral dan sumber protein yang baik. Daun-daun ubi kayu biasanya dikonsumsi oleh masyarakat desa. Data dari survei Sensus Nasional VI tahun 1978 memperlihatkan konsumsi

rata-rata 100 gr seminggu/kapita di daerah pedesaan, tetapi pada daerah perkotaan hanya 30 gr seminggu/kapita.

Dalam tanaman ubi kayu baik umbi maupun daunnya tidak menyediakan protein yang berarti, maka hubungan antara makanan dari ubi kayu dengan nutrisi masih merupakan pusat perhatian. Di Indonesia masalah gizi adalah masalah yang utama yaitu masalah gizi-kalori-protein kekurangan vitamin, gondok dan anemia (Falcon, 1986). Banyak diantara masalah tersebut terjadi di daerah-daerah yang didominasi penanaman dan pengkonsumsian ubi kayu.

Makanan yang berdasarkan dari ubi kayu di Indonesia secara tradisional dalam pengolahan masih dicampur dengan kacang-kacangan dan sayuran yang menyediakan bagian besar protein, vitamin dan mineral yang diperlukan.

3.3 Zat Berbahaya Dalam Ubi Kayu (*Manihot esculenta/Manihot utilissima*)

Berdasarkan sifatnya ubi kayu dapat digolongkan menjadi dua, yaitu golongan pahit memiliki kandungan asam sianida lebih dari 50 mg/kg bahan. Golongan kedua golongan ubi kayu manis memiliki kandungan asam sianida kurang dari 50 mg/kg bahan. Pada umumnya yang dikonsumsi adalah varietas manis, sedangkan varietas pahit digunakan untuk industri.

Para ahli agronomi tanaman umbi-umbian Indonesia selama beberapa tahun telah melakukan beberapa varietas ubi kayu baru, salah satunya adalah jenis Adira I dan Adira II yang merupakan hasil persilangan antara ubi kayu Maluku dengan ubi kayu Brasil. Adira I adalah jenis ubi kayu manis dengan kandungan asam sianida 27,5 mg/kg umbi segar. Sedangkan jenis Adira II adalah ubi kayu pahit dengan

kandungan asam sianida 124,0 mg/kg umbi basah. Pada jenis Adira I mempunyai bentuk yang tidak bercabang dan dapat dipanen sesudah tujuh bulan. Jenis Adira II bentuknya bercabang dan memerlukan masa tanam yang tidak lama. Kedua varietas tersebut resisten terhadap bakteri pembusuk ubi kayu (Falcon, 1986).

Menurut Makfoel, 1985 berdasarkan kandungan zat racun dalam ubi kayu dapat dibedakan menjadi tiga golongan yaitu;

1. Golongan tidak beracun, yaitu bila kadar asam sianida kurang dari 50 mg/kg umbi basah kupas.
2. Golongan setengah beracun, yaitu bila kadar asam sianida antara 50 sampai 100 mg/kg umbi basah kupas.
3. Golongan sangat beracun, yaitu bila kadar asam sianida lebih dari 100 mg/kg umbi basah kupas.

Tingkat keracunan ubi kayu dapat menyebabkan penyakit, diantaranya adalah gondok dan penyakit mental yang telah ditemukan oleh beberapa ahli sebagai akibat racun berbahaya yang ada pada makanan ubi kayu dibelahan Afrika.

Beberapa kelemahan utama yang menyebabkan ubi kayu kurang dapat diterima secara menyeluruh karena sebagai berikut;

1. Ubi kayu kaya akan vitamin dan karbohidrat, namun ubi kayu miskin akan lemak dan protein.
2. Ubi kayu mengandung *glukosida cyanigenik* yang dapat menghasilkan asam sianida dan glukosa dari reaksi hidrolisis.

Pada kadar racun yang tinggi dalam ubi kayu dapat berakibat fatal atau menimbulkan penyakit yang disebut *Tropical Atoxic Neuropathy*. Bagi masyarakat Jawa cara

memasak ubi kayu benar adalah cara yang cukup untuk menghilangkan racun ubi kayu sebelum dikonsumsi.

3.4 Sianida

Sianida disebut juga asam biru karena dalam jumlah tinggi tampak berwarna kebiru-biruan atau dikenal sebagai asam prusik, dimana asam ini baru timbul saat jaringan umbi dirusak, misalnya dikupas atau diiris. Hal ini dimungkinkan karena umbi yang dirusak akan terjadi kontak senyawa prekursor (bakal racun) yaitu linamarin dan lataustralin yang terkandung didalamnya dengan enzim linamarase dan oksigen sehingga terbentuk glukosa dan sianohidrin. Sianohidrin ini pada suhu kamar dan pada kondisi basa ($\text{pH} > 6,8$) akan terpecah dengan cepat membentuk HCN dan aseton (CH_3COCH_3).

HCN yang terbentuk sulit larut dalam air dan relatif stabil terhadap pemanasan. Oleh karena itu pemanasan yang kurang sempurna (*mal proses*) dapat mengakibatkan terbentuknya residu HCN dalam umbi. Jadi residu HCN inilah yang merupakan penyebab keracunan atau gangguan kesehatan. Asam sianida yang dapat menyebabkan keracunan bahkan kematian dalam umbi dapat berbentuk bebas sebagai asam sianida (HCN) atau berbentuk terikat sebagai prekursornya.

Solusi terbaik adalah dengan pengolahan yang hati-hati sehingga residu didalamnya hilang atau serendah mungkin. Umumnya yang terjadi di masyarakat adalah pengolahan yang tergesa-gesa sehingga residu HCN didalam umbi masih relatif tinggi. Ada beberapa tingkatan proses untuk menghilangkan residu HCN dalam umbi atau mengolahnya untuk meminimalkan kadar racun. Proses ini

dilakukan dengan merebus, mengupas, mengiris kecil-kecil, merendam dalam air,, menjemur hingga kemudian dimasak.

Cara yang paling mudah dan efektif untuk mengkonsumsi ubi yang banyak mengandung kadar HCN dengan aman yaitu ubi dibersihkan tanpa dikupas terlebih dahulu, lalu langsung direbus dalam air mendidih selama 30 menit. Setelah dingin dikupas kemudian direndam dalam air bersih selama 3 hari dalam ember plastik. Setelah itu dicuci dengan bersih dan dikeringkan atau dijemur hingga kadar air mencapai 14%, setelah itu ubi siap diolah menjadi berbagai jenis makanan atau dimasak langsung dengan aman.

Perlakuan di atas dapat diterapkan pada ubi gadung (*Dioscorea hispida*) atau yang lebih dikenal sebagai ubi hutan. Setelah melalui rangkaian proses di atas residu HCN yang tertinggal kurang lebih 1-10 mg/kg gadung yang diolah. Namun dengan pemanasan yang cukup pada saat gadung dimasak untuk dikonsumsi dengan layak sebagai bahan pangan pokok pengganti beras (Kunia, 2002).

Penentuan asam sianida biasanya dilakukan terhadap dua kelas, yaitu kelas sederhana dan kelas kompleks sianida. Dalam larutan sianida hadir sebagai ion CN^- dan molekul HCN, perbandingannya tergantung pada pH dan konstanta disosiasi dari molekul HCN ($\text{p}K_b = 9,2$). Di dalam air netral HCN lebih banyak dari CN^- . Dalam larutan logam, CN^- dapat membentuk ion kompleks sianida dengan stabilitas yang bervariasi. Toksisitas sianida terbesar pada kehidupan air berasal dari HCN yang merupakan hasil reaksi hidrolisis CN^- dengan air. Sedangkan toksisitas sianida pada ikan disebabkan oleh HCN yang merupakan hasil disosiasi kompleks sianida (Rejeki, 1997).

Uji kelarutan sianida dapat dilakukan hanya dari sianida yang berasal dari sianida dari logam-logam alkali dan alkali tanah yang larut dalam air. Larutan ini bereaksi dengan basa yang disebabkan reaksi hidrolisis (Vogel, 1985). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut;



Sianida (CN^-) dapat untuk membuat sianogen (CN_2). Sianogen merupakan gas yang mudah menyala ini mempunyai titik didih -21°C juga merupakan senyawa endotermis. Sianogen juga dapat diperoleh dengan oksidasi katalitik fase gas HCN oleh NO_2 (Cotton, 1985). Reaksi sianogen dari CN^- dengan oksidasi dalam air menggunakan Cu^{2+} . Reaksi yang terjadi sebagai berikut;



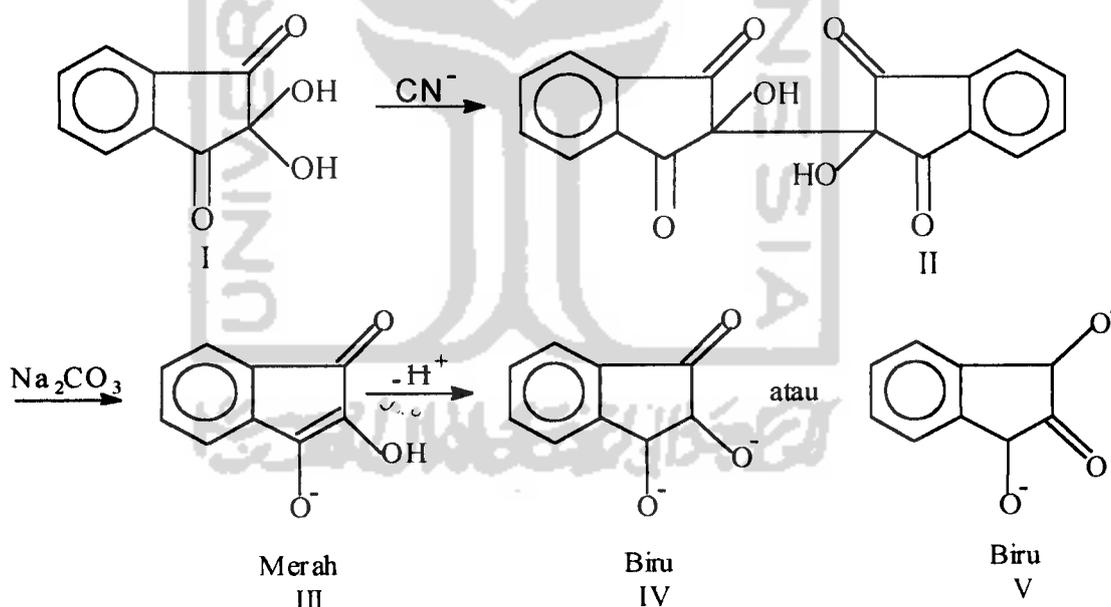
3.5 Prinsip Analisis Sianida (CN^-) Dengan Ninhydrin

Metode spektrofotometer untuk penentuan sianida jauh lebih unggul dibandingkan dengan teknik-teknik lain, seperti titrimetri, polarografi, fluorometri, kromatografi. Jumlah sianida sisa sering kali ditetapkan secara spektrofotometer dengan metoda pyridin-benzidin, pyridin-pirazolon, pyridin-phenylenediamin. Namun metode-metode ini masih mempunyai beberapa kekurangan, seperti sifat-sifat karsinogenik benzidin, instabilitas reagen pyridin pirazolon, pengembangan warna yang lambat pada pyridin-p-phenylenediamin, sehingga metode ini masih kurang akurat dalam penentuan hasil analisis.

Ninhydrin ($\text{C}_9\text{H}_6\text{O}_4$) dengan nomor atom 178,1 pertama kali ditemukan pada tahun 1910, dapat digunakan untuk analisis penting dalam bidang ilmu kimia, biokimia dan ilmu pengetahuan forensik. Metode ini digunakan untuk mendeteksi

asam-asam amino hampir lima puluh tahun lamanya. Ninhydrin juga dikenal sebagai triketohydrindene hydrate atau yang lebih sistematis sebagai 2,2-dihidroksi-1,3-indanedione.

Ninhydrin (I) bereaksi dengan sianida pada medium netral yang mengandung air untuk membentuk hidridantin tak berwarna (II). Hidridantin ini memberikan warna merah tua yang stabil pada medium natrium karbonat yang dapat berubah warna menjadi biru tua pada medium natrium hidroksida yang mengandung air. Warna merah (III) dan biru (IV dan V) dari hidridantin dihubungkan dengan dua bentuk anion dari ninhydrin. Warna merah terbentuk pada pH 8-12, dan berubah biru pada pH bertingkat 12-12,8. Dalam reaksi ini ion sianida sebagai katalisator dasar spesifik. Mekanisme reaksi yang terbentuk adalah sebagai berikut;



Gambar 2. Reaksi sianida dengan ninhydrin (Nagara. P. dkk, 2002)



3.6 Optimasi Analisis Pada Metode Spektrofotometer UV-Vis

Pada analisis dengan metode spektrofotometer UV-Vis perlu dilakukan optimasi beberapa parameter yang perlu dioptimasi antara lain; panjang gelombang, waktu kestabilan kompleks, konsentrasi pereaksi dan pH.

Panjang gelombang perlu dioptimasi karena, setiap larutan berwarna akan menyerap radiasi sinar tampak pada panjang gelombang tertentu yang spesifik untuk masing-masing warna. Disamping perubahan pada absorbansi akan lebih sensitif dengan perubahan konsentrasi pada panjang gelombang maksimum.

Pembentukan senyawa yang sempurna memerlukan waktu tertentu, selain itu pada umumnya senyawa mempunyai kestabilan yang terbatas. Untuk waktu yang relatif lama dapat mengalami penguraian, sehingga pengukuran senyawa dilakukan dalam kurun waktu dimana kompleks tersebut stabil.

Konsentrasi zat-zat pereaksi perlu dioptimasi karena apabila konsentrasi zat-zat pereaksi tersebut masih kurang, maka belum cukup untuk membentuk senyawa yang sempurna. Sebaliknya apabila konsentrasi pereaksi yang digunakan berlebihan kadang-kadang dapat menekan senyawa yang terbentuk, sehingga reaksi akan bergerak kearah kiri. Akibatnya jumlah senyawa yang terbentuk akan berkurang sehingga absorbansinya menurun. Disamping itu apabila pereaksi akan mempengaruhi warna akhir larutan sehingga absorbansinya tidak sesuai dengan yang seharusnya.

Harga pH juga sangat mempengaruhi absorbansi suatu larutan, oleh karena itu perlu dilakukan optimasi pH. Misal pada optimasi pH terhadap sianida dengan metode fenolftalein. Absorbansi yang terukur adalah fenolftalein hasil oksidasi

fenolftalin. Fenolftalein merupakan indikator basa yang mempunyai trayek pH antara pH 8,3-10 dan akan memberikan warna merah pada pH basa. Jadi penentuan sianida sebaiknya dilakukan pada pH basa (Rejeki, 1997)

Skematika optimasi pada metode spektrofotometer Larutan UV – Vis adalah sebagai berikut:

Larutan standar CN^-

↓
Ditambah larutan pereaksi

↓
Optimasi panjang gelombang (λ), waktu kestabilan (t), konsentrasi (C) dan pH

↓
Kurva standar CN^-

Gambar 3. Skematika optimasi spektrofotometer UV-Vis (Rejeki, 1997).

3.7 Prinsip Metode Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri adalah suatu penetapan konsentrasi atau kadar suatu larutan yang berwarna, berdasarkan pengukuran penyerapan sinar dengan panjang gelombang terbatas yang hampir bersifat monokromatis.

Analisis secara spektrofotometri merupakan suatu metode analisis kualitatif dan kuantitatif berdasarkan pengukuran absorbansi senyawa kimia terhadap radiasi energi tertentu dengan menggunakan sinar monokromatik. Metode spektrofotometri didasarkan pada pengukuran intensitas sinar yang diserap oleh suatu larutan, yang sebanding dengan konsentrasi senyawa tersebut. Bila seberkas cahaya dikenakan pada senyawa, maka elektron pada tingkat dasar dipromosikan ke tingkat tereksitasi

dan sebagian energi cahaya yang sesuai dengan panjang gelombang ini diserap. Karena energi tingkat dasar dan tingkat tereksitasi spesifik untuk tiap-tiap senyawa, maka setiap senyawa juga akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu. Apabila seberkas cahaya dilewatkan melalui larutan dengan tebal b cm, maka cahaya itu setelah keluar dari larutan, intensitasnya akan berkurang karena adanya cahaya yang diserap oleh partikel-partikel di dalam larutan. Apabila cahaya yang masuk mula-mula memiliki intensitas sebesar I_0 setelah melalui larutan setebal b cm, intensitasnya menjadi I_t . Berkurangnya intensitas cahaya dalam larutan berbanding langsung dengan konsentrasi dan tebal larutan, dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} I_t/I_0 &= -k c b \\ dI_t/I_0 &= -k c db \\ \int^t dI_t/I_0 &= -k \int^b db c \\ \ln I_t/I_0 &= -k b c \\ 2,303 \log I_t/I_0 &= -k b c \\ -\log I_t/I_0 &= k/2,303 b c \end{aligned}$$

apabila :

$$-\log I_t/I_0 = -\log T = A \text{ dan } k/2,303 = a$$

maka :

$$A = a b c$$

Sehingga persamaannya menjadi :

$$A = a b c$$

Persamaan ini dikenal sebagai hukum (perumusan) Lambert-Beer.

Dimana :

$$\begin{aligned} A &= \text{Absorbansi} & c &= \text{Konsentrasi (mg/L)} & b &= \text{Tebal kuvet (cm)} \\ T &= \text{Transmittansi} & a &= \text{Absorptivitas} \end{aligned}$$

3.8 Instrumen Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer tersusun dari sumber spektrum, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel atau blangko, dan alat untuk mengukur perbedaan absorpsi antara sampel dan blangko.

1. Sumber Spektrum

Sumber radiasi ultra violet kebanyakan menggunakan lampu hydrogen dan lampu deuterium, yang terdiri dari sepasang elektroda yang terselubung dalam tabung gelas dan diisi dengan gas hydrogen atau deuterium pada tekanan rendah. Sumber radiasi terlihat biasanya menggunakan lampu filamen tungsten. Filamen dipanaskan oleh sumber radiasi searah. Filamen tungsten menghasilkan radiasi kontinyu dalam daerah 350 nm - 2500 nm.

2. Monokromator

Monokromator digunakan untuk memperoleh sumber sinar yang monokromatis. Alatnya berupa prisma atau grating. Untuk mengarahkan sinar monokromatis yang diinginkan dari penguraian dapat digunakan celah optis. Jika celah posisinya tetap, maka prisma yang dirotasikan untuk mendapatkan panjang gelombang yang diinginkan.

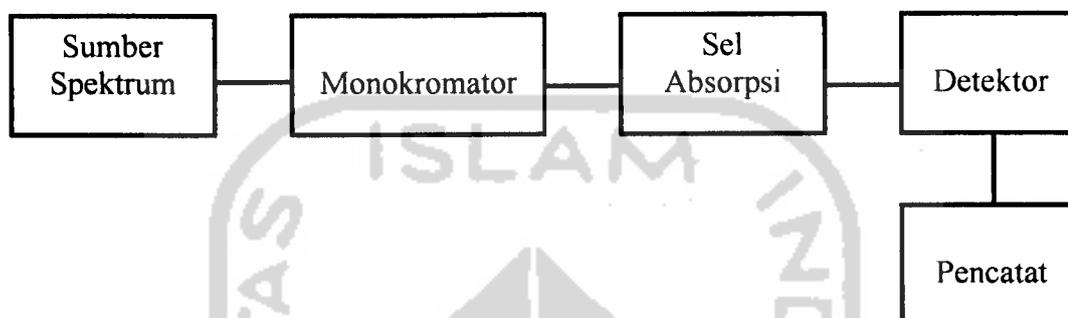
3. Sel Absorpsi

Pada pengukuran didaerah tampak dapat digunakan kuvet kaca atau kuvet corex, tetapi pada pengukuran pada daerah UV harus menggunakan sel kuarsa karena gelas tidak tembus cahaya.

4. Detektor

Detektor adalah penerima atau memberi respon terhadap cahaya pada berbagai panjang gelombang.

Instrumen spektrofotometer UV-Vis adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Bagan spektrofotometer UV-Vis (Sastrohamidjoyo, 1991).

3.9 Hipotesis

Ubi kayu banyak mengandung sianida (CN^-), kandungan sianida pada jenis ubi kayu ini adalah antara 50 mg/kg sampai lebih dari 100 mg/kg ubi kayu. Besarnya kandungan sianida tersebut dapat mengakibatkan keracunan bagi yang mengkonsumsinya.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Bahan-bahan yang Digunakan Dalam Penelitian

1. Sampel ubi kayu varietas *manihot esculenta* 1 kg
2. Sampel ubi kayu varietas *manihot utilissima* 1 kg
3. Aquades
4. Asam tartrat 5 % buatan E. Merck
5. Na_2CO_3 8 % buatan E. Merck
6. Natrium karbonat 5 % buatan E. Merck
7. Ninhydrin 1 % buatan E. Merck
8. Natrium hidroksida buatan E. Merck
9. Asam pikrat jenuh buatan E. Merck
10. Aquabides

4.2 Alat-alat yang Digunakan Dalam Penelitian

1. Spektrofotometer UV-Vis Hitachi model 1020
2. Pamarut sampel
3. Alat-alat gelas
4. Kertas saring biasa
5. Penangas air
6. Termometer 100°C
7. pH meter merek Inolab
8. Pengaduk magnit

4.3 Cara Kerja

4.3.1 Analisis Kualitatif

1. Sampel ubi kayu 50 gram ditumbuk diambil airnya kemudian ditambahkan aquades 50 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 10 ml larutan asam tartrat 5%.
2. Kertas saring ukuran 1 x 7 cm dicelupkan dalam larutan asam pikrat jenuh, kemudian dikeringkan di udara, setelah kertas saring kering dibasahi dengan larutan Na_2CO_3 8% dan digantung pada leher erlenmeyer dalam keadaan tertutup rapat sehingga kertas tidak kontak dengan cairan dalam erlenmeyer.
3. Larutan kemudian dipanaskan dengan pemanas air sampai suhu 50°C selama 15 menit. Dari pemanasan tersebut akan timbul warna orange dari kertas saring yang telah ditetesi dengan asam pikrat jenuh, kemudian akan terjadi perubahan warna dari orange menjadi warna merah. Warna merah inilah yang menjadi indikator adanya asam sianida (HCN) dalam ubi kayu.

4.3.2 Pembuatan Larutan Standar

4.3.2.1 Pembuatan Larutan Induk Sianida (CN^-)1000 ppm 250 ml.

Untuk mendapatkan larutan CN^- 1000 ppm, dilarutkan 0,625 gram kristal KCN (BM = 65) dalam aquabides sampai volume 250 ml, melalui pengenceran dibuat larutan sianida (CN^-) 100 ppm, 10 ppm kemudian diencerkan lagi menjadi 1 ppm, 0,02 ppm, 0,04 ppm, 0,06 ppm, 0,08 ppm, 0,1 ppm. Cara pembuatan larutan induk sianida (CN^-) 1000 ppm 250 ml dicantumkan dalam lampiran 1.

4.3.2.2 Pembuatan Larutan Ninhydrin 1 %.

Sebanyak 1 gram kristal ninhydrin dilarutkan dalam aquabides sampai batas menggunakan labu ukur 100 ml.

4.3.2.3 Pembuatan Larutan Natrium karbonat (Na_2CO_3) 5 %.

Sebanyak 5 gram kristal natrium karbonat (Na_2CO_3) dilarutkan dalam aquabides sampai batas menggunakan labu ukur 100 ml.

4.3.2.4 Pembuatan Larutan Natrium Hidroksida (NaOH) 2,5 M

Sebanyak 100 gram kristal natrium hidroksida (NaOH) ($\text{BM} = 40$) dilarutkan dengan aquabides dalam labu ukur 1 liter dan diencerkan sampai batas.

4.3.2.5 Pembuatan Asam Tartrat 5%

Sebanyak 5 gram kristal asam tartrat dilarutkan dengan aquabides pada labu ukur 100 ml dan diencerkan sampai batas.

4.3.2.6 Pembuatan Natrium Karbonat 8%

Sebanyak 8 gram kristal natrium karbonat (Na_2CO_3) dilarutkan dengan aquabides dalam labu ukur 100 ml dan diencerkan sampai batas.

4.4.3 Penentuan Optimasi Sianida (CN^-)

4.4.3.1 Penentuan Panjang Gelombang Optimum.

Panjang gelombang optimum ditentukan dengan mengukur absorbansi sianida (CN^-) yang direaksikan dengan ninhydrin. Dalam menentukan panjang gelombang maksimum digunakan larutan CN^- 40 ppm yang direaksikan dengan Na_2CO_3 5%, dikomplekskan dengan ninhydrin 1%

larutan digojok kemudian ditambahkan NaOH 2,5 M larutan digojok agar homogen kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang antara 400 – 700 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Panjang gelombang maksimum diperoleh pada panjang gelombang 603 nm.

4.4.3.2 Penentuan Waktu Kestabilan Sianida (CN⁻) Dengan Ninhydrin.

Waktu kestabilan reaksi sianida dan ninhydrin ditentukan dengan menggunakan larutan CN⁻ 0,01 ppm yang direaksikan dengan ninhydrin 1%. Larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 603 nm selang waktu 0 – 3600 detik. Diperoleh waktu kestabilan antara 0 – 50 menit. Hasil absorbansi dicantumkan pada lampiran 2.

4.4.3.3 Penentuan pH Optimum.

Optimasi pH dilakukan dengan menggunakan larutan CN⁻ 1 ppm yang diatur pH nya antara pH 8,0., pH 9,0., pH 10,0., pH 11,0., pH 12,0., pH 13,0. Larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 603 nm dan waktu kestabilan diperoleh pH optimum pada pH 12,0. Hasil absorbansi dicantumkan pada lampiran 3.

4.4.3.4 Penentuan Optimasi Volume Ninhydrin 1%.

Optimasi penggunaan volume ninhydrin 1% dilakukan dengan menggunakan larutan CN⁻ 1 ppm yang sudah diatur pada pH optimum 12,0 sebanyak 5 larutan yang masing-masing ditambahkan ninhydrin 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml dan 5 ml. kemudian larutan didiamkan selama 30 menit. Setelah itu ditambahkan larutan NaOH 2,5 M larutan didiamkan selama 30 menit. Larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang

603 nm diperoleh volume ninhydrin 1% optimum adalah pada volume 4 ml. Hasil absorbansi dicantumkan pada lampiran 4.

4.4.3.5 Pembuatan Kurva Kalibrasi.

Untuk membuat kurva kalibrasi dibuat larutan standar CN^- 0 ppm, 0,02 ppm, 0,04 ppm, 0,06 ppm, 0,08 ppm, 0,1 ppm dimasukkan dalam labu ukur 10 ml yang telah dibasakan pada pH optimum yaitu pH 12,0 dengan NaOH 2,5 M Pertama di ambil 4 ml larutan CN^- pada masing-masing konsentrasi, kemudian ditambahkan 1,6 ml ninhydrin 1% dan 1,6 ml Na_2CO_3 5%. Larutan didiamkan selama 30 menit kemudian ditambahkan NaOH 2,5 M sampai batas labu ukur 10 ml. Larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 603 nm pada saat senyawa yang terbentuk sudah stabil. Hasil absorbansi yang diperoleh digunakan dibuat grafik absorbansi versus konsentrasi. Hasil absorbansi dicantumkan pada lampiran 5.

4.4.4 Penentuan Kandungan Sianida (CN^-) Pada Ubi Kayu

4.4.4.1 Penentuan kandungan Sianida Dalam Ubi Kayu Varietas Manis (*Manihot Utilissima*)

Sebanyak 1 kg ubi kayu varietas manis (*Manihot utilissima*) yang dihaluskan diambil airnya diperoleh 64 ml dalam 1 kg umbi basah. 1 ml sampel diambil dan diancerkan 1000 kali pengenceran. Dari larutan sampel yang telah diencerkan 1000 kali diambil 4 ml dimasukkan dalam labu ukur 10 ml kemudian ditambahkan 1,6 ml ninhydrin 1 % dan 1,6 ml Na_2CO_3 5% sampai timbul warna merah. Larutan didiamkan selama 30

menit. Kemudian ditambahkan NaOH 2,5 M timbul warna biru didiamkan selama 30 menit. Larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 603 nm dan pH 12,0. Hasil absorbansi dibandingkan dengan absorbansi kurva kalibrasi. Langkah ini diulangi untuk 3 buah larutan. Hasil absorbansi dicantumkan pada lampiran 6.

4.4.4.2 Penentuan Kandungan Sianida (CN⁻) Dalam Ubi Kayu Varietas Pahit (*Manihot Esculenta*)

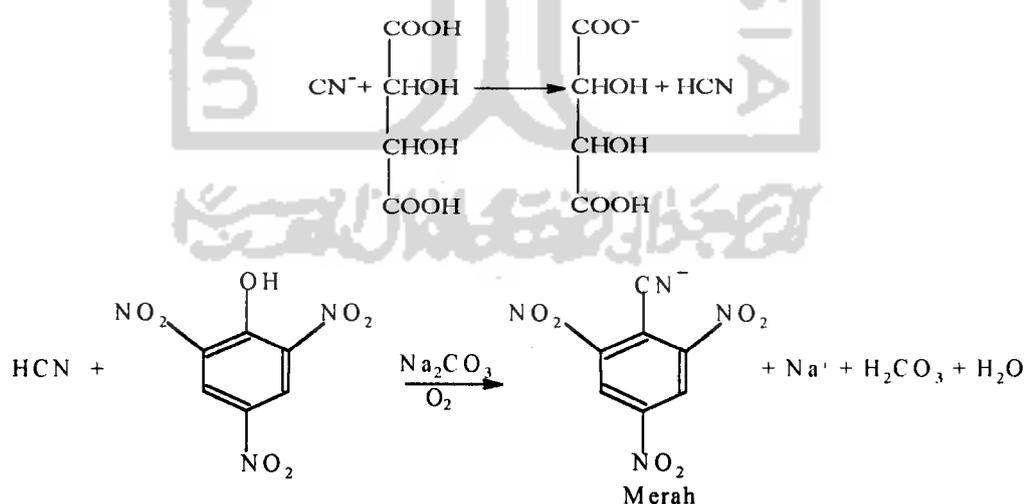
Sebanyak 1 kg ubi kayu varietas pahit (*Manihot esculenta*) yang dihaluskan diambil airnya diperoleh 163 ml dalam 1 kg umbi basah. 1 ml sampel diambil dan diencerkan 1000 kali pengenceran. Dari larutan sampel yang telah diencerkan 1000 kali diambil 4 ml dimasukkan dalam labu ukur 10 ml kemudian ditambahkan 1,6 ml ninhydrin 1% dan 1,6 ml Na₂CO₃ 5% timbul warna merah. Larutan didiamkan selama 30 menit kemudian ditambahkan NaOH 2,5 M sampai batas 10 ml. Larutan berubah menjadi warna biru didiamkan selama 30 menit, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 603 nm dan pH optimum 12,0. Hasil absorbansi dibandingkan dengan absorbansi pada kurva kalibrasi. Langkah ini diulangi untuk 3 buah larutan. Hasil absorbansi dicantumkan pada lampiran 6.

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Analisis Kualitatif

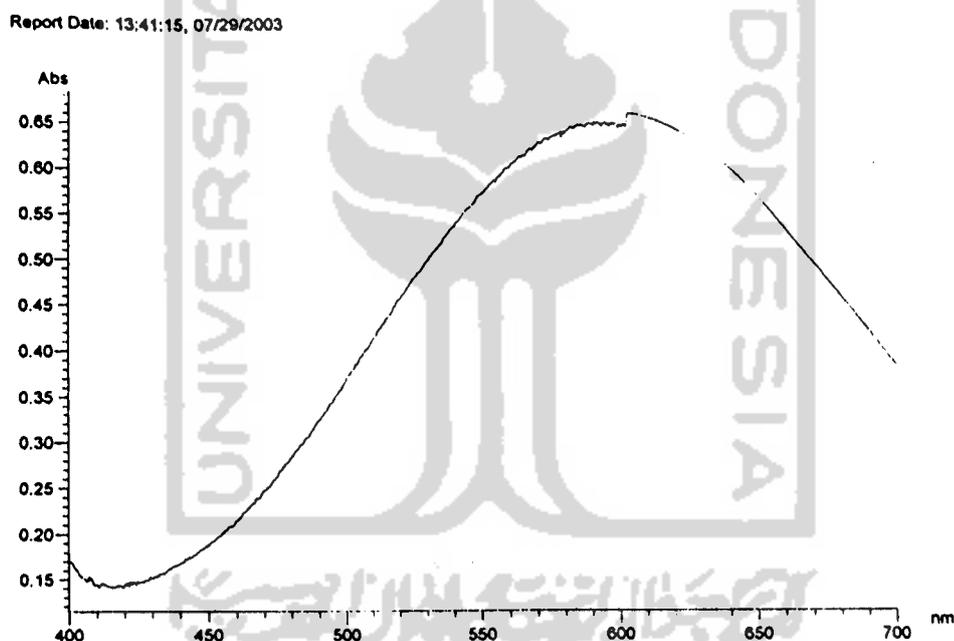
Air dari ubi kayu sebanyak 50 gram yang dilarutkan dengan 50 ml aquades ditambahkan asam tartrat 5% dituangkan dalam erlenmeyer. Kertas saring yang telah dicelupkan dengan asam pikrat jenuh kemudian dikeringkan. Setelah kering dibasahi dengan natrium dikarbonat 8% dan digantungkan pada leher erlenmeyer. Larutan kemudian dipanaskan pada suhu 50° C selama 15 menit. Dari pemanasan terjadi oksidasi dari asam sianida menimbulkan warna orange dari kertas saring yang berubah warna menjadi merah. Warna merah inilah yang merupakan adanya asam sianida. Berdasarkan analisis kualitatif dalam ubi kayu terdapat sianida. Dengan adanya penambahan asam maka mekanisme reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Mekanisme reaksi sianida dengan asam tartrat dan asam pikrat jenuh

5. 2 Optimasi Panjang Gelombang (λ Maksimal)

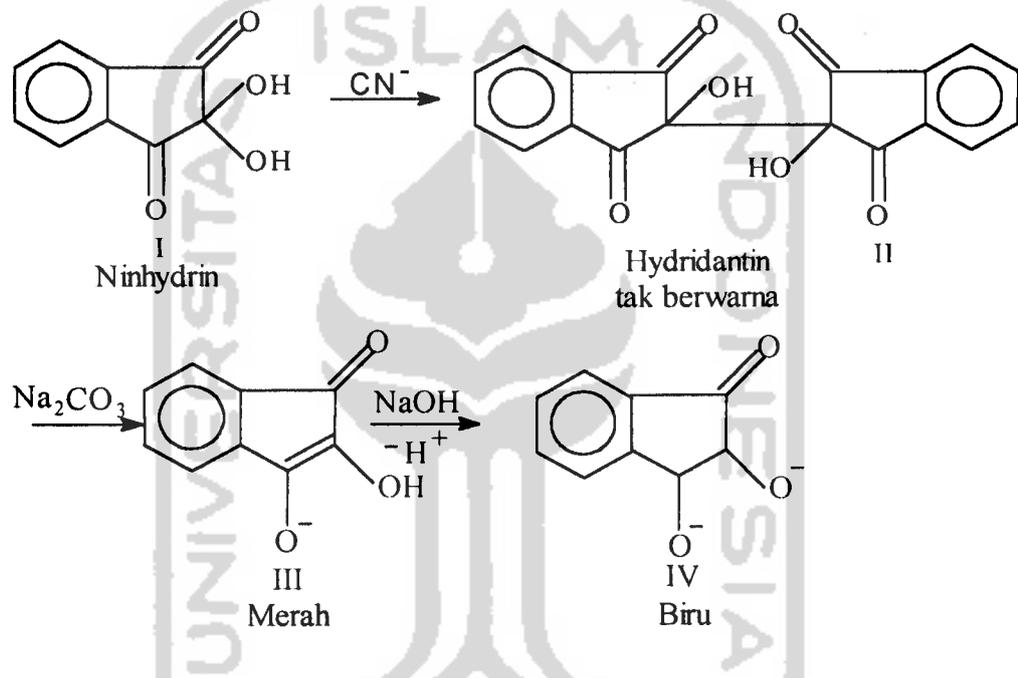
Panjang gelombang yang dipakai dalam analisis kandungan sianida pada ubi kayu dipilih sedemikian sehingga zat yang akan dianalisis dapat mengabsorpsi radiasi pada panjang gelombang maksimum. Hasil reaksi antara sianida (CN^-) dengan ninhydrin menyerap radiasi elektromagnetik pada daerah ultraviolet pada rentang 400–700 nm. Konsentrasi yang digunakan untuk memperoleh panjang gelombang optimum yaitu 40 mg/L. Dari pengamatan tersebut absorbansi maksimum diperoleh pada panjang gelombang 603 nm. Hasil pengamatan tersebut dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Spektra reaksi antara sianida (CN^-) ninhydrin pada daerah tampak 603 nm.

Dari gambar di atas spektra reaksi antara sianida (CN^-) ninhydrin pada panjang gelombang 603 nm membentuk senyawa yang berwarna biru. Pemilihan panjang gelombang tersebut didasarkan atas absorbansi maksimum dari reaksi sianida (CN^-) dengan ninhydrin 1%. Ninhydrin bereaksi dengan sianida yang

mengandung air untuk membentuk hidridantin tak berwarna. Hidridantin menimbulkan warna merah tua setelah direaksikan dengan natrium karbonat (Na_2CO_3) 5% mempunyai daerah serapan pada panjang gelombang 490 nm yang akan berubah warna biru tua setelah direaksikan dengan natrium hidroksida (NaOH) 2,5 M pada daerah serapan 603 nm. Mekanisme reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Gambar 7. Mekanisme reaksi sianida (CN^-) dengan ninhydrin

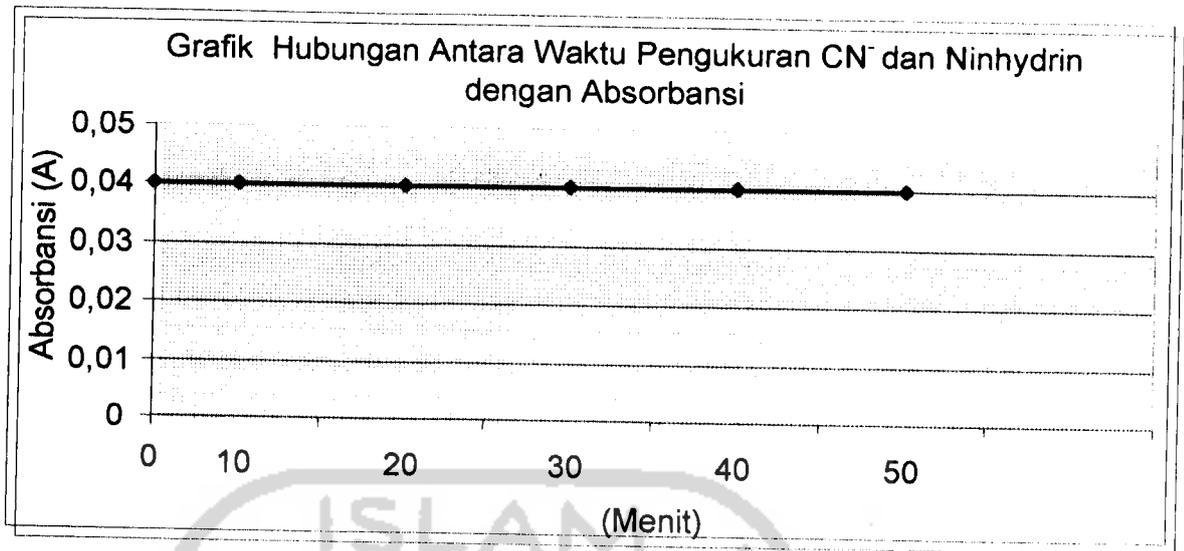
Dari reaksi di atas adanya perubahan warna dari warna merah menjadi biru disebabkan penambahan NaOH yang merupakan larutan basa. Dengan penambahan basa pada larutan yang berwarna merah mengakibatkan lepasnya H^+ pada ikatan OH dalam senyawa warna merah. Lepasnya H^+ mengakibatkan ikatan O bermuatan negatif sehingga terjadi perubahan warna menjadi biru.

Dari pengukuran panjang gelombang senyawa berwarna biru tua tersebut diperoleh 603 nm dimana panjang gelombang tersebut menunjukkan panjang gelombang maksimum dari warna biru yang merupakan warna teramati (komplementer). Panjang gelombang maksimum merupakan panjang gelombang yang nantinya digunakan dalam semua pengukuran terhadap senyawa dari reaksi sianida dengan ninhydrin.

5.3 Waktu Kestabilan Warna

Kestabilan warna dapat diketahui dengan mengamati absorbansi senyawa hidridantin yang terbentuk. Dalam penelitian ini absorbansi dilakukan pada waktu 0 menit, 10 menit, 20 menit, 30 menit, 40 menit, 50 menit. Hasil absorbansi pengukuran waktu kestabilan warna dicantumkan pada lampiran 2.

Larutan yang dipakai adalah larutan standar 0,001 ppm dimana larutan CN^- direaksikan dengan ninhydrin 1% membentuk hidridantin tidak berwarna setelah ditambahkan dengan natrium karbonat (Na_2CO_3) 5% berubah menjadi hidridantin merah. Pada media warna merah mempunyai kestabilan warna selama 30 menit. Selang 30 menit ditambahkan natrium hidroksida (NaOH) 2,5 M sebagai media basa dan mempunyai waktu kestabilan selama 50 menit. Hasil pengamatan waktu kestabilan warna dapat dilihat pada gambar dibawah ini;



Gambar 8. Grafik hubungan antara waktu pengukuran sianida (CN⁻) ninhydrin dengan absorbansi.

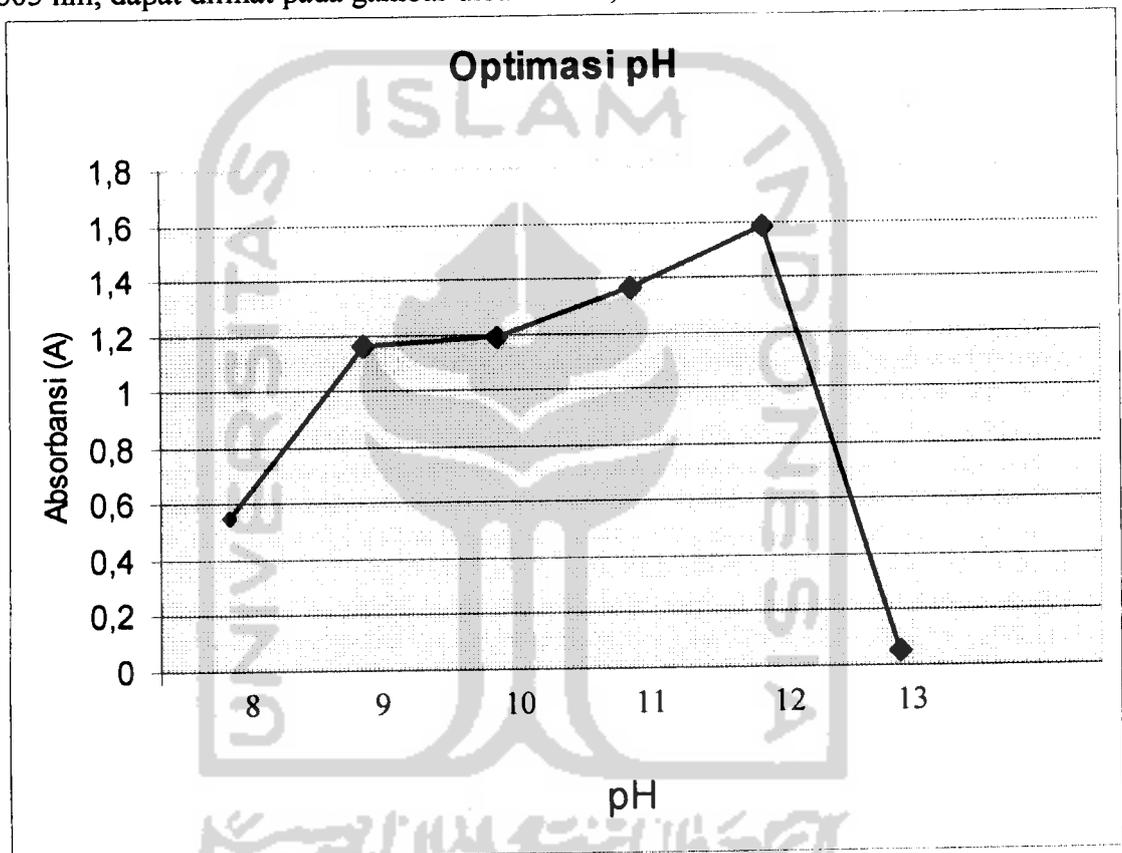
Dari gambar 8 dapat dilihat pada selang waktu antara 0 menit sampai 50 menit absorbansi tetap stabil. Hal ini dijadikan dasar pengukuran dari reaksi sianida (CN⁻) dengan ninhydrin yaitu larutan bisa langsung diukur sampai batas waktu 50 menit dan jangan melebihi waktu 50 menit karena absorbansinya dapat menurun. Dalam reaksi ini senyawa terbentuk dengan cepat dan langsung stabil selama 50 menit. Setelah 50 menit terjadi perubahan warna secara bertahap yang disebabkan karena suhu lingkungan.

Menurut Sandell (1959) warna dari ion kompleks akan dipengaruhi oleh jumlah asam yang ditambahkan serta lama dari ion itu dibuat. Waktu kestabilan perlu diketahui karena sebuah unsur memerlukan rentang waktu tertentu untuk membentuk senyawa yang stabil dengan pereaksinya. Jadi setelah mengetahui waktu kestabilannya diharapkan saat pengukuran larutan dilakukan dalam keadaan stabil.



5. 4 Optimasi Pengaruh pH

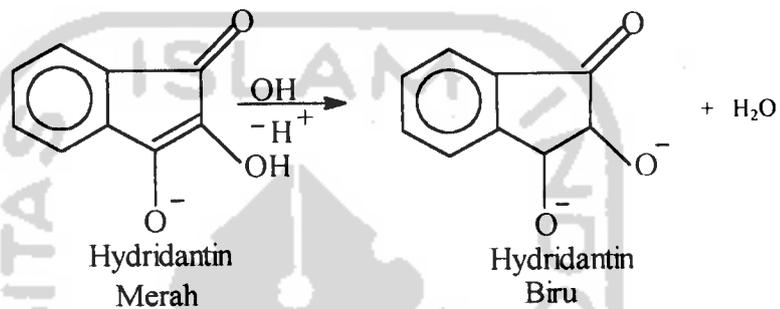
Kondisi optimum pH dapat dilihat dari hubungan antara harga pH 8,0 sampai 13,0 dan pengukuran absorbansi larutan dilakukan pada panjang gelombang 603 nm. Kurva menunjukkan hubungan antara pH dengan absorbansi pada panjang gelombang 603 nm, dapat dilihat pada gambar dibawah ini;



Gambar 9. Pengaruh pH terhadap absorbansi pada panjang gelombang 603 nm.

Berdasarkan spektra yang dihasilkan dapat dilihat bahwa semakin besar pH larutan akan semakin naik pula absorbansinya. Pada pH 8,0 sampai pH 11,0 larutan berwarna merah tua, sedangkan pada pH 12,0 larutan berwarna biru tua tetapi pada pH 13,0 larutan berwarna bening. Hasil absorbansi pengukuran variasi pH optimum dicantumkan pada lampiran 3.

Berdasarkan kurva yang dihasilkan tampak pada pH 8,0, pH 9,0, pH 10,0, pH 11,0, pH 12,0 terjadi kenaikan yaitu 0,547, 1,159, 1,192, 1,365 dan terjadinya pH optimum pada pH 12,0 pada absorbansi 1,584, sedangkan pada pH 13,0 absorbansi menurun dengan cepat yaitu 0,053. Mekanisme reaksi yang terjadi dari kenaikan pH adalah sebagai berikut :



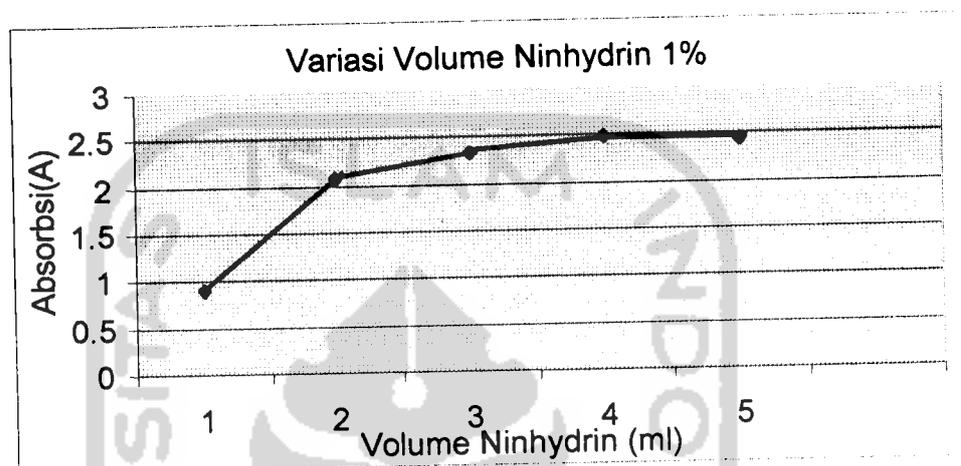
Gambar 10. Mekanisme reaksi dengan kenaikan pH

Berdasarkan reaksi di atas perubahan kenaikan absorbansi terjadi karena pada kondisi tersebut dipengaruhi oleh NaOH atau basa yang ditambahkan pada larutan berwarna merah sehingga ikatan OH akan melepaskan H^+ membentuk ikatan O^- sehingga mempengaruhi warna larutan menjadi biru. Sedangkan penurunan absorbansi terjadi karena penambahan basa yang berlebih mempengaruhi derajat protonisasi relatif rendah disebabkan berkurangnya konsentrasi ion H^+ . Pada pH 13,0 larutan berwarna bening karena keadaan larutan yang sangat basa dan tidak adanya ion H^+ dalam larutan tersebut.

5.5 Optimasi Volume Ninhydrin 1%

Efek ninhydrin diteliti dengan menggunakan konsentrasi sianida tetap Konsentrasi ninhydrin 1% pada tingkat 1 – 5 ml digunakan untuk mencapai warna

yang maksimal. Hasil penelitian optimasi volume ninhydrin 1% ditunjukkan pada gambar 11. Untuk optimasi volume ninhydrin 1% digunakan volume 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml dan 5 ml. Hasil pengamatan hubungan antara volume ninhydrin 1% dengan absorbansi dapat dilihat pada gambar dibawah ini ;



Gambar 11. Grafik hubungan antara volume ninhidrin 1% dengan absorbansi.

Dari gambar 11 terlihat bahwa sebelum penggunaan ninhydrin 4 ml absorbansi terus meningkat, sedangkan pada penggunaan ninhydrin 5 ml absorbansi menurun. Hasil absorbansi pengukuran optimasi penggunaan volume ninhydrin 1% dicantumkan pada lampiran 4.

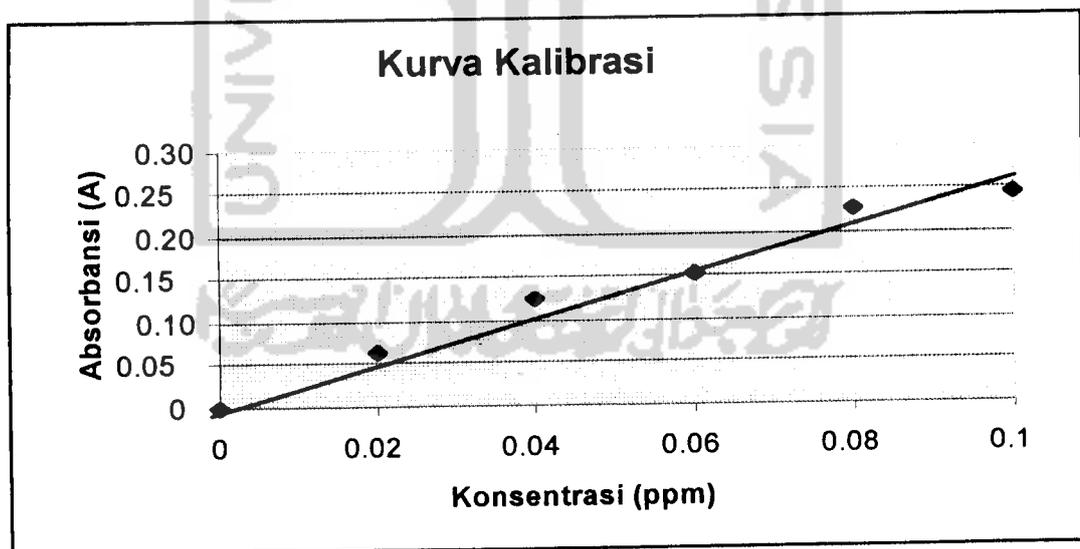
Kenaikan absorbansi kemungkinan disebabkan sisa ninhydrin yang berlebih, karena berdasarkan reaksi dan perhitungan stokiometri untuk bereaksi dengan CN^- 1 ppm sebanyak 4 ml hanya membutuhkan ninhydrin 0,0274 mg. Sehingga keadaan ninhydrin yang berlebih dalam larutan mempengaruhi absorbansi dan warna pada produk akhir. Pada penggunaan ninhydrin 4 ml absorbansi maksimum dan warna yang terlihat adalah warna biru, tetapi pada penggunaan ninhydrin 5 ml absorbansi menurun dan warnanya yang biru pekat. Penurunan tersebut dikarenakan warna yang

ditimbulkan sangat pekat karena adanya sisa ninhydrin berlebih sehingga penyimpangan warna yang terlalu pekat mempengaruhi absorbansi maka kurva akan melengkung disebabkan turunnya absorbansi. Mekanisme reaksi antara ninhydrin dengan sianida dan perhitungan stokiometri dicantumkan dalam lampiran 4.

5. 6 Kurva Kalibrasi

Kurva kalibrasi dapat dibuat dari hasil pengukuran absorbansi larutan standar dengan konsentrasi larutan sampel. Hasil absorbansi pengukuran larutan standar sianida (CN^-) untuk membuat kurva kalibrasi dicantumkan pada lampiran 5.

Kurva kalibrasi yang diperoleh dari larutan standar sianida (CN^-) dengan konsentrasi 0 ppm, 0,02 ppm, 0,04 ppm, 0,06 ppm, 0,08 ppm, 0,1 ppm dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 12. Grafik hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi larutan standar.

Konsentrasi yang diamati terdapat hubungan yang jelas antara absorbansi dengan konsentrasi larutan. Hal ini ditandai dengan garis yang linier, sehingga dilakukan analisis pada daerah tersebut untuk menentukan kandungan sianida (CN⁻) dalam ubi kayu. Dari hasil kurva didapatkan persamaan regresi linear sebagai berikut ;

$r = 0,989$ $A = 0,0105$ $B = 2,508$ dengan persamaan $Y = BX + A$ sehingga $Y = 2,508 X + 0,0105$. Dengan $A =$ intersep dan $B =$ besarnya slope.

5. 7 Uji Statistik

Suatu metode analisis spektrofotometer UV-Vis dikatakan baik bila mempunyai parameter yang baik pula. Parameter tersebut meliputi : limit deteksi, sensitivitas, ketelitian dan ketepatan. Semuanya dapat dihitung dari data larutan standar. Perhitungan uji statistik dicantumkan pada lampiran 6. Hasil perhitungan dilihat pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Uji Parameter Spektrofotometri UV-Vis

No	Parameter	Hasil
1.	Limit Deteksi	0,381
2.	Sensitifitas	0,381
3.	Ketelitian	$1,1193 \times 10^{-2}$
4.	Ketepatan	98,8%

Limit deteksi didefinisikan sebagai konsentrasi unsur yang dapat menghasilkan signal sebesar tiga kali standar deviasi signal *background*. Untuk mengetahui apakah limit deteksi baik atau tidak dalam metode spektrofotometer UV-Vis dapat diperjelas dengan uji stasistik dengan persamaan :

$$y = 3 Sd + a$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}}$$

Dimana, y adalah absorbansi Sd adalah standar deviasi a adalah intersep \hat{y}_i adalah persamaan $Y = B X + A$ dimana X adalah konsentrasi dimasukkan dalam persamaan tersebut.

Sensitivitas didefinisikan sebagai konsentrasi yang memberikan absorbansi 1% absorpsi, tetapi secara sederhana dinyatakan sebagai besarnya kemiringan dari kurva yang diperoleh apabila besarnya pengukuran sigal analitik diplot terhadap konsentrasi dari unsur yang dianalisis. Antara sensitivitas dengan limit deteksi tidak ada perbedaan yang signifikan, berdasarkan perhitungan didapat sensitifitas spektrofotometer UV-Vis sebesar 0,381ppm. Dari perhitungan didapatkan limit deteksi dari spektrofotometer UV-Vis adalah 0,381 ppm atau 0,381 mg/L berarti metoda analisis dari spektrofotometer UV-Vis mempunyai limit yang baik, karena berada diantara 0,0003 – 20 μ g/mL (Aulia, 2003 dalam Ellen, 2003).

Ketelitian suatu metode analisis spektrofotometri UV-Vis menggambarkan kesesuaian antara beberapa hasil yang telah diukur dengan cara yang sama atau dapat didefinisikan bahwa ketelitian suatu metode analisis diukur dengan standar deviasi relatif hasil dari metode itu terhadap rata-rata hasil analisis yang diperoleh. Untuk mengetahui apakah metode analisis spektrofotometer UV-Vis memiliki ketelitian yang baik atau tidak, uji stasistik akan memperjelas hal ini. Untuk mengukur tingkat ketelitian peralatan spektrofotometer UV-Vis dengan mengukur absorbansi yang kemudian diinterpolasikan ke dalam konsentrasi yang sama yaitu 0,04 ppm. Dari kelima data yang diperoleh dibuat rata-rata dengan tingkat kepercayaan 95% (dengan

tingkat probabilitas 5%) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$t \text{ hitung} = \frac{\bar{x} - \mu}{Sd / \sqrt{n}}$$

Dimana \bar{x} adalah rata-rata hasil konsentrasi dari pengukuran sebanyak lima kali, μ adalah konsentrasi yang sebenarnya, Sd adalah standar deviasi dan n adalah jumlah data (5 data), didapat t hitungnya adalah $1,1193 \cdot 10^{-2}$, jika t hitung < t tabel maka metoda analisis spektrofotometer UV-Vis dapat dikatakan teliti, t table ($\alpha ; n-1$) = 0,05 ; 4 = 2,132 dimana t tabel menyesuaikan t hitung. Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini memiliki tingkat ketelitian yang baik.

Ketepatan suatu metode analisis merupakan suatu ukuran yang menggambarkan kesesuaian antara hasil analisis dengan metode yang digunakan dan kandungan sesungguhnya dalam sampel analisis. Ketepatan suatu analisis sangat ditentukan oleh ada tidaknya kesalahan sistematis selama analisis berlangsung. Apabila tidak ada kesalahan sistematis metode spektrofotometer UV-Vis dapat menghasilkan data analisis dengan ketepatan yang tinggi. Untuk mengetahui apakah suatu metode memiliki ketepatan yang tinggi atau tidak dapat diperjelas dengan uji statistik, hal ini untuk mengetahui kesalahan suatu metode dengan persamaan sebagai berikut :

$$E = \frac{|\bar{x} - \mu|}{\mu} \cdot 100\%$$

5. 8 Kandungan Sianida (CN⁻) Dalam Ubi Kayu.

Dari hasil diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 2. Kandungan sianida dalam ubi kayu

No	Jenis Sampel	Kandungan Sianida (CN ⁻) mg/kg sample
1	Manihot utilissima	36,5 ± 8,71
2	Manihot esculenta	143,5 ± 22,09

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar sianida pada ubi kayu varietas pahit (*Manihot esculenta*) sangat tinggi yaitu sebesar 143,5 ± 22,09 mg/kg umbi basah, sedangkan kadar sianida pada ubi kayu pada varietas manis (*Manihot utilissima*) sebesar 36,5 ± 8,71 mg/kg umbi basah. Hasil perhitungan sampel selengkapnya dicantumkan dalam lampiran 7.

Tingginya kandungan sianida pada ubi kayu karena ubi kayu mengandung pati yang mudah mengendap. Ubi kayu varietas manis (*Manihot utilissima*) kandungan sianidanya sangat rendah sehingga tidak dapat menimbulkan efek keracunan bagi yang mengkonsumsi, sedangkan kandungan sianida pada varietas pahit (*Manihot esculenta*) sangat tinggi sehingga memungkinkan efek keracunan bagi yang mengkonsumsi.

Kadar sianida hasil analisis ini ternyata lebih tinggi dari kadar CN⁻ ubi kayu yang dilaporkan oleh ahli agronomi tanaman umbi-umbian Indonesia yaitu pada ubi kayu varietas manis (*Manihot utilissima*) sebesar 27,5 mg/kg, sedangkan pada ubi kayu varietas pahit (*Manihot esculenta*) sebesar 124,0 mg/kg umbi basah. Perbedaan kadar CN⁻ tersebut disebabkan faktor genetik, lingkungan dan kesuburan tanah (Conn, 1978).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil pengamatan dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dalam analisis secara kualitatif menghasilkan warna merah yang menunjukkan adanya sianida (CN⁻) dalam ubi kayu.
2. Kandungan sianida (CN⁻) dalam ubi kayu varietas manis (*Manihot utilissima*) adalah $36,5 \pm 8,71$ mg/kg, sedangkan pada ubi kayu varietas pahit (*Manihot esculenta*) adalah $143,8 \pm 22,09$ mg/kg.

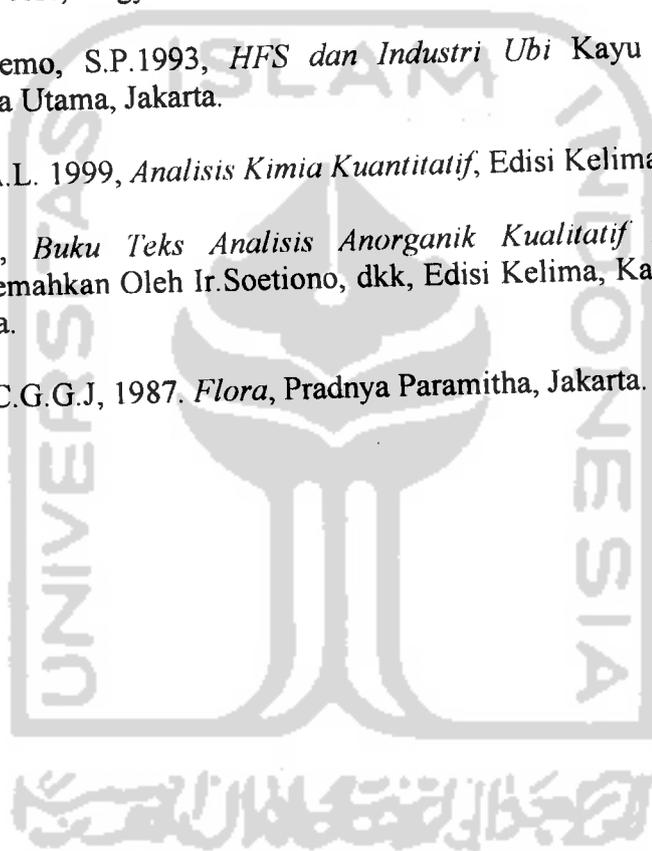
6.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam penentuan sianida (CN⁻) dalam ubi kayu dengan variasi pereaksi lebih murah tetapi memiliki ketelitian tinggi dan metode yang lain.

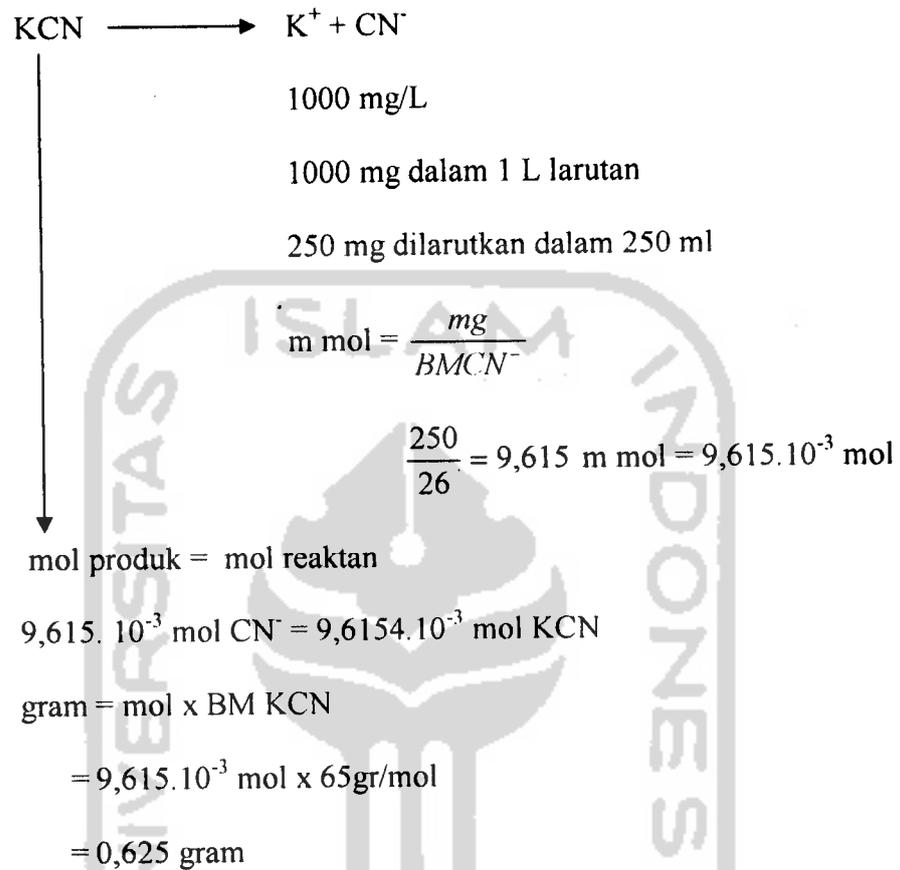
DAFTAR PUSTAKA

- Atkins.P.W., 1994, *Kimia Fisika*, Edisi Keempat, Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Aulia. U.S.B. 2003, *Identifikasi Vitamin C dalam Jambu Mete Secara Spektrofotometri UV-Vis*, Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
- Boedhowie.M, dan Pranggonowati.S.1983, *Petunjuk Praktek Pengawasan Mutu Hasil Pertanian 1*, Dekdikbud.
- Cotton. F. A., 1976, *Kimia Anorganik Dasar*, UI-Press, Jakarta.
- Conn, E.E. 1978, Cyanogenesis : The Productin of hidrogen Cyanide by Plants in keeler, R.F., K.R.V. Kampen & L.F. James (Eds), *Effect of Poisonous Plant on Livestock*. Academic Press, New York.
- Ellen. 2003, *Analisis Fe dan Zn dalam Kosmetik secara Spektrofometer Serapan Atom*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
- Falcon, W.P., 1986, Joner.W.O., Scott. R, *Ekonomi Ubi Kayu di Jawa*, Sinar Harapan, Jakarta.
- Fatimah, I, 1997, *Aktivasi Zeolit Alam Asal Cipatujah Sebagai Adsorben Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka*, Skripsi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gajah Mada, Jogjakarta.
- Khopkar, S.M. 1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, UI Press, Jakarta.
- Makfoel.D, 1983 *Deskripsi Pengolahan Hasil Nabati*, Agritech. Jogjakarta.
- Nagara. P, Hemantha Kumar. M, Yathirajan. H, Prakash. J, 2002, *Novel Sensitive Spectrophotometric Method For The Trace Determination of Cyanide In Industrial Effluent*, Analytical Sciences, Departement of Studies In Chemistry of Mysore, India
- Poedji Astuti. S, 1995. *Studi Banding Analisis Secara Spektrofotometri UV-Vis dan Tampak*, Tesis, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rejeki, S, 1997, *Optimasi Pengukuran Sianida, Ammonia, Nitrat, dan Nitrit Secara Spektrofotometri UV-Tampak*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gajah Mada, Jogjakarta.

- Rusbijantono. J, *Komposisi Kimiawi, Kadar HCN dan Sifat Organoleptik Tempe dari Biji Karet (Hevea brasiliensis) Segar dan di Keringkan*, Pusat Kajian Makanan Tradisional, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sandell. 1999. *Chemical Analisis a Series of Monographs on Analytical Chemistry and It's Applications*, Interscience Publisher Inc. New York.
- Sastrohamidjoyo, H. 1991, *Spektroskopi*, Edisi Kedua, Liberty, Yogyakarta.
- Tjitrosoepomo. G.2000. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*, Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.
- Tjokroadikusoemo, S.P.1993, *HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Underwood. A.L. 1999, *Analisis Kimia Kuantitatif*, Edisi Kelima, Erlangga, Jakarta.
- Vogel., 1985, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro Dan Mikro*, Diterjemahkan Oleh Ir.Soetiono, dkk, Edisi Kelima, Kalman Media Pustaka, Jakarta.
- Van Steenis, C.G.G.J, 1987. *Flora*, Pradnya Paramitha, Jakarta.



Lampiran 1 : Pembuatan larutan induk sianida (CN⁻) 1000 ppm 250 ml.



Sehingga untuk membuat larutan induk sianida (CN⁻) 1000 ppm sebanyak 250 ml dilakukan dengan melarutkan 0,625 gram kristal kalium sianida (KCN) kemudian dilarutkan dengan aquabides dalam labu ukur 250 ml yang diencerkan sampai batas.

Lampiran 2 : Hasil absorbansi waktu kestabilan kompleks.

Tabel 3. Waktu Kestabilan Warna

Waktu Pengukuran (menit)	Absorbansi (A)
0	0,04
10	0,04
20	0,04
30	0,04
40	0,04
50	0,04

Lampiran 3 : Hasil absorbansi variasi pH optimum.

Tabel 4. Variasi pH Optimum

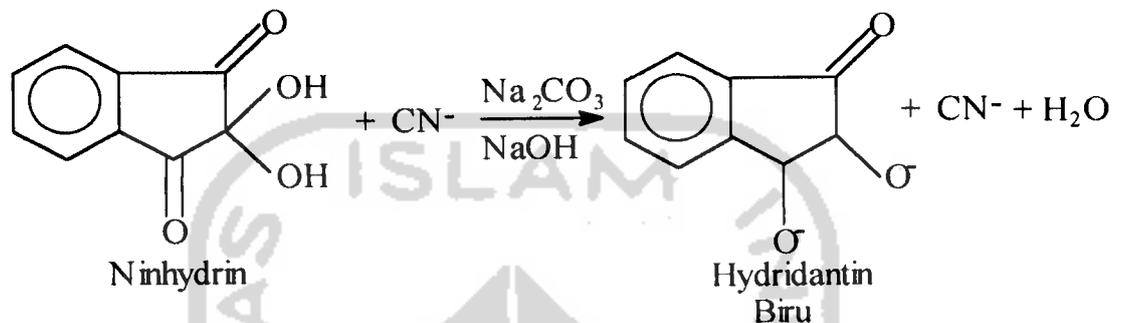
PH	Rata-rata Absorbansi (A)	Warna
8,0	0,547	Merah bening
9,0	1,159	Merah
10,0	1,192	Merah pekat
11,0	1,365	Merah pekat
12,0	1,584	Biru
13,0	0,053	Bening

Lampiran 4 : Optimasi penggunaan volume ninhydrin 1%

Tabel 5. Variasi Volume Ninhidrin 1%

Volume Ninhidrin	Konsetrasi (ppm)	Rata-Rata Absorbansi (A)
1 ml	1 ppm	0,893
2 ml	1 ppm	2,081
3 ml	1 ppm	2,328
4 ml	1 ppm	2,493
5 ml	1 ppm	2,424

Dalam optimasi konsentrasi ninhydrin 1% digunakan volume 1 – 5 ml, dimana volume konsentrasi ninhydrin 1% optimum diperoleh pada penggunaan ninhydrin 4 ml. Sedangkan pada penggunaan 5 ml absorbansi menurun. Mekanisme reaksi yang terjadi pada variasi penambahan volume konsentrasi ninhydrin 1% adalah sebagai berikut :



Berdasarkan mekanisme reaksi di atas maka perhitungan stokiometrinya adalah sebagai berikut :

Sianida (CN⁻) = 1 ppm dengan volume tetap yaitu 4 ml, diperoleh :

$$= \frac{1 \text{ mg}}{1000 \text{ ml}} \times 4 \text{ ml}$$

$$= 0,004 \text{ mg}$$

$$\text{m mol (CN}^-) = \frac{\text{mg}}{\text{BMCN}^-}$$

$$= \frac{0,004}{26}$$

$$= 1,538 \times 10^{-4}$$

$$= 1,538 \times 10^{-7} \text{ gr/mol}$$

$$\text{mol (CN}^-) = \text{mol ninhydrin 1\%}$$

$$\text{gram ninhydrin 1\%} = \text{mol ninhydrin} \times \text{BM ninhydrin}$$

$$= 1,538 \times 10^{-7} \times 178,1 \text{ gr/mol}$$

$$= 2,74 \times 10^{-5} \text{ gram}$$

$$= 2,74 \times 10^{-2} \text{ mg}$$

$$= 0,0274 \text{ mg}$$

Jadi untuk bereaksi dengan 4 ml sianida (CN⁻) 1 ppm hanya membutuhkan 0,0274 mg ninhydrin 1%.

Perhitungan penggunaan ninhydrin 1% volume 1 – 5 ml adalah sebagai berikut :

- 1 ml ninhydrin 1% $= \frac{1gr}{100ml} \times 1ml$
 $= 0,01 \text{ gr}$
 $= 10 \text{ mg}$
 $= (10 - 0,0274) \text{ mg} = 9,973 \text{ mg}$

Jadi dengan penambahan 1 ml ninhydrin untuk bereaksi dengan 4 ml sianida 1 ppm masih ada sisa ninhydrin sebanyak 9,973 mg.

- 2 ml ninhydrin 1% $= \frac{1gr}{100ml} \times 2ml$
 $= 0,02 \text{ gr}$
 $= 20 \text{ mg}$
 $= (20 - 0,0274) \text{ mg} = 19,973 \text{ mg}$

Jadi dengan penambahan 2 ml ninhydrin untuk bereaksi dengan 4 ml sianida 1 ppm masih ada sisa ninhydrin sebanyak 19,973 mg.

- 3 ml ninhydrin 1% $= \frac{1gr}{100ml} \times 3ml$
 $= 0,03 \text{ gr}$
 $= 30 \text{ mg}$
 $= (30 - 0,0274) \text{ mg} = 29,973 \text{ mg}$

Jadi dengan penambahan 3 ml ninhydrin untuk bereaksi dengan 4 ml sianida 1 ppm masih ada sisa ninhydrin sebanyak 29,973 mg.

- 4 ml ninhydrin 1% $= \frac{1gr}{100ml} \times 4ml$
 $= 0,04 \text{ gr}$
 $= 40 \text{ mg}$
 $= (40 - 0,0274) \text{ mg} = 39,973 \text{ mg}$

Jadi dengan penambahan 4 ml ninhydrin untuk bereaksi dengan 4 ml sianida 1 ppm masih ada sisa ninhydrin sebanyak 39,973 mg.



$$\begin{aligned}
 \blacksquare \quad 5 \text{ ml ninhydrin } 1\% &= \frac{1 \text{ gr}}{100 \text{ ml}} \times 5 \text{ ml} \\
 &= 0,05 \text{ gr} \\
 &= 50 \text{ mg} \\
 &= (50 - 0,0274) \text{ mg} = 49,973 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

Jadi dengan penambahan 5 ml ninhydrin untuk bereaksi dengan 4 ml sianida 1 ppm masih ada sisa ninhydrin sebanyak 49,973 mg.

Lampiran 5 : Hasil pengukuran absorbansi larutan standar.

Tabel 6. Absorbansi Larutan Standar

Konsentrasi	Absorbansi (A)
0	0,000
0,02	0,063
0,04	0,125
0,06	0,153
0,08	0,229
0,1	0,246

Lampiran 6 : Perhitungan uji statistik.

Tabel 7. Uji Statistik

Konsetrasi (ppm) (Xi)	(Xi) ²	Absorbansi (yi)	\hat{y}_i	$ y_i - \hat{y}_i $	$ y_i - \hat{y}_i ^2$
0	0	0	$-0,434 \cdot 10^{-2}$	$0,434 \cdot 10^{-2}$	$0,018 \cdot 10^{-3}$
0,02	$4 \cdot 10^{-4}$	0,063	$2,074 \cdot 10^{-2}$	$4,226 \cdot 10^{-2}$	$1,785 \cdot 10^{-3}$
0,04	$16 \cdot 10^{-4}$	0,126	$4,583 \cdot 10^{-2}$	$8,017 \cdot 10^{-2}$	$6,427 \cdot 10^{-3}$
0,06	$36 \cdot 10^{-4}$	0,153	$5,569 \cdot 10^{-2}$	$9,641 \cdot 10^{-2}$	$9,294 \cdot 10^{-3}$
0,08	$64 \cdot 10^{-4}$	0,229	$8,685 \cdot 10^{-2}$	$1,421 \cdot 10^{-1}$	$2,019 \cdot 10^{-2}$
0,1	$1 \cdot 10^{-2}$	0,247	$9,402 \cdot 10^{-2}$	$1,529 \cdot 10^{-1}$	$2,337 \cdot 10^{-2}$
					$\Sigma = 6,108 \cdot 10^{-2}$

$$Y = B X + A$$

$$Y = 2,508 X + 0,0105$$

- Limit Deteksi

$$Y = 3 S_d + a$$

$$\begin{aligned}
 Sd &= \sqrt{\frac{\Sigma(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}} \\
 &= \sqrt{\frac{6,108 \cdot 10^{-2}}{4}} \\
 &= \sqrt{0,01527} \\
 &= 0,12357
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 y &= 3 Sd + a \\
 &= 3 (0,12357) + 0,0105 \\
 &= 0,381 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

- Sensitivitas

Tidak ada perbedaan yang signifikan dengan limit deteksi yaitu : 0,381 ppm

- Ketelitian

Dari larutan 0,04 ppm diuji 5 kali yaitu :

Tabel 8. Uji Ketelitian

Konsetrasi (ppm) (Xi)	Absorbansi (yi)	\hat{y}_i	$ y_i - \hat{y}_i $	$ y_i - \hat{y}_i ^2$
0,04	0,111	$3,986 \cdot 10^{-2}$	$7,114 \cdot 10^{-2}$	$5,060 \cdot 10^{-3}$
0,04	0,113	$4,066 \cdot 10^{-2}$	$7,234 \cdot 10^{-2}$	$5,233 \cdot 10^{-3}$
0,04	0,112	$4,026 \cdot 10^{-2}$	$7,174 \cdot 10^{-2}$	$5,146 \cdot 10^{-3}$
0,04	0,115	$4,145 \cdot 10^{-2}$	$7,355 \cdot 10^{-2}$	$5,409 \cdot 10^{-3}$
0,04	0,112	$4,026 \cdot 10^{-2}$	$7,174 \cdot 10^{-2}$	$5,146 \cdot 10^{-3}$
		$\Sigma = 0,2025$		$\Sigma = 2,599 \cdot 10^{-2}$

$$\bar{x} = \frac{\Sigma \hat{y}_i}{n} = \frac{0,2025}{5} = 0,0405$$

$$\begin{aligned}
 Sd &= \sqrt{\frac{\Sigma(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}} \\
 &= \sqrt{\frac{2,599 \cdot 10^{-2}}{3}} \\
 &= \sqrt{8,633 \cdot 10^{-3}} \\
 &= 0,0937
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{\text{hitung}} &= \frac{\bar{x} - \mu}{Sd / \sqrt{n}} \\
 &= \frac{0,0405 - 0,04}{0,0937 / \sqrt{5}} \\
 &= \frac{5 \cdot 10^{-4}}{0,0937 / 2,2360} \\
 &= \frac{5 \cdot 10^{-4}}{4,190 \cdot 10^{-2}} \\
 &= 1,1193 \cdot 10^{-2}
 \end{aligned}$$

Keterangan : Sd = Simpangan baku atau standar deviasi

n = Banyak analisis

\bar{x} = Rata-rata konsentrasi analisis

μ = Konsentrasi sebenarnya

Dengan tingkat kepercayaan 95%, maka nilai t tabel (0,05 : 4) = 2,132, jadi $t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}$: $1,1193 \cdot 10^{-2} < 2,132$, maka spektrofotometer UV-Vis dinyatakan teliti.

- Ketepatan

$$E = \frac{|\bar{x} - \mu|}{\mu} \times 100\%$$

$$E = \frac{|0,0405 - 0,04|}{0,04} \times 100\%$$

$$= \frac{5 \cdot 10^{-4}}{0,04} \times 100\%$$

$$= 0,0125$$

$$= 1,25\%$$

tingkat kesalahannya : 1,25% atau 0,0125, jadi ketepatannya adalah 98,8%

Dimana :

E = Persen kesalahan

μ = Konsentrasi sebenarnya

\bar{x} = Rata-rata konsentrasi analisis

Lampiran 8 : Hasil perhitungan sampel.

Tabel 9. Absorbansi pada sampel ubi kayu varietas Manis (*Manihot utilissima*)

No.	Pengulangan	Absorbansi (A)
1.	A	0,161
2.	B	0,164
3.	C	0,154

Volume 1 kg ubi kayu : 64 ml/kg

Dengan 1000 kali pengenceran

$$y = 2,508 X + 0,0105$$

$$\diamond 0,161 = 2,508 X + 0,0105$$

$$X = 0,0597$$

$$= \frac{0,0597 \text{ mg}}{1000 \text{ ml}} \times 1000 \times 64 \text{ ml / kg} \times 10$$

$$= 38,2 \text{ mg/kg}$$

$$\diamond 0,164 = 2,508 X + 0,0105$$

$$X = 0,0609$$

$$= \frac{0,0609 \text{ mg}}{1000 \text{ ml}} \times 1000 \times 64 \text{ ml / kg} \times 10$$

$$= 38,9 \text{ mg/kg}$$

$$\diamond 0,154 = 2,508 X + 0,0105$$

$$X = 0,0509$$

$$= \frac{0,0509 \text{ mg}}{1000 \text{ ml}} \times 1000 \times 64 \text{ ml / kg} \times 10$$

$$= 36,5 \text{ mg/kg}$$

Tabel 10. Absorbansi pada Sampel Ubi Kayu Varietas Pahit (*Manihot esculenta*)

No.	Pengulangan	Absorbansi (A)
1.	A	0,245
2.	B	0,218
3.	C	0,235

Volume 1 kg ubi kayu = 163 ml/kg

Dengan 1000 kali pengenceran

$$y = 2,508 X + 0,0105$$

$$\diamond 0,245 = 2,508 X + 0,0105$$

$$X = 0,0932$$

$$= \frac{0,0932 \text{ mg}}{1000 \text{ ml}} \times 1000 \times 163 \text{ ml / kg} \times 10$$

$$= 151,9 \text{ mg/kg}$$

$$\diamond 0,218 = 2,508 X + 0,0105$$

$$X = 0,0824$$

$$= \frac{0,0824 \text{ mg}}{1000 \text{ ml}} \times 1000 \times 163 \text{ ml / kg} \times 10$$

$$= 134,3 \text{ mg/kg}$$

$$\diamond 0,235 = 2,508 X + 0,0105$$

$$X = 0,0892$$

$$= \frac{0,0892 \text{ mg}}{1000 \text{ ml}} \times 1000 \times 163 \text{ ml} / \text{kg} \times 10$$

$$= 145,4 \text{ mg/kg}$$

Tabel 11. Data perlakuan sampel 3 kali pengulangan.

Varietas Manis (<i>Manihot utilissima</i>)			Varietas Pahit (<i>Manihot esculenta</i>)		
X	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$	X	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
38,2	1,7	2,89	151,9	8,1	65,61
38,9	2,4	5,76	134,3	-9,5	90,25
32,5	-4	16	145,4	51,6	2,56
		$\Sigma = 24,65$			$\Sigma = 158,42$

$$N = 3$$

$$\text{Taraf kepercayaan} = 95 \% = 0,95$$

$$T \text{ tabel} = 4,30$$

$$\text{Rata-rata ubi kayu varietas manis (*Manihot utilissima*)} = 36,5 \text{ mg/kg}$$

$$\text{Rata-rata ubi kayu varietas (*Manihot esculenta*)} = 143,8 \text{ mg/kg}$$

Sd = Standar deviasi rata-rata sampel

$$Sd = \sqrt{\frac{\Sigma d^2}{n-1}}$$

Ubi kayu varietas manis (*Manihot utilissima*) :

$$Sd = \sqrt{\frac{24,65}{2}}$$

$$= 3,510$$

Sehingga kandungan sianida dalam ubi kayu varietas manis (*Manihot utilissima*) adalah :

$$\bar{x} \pm t \text{ tabel} \frac{Sd}{\sqrt{n}}$$

$$= 36,5 \pm 4,30 \cdot \frac{3,510}{\sqrt{3}}$$

$$= (36,5 \pm 8,71) \text{ mg/kg sampel}$$

Ubi kayu varietas pahit (*Manihot esculenta*) :

$$\begin{aligned} Sd &= \sqrt{\frac{158,42}{3-1}} \\ &= \sqrt{\frac{158,42}{2}} \\ &= 8,9 \end{aligned}$$

Sehingga kandungan sianida dalam ubi kayu varietas pahit (*Manihot esculenta*) adalah :

$$\begin{aligned} \bar{x} \pm t \text{ tabel } \frac{Sd}{\sqrt{n}} \\ &= 143,8 \pm 4,30 \cdot \frac{8,9}{\sqrt{3}} \\ &= (143,8 \pm 22,09) \text{ mg/kg sampel} \end{aligned}$$

Tabel 12. kandungan sianida dalam ubi kayu dengan 3 kali pengulangan

No.	Pengulangan	Kandungan Sianida pada Ubi Kayu	
		Varietas <i>Manihot utilissima</i> (mg/kg)	Varietas <i>Manihot esculenta</i> (mg/kg)
1.	1	32,8	151,9
2.	2	38,9	134,3
3.	3	32,5	145,4