

**PENENTUAN PERFORMANSI ANALITIK SENSOR STIK PENDETEKSI
SIANIDA DENGAN PEREAKSI NINHIDRIN DAN APLIKASINYA PADA
UMBI GADUNG (*Dioscorea hispida* Dennst)**

SKRIPSI

Oleh:
NI'MATUR ROHMAH
NIM. 13630079



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2018**

**PENENTUAN PERFORMANSI ANALITIK SENSOR STIK PENDETEKSI
SIANIDA DENGAN PEREAKSI NINHIDRIN DAN APLIKASINYA PADA
UMBI GADUNG (*Dioscorea hispida* Dennst)**

SKRIPSI

Oleh:
NI'MATUR ROHMAH
NIM. 13630079

Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2018**

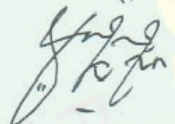
**PENENTUAN PERFORMANSI ANALITIK SENSOR STIK PENDETEKSI
SIANIDA DENGAN PEREAKSI NINHIDRIN DAN APLIKASINYA PADA
UMBI GADUNG (*Dioscorea hispida* Dennst)**

SKRIPSI

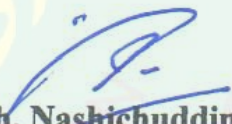
Oleh:
NI'MATUR ROHMAH
NIM. 13630079

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 03 Januari 2018

Pembimbing I


Anik Maunatin, ST., M.P
NIPT. 20140201 2 412

Pembimbing II


Ach. Nashichuddin, M.A
NIP. 19730705 200003 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia


Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002

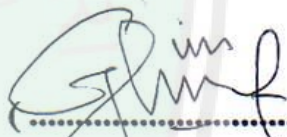
**PENENTUAN PERFORMANSI ANALITIK SENSOR STIK PENDETEKSI
SIANIDA DENGAN PEREAKSI NINHIDRIN DAN APLIKASINYA PADA
UMBI GADUNG (*Dioscorea hispida* Dennst)**

SKRIPSI

Oleh:
NI'MATUR ROHMAH
NIM. 13630079

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 03 Januari 2018

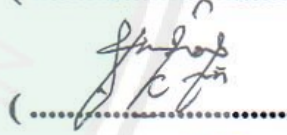
Penguji Utama : A. Ghanaim Fasya, M.Si
NIP. 19820616 200604 1 002

()

Ketua Penguji : Diana Candra Dewi, M.Si
NIP. 19770720 200312 2 001

()

Sekretaris Penguji : Anik Maunatin, ST., M.P
NIPT. 20140201 2 412

()

Anggota Penguji : Ach. Nashichuddin, M.A
NIP. 19730705 200003 1 002

()

**Mengesahkan,
Ketua Jurusan Kimia**

Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790628 200604 2 002



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ni'matur Rohmah

Nim : 13630079

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Penentuan Performansi Analitik Sensor Stik Pendeteksi Sianida dengan Pereaksi Ninhidrin dan Aplikasinya pada Umbi Gadung

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 03 Januari 2018

Yang membuat pernyataan,



Ni'matur Rohmah

NIM. 13630079

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur Alhamdulillah ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan kemudahan yang selalu diberikan kepada hamba-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "**Penentuan Performansi Analitik Sensor Stik Pendeteksi Sianida dengan Pereaksi Ninhidrin dan Aplikasinya pada Umbi Gadung (*Dioscorea hispida Dennst*)**". Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan penulisan skripsi ini kepada:

1. Bapak Abdul Wahid dan Ibu Wartiha, orang tua penulis. Terima kasih atas semua yang telah di ajarkan kepada penulis.
2. Moh. Ainuddin Wahid, Ahmad Jazuli, Wiwit Lismiyani, Lailiyah Indrayanti, saudara penulis. Fina Qathrun Najah, Faiq Naylah Habibah, Moh. Fahril Muqoddas, Fajri Syahdan Abbasi, keponakan penulis. Terima kasih atas dukungan dan kehangatannya.
3. Ibu Anik Maunatin, M.P, selaku dosen pembimbing utama, Ibu Diana Chandra Dewi, M.Si, selaku dosen konsultan, Bapak Ach. Nasichuddin, M.A., selaku dosen pembimbing agama, dan Bapak A. Ghanaim Fasya, M.Si, selaku dosen penguji yang telah membimbing dan membantu mengarahkan penulis.
4. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang atas bantuan dana penelitian kompetitif mahasiswa.
5. Bapak Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
6. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
7. Ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si, selaku ketua jurusan Kimia Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
8. Seluruh dosen dan laboran Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

9. Teman-teman kimia B'13. Terima kasih atas kekeluargaan, keceriaan dan semangatnya.
10. Semua teman-teman kimia angkatan 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, dan 2017. Terima kasih atas kehangatan dan kekeluarganya.
11. Keluarga besar jurusan kimia Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Terima kasih untuk kebersamaannya.
12. Sahabat-sahabatku dan keluarga besar pujasera'3 yang telah mendukung dan menyemangati.
13. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis demi terselesaikannya laporan ini.

Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat dan hidayahnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat diterima, untuk selanjutnya dapat dikembangkan pada penelitian berikutnya dan memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kelengkapan laporan ini dimasa yang akan datang. Semoga penulisan laporan ini mendapatkan ridho dari Allah SWT. Amin.

Malang, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
المخلص.....	xiv
 BAB 1: PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
 BAB II: TINJAUAN PUSTAKA	 7
2.1 Sianida	7
2.2 Umbi Gadung (<i>Dioscorea hispida</i> Dennst).....	12
2.3 Sensor Kimia	20
2.4 Plat Silika.....	23
2.5 Immobilisasi	24
2.6 Adsorpsi.....	25
2.7 Spektrofotometer UV-Vis	27
2.8 Makanan yang Baik dalam Pandangan Islam.....	31
 BAB III: METODE PENELITIAN.....	 34
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	34
3.2 Alat dan Bahan	34
3.2.1. Alat	34
3.2.2. Bahan	34
3.3 Rancangan Penelitian	34
3.4 Tahapan Penelitian	35
3.5 Langkah Kerja	35
3.5.1 Preparasi	35
3.5.2 Optimasi Performansi Analitik	36
3.5.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Hidrindatin Biru dan Merah.....	36
3.5.2.2 Optimasi Waktu Kestabilan Hidrindantin Biru dan Merah	36
3.5.2.3 Penentuan Konsentrasi Optimum Reagen.....	37
3.5.3 Pembuatan Kurva Standar Sianida.....	37
3.5.4 Immobilisasi Reagen Ninhidrin pada Plat Silika untuk Pembuatan Sensor Sianida.....	38

3.5.5	Pengukuran Sampel.....	38
3.5.6	Analisa Data	38
BAB IV	PEMBAHASAN.....	39
4.1	Optimasi Performansi Analitik	39
4.1.1	Panjang Gelombang Maksimum Hidrindantin Biru dan Merah	39
4.1.2	Waktu Kestabilan Optimum Hidrindantin Biru dan Merah.....	42
4.1.3	Konsentrasi Optimum Reagen Ninhidrin.....	44
4.2	Pembuatan Kurva Standar Sianida.....	46
4.3	Pembuatan Sensor Kimia Sederhana Metode Immobilisasi Reagen pada Plat Silika	48
4.3.1	Preparasi	48
4.3.2	Pembuatan Sensor Kimia Sederhana	49
4.4	Pembuatan Deret Intensitas Warna	50
4.5	Pengukuran Sianida dalam Sampel.....	51
4.6	Sensor Stik Pendeteksi Sianida dalam Pandangan Islam	54
BAB V	PENUTUP	57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran.....	57
	Daftar Pustaka.....	58
	Lampiran	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Reaksi Ninhidrin dengan Sianida	12
Gambar 2.2 Tanaman Gadung	13
Gambar 2.3 Umbi Gadung	13
Gambar 2.4 Prinsip Kerja Sensor Stik	22
Gambar 4.1 Panjang gelombang maksimum senyawa hidrindantin	40
Gambar 4.2 Reaksi ninhidrin dengan sianida	41
Gambar 4.3 Kurva waktu kestabilan optimum hidrindantin	43
Gambar 4.4 Kurva konsentrasi optimum reagen ninhidrin	45
Gambar 4.5 Kurva standar sianida dan ninhidrin	47
Gambar 4.6 Deret intensitas warna sensor	51
Gambar 4.7 Hasil analisa sampel pada sensor	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanaman Gadung.....	13
Tabel 2.2 Kandungan zat-zat gizi dalam umbi gadung.....	16



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rancangan Penelitian	63
Lampiran 2 Diagram Alir.....	64
Lampiran 3 Perhitungan.....	69
Lampiran 4 Dokumentasi.....	71
Lampiran 5 Data Instrumen UV-Vis.....	74



ABSTRAK

Rohmah, Ni'matur. 2018. **Penentuan Performansi Analitik Sensor Stik Pendeteksi Sianida dengan Pereaksi Ninhidrin dan Aplikasinya pada Umbi Gadung**. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Anik Maunatin, ST., M.P., Pembimbing II: Ach. Nashichuddin, M.A., Konsultan: Diana Candra Dewi, M.Si.

Kata kunci: Adsorpsi, Ninhidrin, Plat Silika, Sensor kimia, Sianida

Sianida merupakan salah satu zat berbahaya dan beracun yang terdapat dalam umbi gadung. Ketersediaan tes kit yang mudah dan cepat untuk menganalisis sianida sangat diperlukan. Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu penentuan performansi analitik dan pengujian umbi gadung pada sensor. Sensor dibuat dengan metode adsorpsi menggunakan plat silika. Pada penelitian ini performansi analitik yang diuji meliputi waktu kestabilan hidrindantin yang diukur pada menit ke 0-60, reagen ninhidrin yang diukur pada konsentrasi 100, 300, 500, 1000, 1500 dan 2000 ppm untuk sensor biru dan 100, 200, 300, 400, 500 ppm untuk sensor merah. Kurva standar sianida dibuat pada konsentrasi 0,5; 0,7; 0,9; 1,1; 1,3; 1,5 ppm untuk sensor biru dan 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 ppm untuk sensor merah. Deret intensitas warna dibuat pada *range* 0,1; 0,4; 0,7; 1,0 dan 1,5 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang gelombang maksimum hidrindantin biru dan merah berturut-turut adalah 588 dan 490 nm. Waktu kestabilan hidrindantin biru dan merah diperoleh dari menit ke 0-10. Konsentrasi optimum reagen ninhidrin pada hidrindantin biru dan merah berturut-turut yaitu 1500 dan 400 ppm. Analisa umbi gadung menggunakan sensor menghasilkan warna biru pada *range* 0,4-0,7 ppm dan warna merah pada *range* 0,4 ppm. Berdasarkan konfirmasi menggunakan UV-Vis, sianida yang terkandung dalam ekstrak umbi gadung adalah sebesar 0,509 ppm yang setara dengan 50,9 mg/Kg umbi gadung.

ABSTRACT

Rohmah, Ni'matur. 2018. **Determination of Analytical Performance of Cyanide Detector Sensor with Ninhydrin Reagent and Its Application on Yam Tuber.** Thesis. Chemistry Department, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I: Anik Maunatin, ST., M.P., Supervisor II: Ach. Nashichuddin, M.A., Consultant: Diana Candra Dewi, M.Si.

Keywords: Adsorbtion, Ninhydrin, Silica Plate, Chemical Sensor, Cyanide

Cyanide is one of the harmful and toxic substances contained in yam tubers. The availability of an easy and quick test kit to analyze cyanide be necessary. This research consists of two stages that were determination of analytical performance and test of yam tuber on the sensor. Sensors was made by adsorption method using silica plate. In this study the analytical performance that analyzed included stability time of hydrindantin measured at minutes 0-60, ninhydrin reagents measured at concentrations of 100, 300, 500, 1000, 1500 and 2000 ppm for blue sensor and 100, 200, 300, 400, 500 ppm for red sensor. Standard cyanide curve was made at a concentration of 0.5; 0.7; 0.9; 1.1; 1.3; 1.5 ppm for blue sensor and 0.3; 0.4; 0.5; 0.6; 0.7 ppm for red sensor. The color intensity series was made in the range of 0.1; 0.4; 0.7; 1.0 and 1.5 ppm. The results showed that the maximum wavelength of blue and red hydrindantin were 588 and 490 nm, respectively. The stability time of blue and red hydrindantin were obtained from 0-10 minutes. The optimum concentration of ninhydrin reagents in blue and red hydrindantin were 1500 and 400 ppm, respectively. The analysis of yam tubers using the sensor produces blue color in the range of 0.4-0.7 ppm and the red color in the range of 0.4 ppm. Based on the confirmation using UV-Vis, the cyanide contained in the yam tuber extract was 0.509 ppm which equivalent to 50.9 mg/Kg of yam tuber.

الملخص

الرحمة، نعمة. ٢٠١٨. تحديد الأداء التحليلي للكاشف سيانيد للكشف عن العصا مع كاشف نينهيدرين وتطبيقه على درنة. البحث الجامعي. شعبة الكيمياء كلية العلوم والتكنولوجيا، الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرفة الأولى: أنيك معونة، الماجستير، المشرف الثاني: احمد نسح الدين، الماجستير، المستشارة: ديانا جاندر ديو، الماجستير

الكلمات الرئيسية: الامتزاز، نينهيدرين، لوحة السيليكا، الرقبة الكيميائي، السيانيد

السيانيد هو واحد من مواد خطيرة وسامة في الدرنات كادونج. توافر اختبار الطقم سهلة وسريعة لتحليل السيانيد هو ضروري. هذا البحث يتكون من مرحلتين وهما تحديد الأداء التحليلي واختبار المصايح الدرنية على المستشعر. صنع الرقبة مع طريقة الامتصاص باستخدام لوحة السيليكا. و في هذا البحث يقاس وقت الاستقرار المعقدة في دقيقة ٠-٦٠. يقاس الكاشف نينهيدرين بتركيزات ١٠٠، ٣٠٠، ٥٠٠، ١٠٠٠، ١٥٠٠ و ٢٠٠٠ (جزء في المليون) للاستشعار الأزرق و ١٠٠، ٢٠٠، ٣٠٠، ٤٠٠، ٥٠٠ (جزء في المليون) للاستشعار الأحمر. صنع منحني قياسي السيانيد في تركيز ٠,٥، ١,٠، ١,٥، ٢,٠، ٣,٠، ٤,٠، ٥,٠، ٦,٠، ٧,٠، ٨,٠، ٩,٠، ١٠,٠ (جزء في المليون) للاستشعار الأزرق و ٠,٣، ٠,٤، ٠,٥، ٠,٦، ٠,٧ (جزء في المليون) للاستشعار الأحمر. صنعت سلسلة كثافة اللون في طاقة من ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠ (جزء في المليون). وتدل النتائج البحث أن الطول الموجي الأقصى للمجمع هدريندانتين الأزرق والأحمر على التوالي ٥٨٨ و ٤٩٠ نانومتر. وقت الاستقرار لاثنان المجمع حصلت في دقيقة ٠-١٠. و التركيز الأقصى الكاشف نينهيدرين لمجمع هدريندانتين الأزرق والأحمر على التوالي ١٥٠٠ و ٤٠٠ (جزء في المليون). تحليل الدرنات كادونج باستخدام الاستشعار نتج الأزرق في نطاق ٠,٤-٠,٧ (جزء في المليون) و الأحمر في نطاق ٠,٤ (جزء في المليون). والذرة البحث باستخدام، تركيز السيانيد في العينة هو ٠,٥٠٩ (جزء في المليون).

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Makanan merupakan salah satu kebutuhan pokok yang diperlukan untuk kelangsungan hidup manusia. Manusia memperoleh makanan dari segala yang telah Allah SWT ciptakan yang ada di bumi dan di langit. Allah SWT juga memerintahkan makhluknya untuk memakan makanan yang baik lagi halal. Sebagaimana firmanNya dalam surat al Baqarah ayat 168:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُبِينٌ

“Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah setan, karena sesungguhnya setan itu adalah musuh yang nyata bagimu” QS al Baqarah ayat 168.

Sebagaimana ayat tersebut sudah selayaknya manusia mengkonsumsi makanan yang tidak mengandung zat-zat berbahaya seperti halnya sianida dalam jumlah yang tidak semestinya. Selain itu, apabila manusia makan hanya untuk memenuhi nafsunya maka ia termasuk golongan yang merugi sedangkan apabila ia makan dengan tujuan agar mampu beribadah kepada Allah SWT maka ia termasuk golongan yang beruntung. Hal ini menjadikan aktivitas makan tergolong sebagai ibadah.

Tafsir dari ayat tersebut adalah Setelah Allah SWT menjelaskan bahwasanya tiada sembah yang hak kecuali Dia dan bahwasanya Dia sendiri yang menciptakan, Dia pun menjelaskan bahwa Dia maha pemberi rizki bagi seluruh makhluk-Nya. Dalam hal pemberian nikmat, Dia menyebutkan bahwa Dia telah membolehkan manusia untuk memakan segala yang ada di muka bumi, yaitu

makanan yang halal, baik dan bermanfaat bagi dirinya serta tidak membahayakan bagi tubuh dan akal pikirannya. Dan Dia juga melarang mereka untuk mengikuti langkah dan jalan syaitan, dalam tindakan-tindakannya yang menyesatkan para pengikutnya, seperti mengharamkan *bahirah*, *saibah*, *washilah*¹, dan lain-lainnya yang ditanamkan syaitan kepada mereka pada masa Jahiliyyah. Sebagaimana yang dijelaskan dalam sebuah hadits yang terdapat dalam kitab *Shahih Muslim*, yang diriwayatkan dari ‘Iyadh bin Hamad, dari Rasulullah SAW, beliau bersabda: “Allah Ta’ala berfirman: ‘Sesungguhnya setiap harta yang Aku anugerahkan kepada hamba-hamba-Ku adalah halal bagi mereka.’ Selanjutnya disebutkan ‘Dan Aku pun menciptakan hamba-hamba-Ku berada di jalan yang lurus, lalu datang syaitan kepada mereka dan menyesatkan mereka dari agama mereka serta mengharamkan atas mereka apa yang telah Aku halalkan bagi mereka.’” (Tafsir Ibnu Katsir, 2004).

Makanan yang baik merupakan makanan yang bebas dari unsur berbahaya seperti senyawa sianida. Senyawa sianida adalah senyawa kimia yang bersifat toksik dan merupakan jenis racun yang paling cepat aktif dalam tubuh sehingga dapat menyebabkan kematian dalam waktu beberapa menit (akut) (Yuningsih, 2012). Disamping keracunan yang akut, keracunan yang kronis pun sebagai akibat termakannya sianida sedikit demi sedikit namun terus menerus dalam kurun waktu yang lama, dapat mengganggu dan membahayakan kesehatan. Secara teori, kandungan sianida umbi gadung segar yaitu 50 – 400 mg/Kg (Sibuea dalam Maligan, 2011). Sedangkan kandungan asam sianida pada gadung

¹ *Bahirah*, ialah unta betina yang telah beranak lima kali dan anak yang kelima itu jantan, lalu unta betina itu dibelah telinganya, dilepaskan, tidak boleh ditunggangi dan tidak boleh diambil air susunya. *Saibah*, ialah unta betina yang dibiarkan pergi kemana saja disebabkan suatu nadzar. *Washilah*, ialah seekor domba betina melahirkan anak kembar yang terdiri dari jantan dan betina maka yang jantan disebut *washilah*, tidak disembelih dan diserahkan kepada berhala.

berdasarkan penelitian Rudito, dkk. (2009) yaitu 120 mg/Kg. Berdasarkan peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI) sianida yang masih dapat dikonsumsi, untuk makanan dan minuman siap saji sebesar 1 ppm (Badan Standarisasi Nasional, 2006).

Beberapa tahun yang lalu, terdapat berita warga keracunan akibat mengkonsumsi gadung rebus. Salah satu korban keracunan yaitu seorang warga Desa Jangkang, Kabupaten Probolinggo menceritakan bahwa warga mengambil umbi gadung dari hutan dan langsung merebusnya. Umbi gadung direbus sekitar 2 jam kemudian langsung dimakan bersama warga lainnya. Setelah itu, perut mereka terasa mual dan semua warga yang mengkonsumsi gadung rebus tersebut muntah. Setelah didiagnosa oleh tim medis, ternyata mereka keracunan umbi gadung karena pengolahan yang kurang tepat (Ain, 2012).

Permasalahan mendasar pada umbi gadung adalah pemanfaatan yang terbatas pada beberapa produk olahan seperti keripik atau beras gadung. Hal ini disebabkan oleh kandungan racun dalam umbi gadung (Webster *et al.*, 1984). Gadung sebagai bagian dari keluarga *Dioscorea* mengandung sianida yang beracun. Akibatnya masyarakat takut untuk mengkonsumsi umbi gadung. Penelitian Syafi'i, dkk. (2009) tentang pembuatan tepung gadung menunjukkan bahwa kadar sianida terendah diperoleh pada perlakuan pH 5 dan lama pemanasan 5 jam (19,948 ppm) dan tertinggi (82,350 ppm) pada pH 4 dan lama pemanasan 1 jam. Hal ini berarti kadar sianida dapat dihilangkan dengan pemanasan yang cukup lama, namun ada beberapa sianida yang tertinggal dalam gadung segar ataupun produk olahan gadung apabila proses pemanasannya kurang sempurna

sehingga diperlukan adanya tes untuk melihat seberapa kandungan sianida yang masih tersisa.

Metode yang banyak digunakan untuk penentuan sianida adalah spektrofotometri, titrimetri dan kromatografi. Metode spektrofotometri untuk penentuan sianida telah dilaporkan menggunakan ninhidrin sebagai pereaksi dalam suasana basa menghasilkan suatu senyawa berwarna. Metode ini sangat sensitif, selektif, dan tidak membutuhkan pemanasan atau ekstraksi (Sulistyarti, dkk., 2015). Namun, metode-metode tersebut rumit untuk diterapkan langsung di lapangan, mahal dan memerlukan keahlian khusus. Sehingga perlu dibuat sebuah alat yang dapat mengidentifikasi keberadaan sianida pada suatu bahan pangan dengan sifat efektif waktu, murah dan mudah.

Test kit merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi kadar suatu senyawa dengan cukup akurat yang mudah digunakan dan dioperasikan oleh berbagai kalangan (Sulistyarti, dkk., 2015). Keberadaan *test kit* untuk penentuan sianida di Indonesia kebanyakan menggunakan *test kit* cair yang mudah terkontaminasi. Reagen dalam bentuk padat lebih terikat pada medianya daripada dalam bentuk cairan. Penelitian Sulistyarti dkk. (2015) yang mengembangkan *test kit* cair untuk mendeteksi sianida dalam sampel ketela pohon menghasilkan panjang gelombang maksimum sebesar 590 nm. Kondisi maksimum lain yang diperoleh dari penelitian ini adalah pH optimum 12, waktu kestabilan optimum hidrindantin stabil pada 0 – 30 menit, dan konsentrasi optimum ninhidrin 1 %.

Metode pengembangan tes kit padat telah dikembangkan oleh Fitriani (2013) untuk penentuan fenilpiruvat pada urin dengan menggunakan ion ferri yang

diimmobilisasi pada plat silika gel, yaitu dengan perendaman plat silika dalam reagen selama 30 menit dan dikeringkan dengan oven pada suhu 35 °C selama 10 menit. Konsentrasi terkecil fenilpiruvat pada pelarut air dan urin bayi sehat yang dapat terdeteksi dengan metode plat silika gel terimmobilisasi reagen identifikasi fenilpiruvat menunjukkan hasil yaitu natrium fenilpiruvat 0,5 mmol/L.

Berdasarkan ketersediaan *test kit* cair sianida yang lebih banyak beserta beberapa kelemahannya, untuk itu penelitian ini mengembangkan *test kit* padat sebagai metode alternatif untuk penentuan sianida dengan metode immobilisasi reagen pada plat silika. Kondisi reaksi *test kit* yang dibuat akan dioptimasi terhadap beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja metode ini, yaitu terhadap panjang gelombang maksimum dan waktu kestabilan. Kondisi optimum yang diperoleh diaplikasikan pada sampel sianida alami dari umbi gadung kemudian dilakukan validasi menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana performansi analitik penentuan sianida dengan ninhidrin secara spektrofotometri?
2. Bagaimana hasil analisa sensor sianida pada sampel umbi gadung?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui performansi analitik penentuan sianida dengan ninhidrin secara spektrofotometri.
2. Mengetahui hasil analisa sensor sianida pada sampel umbi gadung.

1.4 Batasan Masalah

1. Sampel yang digunakan adalah sampel buatan yang dibuat dari sianida standar dan umbi gadung yang diperoleh dari kecamatan Pandaan Pasuruan.
2. Validasi *test kit* menggunakan metode standar spektrofotometer UV-Vis.
3. Metode yang digunakan adalah immobilisasi reagen pada plat silika.
4. Performansi analitik yang ingin dicapai meliputi:
 - a. Waktu kestabilan
 - b. Konsentrasi optimum reagen
 - c. *Range* deteksi sensor

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mempermudah analisa kandungan sianida dalam suatu bahan pangan.
2. Meminimalisir adanya bahaya keracunan akibat sianida yang terkandung dalam suatu bahan pangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sianida

2.1.1 Definisi Sianida

Senyawa sianida adalah senyawa kimia yang bersifat toksik dan merupakan jenis racun yang paling cepat aktif dalam tubuh sehingga dapat menyebabkan kematian dalam waktu beberapa menit (akut). Sianida merupakan salah satu zat goitrogenik. Sianida adalah kelompok senyawa yang mengandung gugus siano ($-CN$) yang terdapat di alam dalam bentuk berbeda-beda (Luque-Almagro, *et al.*, 2011). Beberapa macam senyawa sianida berwujud gas, padat atau cair, beberapa juga berwujud molekul atau ion. Sianida dapat berupa gas tak berwarna seperti hidrogen sianida (HCN) atau sianogenik klorida ($CNCl$), atau dalam bentuk kristal seperti sodium sianida ($NaCN$) atau kalium sianida (KCN) (Hlaing, *et al.*, 2011).

Sianida di alam dapat diklasifikasikan sebagai sianida bebas, sianida sederhana, kompleks sianida dan senyawa turunan sianida. Sianida bebas adalah penentu ketoksikan senyawa sianida yang dapat didefinisikan sebagai bentuk molekul (HCN) dan ion (CN^-) dari sianida yang dibebaskan melalui proses pelarutan dan disosiasi senyawa sianida (Smith dan Murder, 1991). Kedua spesies ini berada dalam kesetimbangan satu sama lain yang bergantung pada pH sehingga konsentrasi HCN dan CN^- dipengaruhi oleh pH. Pada pH dibawah 7, keseluruhan sianida berbentuk HCN sedangkan pada pH di atas 10,5 keseluruhan sianida berbentuk CN^- (Kyle, 1988).

Sianida (CN⁻) merupakan senyawa yang berpotensi menyebabkan kematian dan mengganggu kesehatan (Zulfah dkk., 2015). Berdasarkan peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI) sianida yang masih dapat dikonsumsi, untuk makanan dan minuman siap saji sebesar 1 ppm, sedangkan batas aman untuk produk olahan kacang-kacangan dan umbi-umbian sebesar 50 ppm (Badan Standarisasi Nasional, 2006).

Asam sianida hanya dilepaskan apabila tanaman terluka (proteksi terhadap kerusakan). Tahap pertama dari proses degradasi adalah lepasnya molekul glukosa yang dikatalisis enzim glukosidase. Sianohidrin yang dihasilkan dapat berdisosiasi secara nonenzimatis untuk melepaskan asam sianida dan sebuah aldehid atau keton, namun pada tanaman reaksi ini biasanya dikatalisis oleh enzim. Sianida dalam bentuk bebas berupa asam sianida (HCN), sedangkan dalam bentuk terikat berupa senyawa glikosida yakni linamarin dan lotausralin. Asam sianida ini merupakan anti nutrisi yang diperoleh dari hasil hidrolisis senyawa glikosida sianogenik seperti linamarin, lotaustralin, dan durin (Widodo, 2005).

Aktivitas enzim linamarase menyebabkan linamarin mengalami hidrolisis menjadi glukosa dan sianohidrin. Sianohidrin lebih lanjut dapat dipecah menjadi HCN dan aseton. Linamarase merupakan enzim ekstraseluler dan bila terjadi kerusakan dinding sel maka linamarin dalam sel dapat kontak dengan linamarase sehingga peristiwa hidrolisis berlangsung (Bradbury dan Holloway dalam Kencana Putra, 1996). Tergantung pada dosisnya, asam sianida dapat menyebabkan sakit sampai kematian. Dosis *lethal* asam sianida pada manusia adalah 0,5 – 3,5 mg/kg berat badan (Winarno, 2002).

Pembentukan HCN melibatkan enzim glukosidase yang dipengaruhi oleh air. Seperti enzim lainnya, glukosidase dipengaruhi oleh pH dan suhu. Menurut Bergstrom dalam Pambayun (2007), enzim glukosidase mempunyai pH optimum sekitar 6,6. Liener dalam Pambayun (2007) mengemukakan bahwa suhu optimum glukosidase adalah 32–48°C. Namun demikian ada beberapa sumber yang menyebutkan bahwa pH optimum glukosidase adalah 6,8–7,2 dengan suhu 30–45°C. Hal seperti ini tentu saja dipengaruhi oleh sumber enzim tersebut berasal.

Secara fisik, HCN termasuk senyawa volatil tidak berwarna, berbau menyengat sebagaimana asam lainnya, dan berasa pahit. Senyawa ini mempunyai titik didih 25,7 °C (Mark dan Liener dalam Pambayun 2007). Dalam keadaan bebas sangat mudah larut dalam air. Dalam jaringan, senyawa ini akan terakumulasi, tetapi apabila terdapat pada suatu permukaan, senyawa ini cepat menguap. Karena sifat kelarutannya sangat mudah larut dalam air, senyawa ini mudah dihilangkan dari bahan. Menurut Winarno (2004) HCN bersifat mudah menguap di udara, terutama pada suhu lebih tinggi dari 25 °C.

Zat goitrogenik adalah zat yang dapat menghalangi pengambilan yodium oleh kelenjar gondok sehingga konsentrasi iodium dalam kelenjar gondok sangat rendah (Moehji dalam Ulunnida 2011). Cara kerja zat goitrogenik ini adalah secara kompetisi menghambat penangkapan iodium oleh sel kelenjar gondok, sehingga mengganggu proses iodisasi pada pembentukan hormon tiroksin (Sulistiyan, 2010).

2.1.2 Peran Zat Goitrogenik terhadap Penyerapan Yodium

Pengambilan yodium oleh kelenjar tiroid dan pelepasan hormon tiroid dari kelenjar dapat dihambat oleh zat goitrogenik dengan tiga cara yaitu:

- a. Zat goitrogenik menghambat pengambilan yodium dengan cara menghasilkan substansi yang bersaing dengan kelenjar tiroid dalam mengambil yodium meliputi senyawa-senyawa glikosida sianogenik. Glikosida sianogenik melepas sianida yang membentuk tiosianat dan senyawa tiosianat ini bersaing dengan kelenjar tiroid dalam mengambil yodium. Glikosida sianogenik merupakan senyawa yang terdapat pada bahan pangan nabati seperti ketela (singkong), jagung, rebung, ubi jalar, *lima beans*, dan *milet* dan secara potensial sangat beracun karena dapat terurai dengan mengeluarkan hidrogen sianida (Gibney, 2004). Hidrogen sianida pada bahan pangan tersebut dengan cepat terurai apabila bahan pangan dihancurkan, dikunyah, mengalami pengirisan, atau rusak. Bila dicerna dapat dengan cepat diserap oleh saluran pencernaan dan masuk ke dalam aliran darah (Winarno, 2002).
- b. Zat goitrogenik menghasilkan substansi pencegah pengambilan yodium oleh kelenjar tiroid yang dihasilkan oleh tanaman kubis, bit, dan mustard. Zat ini bukan hanya menghalangi penyatuan yodium ke dalam hormon tiroid tetapi juga menghambat proses perangkaian untuk menghasilkan hormon T₄ (tiroksin). Karena bersifat nonkompetitif, proses penghambatan tersebut tidak dapat diatasi dengan meningkatkan asupan yodium dari makanan (Gibney, 2004).

- c. Zat goitrogenik menghasilkan substansi yang mencegah proteolisis hormon tiroid dari tiroglobulin meliputi *iodide* yang berlebihan dan substansi dari beberapa jenis rumput laut (Gibney, 2004).

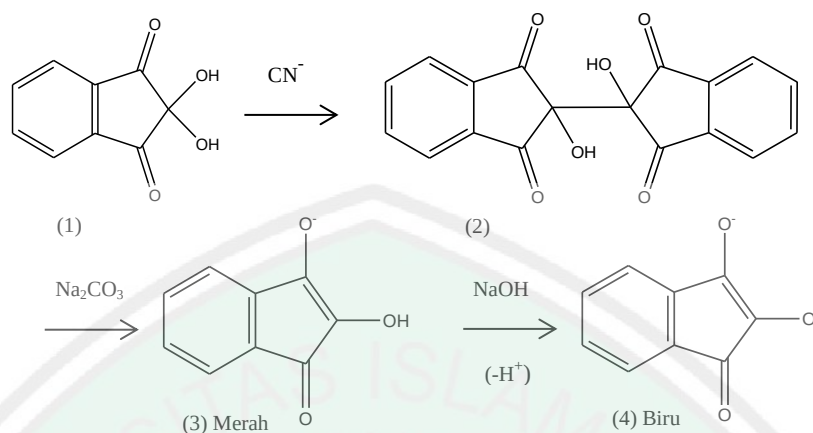
2.1.3 Analisis dan Identifikasi Sianida

Analisis sianida dapat dilakukan dengan metode spektrofotometri menggunakan spektrofotometer UV-Vis . Prinsip metode ini memanfaatkan serapan cahaya oleh molekul dalam daerah spektrum ultraviolet dan visible tergantung pada struktur elektronik dari molekul. Serapan ultraviolet dan visible dari senyawa-senyawa organik berkaitan erat dengan transisi diantara tingkatan-tingkatan tenaga elektronik (Sastrohamidjojo, 1995).

Metode penentuan sianida menggunakan spektrofotometri umumnya menggunakan metode piridin - asam barbiturat karena pereaksi ini murah. Prinsip dari metode asam barbiturat piridin yaitu sianida bebas diubah menjadi sianogen klorida (CNCl) dengan penambahan kloramin T pada pH kurang dari 8, dan direaksikan dengan pereaksi asam barbiturat-piridin sehingga menghasilkan warna merah kebiru-biruan. Warna tersebut dibaca pada panjang gelombang 570 nm (SNI, 2006).

Ninhydrin (1) bereaksi dengan sianida dalam medium netral membentuk hidrindantin tak berwarna (2). Hidrindantin ini memberikan warna merah yang stabil dalam medium natrium karbonat. Ketika natrium hidroksida ditambahkan dalam larutan tersebut, warna larutan berubah menjadi warna biru dalam medium natrium hidroksida. Warna merah (3) dan biru (4) hidrindantin terkait dua bentuk anionik dari *2-hydroxy-1, 3-indanedione*. Warna merah merupakan ion monovalen dan warna biru merupakan ion divalen. Dugaan reaksi

ninhidrin dengan sianida membentuk hidrindantin dapat dilihat pada Gambar 2.1 (Nagaraja, dkk., 2002).



Gambar 2.1 Reaksi ninhidrin dengan sianida (Nagaraja, dkk., 2002)

2.2 Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst)

2.2.1 Karakteristik Tumbuhan Gadung

Umbi gadung adalah golongan tanaman tropis, tersebar di berbagai Negara terutama di dataran India sampai ke Asia Tenggara. Beberapa sumber menyatakan bahwa tanaman gadung berasal dari India dan China Selatan kemudian menyebar ke Asia Tenggara dan Papua New Guinea. Akibat penyebaran itu, maka di beberapa negara tanaman ini terdapat dalam jumlah signifikan dengan sebutan yang berbeda-beda. Di Indonesia, tanaman ini juga memiliki beberapa sebutan, antara lain sikapa (Bali dan Sulawesi) dan undo (Ambon). Di Malaysia, gadung dikenal dengan ubi arak atau gadong mabok. Di Filipina, gadung dikenal dengan nami (Tagalog), gayos (umum) dan karot (Ilokana). Di Burma gadung disebut kywe dan di Thailand dikenal dengan nama kloi (Pambayun, 2007).

Gadung banyak tumbuh di daerah seluruh wilayah Indonesia. Tanaman ini tidak mengenal musim tanam (Rustiana, 2011). Di kebanyakan daerah, gadung

masih merupakan tanaman liar tanpa dibudidayakan yang hanya tumbuh di kebun atau di pekarangan rumah dapat dilihat pada Gambar 2.2. Di beberapa daerah gadung dimanfaatkan sebagai makanan alternatif atau camilan. Kedudukan tanaman gadung secara taksonomi dalam klasifikasi tanaman terdapat pada Tabel 2.1 (Pambayun, 2007):

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanaman Gadung

Kingdom	<i>Plantae</i> (tanaman)
Subkingdom	<i>Tracheobionta</i> (tanaman merambat)
Superdivisi	<i>Spermatophyta</i> (tanaman berbiji)
Divisi	<i>Magnoliophyta</i> (tanaman berbunga)
Klas	<i>Liliopsida</i> (monokotil)
Subklas	<i>Lilidae</i>
Ordo	<i>Liliales</i>
Familia	<i>Dioscoreacea</i> (famili umbi-umbian)
Genus	<i>Dioscorea</i> (berumbi)
Spesies	<i>Dioscorea hispida</i> Dennst (tumbuhan penghasil racun)



Gambar 2.2 Tanaman Gadung



Gambar 2.3 Umbi Gadung

(Sumber : Ardiansari, 2012/ <http://id.wikipedia.org/wiki/Gadung>)

Tanaman gadung merupakan tanaman perdu yang merambat dengan batang berduri, daun lebar dan berbulu seperti beludru, akar menyerupai akar serabut. Batang berdiameter 0,9 cm atau lebih, merambat, dengan panjang bisa

mencapai 10 – 20 meter, bergantung pada lingkungan pertumbuhannya. Daunnya lebar berbulu, merupakan daun majemuk, satu tangkai terdiri dari tiga lembar daun. Ukuran lebar daun bisa mencapai 30 x 28 cm. Bunga tanaman ini berbulir, berbulu, terdapat pada ketiak daun. Begitu umbi ditanam, segera tumbuh akar diikuti tumbuhnya tunas yang semakin lama semakin panjang. Setelah mencapai panjang tertentu, pada batang tunas mulai keluar daun, dan mulailah terjadi pembentukan umbi baru. Dalam waktu satu tahun, tanaman ini menghasilkan umbi dalam bentuk rimpang besar. Umbinya bulat besar dengan kulit berwarna kuning kecokelatan dan berserabut kasar (Pambayun, 2007).

Umbi gadung memiliki beberapa varietas, di antaranya gadung yang berumbi putih (yang besar dikenal sebagai gadung punel atau gadung ketan seperti tampak pada Gambar 2.3. Sementara yang kecil berlekuk-lekuk disebut gadung suntil) dan yang berumbi kuning (antara lain gadung kuning, gadung kunyit atau gadung padi) (Sudarnadi, 1996).

Berdasarkan warna daging, umbi gadung dapat dikelompokkan menjadi gadung putih dan gadung kuning. Contoh gadung putih adalah gadung bentul, gadung kapur, gadung putih, gadung punel, dan gadung arintil, sedangkan contoh gadung kuning adalah gadung kunyit dan gadung padi. Gadung arintil merupakan jenis gadung yang memiliki jumlah umbi yang paling banyak pada tiap gerombolnya. Tebal satu gerombol umbi berkisar 7 – 15 cm dan diameter 15 – 25 cm, dengan serabut umbi yang sangat tajam. Gadung kuning umumnya lebih besar dan padat umbinya dibandingkan gadung putih. Warna kulit luarnya putih keabuan dengan daging umbi berwarna kuning. Pada gadung arintil kulit luarnya berwarna kecokelatan dan warna umbinya putih (Muchtadi, 2010).

Terdapat dua jenis warna gadung yang dilaporkan oleh masyarakat dari daerah Terengganu Malaysia, yang kuning dan putih. Sebagian besar penduduk mengungkapkan bahwa gadung dengan daging umbi kuning memiliki rasa yang lebih enak daripada gadung dengan daging umbi putih. Mereka menyebut umbi kuning sebagai pulut gadung dan umbi gadung putih sebagai jemah. Zat beracun yang terkandung dalam umbi gadung mungkin memiliki hubungan dengan warna umbi, tetapi hal ini belum diteliti sebelumnya (Wahid, dkk., 2011).

Ekologi umbi gadung adalah hutan tropis dengan curah hujan tinggi, hutan kering, tanah lempung, tanah merah, tanah hitam maupun tanah berpasir. Bisa tumbuh di sela-sela tanaman lainnya. Daerah tumbuh pada umumnya di dataran rendah seperti halnya di Indonesia pada umumnya tetapi juga bisa tumbuh di daerah dengan ketinggian 1200 di atas permukaan laut. Selain tumbuh liar, tanaman gadung bisa dibudidayakan dengan cara menanam umbinya atau potongan umbinya. Tanda-tanda gadung telah siap dipanen apabila daun yang menempel pada batang mulai rontok, pangkal batang lapuk dan terlepas dari umbinya. Pada saat itu, umbi gadung harus segera dipanen. Jika terlambat, umbi gadung menghasilkan serat relatif lebih banyak, sehingga pada saat diolah menjadi produk, serat tersebut menurunkan mutu produk olahan (Pambayun, 2007).

2.2.2 Komposisi dan Manfaat Gadung

Kandungan zat-zat gizi yang ada dalam umbi gadung dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kandungan zat-zat gizi dalam umbi gadung

Parameter	Kadar
Kalori	101 Kal
Protein	2,1 g
Lemak	0,2 g
Karbohidrat	23,2 g
Kalsium	20 mg
Fosfor	69 mg
Besi	0,6 mg
Vitamin A	-
Vitamin B	0,1 mg
Vitamin C	9 mg
Air	63 % ^a
Sianida	50 – 400 mg/Kg ^b

Sumber : Departemen Kesehatan (2004), ^aSuismono (1998), ^bSibuea (2002)

Kandungan utama umbi gadung yang berupa karbohidrat memberikan kontribusi positif, bahwa umbi gadung merupakan bahan pangan sebagai sumber karbohidrat. Umbi gadung dijadikan sebagai pangan alternatif pada saat musim kemarau tiba. Selain itu, dengan komponen utama karbohidrat, umbi ini berpotensi dijadikan sebagai bahan industri pengolahan tepung dan produk lainnya. Dalam protein umbi gadung terdapat asam amino glutamat yang jumlahnya signifikan. Sebagaimana diketahui, asam amino tersebut bersifat umami (gurih) apabila dikonsumsi. Oleh sebab itu, makanan olahan umbi gadung memberikan rasa lebih gurih dari pada makanan olahan yang dibuat dari umbi-umbian lainnya (Pambayun, 2007).

Selain mengandung zat gizi, umbi gadung juga mengandung alkaloid dioskorin, yaitu suatu substansi yang bersifat relatif basa, mengandung satu atau lebih atom nitrogen, dan seringkali bersifat toksik (Kardinan, 2005). Umbi gadung juga mengandung diosgenin yang juga termasuk golongan alkaloid, dioskorin

bersifat lebih toksik dibanding dengan diosgenin, namun keduanya sering menyebabkan keracunan apabila gadung dikonsumsi. Dioskorin mempunyai rumus kimia $C_{13}H_{19}O_2N$ dengan berat molekul 221,16 (Windholz dalam pambayun, 2007).

Senyawa ini bersifat sangat mudah larut dalam air, asam, basa, dan alkohol, namun sukar larut dalam eter dan benzene. Senyawa ini memiliki efek *haemolisis* pada susunan saraf sehingga dapat menyebabkan kelumpuhan. Gejala keracunan akibat mengkonsumsi gadung dengan pengolahan kurang sempurna antara lain radang kerongkongan, pening, lemas, muntah-muntah, pingsan, dan kejang perut. Meskipun umbi gadung dikenal mempunyai senyawa toksik, namun umbi gadung juga memiliki khasiat untuk pengobatan seperti pada pengobatan diabetes mellitus dan rematik (Hariana, 2004). Menurut Wijayakusuma dalam Adil (2010), umbi gadung dapat digunakan sebagai obat luar maupun obat dalam. Umbi gadung mentah mengandung alkaloid yang dapat digunakan sebagai bahan racun hewan atau obat luka. Sisa pengolahan tepungnya dapat digunakan sebagai insektisida.

2.2.3 Kandungan Sianida dalam Umbi Gadung

Secara teori, kandungan sianida umbi gadung segar yaitu 50 — 400 mg/Kg (Sibuea dalam Maligan, 2011). Sedangkan kandungan asam sianida pada gadung berdasarkan penelitian Rudito, dkk. (2009) yaitu 120 mg/Kg. Kemudian kandungan sianida gadung berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Harjono, dkk. (2008) yaitu 469 mg/Kg. Berdasarkan SNI, asam sianida hanya boleh terdapat dalam produk pangan secara alami atau sebagai akibat dari penambahan

perisa alami. Batas sianida dalam produk pangan (makanan) maksimal 1 ppm (Badan Standardisasi Nasional, 2006).

2.2.4 Mekanisme Toksisitas Asam Sianida

Glikosida yang masuk ke dalam tubuh terhidrolisis dengan cepat sehingga ion CN^- nya lepas. Kemudian melalui sirkulasi beredar ke jaringan-jaringan (bila ke pulmo sebagian dapat dieliminasi), tetapi bila sampai ke sel-sel saraf maka zat tersebut akan menghambat respirasi sel-sel tersebut sehingga mengganggu fungsi sel. Mekanisme penghambatan respirasi sel adalah dengan adanya penghambatan terhadap reaksi reversibel pada enzim-enzim yang mengandung Fe^{3+} di dalam sel. Enzim yang sangat peka terhadap inhibisi sianida adalah sitokrom oksidase. Jika di dalam sel terjadi kompleks ikatan enzim sianida, maka proses oksidasi akan terblok, sehingga sel kekurangan oksigen. Jika HCN bereaksi dengan hemoglobin akan membentuk *cyano-Hb* yang menyebabkan darah tidak dapat membawa oksigen. Tambahan sianida dalam darah yang mengelilingi komponen jenuh di eritrosit diidentifikasi sebagai *methemoglobin*. Kedua sebab inilah yang menyebabkan *histotoxix-anoxia* dengan gejala klinis antara lain respirasi cepat dan dalam. Kejadian kronis akibat adanya sianida terjadi karena tidak semua SCN^- (tiosianat) terbuang bersama urin. Walaupun SCN^- dapat melewati glomerulus dengan baik, tetapi sesampainya di tubuh sebagian akan diserap ulang, seperti klorida. Selain itu, meski sistem peroksidase kelenjar tiroid dapat mengubah SCN^- menjadi sulfat dan sianida, tetapi hal ini berarti sel-sel tetap berenang dalam konsentrasi sianida yang melebihi batas toleransi tubuh (Widodo, 2005).

Sianida dapat merugikan utilisasi protein terutama asam-asam amino yang mengandung sulfur, seperti metionin, sistein, vitamin B_{12} , zat besi, tembaga,

yodium, dan produksi tiroksin. Menurut Bradbury dan Holloway dalam Kencana Putra (1996), pada orang-orang yang konsumsi iodiumnya rendah, asam sianida dapat mendorong timbulnya penyakit gondok dan kekerdilan. Sianida dapat juga menjadi penyebab penyakit-penyakit neurologis dan dapat merusak asam amino esensial yang mengandung sulfur seperti metionin dan sistein.

Pada umbi gadung, senyawa alkaloid semakin ke arah kulit semakin tinggi. Paling tinggi berada pada posisi sekitar 1 cm dari permukaan kulit. Pada konsentrasi tinggi dalam tubuh, HCN dapat menghambat enzim sitokrom oksidase, sehingga semua oksidasi dalam jaringan tubuh terganggu. Sedangkan pada konsentrasi rendah dapat mengganggu pernapasan. Konsumsi produk gadung yang masih mengandung residu HCN akan mengganggu kesehatan tubuh, yaitu menyebabkan KI (Kurang Iodium) dan KKP (Kurang Kalori Protein). Hal ini merupakan dua masalah gizi utama di Indonesia yang harus diatasi. Senyawa HCN dalam tubuh yang masuk melalui makanan berupa gadung akan bereaksi dengan sulfur membentuk senyawa tiosianat (SCN^-). Sulfur yang digunakan berasal dari asam amino esensial yang mengandung metionin dan sistein. Akibatnya, dalam tubuh akan kekurangan protein atau asam amino tersebut, yang dapat menyebabkan KKP (Kurang Kalori Protein). Masalah lain, iodium yang semestinya diserap oleh kelenjar tiroid akan diikat oleh senyawa ionik, termasuk SCN^- . Kebanyakan SCN^- dalam tubuh akan menyebabkan deplesi senyawa iodin, sehingga dapat berakibat *endemic goitre* (gondok) dan *endemic cretinism* (pertumbuhan lambat dengan defisiensi mental, kurang pendengaran, dan gagu) (Pambayun, 2007).

2.3 Sensor Kimia

Secara umum sensor bisa diartikan sebagai alat atau piranti yang dapat *mentransform* (mengubah) suatu energi ke energi lainnya. Sensor kimia adalah suatu alat analisa (*analytical device*) yang berisi reagen kimia (*chemical reagent*) yang dapat bereaksi dengan analit tertentu dalam larutan atau gas sehingga menghasilkan perubahan fisika-kimiawi yang selanjutnya dapat diubah menjadi sinyal elektrik yang menunjukkan konsentrasi dari analit tersebut. Performansi atau kemampuan suatu sensor kimia dapat ditunjukkan oleh beberapa parameter berikut (Kuswandi, 2010):

1. Selektivitas

Selektivitas merupakan salah satu parameter penting sensor kimia, dan parameter ini menentukan kelayakan sensor kimia yang digunakan dalam analisis suatu analit. IUPAC metode penentuan selektivitas suatu sensor ditentukan dengan metode interferensi tetap (*fixed interference method*).

2. Waktu Respon

Menurut IUPAC waktu respon dari suatu sensor kimia dinyatakan sebagai waktu antara pertama kali sensor direaksikan dengan sampel (bisa dicelupkan, diekspos atau dialirkan) dan waktu pertama kali respon menghasilkan sinyal (warna) yang stabil.

3. Sensitivitas

Sensitivitas merupakan ukuran seberapa sensitif sensor mengenali zat yang dideteksinya. Sensor yang baik akan mampu mendeteksi zat meskipun jumlah zat tersebut sangat sedikit dibandingkan zat lain disekelilingnya (Wolfbeis, 1998).

4. Limit deteksi

Limit deteksi merupakan tingkat konsentrasi paling rendah yang dapat dideteksi oleh sensor (Wolfbeis, 1998).

5. Stabilitas dan daya tahan

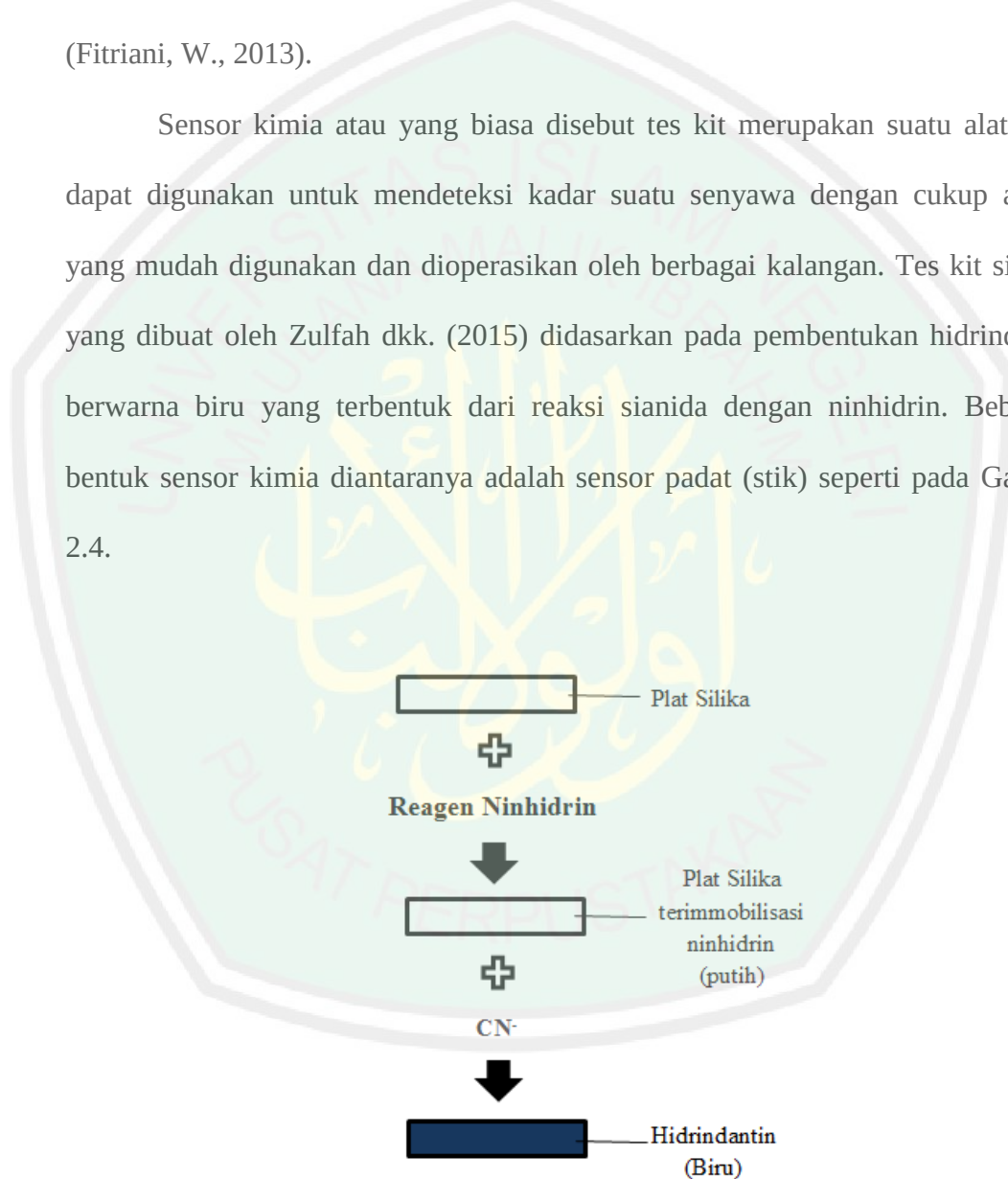
Stabilitas dan daya tahan yaitu sejauh mana sensor dapat secara konsisten memberikan besar sensitivitas yang sama untuk suatu zat tertentu, serta seberapa lama sensor tersebut dapat terus digunakan. Selain sifat – sifat tersebut, terdapat dua sifat lain yang juga tidak kalah pentingnya terutama bagi sensor komersial yaitu energi yang dibutuhkan untuk menjalankan sensor tersebut. Dan yang kedua adalah harga yang dibutuhkan untuk memproduksi sensor ini (Wolfbeis, 1998).

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam bidang sensor kimia, antara lain: Sulistyarti dkk. (2015) melakukan pembuatan sensor kimia untuk deteksi sianida dalam ketela pohon menggunakan reagen ninhidrin dalam bentuk *spot test*. Prabowo (2012) melakukan penelitian tentang pembuatan sensor kimia bentuk stik menggunakan reagen $\text{Zn}(\text{CNS})_2$ untuk mendeteksi rhodamin B dalam sampel makanan. Suwanto (2006) membuat sensor optik untuk mendeteksi larutan tembaga (II) menggunakan PAR sebagai *ionophore dye*.

Penelitian Sulistyarti dkk. (2015) pada pembuatan tes kit cair dengan reagen ninhidrin untuk mendeteksi sianida menghasilkan panjang gelombang maksimum hidrindantin 590 nm, pH reaksi 12, waktu kestabilan hidrindantin 30 menit, dan konsentrasi optimum ninhidrin 1%. Tes kit yang dibuat dapat digunakan untuk menganalisis kandungan sianida dengan konsentrasi 1-10 ppm. Tes kit tersebut berhasil diaplikasikan untuk mengukur kandungan sianida pada ketela pohon dengan hasil uji kandungan sianida sebesar 5,3 ppm.

Penelitian lain yang menghasilkan sensor padat adalah sensor untuk penentuan fenilpiruvat pada urin oleh Fitriani (2013). Sensor tersebut menggunakan teknik immobilisasi reagen FeCl_3 pada plat silika gel. Teknik immobilisasi reagen pada pH optimum diperoleh pada waktu perendaman plat silika gel selama 30 menit dan pengeringan pada suhu 35°C selama 10 menit. (Fitriani, W., 2013).

Sensor kimia atau yang biasa disebut tes kit merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi kadar suatu senyawa dengan cukup akurat yang mudah digunakan dan dioperasikan oleh berbagai kalangan. Tes kit sianida yang dibuat oleh Zulfah dkk. (2015) didasarkan pada pembentukan hidrindantin berwarna biru yang terbentuk dari reaksi sianida dengan ninhidrin. Beberapa bentuk sensor kimia diantaranya adalah sensor padat (stik) seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Prinsip kerja sensor stik

2.4 Plat Silika

Silika gel merupakan penyerap polar yang paling sering digunakan, meskipun demikian silika gel juga banyak dijumpai dalam bentuk yang termodifikasi. Silika gel merupakan padatan pendukung yang ideal karena stabil pada kondisi asam, *non swelling*, memiliki karakteristik pertukaran serta memiliki daya tahan tinggi terhadap panas dan mudah dimodifikasi dengan bahan lain. Selain itu silika gel memiliki situs aktif berupa gugus silanol (SiOH) dan siloksan (Si-O-Si) di permukaan (Buhani dkk., 2009).

Partikel silika gel mengandung gugus hidroksil di permukaannya yang membentuk ikatan hidrogen dengan molekul-molekul polar. Air yang terserap dalam gel mencegah molekul-molekul polar dari pencapaian permukaan. Untuk mengatasinya gel diaktifkan dengan pemanasan sehingga air yang terserap dapat dikeluarkan. Silika gel merupakan fase diam pada kromatografi lapis tipis. Fase diam untuk kromatografi lapis tipis seringkali juga mengandung substansi yang mana dapat berpendar dalam sinar ultra violet (Solihat, 2004).

Silika gel merupakan silika amorf tersusun dari tetrahedral SiO_4 yang tersusun secara tidak beraturan dan beragregasi membentuk kerangka tiga dimensi yang terbentuk karena kondensasi asam ortosilikat. Struktur satuan mineral silika pada dasarnya mengandung kation. Si^{4+} yang terkoordinasi secara tetrahedral dengan anion O^{2-} . Rumus kimia silika gel secara umum adalah $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ (Oscik, 1982).

Kemampuan adsorpsi silika gel dipengaruhi oleh adanya situs aktif pada permukaannya yakni berupa gugus silanol (Si-OH) dan gugus siloksan (Si-O-Si). Sifat adsorpsi silika gel ditentukan oleh orientasi dari ujung tempat gugus hidroksi

yang berkombinasi (Hartono dkk., 2002). Ketidakteraturan susunan permukaan tetrahedral SiO_4 pada silika gel menyebabkan jumlah distribusi satuan luas bukan menjadi ukuran kemampuan adsorpsi silika gel walaupun gugus silanol dan siloksan terdapat pada permukaan silika gel. Kemampuan adsorpsi silika gel ternyata tidak sebanding dengan jumlah gugus silanol dan siloksan yang ada pada permukaan silika gel, namun bergantung pada distribusi gugus $-\text{OH}$ per satuan luas adsorben (Oscik, 1982).

Metode analisis fenilketonuria menggunakan plat silika gel yang terimmobilisasi reagen FeCl_3 , MgSO_4 dan larutan buffer $\text{CH}_3\text{COONa-HCl}$. Jumlah mol terbaik reagen FeCl_3 dan MgSO_4 untuk bereaksi dengan fenilpiruvat secara spektrofotometri tampak adalah FeCl_3 3 mmol/L dan MgSO_4 3 mmol/L, sedangkan pH optimum larutan buffer $\text{CH}_3\text{COONa-HCl}$ adalah pH 2,0. Teknik immobilisasi reagen FeCl_3 , MgSO_4 pada mol terbaik dan larutan buffer pada pH optimum diperoleh pada waktu perendaman plat silika gel selama 30 menit dan pengeringan pada suhu 35°C selama 10 menit. Konsentrasi terkecil fenilpiruvat pada pelarut air dan urin bayi sehat yang dapat terdeteksi dengan metode plat silika gel terimmobilisasi reagen identifikasi fenilpiruvat menunjukkan hasil yang sama yaitu natrium fenilpiruvat 0,5 mmol/L (Fitriani, W., 2013).

2.5 Immobilisasi

Teknik immobilisasi adalah suatu cara bagaimana mengikat reagen pada suatu matriks dengan syarat aktifitas dari reagen tersebut masih tetap ada (Sholecha, 2002). Metode immobilisasi secara fisik meliputi proses penyerapan (adsorpsi), pemerangkapan (*entrapment*), pengkapsulan (*encapsulation*) dan

interaksi elektrostatik. Sedangkan secara kimia meliputi pembentuk ikatan kovalen dan *crosslinking* (Kuswandi, 2010).

1. Cara fisik yang meliputi teknik secara penjebakan (*entrapment*) yang merupakan suatu cara immobilisasi dimana reagen yang akan digunakan diperangkap dalam suatu matriks, *encapsulation* dan adsorpsi pada penyangga padat (Wang dalam Setiwan, 2010).
2. Cara kimia yaitu meliputi teknik pengikatan baik secara kovalen, non kovalen dan teknik ikatan silang (*crosslinking*). Teknik kovalen membutuhkan waktu yang sangat lama dan seringkali memerlukan beberapa tahap kimia.
3. Kombinasi secara fisik dan kimia.

Immobilisasi suatu zat dapat dilakukan dengan mencampurkan senyawa dengan suatu adsorben. Senyawa dapat teradsorpsi secara fisika atau kimia dan tertahan bersama adsorben dengan stabil. Immobilisasi pada KLT yang paling umum adalah menambahkan *agent fluorosense* sehingga KLT dapat berpendar di bawah lampu ultraviolet (Sholecha, 2002).

2.6 Adsorpsi

Adsorpsi adalah pengumpulan substansi pada permukaan adsorban berbentuk padatan (Reynolds dan Paul, 1995). Adsorpsi juga memiliki pengertian sebagai peristiwa penyerapan atau pengayaan (*enrichment*) suatu komponen di daerah antar fasa. Adsorpsi sendiri merupakan pengaruh dari gaya kohesi seperti ikatan valensi dan gaya tarik Van der Waals. Molekul-molekul tersebut saling mengikat kesemua arah sehingga dicapai suatu titik keseimbangan (*equilibrium*). Akan tetapi molekul lapisan terluar suatu zat padat mempunyai gaya tarik yang tidak diimbangi oleh molekul lainnya seperti zat cair dan gas sehingga permukaan

zat padat dapat menangkap molekul fluida yang berdekatan. Fenomena ini dikenal dengan istilah adsorpsi pada permukaan adsorben.

Padatan berpori yang menghisap atau menyerap (*adsorp*) dan melepaskan (*desorp*) suatu fluida disebut adsorben. Molekul fluida yang dihisap tetapi tidak terakumulasi atau melekat ke permukaan adsorben disebut adsorptif, sedangkan yang terakumulasi atau melekat disebut adsorbat. Faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain (Pohan dalam Kusnanto, 2007):

1. Karakteristik fisika dan kimia dari adsorben antara lain luas permukaan dan ukuran pori.
2. Konsentrasi adsorbat di dalam fasa cair.
3. Karakteristik fasa cair antara lain pH dan temperatur.
4. Waktu adsorpsi.

Adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan gaya yang menyebabkan adsorpsi yaitu (Oscik, 1982):

1. Adsorpsi fisika

Gaya yang menyebabkan adsorpsi pada adsorpsi fisika merupakan gaya Van der Waals. Gaya ini menyangkut tarik menarik elektrostatis antar molekul secara fisika yang terjadi antara permukaan adsorben dan adsorbat tanpa disertai perubahan kimia. Adsorbat dalam adsorpsi fisika tidak terikat kuat dengan adsorbennya sehingga dapat dengan mudah terjadi desorpsi atau pelepasan kembali adsorbat dari permukaan adsorben. Adsorpsi fisika ini mempunyai panas adsorpsi molar kurang dari 40 kJ/mol.

2. Adsorpsi kimia

Adsorpsi kimia merupakan hasil interaksi elektron-elektron molekul adsorben dan adsorbat sehingga mencakup pembentukan ikatan kimia. Gaya ikat yang terjadi lebih kuat daripada adsorpsi fisika sehingga adsorpsi kimia sulit terjadi desorpsi atau pelepasan kembali adsorbat dari permukaan adsorben. Adsorpsi kimia mempunyai panas adsorpsi tinggi yaitu sekitar 40 – 800 kJ/mol. Adsorbat hanya dapat membentuk satu lapisan atau monolayer pada permukaan adsorben.

2.7 Spektrofotometer UV-Vis

Para kimiawan telah lama menggunakan warna sebagai bantuan dalam mengenali zat-zat kimia. Spektrofotometri dapat dianggap sebagai perluasan suatu pemeriksaan visual yang dengan studi lebih mendalam dari absorpsi energi radiasi oleh macam-macam zat kimia memperkenankan dilakukannya pengukuran ciri-cirinya serta kuantitatifnya dengan ketelitian yang lebih besar. Dengan menggantikan mata manusia dengan pelacak-pelacak lain dari radiasi dimungkinkan studi dari absorpsi di luar daerah terlihat spektrum. Seringkali percobaan-percobaan spektrofotometrik dapat dilakukan secara otomatis. Dalam penggunaannya pada masa sekarang, istilah spektrofotometri mengingatkan pengukuran berapa jauh energi radiasi diserap oleh suatu sistem sebagai fungsi panjang gelombang dari radiasi, maupun pengukuran absorpsi terisolasi pada suatu panjang gelombang tertentu (Day dan Underwood, 1986).

Dalam analisis spektrofotometri digunakan suatu sumber radiasi yang menyorok ke dalam daerah ultraviolet spektrum itu. Dari spektrum ini, dipilih panjang-panjang gelombang tertentu dengan lebar pita kurang dari 1 nm. Proses ini memerlukan penggunaan instrumen yang lebih rumit dan karenanya lebih

mahal. Instrumen yang digunakan untuk maksud ini adalah spektrofotometer, dan seperti tersirat dalam nama ini, instrumen ini sebenarnya terdiri dari dua instrumen dalam satu kotak sebuah spektrometer dan sebuah fotometer (Bassett *et. al.*, 1994).

Spektrofotometer sesuai dengan namanya adalah alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi. Jadi spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang (Khopkar, 2003).

Bila cahaya (monokromatik maupun campuran) jatuh pada suatu medium homogen, sebagian dari sinar masuk akan dipantulkan, sebagian di serap dalam medium itu, dan sisanya diteruskan. Jika intensitas sinar masuk dinyatakan oleh I_0 , I_a intensitas sinar terserap, I_t intensitas sinar diteruskan, I_r intensitas sinar terpantulkan, maka: $I_0 = I_a + I_t + I_r$. Untuk antar muka udara-kaca sebagai akibat penggunaan sel kaca, dapatlah dinyatakan bahwa sekitar 4% cahaya masuk dipantulkan. I_r biasanya terhapus dengan penggunaan suatu kontrol, seperti misalnya sel pembanding, jadi: $I_0 = I_a + I_t$ (Bassett *et. al.*, 1994)

Spektrum absorpsi dapat diperoleh dengan menggunakan bermacam-macam bentuk contoh: gas, lapisan tipis cairan, larutan dalam bermacam-macam pelarut, dan bahkan padat. Kebanyakan pekerjaan analitik menyangkut larutan, dan kita diharapkan di sini untuk mengembangkan satu uraian kuantitatif dari hubungan konsentrasi larutan dan kemampuannya untuk menyerap radiasi. Pada

waktu yang sama, kita harus sadar bahwa besarnya absorpsi akan tergantung juga pada jarak yang dijalani oleh radiasi melewati larutan (Day dan Underwood, 1986).

2.7.1 Hukum Lambert

Hukum ini menyatakan bahwa bila cahaya monokromatik melewati medium tembus cahaya, laju berkurangnya intensitas oleh bertambahnya ketebalan, berbanding lurus dengan intensitas cahaya. Ini setara dengan menyatakan bahwa intensitas cahaya yang dipancarkan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya ketebalan medium yang menyerap. Dengan menyatakan bahwa lapisan manapun dari medium itu yang tebalnya sama akan menyerap cahaya masuk kepadanya dengan fraksi yang sama. Hukum ini dapat dinyatakan oleh persamaan diferensial.

2.7.2 Hukum Beer

Sejauh ini telah dibahas absorpsi cahaya dan transmisi cahaya untuk cahaya monokromatik sebagai fungsi ketebalan lapisan penyerap saja. Tetapi dalam analisis kuantitatif, orang terutama berurusan dengan larutan. Beer mengkaji efek konsentrasi penyusun yang berwarna dalam larutan, terhadap transmisi maupun absorpsi cahaya. Dijumpainya hubungan yang sama antara transmisi dan konsentrasi seperti yang ditemukan Lambert antara transmisi dan ketebalan lapisan, yakni intensitas berkas cahaya monokromatik berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi zat penyerap secara linier (Basset *et. al.*, 1994).

Spektrofotometer adalah alat untuk mengukur transmittan atau absorbansi suatu contoh sebagai fungsi panjang gelombang; pengukuran terhadap suatu

deretan contoh pada suatu panjang gelombang tunggal mungkin juga dapat dilakukan. Alat-alat demikian dapat dikelompokkan sebagai manual, perekam, maupun sebagai sinar tunggal atau sinar rangkap. Dalam praktek, alat-alat sinar tunggal biasanya dijalankan dengan tangan dan alat-alat sinar rangkap biasanya menonjolkan pencatatan spektrum absorpsi, tetapi adalah mungkin untuk mencatat satu spektrum dengan suatu alat sinar tunggal. Unsur-unsur terpenting suatu spektrofotometer adalah sebagai berikut (Day dan Underwood, 1986):

1. Sumber energi radiasi yang kontinyu dan meliputi daerah spektrum, di mana alat ditujukan untuk dijalankan.
2. Monokromator, yang merupakan suatu alat untuk mengisolasi suatu berkas sempit dari panjang gelombang dari spektrum luas yang disiarkan oleh sumber (tentu saja tepat monokromatisitas tidak dicapai).
3. Wadah untuk contoh.
4. Detektor yang merupakan suatu transduser yang mengubah energi radiasi menjadi isyarat listrik.
5. Penguat dan rangkaian yang bersangkutan yang membuat isyarat listrik cocok untuk diamati.
6. Sistem pembacaan yang dapat mempertunjukkan besarnya isyarat listrik.

Spektrofotometer UV-Vis memiliki prinsip kerja, yaitu penyerapan (absorpsi) sinar UV dan sinar tampak pada umumnya dihasilkan oleh eksitasi elektron-elektron ikatan. Akibatnya panjang gelombang (λ) pita yang mengabsorpsi dapat dihubungkan dengan ikatan yang mungkin ada dalam suatu molekul. Sinar UV mempunyai λ antara 200 – 400 nm, sedangkan sinar tampak mempunyai λ antara 400 – 750 nm (Rohman, 2007).

2.8 Makanan yang Baik dalam Pandangan Islam

Islam adalah agama yang sempurna yang mengurus segala macam aspek kehidupan baik dari yang paling sederhana hingga paling berat. Hal-hal tersebut telah diterangkan dalam al-Qur'an serta hadist-hadist nabi. Islam mengurus umatnya hingga perihal makanan. Sebagaimana dalam surat al Maaidah ayat 88 Allah SWT telah berfirman:

وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي أَنْتُمْ بِهِ مُؤْمِنُونَ

“ Dan makanlah makanan yang halal lagi baik dari apa yang Allah telah rezekikan kepadamu, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya” QS al Maaidah ayat 88.

Abu Ja'far berkata: Allah melarang orang-orang mukmin untuk mengharamkan makanan yang baik, yang telah Allah halalkan kepada mereka, “Makanlah kalian wahai orang-orang mukmin, dari rezeki Allah yang memberikan kalian rezeki dan menghalalkan kepada kalian makanan yang baik.” Riwayat yang sesuai dengan penjelasan tersebut adalah: Al Qasim menceritakan kepada kami, ia berkata: Al Husain menceritakan kepada kami, ia berkata: Hajjaj menceritakan kepadaku dari Ibnu Juraij, dari Ikrimah, tentang ayat وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا bahwa maksudnya adalah apa yang telah Allah halalkan kepada mereka dari makanan. Firman Allah وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي أَنْتُمْ بِهِ مُؤْمِنُونَ maksudnya adalah, “Takutlah kalian wahai orang-orang mukmin, jika kalian melampaui batas-batasnya, sehingga kalian menghalalkan apa yang diharamkan atas kalian dan mengharamkan apa yang dihalalkan atas kalian. Berhati-hatilah kalian dalam hal tersebut, karena jika kalian melanggarnya maka Allah akan menurunkan kemarahan-Nya, atau kalian akan merasakan balasan-Nya.” الَّذِي أَنْتُمْ بِهِ مُؤْمِنُونَ

maksudnya adalah Tuhan yang kalian akui keesaan-Nya dan kalian benarkan ketuhanan-Nya (Tafsir Ath-Thabari, 2008).

Tafsir lain dari ayat tersebut yaitu “Nikmatilah wahai orang-orang beriman apa yang halal lagi baik dari apa yang Allah limpahkan dan berikan kepadamu. Bertakwalah kepada-Nya dengan menjalankan perintah-perintah-Nya dan menjauhi larangan-larangan-Nya. Karena iman kalian kepada Allah mengharuskan kalian bertakwa kepada Allah dan merasakan pengawasan-Nya (Hikmat, B. *et al*, 2011).

Tafsir Ibnu Katsir menjelaskan tentang ayat (وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا) “Dan makanlah makanan yang halal lagi baik dari apa yang Allah telah rezezikikan kepadamu.” Yaitu segala makanan yang berada pada kondisi halal lagi baik. (وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي أَنْتُمْ بِهِ مُؤْمِنُونَ) “Dan bertakwalah kepada Allah” Yaitu dalam segala urusan kalian dan senantiasalah mentaati-Nya, serta carilah keridhaan-Nya, dan janganlah kalian melanggar dan mendurhakai-Nya (Tafsir Ibnu Katsir, 2004).

Dalam kajian tafsir lain ayat (وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا) maksudnya adalah Makanlah diantara rezeki yang diberikan Allah kepada kalian berupa hal-hal yang halal pada dirinya, bukan hal-hal yang diharamkan, seperti bangkai, darah yang mengalir dan daging babi; dan hal-hal yang halal dalam pencahariannya, seperti bukan barang riba, *suht* (usaha yang haram), bukan pula barang curian. Disamping itu, rezeki itu hendaknya sedap dimakan dan tidak kotor, baik karena zatnya sendiri, karena rusak atau berubah akibat terlalu lama disimpan. Yang dimaksud dengan ‘makan’ di dalam ayat ini adalah ‘menikmati’, maka mencakup meminum dan lain sebagainya, dari hal-hal yang halal, tidak memabukkan atau membahayakan, dan dari segala yang baik, tidak kotor pada

zatnya sendiri atau kotor karena suatu sebab. Ayat (وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي أَنْتُمْ بِهِ مُؤْمِنُونَ) maksudnya adalah Bertakwalah kepada Allah dalam hal makan, berpakaian, dan lain sebagainya. Janganlah kalian menghalalkan apa yang diharamkan-Nya, dan mengharamkan apa yang dihalalkan-Nya. Jangan pula melanggar batas dalam hal yang telah Dia halalkan dan haramkan (Tafsir Al-Maragi, 1992).

Berdasarkan penjelasan beberapa tafsir yang telah disebutkan maka dapat disimpulkan bahwasanya makanan yang halal adalah makanan yang secara syariat bukan tergolong makanan haram yang disebutkan dalam Al-Qur'an seperti daging babi dan anjing, makanan-makanan yang didapat dengan cara halal dan dalam penyembelihan menggunakan nama Allah. Makanan yang toyibah atau baik adalah makanan yang bersih dari kotoran, tidak berbahaya dan memberikan manfaat atau efek yang baik untuk tubuh. Tidak semua makanan yang halal merupakan makanan yang baik, seperti halnya umbi-umbian yang mengandung racun sianida yang dapat menimbulkan bahaya bagi yang mengkonsumsinya. Namun hal ini dapat diatasi dengan pengolahan umbi yang tepat hingga kadar sianida dalam umbi berkurang dan aman untuk dikonsumsi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April - Agustus 2017 di Laboratorium Kimia Analitik dan Instrumen Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, pipet mikro, pipet volum, pipet ukur, bola hisap, botol semprot, labu ukur 100 mL, labu ukur 10 mL, mortar alu, oven, spektrofotometer UV-Vis varian Carry 50 dan peralatan gelas.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah KCN p.a (Merck), ninhidrin p.a (Merck), Na_2CO_3 p.a (Merck), NaOH p.a (Merck), umbi gadung (*Dioscorea hispida* Dennst), plat silika, dan aquadem.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dianalisa secara deskriptif kuantitatif, diawali dengan persiapan alat dan bahan penelitian, dilanjutkan dengan preparasi larutan kerja. Selanjutnya dilakukan optimasi terhadap beberapa parameter yaitu panjang gelombang maksimum hidrindantin, waktu kestabilan hidrindantin dan konsentrasi optimum

reagen. Setelah diperoleh kondisi optimum, dibuat sensor kimia bentuk stik dengan metode immobilisasi reagen pada plat silika. Sensor kimia stik yang sudah jadi dikonfirmasi dengan spektrofotometer UV-Vis.

3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan beberapa tahap yaitu:

3.4.1 Preparasi

3.4.1.1 Preparasi larutan reagen dan analit

3.4.1.2 Preparasi sampel

3.4.2 Optimasi performansi analitik

3.4.2.1 Penentuan panjang gelombang maksimum hidrindantin biru dan merah

3.4.2.2 Optimasi waktu kestabilan hidrindantin biru dan merah

3.4.2.3 Penentuan konsentrasi optimum reagen

3.4.3 Pembuatan kurva standar sianida

3.4.4 Immobilisasi reagen ninhidrin pada plat silika untuk pembuatan sensor sianida

3.4.5 Pengukuran sianida dalam sampel

3.4.6 Analisa data

3.5 Langkah Kerja

3.5.1 Preparasi

3.5.1.1 Preparasi Larutan Reagen dan Analit (Sulistyarti, dkk., 2015)

Larutan sianida standar dibuat dengan cara melarutkan KCN 0,025 gram dalam 250 mL larutan Na_2CO_3 , larutan Na_2CO_3 dibuat dari pelarutan 0,25 gram

Na_2CO_3 dalam 500 ml aquadem. Larutan induk ninhidrin dibuat dengan melarutkan ninhidrin sebanyak 100 mg ke dalam 100 mL aquadem. Larutan NaOH 1 M dibuat dengan melarutkan kristal NaOH dalam 100 mL aquadem.

3.5.1.2 Preparasi Sampel

Sampel buatan dibuat dari larutan standar sianida dengan konsentrasi acak 0,1; 0,4; 0,7; 1,0 dan 1,5 ppm. Sampel alami diperoleh dari mengekstraksi larutan sianida dari umbi gadung dengan cara menghaluskan 1 g umbi gadung, selanjutnya dilakukan penyaringan. Ekstrak umbi gadung dilarutkan dalam 100 mL dan dikondisikan sesuai dengan larutan sianida standar.

3.5.2 Optimasi Performansi Analitik

3.5.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Hidrindantin Biru dan Merah (Kusumawardhani, dkk., 2015)

Hidrindantin biru dibuat dengan mereaksikan 5 mL larutan KCN 2 ppm dengan 2 mL larutan ninhidrin 1000 ppm, selanjutnya dikondisikan pada pH 12 dengan penambahan NaOH 1 M. Hidrindantin merah dibuat dengan mereaksikan 5 mL larutan KCN 2 ppm dengan 2 mL larutan ninhidrin 1000 ppm tanpa penambahan NaOH. Hidrindantin biru diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 560–620 nm sedangkan hidrindantin merah diukur pada panjang gelombang 460–520 nm. Panjang gelombang maksimum didapatkan dari pengukuran pada panjang gelombang tertentu yang menghasilkan absorbansi maksimum.

3.5.2.2 Optimasi Waktu Kestabilan Hidrindantin Biru dan Merah (Zulfah, dkk., 2015)

Optimasi waktu kestabilan hidrindantin biru dilakukan dengan mereaksikan larutan KCN 2 ppm sebanyak 5 mL dengan 2 mL larutan ninhidrin

1000 ppm, dikondisikan pada pH 12 dengan penambahan NaOH 1M, sedangkan hidrindantin merah dilakukan dengan mereaksikan larutan KCN 2 ppm sebanyak 5 mL dengan 2 mL larutan ninhidrin 1000 ppm. Hidrindantin merah dan biru diukur absorbansinya pada waktu 0-60 menit dengan interval 10 menit menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Waktu kestabilan optimum adalah larutan yang memberikan absorbansi yang optimum.

3.5.2.3 Penentuan Konsentrasi Optimum Reagen (Sulistiyarti, dkk., 2015)

Penentuan konsentrasi optimum reagen dilakukan menggunakan larutan KCN 0,1 ppm sebanyak 2 mL, dikondisikan pada pH 12 dengan penambahan NaOH 1 M dengan menggunakan waktu kestabilan hidrindantin optimum. Konsentrasi larutan ninhidrin yang ditambahkan divariasi dengan beberapa konsentrasi yaitu 100, 300, 500, 1000, 1500 dan 2000 (ppm) sebanyak 2 mL untuk hidrindantin biru. Dibaca absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Konsentrasi ninhidrin yang memberikan absorbansi optimum dipilih sebagai konsentrasi ninhidrin optimum. Diulang perlakuan tersebut tanpa NaOH dengan konsentrasi reagen 100, 200, 300, 400 dan 500 (ppm).

3.5.3 Pembuatan Kurva Standar Sianida

Disiapkan 6 buah tabung reaksi untuk senyawa hidrindantin biru, masing-masing diisi dengan 2 mL larutan sianida 0,5; 0,7; 0,9; 1,1; 1,3; 1,5 (ppm). Masing-masing larutan tersebut ditambahkan larutan ninhidrin dengan konsentrasi optimum dan dikondisikan pada pH 12 dengan NaOH. Selanjutnya masing-masing larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum yang

diperoleh dari percobaan. Diulang perlakuan diatas tanpa NaOH dengan konsentrasi larutan sianida 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 (ppm).

3.5.4 Immobilisasi Reagen Ninhidrin pada Plat Silika untuk Pembuatan Sensor Sianida (Fitriani, W., 2013)

Disiapkan reagen ninhidrin dengan kondisi optimum yang telah diperoleh dari percobaan sebanyak 30 mL, serta plat silika ukuran 1 x 1 cm. Diimmobilisasikan reagen ninhidrin pada plat silika dengan cara diteteskan reagen ninhidrin sesuai kondisi optimum selama 30 menit. Dikeringkan plat silika yang terimmobilisasi reagen dengan dioven pada suhu 35 °C selama 5 menit.

3.5.5 Pengukuran Sianida dalam Sampel

Larutan sampel yang telah dipreparasi sebelumnya dianalisis secara semikuantitatif dengan menggunakan sensor kimia. Sensor yang telah dibuat ditetesi dengan larutan sampel buatan sianida untuk dijadikan deret warna. Larutan sampel alami yang telah dipreparasi kemudian dianalisis secara semikuantitatif dengan menggunakan stik sensor dan kemudian dikonfirmasi secara kuantitatif dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum.

3.5.6 Analisa Data

Data yang telah diperoleh dalam penelitian ini yaitu berupa hasil absorbansi panjang gelombang maksimum senyawa hidrindantin biru dan merah, waktu kestabilan hidrindantin biru dan merah, dan konsentrasi ninhidrin optimum. Selanjutnya data tersebut dianalisa secara deskriptif kuantitatif untuk mengetahui performansi sensor.

BAB IV

PEMBAHASAN

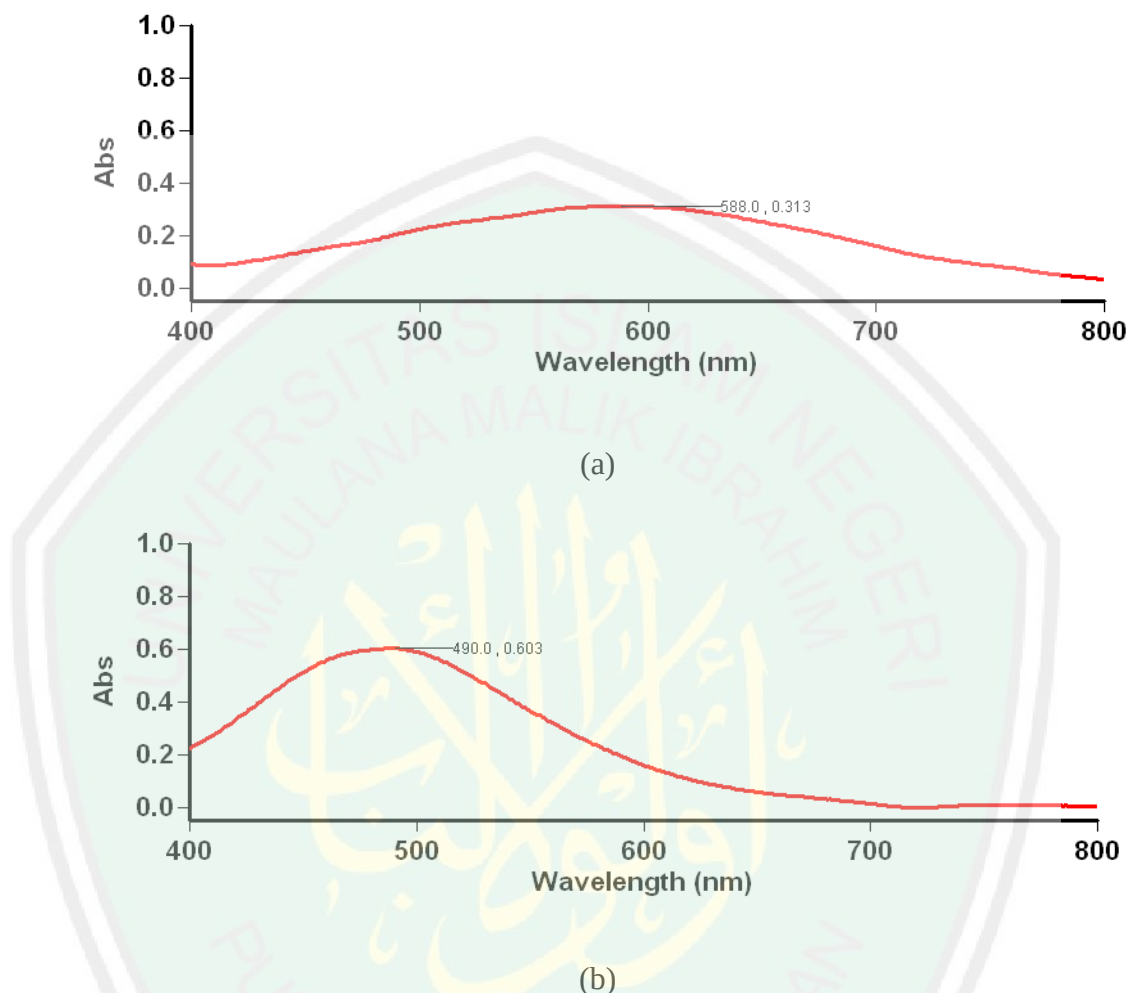
Penelitian ini mengembangkan pembuatan tes kit sianida menggunakan reagen ninhidrin yang diembankan pada plat silika melalui metode adsorpsi. Beberapa analisa yang dilakukan meliputi optimasi performansi analitik yaitu penentuan panjang gelombang maksimum hidrindantin biru dan merah, optimasi waktu kestabilan hidrindantin biru dan merah serta penentuan konsentrasi optimum reagen. Kondisi optimum tersebut selanjutnya dijadikan acuan dalam pembuatan kurva standar dan tes kit. Tes kit yang dihasilkan diuji cobakan pada bahan pangan yang mengandung sianida yaitu umbi gadung.

4.1 Optimasi Performansi Analitik

4.1.1 Panjang Gelombang Maksimum Hidrindantin Biru dan Merah

Penentuan panjang gelombang maksimum dimaksudkan untuk mendapatkan nilai absorpsivitas yang memberikan sensitivitas pengukuran tertinggi. Panjang gelombang adalah salah satu keadaan spesifik yang dimiliki masing-masing zat, dengan kata lain antara senyawa satu dengan senyawa yang lain akan memiliki panjang gelombang yang berbeda (Sulistiyarti, dkk., 2015). Hal ini juga berlaku untuk senyawa hidrindantin biru dan hidrindantin merah. Panjang gelombang maksimum hidrindantin diukur dengan spektrofotometer UV-Vis dengan mereaksikan sianida 0,1 ppm dan ninhidrin 1000 ppm dalam kondisi basa (pH 12) pada kisaran panjang gelombang 560–620 nm. Hidrindantin merah diukur dengan mereaksikan sianida 0,1 ppm dan ninhidrin 1000 ppm tanpa penambahan

basa pada kisaran panjang gelombang 460–520 nm. Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum hidrindantin ditunjukkan pada Gambar 4.1.

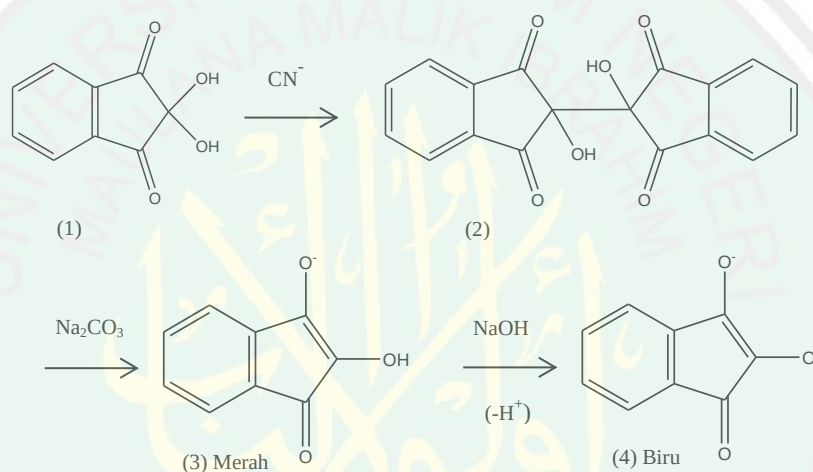


Gambar 4.1 Panjang gelombang maksimum senyawa hidrindantin (a) biru (b) merah

Absorbansi maksimum hidrindantin biru tercapai pada panjang gelombang 588 nm sedangkan hidrindantin merah tercapai pada panjang gelombang 490 nm. Panjang gelombang 588 nm dan 490 nm adalah panjang gelombang warna komplementer dari larutan yang diukur. Warna komplementer yang diserap oleh senyawa hidrindantin biru adalah warna oranye yang mempunyai kisaran panjang gelombang 580-650 nm sedangkan warna komplementer yang diserap oleh

senyawa hidrindantin merah adalah warna biru kehijauan yang mempunyai kisaran panjang gelombang 470-500 nm (Effendy, 2011).

Drochioiu dan Mihaescu (2009) melaporkan bahwa senyawa hidrindantin biru memiliki absorbansi maksimum pada panjang gelombang 590 nm sedangkan hidrindantin merah memiliki absorbansi maksimum pada panjang gelombang 485 nm. Dugaan reaksi ninhidrin dengan sianida membentuk hidrindantin dapat dilihat pada Gambar 4.2 (Nagaraja, dkk., 2002).



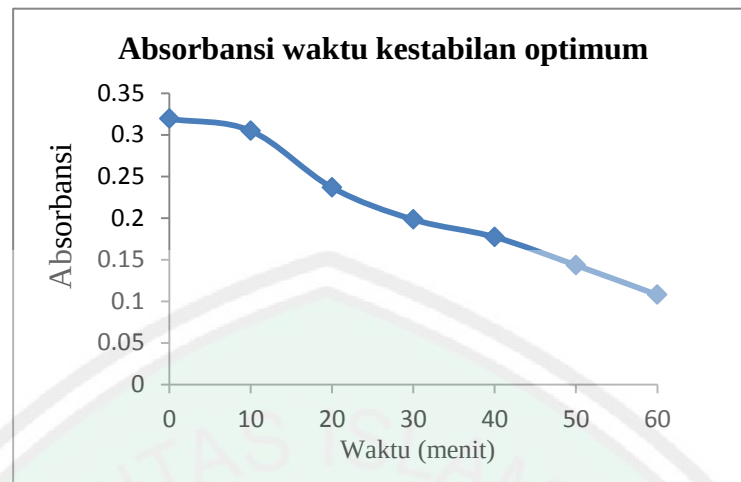
Gambar 4.2 Reaksi ninhidrin dengan sianida (Nagaraja, dkk., 2002)

Ninhidrin (1) bereaksi dengan sianida dalam medium netral membentuk hidrindantin tak berwarna (2). Hidrindantin ini memberikan warna merah yang stabil dalam medium natrium karbonat. Perubahan warna yang terjadi disebabkan adanya ikatan konjugasi yang diperpanjang, selain itu adanya *non-bonding* elektron akan semakin memperpanjang resonansi sistem π yang menyebabkan energi transisi $\pi \rightarrow \pi^*$ rendah sehingga apabila energi transisi yang semakin rendah menyebabkan panjang gelombang semakin tinggi. Ketika natrium hidroksida

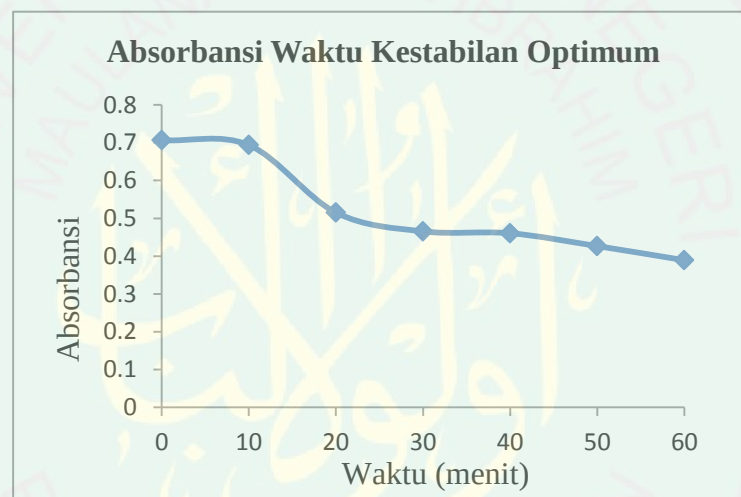
ditambahkan dalam larutan tersebut, warna larutan berubah menjadi warna biru dalam medium natrium hidroksida. Warna merah (3) dan biru (4) hidrindantin terkait dua bentuk anionik dari *2-hydroxy-1, 3-indanedione*. Perubahan warna merah menjadi biru menyebabkan panjang gelombang berubah ke arah yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan semakin banyaknya *n-pairs* elektron sehingga memberikan pergeseran pada panjang gelombang yang lebih besar. Warna merah merupakan ion monovalen dan warna biru merupakan ion divalen.

4.1.2 Waktu Kestabilan Optimum Hidrindantin Biru dan Merah

Waktu kestabilan senyawa hidrindantin ditentukan untuk mengetahui waktu optimum pembentukan senyawa, sehingga memberikan warna dan absorbansi yang konstan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kestabilan hidrindantin terhadap perubahan waktu dan mengetahui waktu yang tepat untuk pengukuran absorbansi hidrindantin (Zulfah, dkk., 2015). Menurut Sulistyarti, dkk. (2015) optimasi waktu reaksi dilakukan untuk mengetahui waktu pembentukan senyawa secara sempurna dan mencapai kesetimbangan. Optimasi waktu kestabilan hidrindantin biru dan merah dilakukan pada menit ke 0, 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 dengan konsentrasi sianida 2 ppm pada λ Maksimum 588 nm untuk biru dan 490 nm untuk merah. Hasil pengukuran waktu kestabilan optimum ditunjukkan pada Gambar 4.3.



(a)



(b)

Gambar 4.3 Kurva waktu kestabilan optimum hidrindantin (a) biru (b) merah

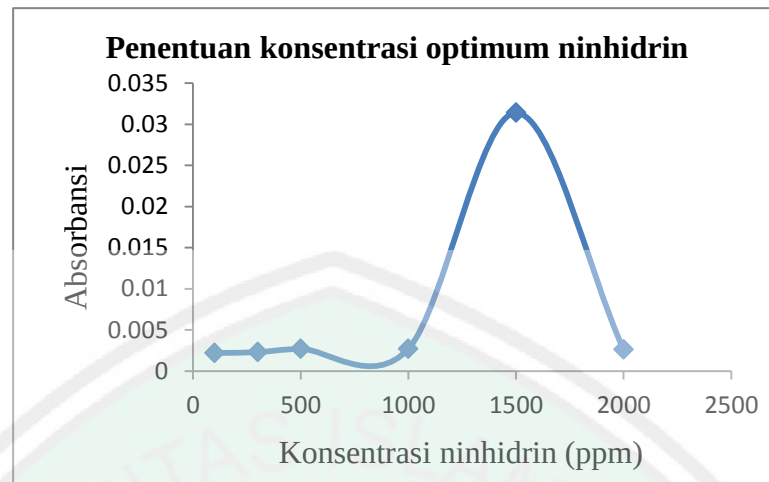
Gambar 4.3 menunjukkan bahwa pada menit ke-0 hingga menit ke-10 tidak terjadi penurunan absorbansi yang signifikan pada hidrindantin biru, hal ini menunjukkan bahwa hingga menit ke-10 hidrindantin biru masih stabil. Namun pada menit ke-20 mulai terjadi penurunan absorbansi, dimana hidrindantin biru yang terbentuk terdekomposisi seiring bertambahnya waktu. Sedangkan pada hidrindantin merah dihasilkan waktu kestabilan optimum dari menit ke-0 hingga menit ke-10 dimana sebelumnya telah dilakukan pengukuran waktu kestabilan

hidrindantin merah dari menit ke-10 hingga ke-120, namun hasil menunjukkan penurunan absorbansi yang signifikan saat menit ke-20. Waktu tersebut dipilih sebagai waktu optimum yang aman untuk dilakukan analisis pengukuran sianida. Drochioiu (2002) menyatakan bahwa senyawa hidrindantin (biru) stabil dalam waktu 15 menit dalam temperatur ruang.

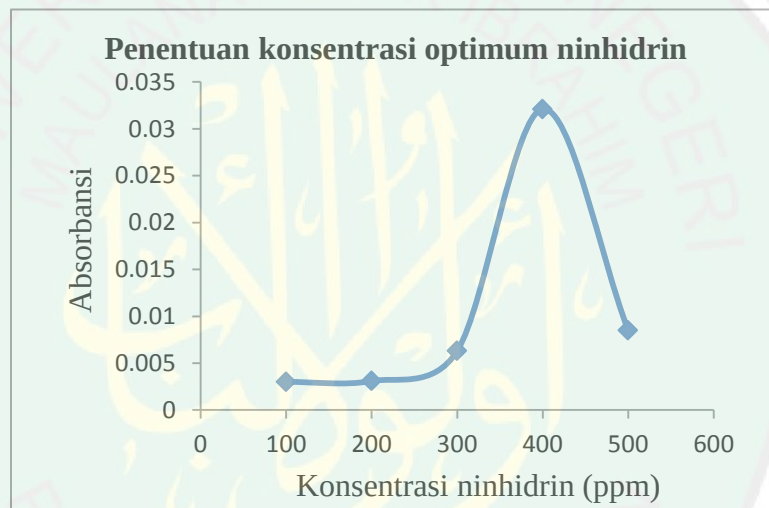
4.1.3 Konsentrasi Optimum Reagen Ninhidrin

Optimasi konsentrasi ninhidrin dilakukan untuk mengetahui kecukupan reaksi ninhidrin yang dibutuhkan oleh sianida untuk membentuk senyawa hidrindantin secara sempurna (Sulistiyarti, dkk., 2015). Menurut Nagaraja, dkk. (2002) perbandingan mol sianida dengan ninhidrin adalah 1:1. Namun menurut reaksi kesetimbangan reagen yang digunakan harus berlebih untuk memastikan sianida telah bereaksi seluruhnya (Zulfah, dkk., 2015).

Penentuan konsentrasi optimum reagen penting dilakukan dalam mendukung pembuatan sensor kimia, karena dalam pembuatan sensor dibutuhkan konsentrasi reagen yang dapat menginterpretasikan jumlah analit pada sampel dengan falit. Percobaan ini dilakukan pada kondisi optimum yang telah diperoleh sebelumnya dengan konsentrasi ninhidrin 100, 300, 500 dan 1000, 1500 dan 2000 ppm pada hidrindantin biru dan 100, 200, 300, 400 dan 500 ppm pada hidrindantin merah. Hasil pengukuran absorbansi dapat dilihat pada Gambar 4.4.



(a)



(b)

Gambar 4.4 Kurva konsentrasi optimum reagen ninhidrin (a) biru (b) merah

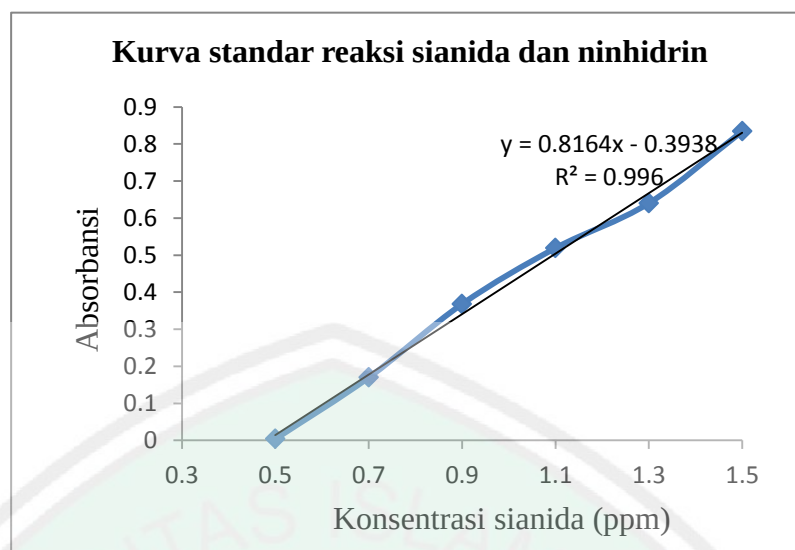
Berdasarkan Gambar 4.4 konsentrasi optimum ninhidrin yang diperlukan untuk membentuk hidrindantin biru adalah 1500 ppm. Hal ini tampak pada peningkatan nilai absorbansi yang cukup signifikan pada konsentrasi tersebut, dimana pada konsentrasi sebelumnya tidak menunjukkan perbedaan nilai absorbansi yang signifikan, begitu pula pada konsentrasi 2000 ppm mulai terjadi penurunan nilai absorbansi. Konsentrasi optimum ninhidrin untuk membentuk hidrindantin merah yaitu 400 ppm yang ditunjukkan dengan adanya peningkatan

nilai absorbansi yang cukup signifikan, dimana mulai terjadi penurunan nilai absorbansi pada konsentrasi 500 ppm.

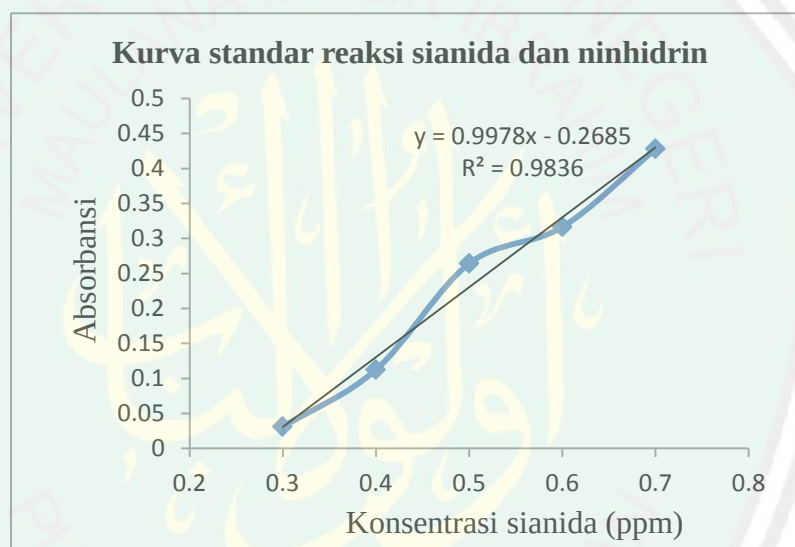
Perbedaan hasil konsentrasi reagen optimum pada kedua senyawa hidrindantin dapat disebabkan adanya pengaruh pH. Menurut Sulistyarti, dkk. (2015) sianida akan berada dalam bentuk CN^- pada $pH > 10$ (adanya penambahan basa) sehingga keberadaan sianida yang lebih banyak dalam bentuk ion menyebabkan pembentukan senyawa hidrindantin lebih optimal pada konsentrasi ninhidrin yang lebih tinggi. Maka dari itu, untuk hidrindantin biru diperoleh nilai absorbansi paling tinggi adalah pada konsentrasi ninhidrin 1500 ppm. Penelitian Hlaing, dkk. (2011) menyatakan konsentrasi ninhidrin optimum yang diperoleh adalah 1600 ppm dengan konsentrasi sianida 40 ppm.

4.2 Pembuatan Kurva Standar Sianida

Kurva standar merupakan standar dari sampel tertentu yang dapat digunakan sebagai pedoman atau acuan untuk sampel tersebut pada percobaan. Pembuatan kurva standar bertujuan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi larutan dengan nilai absorbansinya sehingga konsentrasi sampel dapat diketahui (Day dan Underwood, 1986). Kurva standar sianida pada hidrindantin biru dibuat pada konsentrasi 0,5; 0,7; 0,9; 1,1; 1,3; dan 1,5 (ppm) sedangkan pada hidrindantin merah dibuat pada konsentrasi 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; dan 0,7 (ppm). Hasil pengukuran absorbansi ditampilkan dalam bentuk kurva standar pada Gambar 4.5.



(a)



(b)

Gambar 4.5 Kurva standar sianida dan ninhidrin (a) biru (b) merah

Kurva standar sianida pada senyawa hidrindantin biru menghasilkan nilai $y = 0,8164x - 0,3938$ dan $R^2 = 0,996$ sedangkan pada hidrindantin merah menghasilkan nilai $y = 0,9978x - 0,2685$ dan $R^2 = 0,9836$. Untuk pengukuran konsentrasi sianida yang lebih kecil dapat digunakan regresi linier dari kurva standar merah dimana *range* konsentrasi yang digunakan yaitu 0,3 hingga 0,7 ppm sedangkan untuk pengukuran konsentrasi sianida yang lebih besar dapat

digunakan regresi linier dari kurva standar biru dimana *range* konsentrasi yang digunakan yaitu 0,5 hingga 1,5 ppm.

4.3 Pembuatan Sensor Kimia Sederhana Metode Immobilisasi Reagen pada Plat Silika

4.3.1 Preparasi

Beberapa macam metode immobilisasi diantaranya yaitu immobilisasi fisika dan immobilisasi kimia. Tahapan immobilisasi merupakan tahapan penting dalam pembuatan sensor kimia padat, mengingat pada tahapan inilah sensor padat dapat dikatakan berhasil atau tidak. Keberhasilan produk sensor dapat dilihat setelah proses penanaman reagen pada media sensor, apabila reagen tetap aktif setelah proses immobilisasi maka sensor dapat dikatakan berhasil. Teknik immobilisasi adalah suatu cara bagaimana mengikat reagen pada suatu matriks dengan syarat aktifitas dari reagen tersebut masih tetap ada (Sholecha, 2002). Metode immobilisasi secara fisik meliputi proses penyerapan (adsorpsi), pemerangkapan (*entrapment*), pengkapsulan (*encapsulation*) dan interaksi elektrostatik (Kuswandi, 2010). Tahapan immobilisasi yang diterapkan pada percobaan ini adalah immobilisasi fisika jenis adsorpsi. Interaksi yang terjadi dalam immobilisasi fisika adalah interaksi fisik.

Percobaan diawali dengan memotong plat silika dengan ukuran 1 x 1 cm. Plat silika yang telah dipotong selanjutnya diletakkan dalam oven selama 5 menit untuk mengeringkan plat sehingga lebih maksimal dalam penyerapan reagen. Partikel silika mengandung gugus hidroksil di permukaannya yang membentuk ikatan hidrogen dengan molekul-molekul polar. Air yang terserap dapat mencegah molekul-molekul polar dari pencapaian permukaan. Untuk mengatasinya plat

diaktifkan dengan pemanasan sehingga air yang terserap dapat dikeluarkan (Solihat, 2004). Disiapkan juga larutan ninhidrin 1500 ppm sebanyak 10 mL, larutan ninhidrin 400 ppm 10 mL dan NaOH 1 M sebanyak 3 mL. Hasil perlakuan menunjukkan campuran reagen berwarna kuning.

4.3.2 Pembuatan Sensor Kimia Sederhana

Beberapa jenis pembuatan sensor pada metode adsorpsi dapat dilakukan dengan teknik perendaman dan tetes. Percobaan ini menggunakan teknik tetes. Plat yang telah dikeringkan selanjutnya ditetesi dengan larutan reagen selama 30 menit sehingga diperoleh media sensor terimmobilisasi reagen. Selanjutnya ditempatkan dalam loyang dan dikeringkan dalam oven selama 5 menit. Proses pengeringan ini bertujuan untuk menguapkan sisa air yang masih terjebak dalam pori-pori plat silika. Hasil sensor padat selanjutnya diuji cobakan pada sampel.

Plat silika memiliki beberapa kelebihan dan kelemahan. Plat silika merupakan padatan pendukung yang ideal karena stabil pada kondisi asam, *non swelling*, memiliki karakteristik pertukaran serta memiliki daya tahan tinggi terhadap panas dan mudah dimodifikasi dengan bahan lain. Selain itu plat silika memiliki situs aktif berupa gugus silanol (SiOH) dan siloksan (Si-O-Si) di permukaan (Buhani dkk., 2009). Ketidakteraturan susunan permukaan tetrahedral SiO_4 pada silika menyebabkan jumlah distribusi satuan luas bukan menjadi ukuran kemampuan adsorpsi silika walaupun gugus silanol dan siloksan terdapat pada permukaan silika.

Kemampuan adsorpsi silika ternyata tidak sebanding dengan jumlah gugus silanol dan siloksan yang ada pada permukaan silika, namun bergantung pada distribusi gugus -OH per satuan luas adsorben (Oscik, 1982). Hal ini menjadi

kelemahan penggunaan plat silika pada metode adsorpsi dimana strukturnya yang amorf menyebabkan distribusi gugus hidroksil berbeda-beda tiap satuan luas yang digunakan. Bisa jadi apabila gugus hidroksil lebih banyak pada permukaan plat maka kemungkinan reagen yang terdistribusi ke permukaan menjadi terhalang. Hal ini tidak dapat diprediksi sehingga dilakukan pengeringan dengan oven. Diharapkan dengan pemanasan, air yang terserap dapat diuapkan. Hal ini pula yang mendasari adanya pemanasan awal sebelum plat digunakan.

4.4 Pembuatan Deret Intensitas Warna

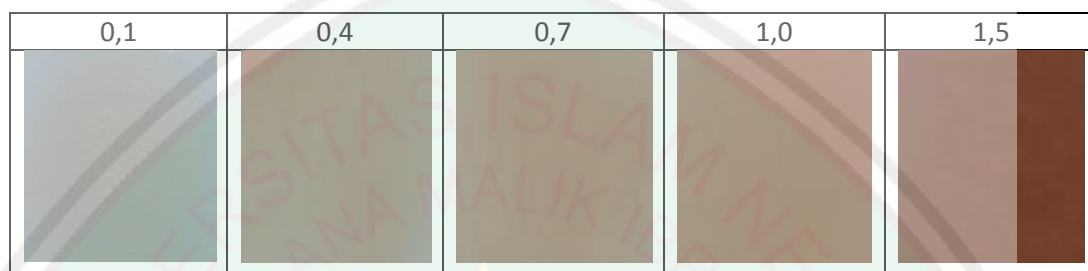
Penggunaan sensor membutuhkan sebuah standar yang digunakan untuk menentukan konsentrasi. Pada beberapa sensor sianida cair digunakan komparator warna. Komparator warna digunakan sebagai alat bantu dalam menentukan konsentrasi sianida dalam tes kit. Percobaan ini menggunakan deret intensitas warna untuk menentukan konsentrasi sianida pada sampel. Deret intensitas warna yang dibuat bekerja sebagai pembanding, dimana intensitas warna proporsional terhadap konsentrasi sianida.

Pembuatan intensitas warna menggunakan metode penetesan sampel pada sensor. Konsentrasi sampel sianida yang digunakan yaitu 0,1; 0,4; 0,7; 1,0 dan 1,5 ppm. Konsentrasi 1,0 ppm merupakan batas aman kandungan sianida dalam makanan. Pembentukan warna biru pada sensor berlangsung kurang dari 1 menit, sedangkan warna merah berlangsung selama kurang dari 20 detik. Warna yang timbul pada sensor cukup stabil dan akan hilang dalam kurun waktu kurang dari 5 menit. Proses pengambilan seluruh foto dalam percobaan ini dilakukan dengan jarak kurang lebih 20 cm.

Deret intensitas warna sensor kimia sederhana dapat dilihat pada Gambar 4.6.



(a)

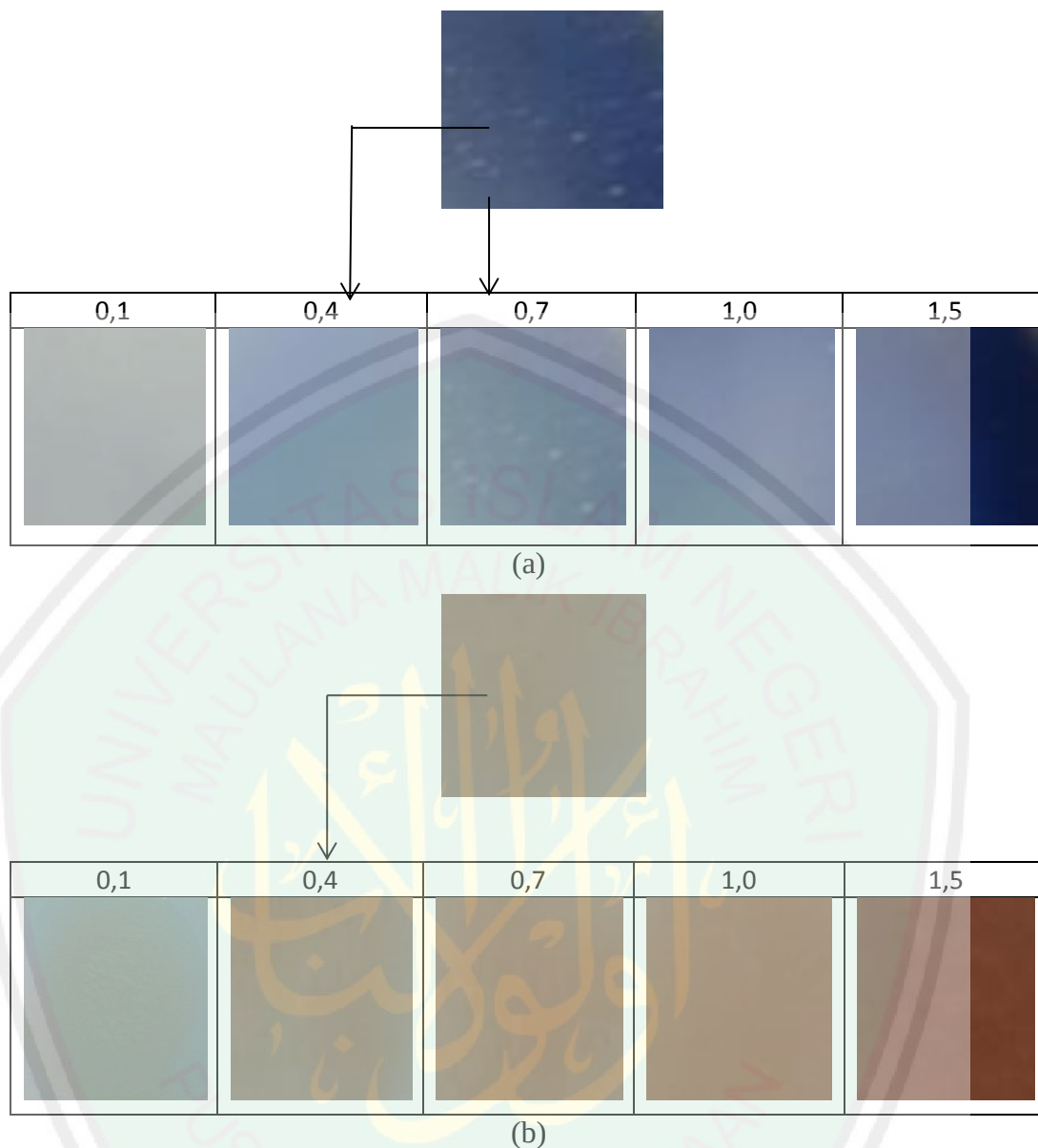


(b)

Gambar 4.6 Deret intensitas warna sensor (a) biru (b) merah

4.5 Pengukuran Sianida dalam Sampel

Sampel yang diuji pada percobaan ini adalah sampel alami berupa umbi gadung. Perlakuan diawali dengan preparasi sampel hingga diperoleh ekstrak sampel. Selanjutnya ekstrak sampel diteteskan pada sensor dan untuk pembentukan warna biru diteteskan NaOH 1 M sebanyak 1 tetes. Sedangkan pembentukan warna merah tanpa ada penambahan basa. Ditunggu perubahan warna beberapa saat. Hasil pembentukan warna pada sensor setelah penetesan sampel dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.9 Hasil analisa sampel pada sensor (a) biru (b) merah

Hasil uji menggunakan sensor dilakukan secara semikuantitatif berdasarkan warna yang muncul pada sensor dan sebagai perbandingan digunakan deret intensitas warna. Pengujian pada sampel alami menunjukkan intensitas warna biru mendekati konsentrasi 0,4 ppm – 0,7 ppm sedangkan intensitas warna merah mendekati 0,4 ppm. Sensor sianida tanpa penambahan basa menghasilkan warna yang lebih mudah terdegradasi udara, selain itu ada beberapa bagian plat yang dimungkinkan tidak mengadsorb reagen secara maksimal sehingga reaksi

sianida dan ninhidrin pada plat sensor menghasilkan warna merah yang tidak merata.

Setelah dikonfirmasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis dihasilkan absorbansi sebesar 0,0218, dimana melalui proses perhitungan menggunakan kurva standar dihasilkan konsentrasi sianida dalam sampel adalah sebesar 0,509 ppm pada pembentukan senyawa hidrindantin biru. Sedangkan pada senyawa hidrindantin merah tidak dihasilkan warna merah pada larutan sampel. Hal ini dimungkinkan karena tidak adanya penambahan basa sebagai penstabil sianida sehingga sianida menguap sebagai HCN (Sulistiyarti, dkk., 2015). Sedangkan pada kompleks biru adanya penambahan basa mampu menstabilkan sianida dan membantu membentuk sianida dalam bentuk CN^- .

Berdasarkan data tersebut dapat dinyatakan bahwa sianida yang terkandung dalam sampel umbi gadung adalah sebesar 0,509 ppm dalam 100 mL larutan sampel. Beberapa penelitian menggunakan metode spektrofotometri untuk menguji kandungan sianida menyatakan bahwa sianida yang terkandung dalam umbi gadung adalah sebesar 469 mg/Kg, ada pula yang menyatakan 50 – 400 ppm (Sibuea, 2002). Hal ini tergantung pada jenis dan besarnya umbi gadung. Sedangkan pada penelitian ini umbi gadung yang digunakan merupakan gadung punel dengan berat 767 gram. Sehingga dari data sebelumnya dinyatakan bahwa kandungan sianida yang terdapat dalam sampel adalah sebesar 50,9 mg/Kg.

Penentuan sianida pada umbi gadung menggunakan sensor sederhana menjadikan analisa lebih mudah dan cepat. Sensor yang telah dibuat dapat menghasilkan warna merah dan biru, dimana keduanya mampu mendeteksi sianida secara langsung. Namun ada beberapa kelebihan dan kekurangan dari

kedua sensor tersebut. Sensor yang menghasilkan warna merah lebih sederhana karena tidak ada penambahan reagen lain dan memiliki *time respond* yang lebih cepat, namun hasil warna yang terbentuk menggelembung di atas sensor dan membutuhkan waktu lama untuk bisa terserap dan kestabilan warna yang terbentuk lebih singkat. Sensor yang menghasilkan warna biru memiliki kestabilan warna yang lebih lama dan zat yang dianalisa lebih mudah terserap kedalam sensor namun memerlukan tambahan reagen lain yaitu NaOH dan memiliki *time respond* lebih lama dari sensor merah. Berdasarkan analisa tersebut maka sensor yang menghasilkan warna biru lebih baik untuk diaplikasikan karena warnanya lebih stabil sehingga dapat lebih lama diamati.

4.6 Sensor Stik Pendeteksi Sianida dalam Pandangan Islam

Sebagaimana yang telah dijelaskan pada Bab 2, yaitu dalam surat al-Maaidah ayat 88 Allah SWT telah berfirman:

وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي أَنْتُمْ بِهِ مُؤْمِنُونَ

“ Dan makanlah makanan yang halal lagi baik dari apa yang Allah telah rezekikan kepadamu, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya” QS Al-Maaidah ayat 88.

Allah telah memberikan isyarat pada umatnya melalui ayat di atas untuk senantiasa memperlakukan tubuh dengan baik yaitu dengan memilih makanan yang halal dan baik. Makanan halal adalah makanan yang secara syariat bukan tergolong makanan haram yang disebutkan dalam al-Qur'an seperti daging babi, anjing dan makanan yang diperoleh dengan cara yang tidak halal serta yang dalam penyembeliannya tidak menyebut asma Allah. Sedangkan makanan *toyyibah* atau baik adalah makanan yang bersih dari kotoran dan tidak menimbulkan bahaya bagi tubuh saat mengkonsumsinya.

Masyarakat pada kehidupan saat ini sering mengkonsumsi makanan yang tidak baik, yang mana bahan makanan yang dikonsumsi mengandung zat-zat berbahaya baik itu bahan tambahan makanan ataupun zat alami yang terkandung dalam bahan tersebut. Bahan tambahan makanan seperti halnya pengawet, pemanis buatan dan pewarna yang tidak disadari dapat menimbulkan penyakit dalam jangka waktu tertentu. Begitu pula dengan zat alami yang terkandung dalam bahan makanan seperti halnya sianida, apabila termakan sedikit demi sedikit namun terus menerus dalam kurun waktu yang lama juga dapat mengganggu dan membahayakan kesehatan. Sehingga adanya alat pendeteksi sianida (sensor sianida) diharapkan mampu mengontrol besarnya kandungan sianida yang terkandung dalam suatu bahan makanan.

Sensor kimia adalah salah satu bentuk implementasi bahwasanya Allah membuat sesuatu berpasang-pasangan. Allah yang membuat suatu penyakit dan Allah juga yang membuat penawarnya, Allah yang membuat sianida dan juga yang membuat metode pencegahan dan pengobatannya. Seperti yang disebutkan dalam surat adz-Dzariyat ayat 49:

وَمِنْ كُلِّ شَيْءٍ خَلَقْنَا زَوْجَيْنِ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ

“ Dan segala sesuatu Kami ciptakan berpasang-pasangan supaya kamu mengingat akan kebesaran Allah ” QS Adz-Dzariyat ayat 49.

Adanya sensor ini diharapkan mampu meminimalisir adanya bahaya keracunan yang disebabkan oleh sianida sehingga masyarakat tidak lagi mengkonsumsi makanan yang tidak baik yaitu makanan yang mengandung racun.

Pembuatan sensor kimia adalah salah satu bentuk rahmat Allah yang selalu menipkan pengetahuan dari ayat-ayat *qauniyah*-Nya dalam setiap denyut nadi kehidupan. Melalui perantara kalam umat islam diharapkan untuk senantiasa

mempelajari dan terus mengembangkan ilmu pengetahuan. Tubuh manusia adalah salah satu rahmat Allah yang dititipkan dan harus dijaga. Memenuhi segala hak biologisnya, menjaga asupan gizi dengan memilih makanan yang baik untuk dikonsumsi dan memperlakukan tubuh sebagaimana mestinya. Sehingga tubuh akan senantiasa terjaga keseimbangannya.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tentang sensor sederhana untuk mendeteksi sianida adalah sebagai berikut:

1. Performansi analitik penentuan sianida dengan ninhidrin: waktu kestabilan hidrindantin tercapai pada menit ke 0-10, konsentrasi optimum reagen ninhidrin 1500 ppm untuk biru dan 400 ppm untuk merah, dan range deteksi sensor sianida diperoleh pada konsentrasi 0,1-1,5 ppm.
2. Hasil analisa sensor pada sampel umbi gadung menunjukkan intensitas warna 0,4 – 0,7 ppm untuk warna biru dan 0,4 ppm untuk warna merah, dengan konfirmasi metode spektrofotometri diperoleh konsentrasi sianida dalam ekstrak sampel sebesar 0,509 ppm yang setara dengan 50,9 mg/Kg.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengembangan metode pembuatan sensor padat, semisal menggunakan metode sol-gel atau memberikan *barrier* pada media padat untuk membatasi luasan sebaran cairan.
2. Perlu dilakukan adanya uji beberapa parameter performansi yang lain seperti selektivitas, sensitifitas, limit deteksi dan pengujian performansi dalam bentuk sensor.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk uji warna yang terbentuk pada plat silika menggunakan program digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah bin Muhammad bin Abdurrahman bin Ishaq Alu Syaikh. 2004. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 3*. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Adil, W. H. 2010. *Gadung, Manfaat dan Perbanyakannya secara In Vitro*. [Serial Online]. <http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/wr326106.pdf>.
- Ain. 2012. *17 Keracunan Gadung, 2 Tewas*. [Serial Online].
- Al-Maragi, A.M. 1992. *Tafsir Al-Maragi*. Semarang: Toha Putra Semarang.
- Ardiansari, Y.M. 2012. Pengaruh Jenis Gadung dan Lama Perebusan terhadap Kadar Sianida Gadung. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Badan Standardisasi Nasional. 2006. *Bahan Tambahan Pangan – Persyaratan Perisa dan Penggunaan dalam Produk Pangan*. [Serial Online].
- Basset, J. dkk. 1994. *Buku Ajar Vogel: Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Terjemahan A. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Buhani dkk. 2009. Hibrida Amino-silika dan Merkpto-silika sebagai Adsorben untuk Adsorpsi Ion Cd(II) dalam Larutan. *Indo, J, Chem*, 9 (2): 170-176.
- Day, R. A. dan A. L. Underwood, 1986, *Analisis Kimia Kuantitatif*, Edisi Keenam, Erlangga, Jakarta.
- Departemen Kesehatan. 2004. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. [Serial Online].
- Drochioiu, G., dkk, 2011, Ninhydrin-Based Forensic Investigations: II. Cyanide Analytical Toxicology. *International Journal of Criminal Investigation*, Vol. 1(4):213-226.
- Effendy, G. 2011. *Spektroskopi UV-Vis Senyawa Koordinasi*. Malang: UM Press.
- Fitriani, W. 2013. Metode Penentuan Fenilpiruvat pada Urin Menggunakan FeCl_3 yang Diimobilisasi pada Plat Silika Gel. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Malang: Jurusan Kimia. Fakultas Saintek. Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Gibney, M.J., dkk. 2004. *Gizi Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: EGC. [Serial Online].
- Hariana, A. 2004. *Tumbuhan Obat dan Khasiatnya*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hartono, dkk. 2002. Penetapan Kadar Kofein dalam Biji Kopi Secara Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Biomedika*, Vol.1(2). Surakarta.

- Harjono, dkk. 2008. Detoksifikasi Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst.) dengan Pemanasan Terbatas dalam Pengoahan Tepung Gadung, Dipublikasikan. *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol.9 No.2.
- Hikmat, B. *et al.* 2011. *Terjemah Tafsir Al-Muyassar*. Solo: An-Naba'.
- Hlaing, A. *et al.* 2011. Study on the Reaction between Ninhydrin and Cyanide and its Analytical Applications. *Universities Research Journal*, Vol.4, No.3.
- Julistiana, E., Ra. 2009. Pengembangan dan Validasi Metode Pengujian Kadar Sianida Dalam Limbah Cair Secara Spektroskopi UV-Vis. *Skripsi*. Kimia FMIPA IPB, Bogor.
- Kardinan, A. 2005. *Pestisida Nabati : Ramuan dan Aplikasi*. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Kencana Putra, dkk. 1996. Pengaruh Cara Pemasakan terhadap Kandungan Asam Sianida dan Vitamin C Daun Ubi Kayu. *Dipublikasikan. Majalah Ilmiah Teknologi Pertanian* Vol.2 No.2.
- Khopkar, S.M. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Kusnanto. 2007. Sorpsi Zat Warna Remazol Yellow FG oleh Hydrotalcite Like (Mg/Al-HTLc). *Skripsi*. Surakarta: FMIPA UNS Surakarta.
- Kusumawardhani, N. dkk. 2015. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan pH Optimum dalam Pembuatan Tes Kit Sianida Berdasarkan Pembentukan Hidrindantin. *Kimia Student Journal*, Vol.1, No.1, pp. 711-717, Universitas Brawijaya Malang.
- Kuswandi, B. 2010. *Sensor Kimia: Teori, Praktek, dan Aplikasi*. Jember: Jember University Press.
- Kyle, J. 1988. *The extraction and recovery of gold*. WASM Metallurgy Department.
- Luque-Almagro, V.M. *et al.* 2011. Bacterial cyanide degradation is under review: *Pseudomonas pseudoalcaligenes* CECT5344, a case of an alkaliphilic cyanotroph. *Biochemical Society Transactions* 39 (1), 269-274.
- Maligan, Jaya Mahar, dkk. 2011. Efek Hipokolesterolemik tepung Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst.) pada Tikus Wistar Jantan Yang Diberi Diet Hiperkolesterol. *Dipublikasikan. Jurnal Teknologi pertanian* Vol.12 No.2.
- Muchtadi, T., dkk. 2010. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Bandung: Alfabeta.

- Nagaraja, P., Kumar, M.S.H., Yathirajan, dan H.S., Prakash. 2002. Novel Sensitive Spectrophotometric Method for the Trace Determination of Cyanide in Industrial Effluent. *Analytical Sciences*, 18, 1027-1030.
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. New York: John Wiley & Sons.
- Pambayun, R. 2007. *Kiat Sukses Teknologi Pengolahan Umbi Gadung*. Yogyakarta: Ardana Media.
- Prabowo, I.E., Supriyanto, G., Raharjo, Y. 2012. Sensor Kimia Bentuk Stik Menggunakan Reagen Zn(CNS)₂ Untuk Mendeteksi Rhodamin B Dalam Sampel Makanan. *Skripsi*. Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
- Reynolds, T.D., dan Paul, A.R. 1995. *Unit Operations And Processes In Environmental Engineering*. Boston: PWS Publishing Company.
- Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Rudito, dkk. 2009. Studi Komparasi Karakteristik Parsial Gadung Dayak Kalimantan dan Gadung Jawa (*Dioscorea hispida*) Sebagai Dasar Eksplorasi Untuk Pangan Alternatif. *Dipublikasikan. Prosiding Seminar Nasional FTP UNUD*. [Serial Online]. <http://elib.pdii.lipi.go.id>.
- Rustiana, Ria. 2011. *Tak Ada Gandum, Gadung Pun Jadi*. [Serial Online].
- Sastrohamidjojo. 1995. *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty Yogyakarta.
- Setiwan. 2010. *Terjemahan Kimia Anorganik Teori Clyde and Joel*. Yogyakarta: UGM Press.
- Sholecha, D.I. dan Kuswandi, B. 2002. Penentuan Cu (II) dalam Sampel Air Secara Spektrofotometri Berbasis Reagen Kering TAR/PVC. *Jurnal Ilmu Dasar FMIPA*. Universitas Jember, volume 3.
- Sibuea, P. 2002. *Pemanfaatan Umbi Gadung*. <http://Gizi.Net/Takadaberasmakangadung/artikel>.
- Smith, A. dan Mudder, T. 1991. The Chemistry and Treatment of Cyanidation Waste. *Mining Journal Books Ltd*. London.
- Solihat, U. 2004. *Analisis Kromatografi Tipis dan Kromatografi Kertas*. Bandung: Dinas Pendidikan Program Analisis Kimia.
- Sudarnadi, H. 1996. *Tumbuhan Monokotil*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Suismono, P. 1998. *Kajian Teknologi Pembuatan Tepung Gadung dan Evaluasi Sifat Fisikokimianya*. PATPI, PAU Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.

- Sulistiyani. 2010. *Gizi Masyarakat 1: Masalah Gizi Utama di Indonesia: Buku ajar*. Jember: Jember University Press.
- Sulistiyarti, H., dkk. 2015. Test Kit Untuk Analisis Sianida Dalam Ketela Pohon Berdasarkan Pembentukan Hidrindantin. *Kimia Student Journal*, Vol.1, No.1, pp. 704-710, Universitas Brawijaya Malang.
- Suwanto, S. 2006. Studi Kinerja Optoda dari Oktitrietoksisilan dan Aminopropiltrimetoksisilan dengan Kromoionofor 4-(2-Piridilazo)Resorcinol untuk Sensor Optik Ion Logam Cu (II) dan Cd (II). *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret.
- Svasty, M.R. 1999. Characterization of a Novel Ratenoid β -glukosidase Enzyme and its Natural Substrat. *Chulabhorn Research Institute Bangkok*. Thailand.
- Syafi'i, dkk. 2009. Detoksifikasi Umbi Gadung dengan Pemanasan dan Pengasaman. *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 10 No. 1 (April 2009) 62 – 68.
- Tafsir Ath-Thabari/Abu Ja'far Muhammad bin Jarir Ath-Thabari. 2008. *Terjemah Jami' Al Bayan an Ta'wil Ayi Al Qur'an*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Ulunnida, Dhiya. 2011. "Perbedaan Kadar Sianogenik Pada Bahan Pangan Sumber Zat Goitrogenik Antara Direbus dan Tidak Direbus." *Tidak Dipublikasikan*. *Skripsi*. Jember: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
- Wahid, M.A.A., Mat, N., Razali, M.H.H. 2011. Application of Automatic Timer for Irrigation System in *Dioscorea hispida* Dennst. *Propagation. Science and Technology*1(1):24-28.[Serial online].
- Webster, J., W. Beck, and B. Tenai. 1984. Toxicity and bitterness in Australian *Dioscorea bulbifera* L and *Dioscorea hispida* Dennst. from Thailand. *J. Agric. Food Chem.* 32: 1087-1090.
- Widodo, W. 2005. *Tanaman Beracun Dalam Kehidupan Ternak*. Malang: UMM Press.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Penerbit Gramedia.
- Winarno, F.G. 2004. *Keamanan Pangan*. Bogor: M-Brio Press.
- Wolfbeis, O.S. 1998. *Fiber-Optic Chemical Sensors and Biosensors*. Germany: University of Regensburg.

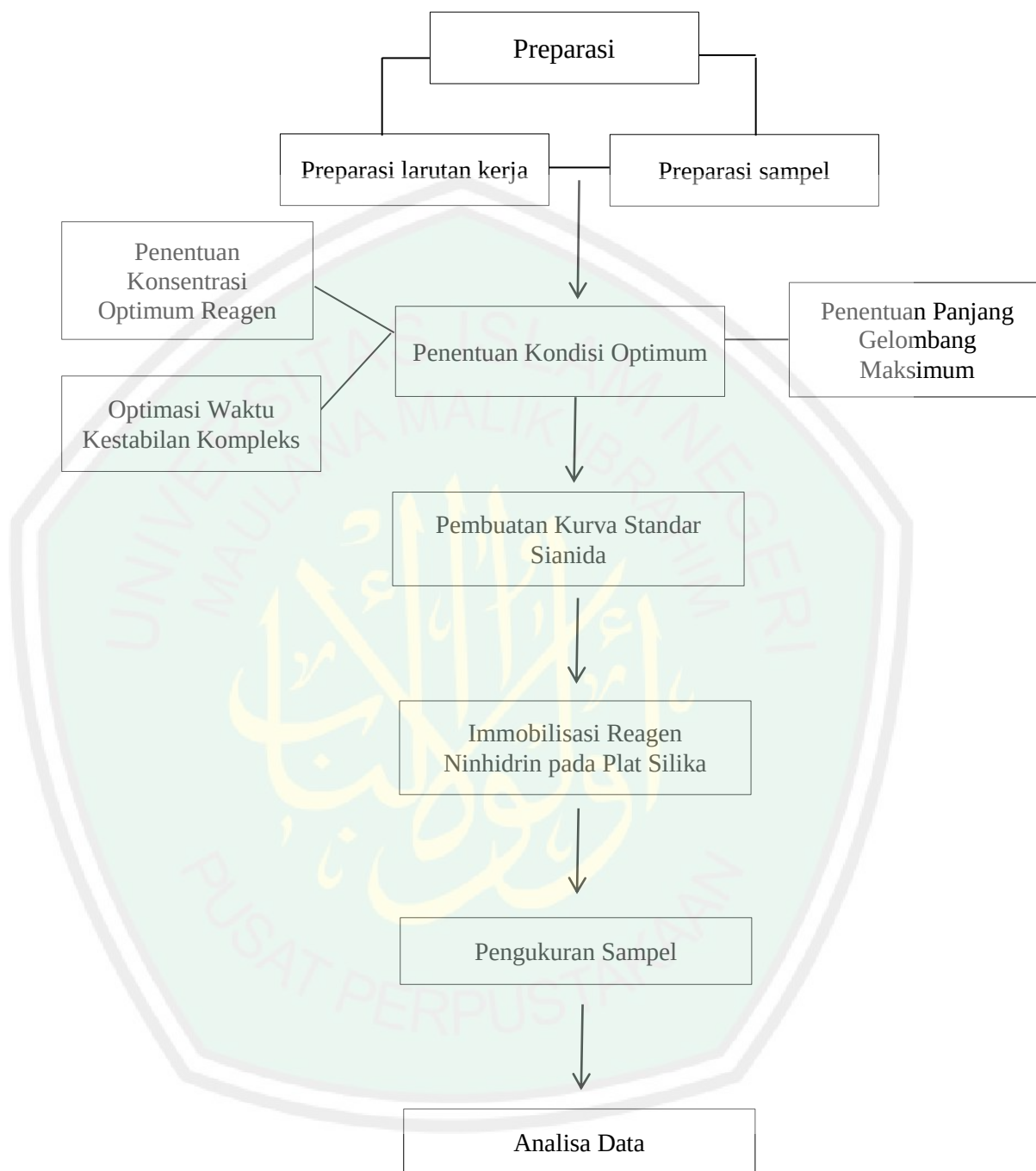
Yuningsih. 2012. Perlakuan Penurunan Kandungan Sianida Ubi Kayu untuk Pakan Ternak. *Balai Besar Penelitian Veteriner*. [Serial Online]. <http://bbalitvet.litbang.deptan.go.id/ind/attachments/1431.pdf>.

Zulfah dkk. 2015. Pengaruh Waktu Pembentukan dan Kestabilan Hidrindantin Serta Konsentrasi Ninhidrin Pada Pembuatan Tes Kit Sianida. *Kimia Student Journal*, Vol.1, No.1, pp 704-710. Universitas Brawijaya Malang.



LAMPIRAN

Lampiran 1: Rancangan Penelitian

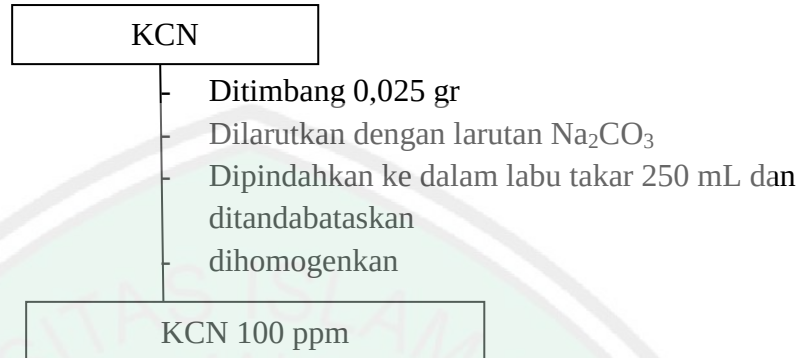


Lampiran 2: Diagram Alir

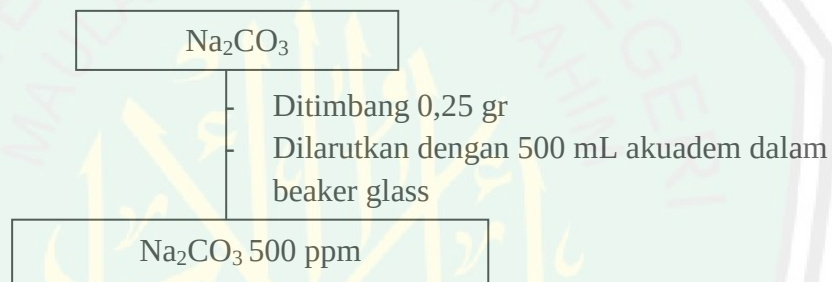
1. Preparasi

1.1 Preparasi larutan reagen dan analit

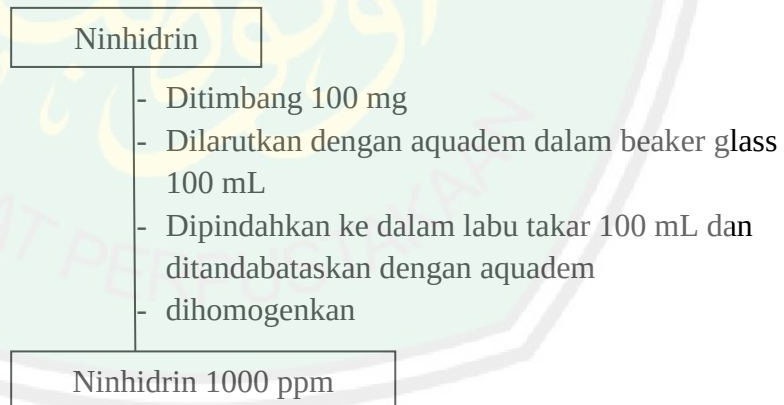
a) Pembuatan Larutan Sianida standar



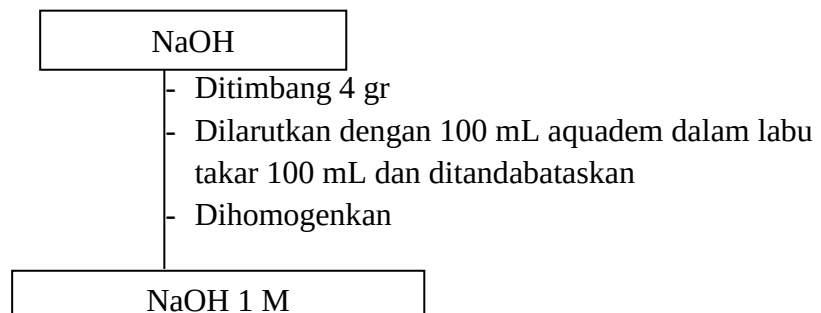
b) Pembuatan larutan Na_2CO_3



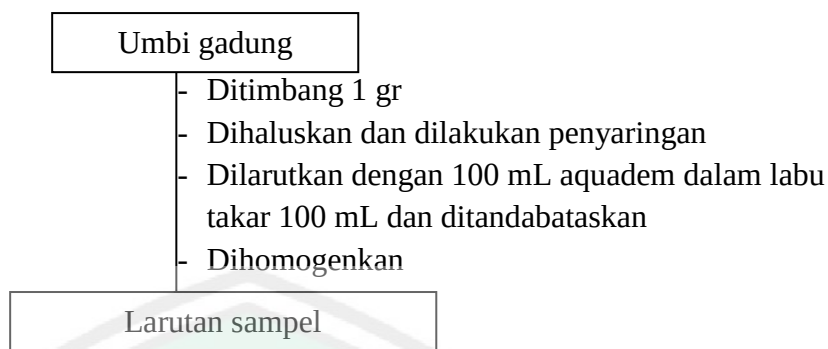
c) Pembuatan larutan Ninhidrin



d) Pembuatan larutan NaOH

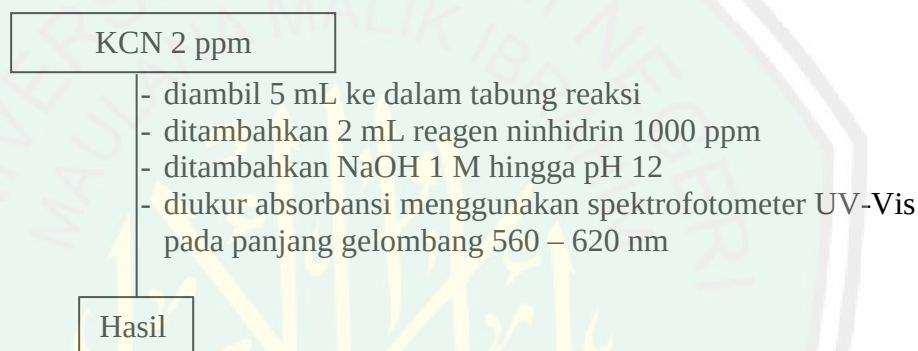


1.2. Preparasi Sampel

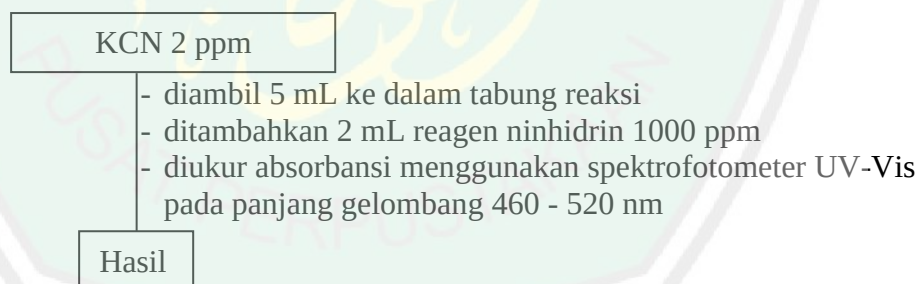


2. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Kompleks Hidrindantin Biru dan Merah

a) Penentuan panjang gelombang maksimum kompleks hidrindantin biru

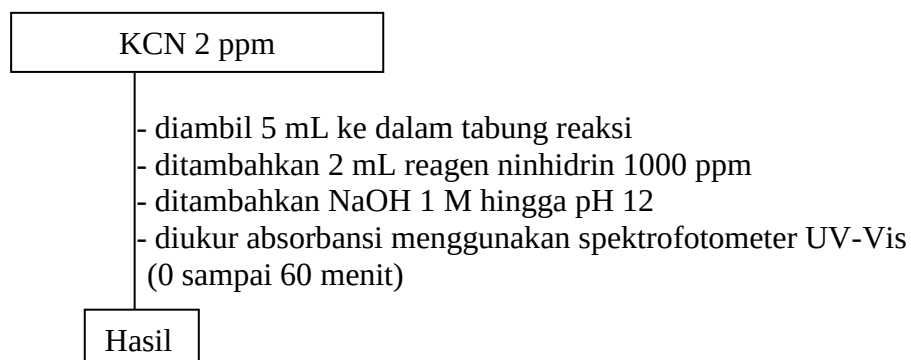


b) Penentuan panjang gelombang maksimum kompleks hidrindantin merah

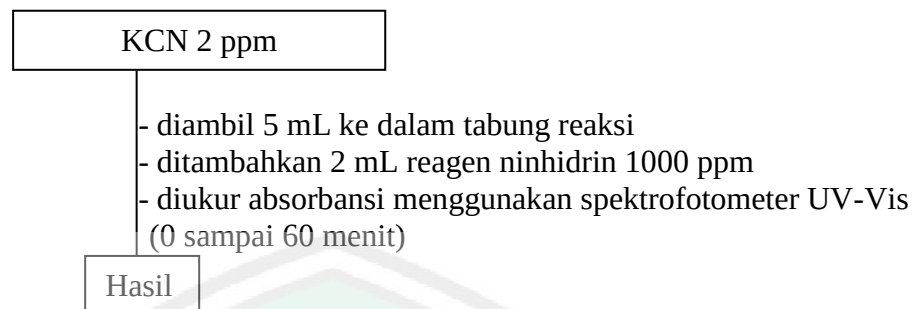


3. Optimasi Waktu Kestabilan Kompleks Hidrindantin Biru dan Merah

a) Optimasi waktu kestabilan kompleks hidrindantin biru

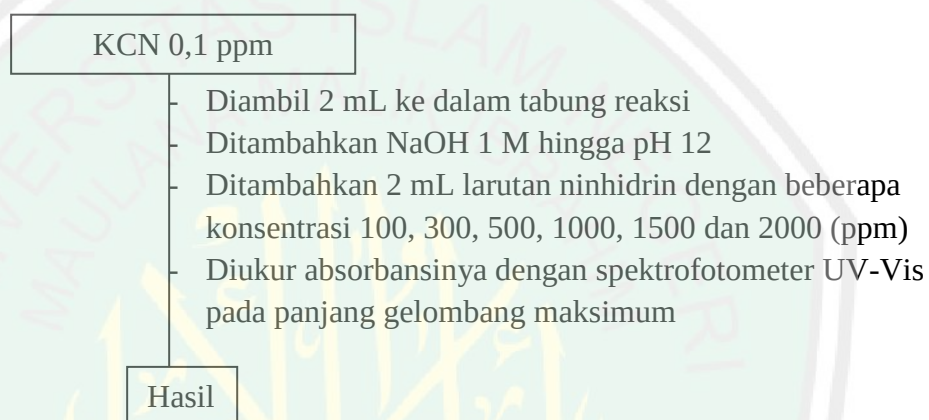


b) Optimasi waktu kestabilan kompleks hidrindantin merah

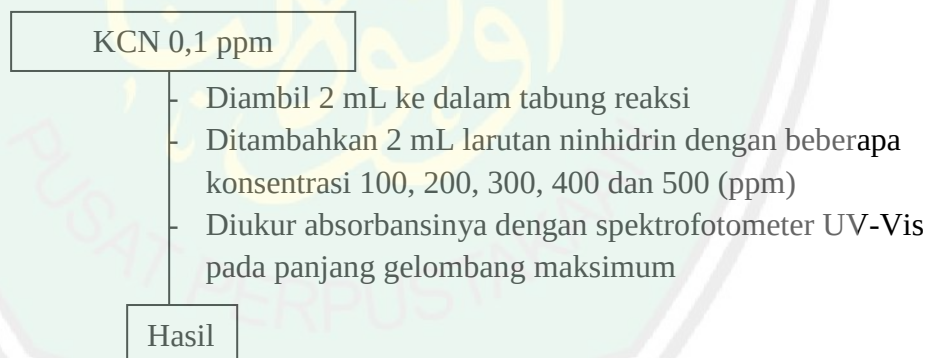


4. Penentuan Konsentrasi Optimum Reagen

a) Penentuan konsentrasi optimum reagen kompleks hidrindantin biru

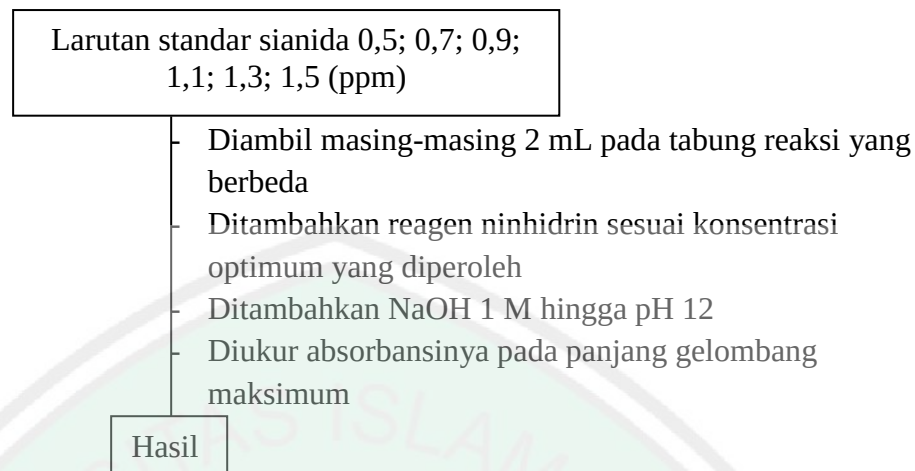


b) Penentuan konsentrasi optimum reagen kompleks hidrindantin merah

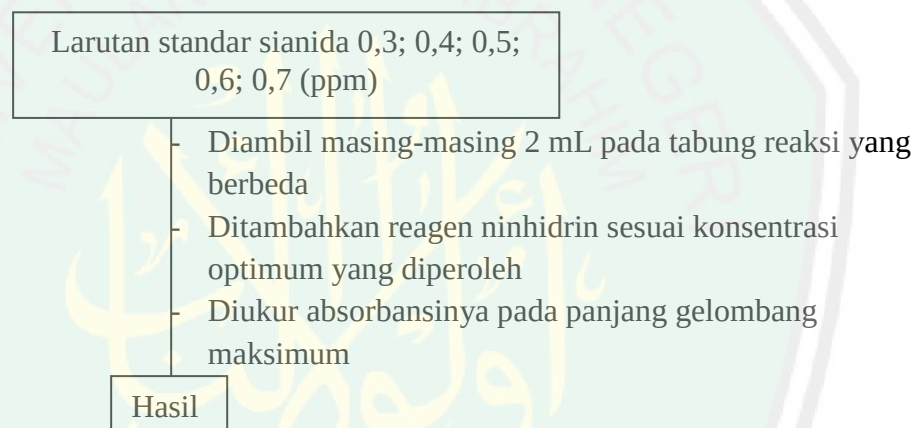


5. Pembuatan Kurva Standar Sianida

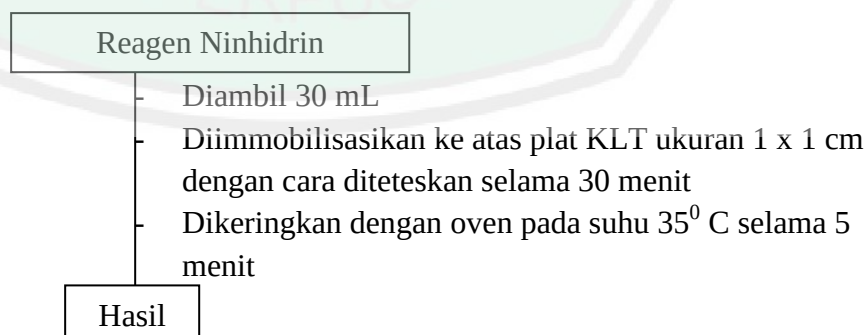
a) Kompleks hidrindantin biru



b) Kompleks hidrindantin merah



6. Immobilisasi reagen ninhidrin pada plat silika untuk pembuatan Sensor Sianida



7. Pengukuran Sianida dalam Sampel

a. Sampel buatan

Larutan sianida standar

- Diambil konsentrasi 0,1; 0,4; 0,7; 1,0; 1,5
- Ditetaskan pada sensor stik yang telah dibuat
- Didiamkan beberapa saat
- Diamati warna yang terbentuk
- Dibuat deret intensitas warna

Hasil

b. Sampel alami

Larutan sampel yang telah dipreparasi

- Dikondisikan sesuai dengan larutan sianida standar
- Ditetaskan pada sensor stik yang telah dibuat
- Didiamkan beberapa saat
- Diamati warna yang terbentuk
- Dikonfirmasi secara kuantitatif dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum

Hasil

Lampiran 3: Perhitungan

1. Pembuatan larutan sianida standar 100 ppm

$$\bullet \quad 100 \text{ ppm} = \frac{100 \text{ mg}}{L}$$

$$\frac{100 \text{ mg}}{L} = \frac{0,1 \text{ gram}}{1000 \text{ mL}} = \frac{0,025 \text{ g}}{250 \text{ mL}}$$

Jadi cara pembuatannya adalah melarutkan 0,025 gr KCN dalam 250 mL larutan Na₂CO₃.

- Pembuatan larutan 2 ppm sebanyak 50 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$$

$$= \frac{2 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$= 1 \text{ mL}$$

- Pembuatan larutan 10 ppm sebanyak 10 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1} = \frac{10 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$= 1 \text{ mL}$$

2. Pembuatan larutan ninhidrin 1000 ppm

Menimbang 100 mg ninhidrin kemudian dilarutkan dalam 100 mL akuadem.

$$\bullet \quad 1000 \text{ ppm} = \frac{1000 \text{ mg}}{L}$$

$$\frac{1000 \text{ mg}}{L} = \frac{1 \text{ gram}}{1000 \text{ mL}} = \frac{0,1 \text{ g}}{100 \text{ mL}}$$

3. Pembuatan larutan NaOH 1 M

Diketahui: $M_r = 40 \text{ g/mol}$

$M_{\text{target}} = 1 \text{ M}$

Ditanya: gram NaOH 1 M dalam 100 mL akuades

$$1 \text{ M} = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL}}$$

$$1 \text{ M} = \frac{\text{gram}}{40} \times \frac{1000}{100}$$

$$\text{gram} = 4 \text{ gram}$$

4. Pengukuran sianida dalam sampel

Diketahui: absorbansi sampel = 0,0218

$$y = 0,8164x - 0,3938$$

Berat sampel = $1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ Kg}$

Ditanya: konsentrasi sianida dalam sampel

$$y = 0,8164x - 0,3938$$

$$0,0218 = 0,8164x - 0,3938$$

$$0,0218 + 0,3938 = 0,8164x$$

$$0,4156 = 0,8164x$$

$$x = 0,509 \text{ ppm}$$

$$= 0,509 \text{ mg/L}$$

0,509 mg/L dalam 100 mL larutan sampel

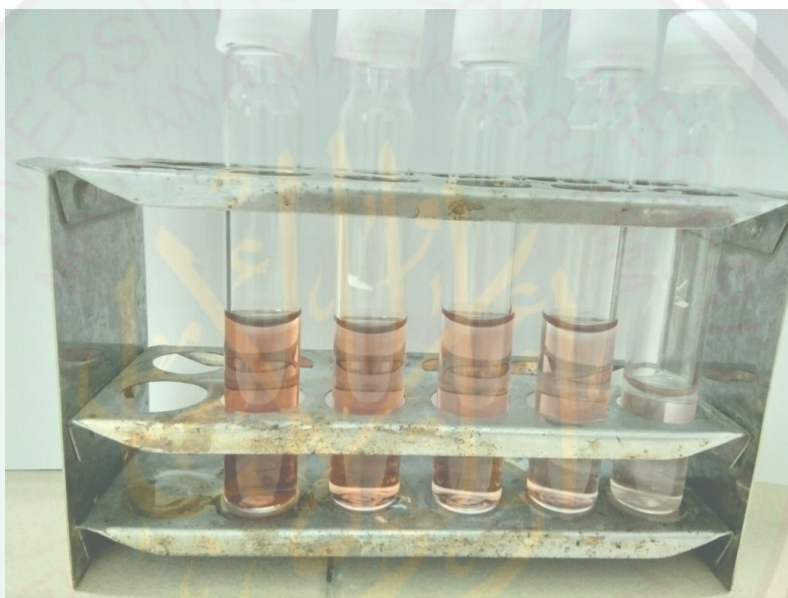
$$= \frac{\text{Konsentrasi sampel}}{\text{Berat sampel}} \times f_p$$

$$= \frac{0,509 \text{ mg/L} \times 0,1 \text{ L}}{10^{-3} \text{ Kg}}$$

$$= 50,9 \text{ mg/Kg}$$

Lampiran 4. Dokumentasi

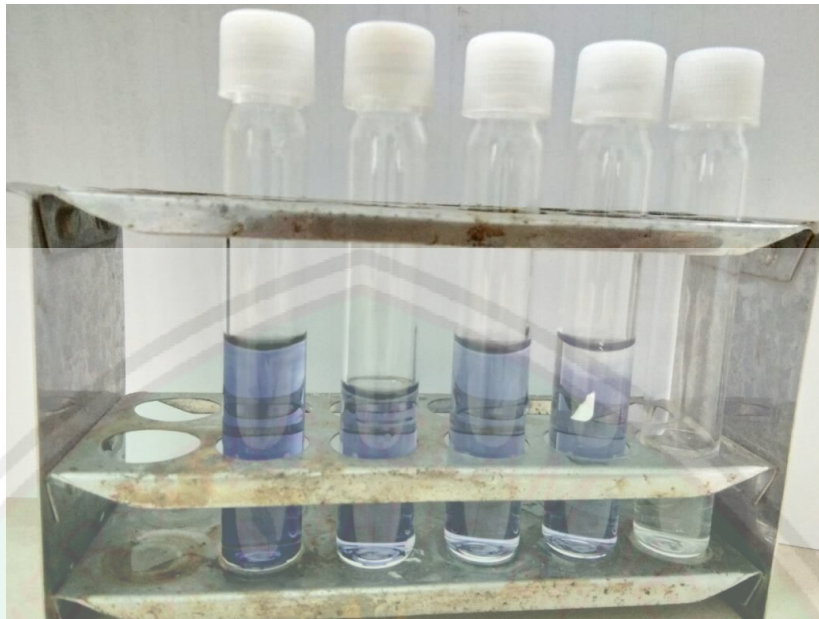
Tanaman Gadung	Umbi Gadung	Preparasi Sampel	Ekstrak Umbi
			



Pembuatan Kurva Standar Merah



Penentuan Konsentrasi Optimum Reagen (Merah)



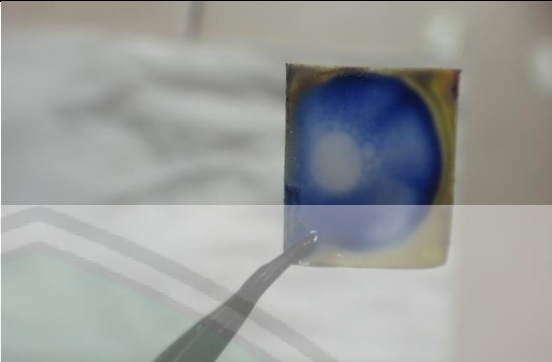
Pembuatan Kurva Standar Biru



Penentuan Konsentrasi Optimum Reagen (Biru)



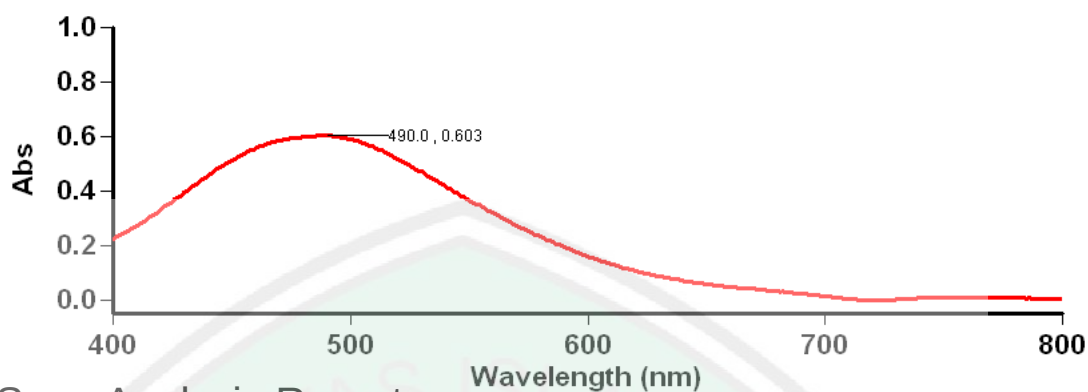
Hasil Analisa Sampel Ubi Gadung

Hasil Tes kit Merah	Hasil Tes kit Biru
	

Penentuan λ . Maks. (Biru)	Penentuan λ . Maks. (Merah)
	

Lamdha Maks Hidrindantin Merah

Tanggal Analisa : 02 Mei 2017



Scan Analysis Report

Report Time : Tue 02 May 02:04:22 PM 2017

Method:

Batch: D:\Ni'matur Rohmah\Lamdha Maks Hidrindantin Merah (02-05-2017).DSW

Software version: 3.00(339)

Operator: Rika

Sample Name: Hindrindantin Merah

Collection Time 5/2/2017 2:05:07 PM

Peak Table

Peak Style

Peak Threshold

Range

Peaks

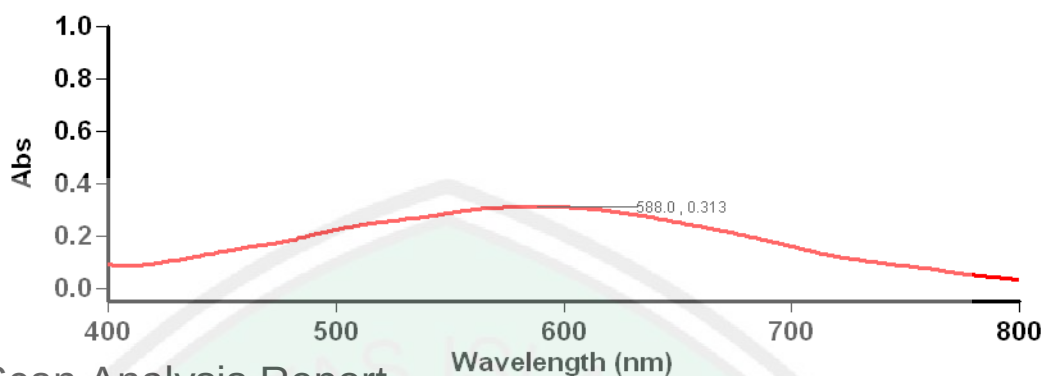
0.0100

800.0nm to 400.0nm

Wavelength (nm)	Abs
490.0	0.603

Lamdha Maks Hidrindantin Biru

Tanggal Analisa : 09 Mei 2017



Scan Analysis Report

Report Time : Tue 09 May 01:23:37 PM 2017

Method:

Batch: D:\Ni'matur Rohmah\Lamdha Maks Hidrindantin Biru 3 ppm (09-05-2017).DSW

Software version: 3.00(339)

Operator: Rika

Sample Name: Hidrindantin Biru 3 ppm

Collection Time 5/9/2017 1:24:18 PM

Peak Table

Peak Style

Peak Threshold

Range

Peaks

0.0100

800.0nm to 400.1nm

Wavelength (nm)	Abs
588.0	0.313

Waktu Kestabilan Hidrindantin Biru

Tanggal Analisa : 15 Mei 2017

Advanced Reads Report

Report time 5/15/2017 10:48:46 AM
 Method
 Batch name D:\Ni'matur Rohmah\Waktu Kestabilan Hindrantin Biru (15-05-2017).BAB
 Application Advanced Reads 3.00(339)
 Operator Susi

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 588.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.0855)	588.0

Analysis

Collection time 5/15/2017 10:48:46 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
0 menit					0.3192 0.3190 0.3193
	0.3192		0.0002	0.06	
10 menit					0.3050 0.3047 0.3049
	0.3049		0.0001	0.05	
20 menit					0.2364 0.2368 0.2369
	0.2367		0.0003	0.11	
30 menit					0.1982 0.1985 0.1983
	0.1983		0.0001	0.07	
40 menit					0.1774 0.1772 0.1774
	0.1773		0.0001	0.05	
50 menit					0.1433 0.1434 0.1436
	0.1434		0.0002	0.11	
60 menit					0.1082 0.1078 0.1075
	0.1079		0.0003	0.32	

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Waktu Kestabilan Hidrindantin Merah

Tanggal Analisa : 15 Mei 2017

Advanced Reads Report

Report time 5/15/2017 12:49:13 PM
 Method
 Batch name D:\Ni'matur Rohmah\Waktu Kestabilan Hindrantin Merah (15-05-2017).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 490.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.0918)	490.0

Analysis

Collection time 5/15/2017 12:49:13 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
0 menit					0.7066 0.7065 0.7062
		0.7064	0.0002	0.03	
10 menit					0.7029 0.7029 0.7027
		0.7028	0.0001	0.02	
20 menit					0.5152 0.5153 0.5150
		0.5152	0.0001	0.02	
30 menit					0.4665 0.4664 0.4668
		0.4665	0.0001	0.01	
40 menit					0.4655 0.4653 0.4654
		0.4654	0.0001	0.01	
50 menit					0.4263 0.4265 0.4268
		0.4265	0.0002	0.02	
60 menit					0.3891 0.3891 0.3892
		0.3891	0.0001	0.01	

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Absorbansi Penentuan Reagen Optimum Hidrindantin Biru

Tanggal Analisa : 12 Juli 2017

Advanced Reads Report

Report time 7/12/2017 10:36:42 AM
 Method
 Batch name D:\Ni'matur Rohmah\Absorbansi Penentuan Reagen
 Optimum Hidrindantin Biru (12-07-2017).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 588.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.0877)	588.0

Analysis

Collection time 7/12/2017 10:36:42 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
100 ppm					0.0020 0.0022 0.0023
300 ppm		0.0022	0.0001	6.18	0.0022 0.0023 0.0023
500 ppm		0.0023	0.0000	1.29	0.0022 0.0023 0.0023
1000 ppm		0.0027	0.0001	1.32	0.0027 0.0027 0.0027
1500 ppm		0.0027	0.0000	1.80	0.0027 0.0027 0.0027
2000 ppm		0.0314	0.0001	0.47	0.0314 0.0314 0.0312
		0.0026	0.0002	6.11	0.0025 0.0026 0.0028

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Kurva Standar Hidrindantin Biru

Tanggal Analisa : 13 Juli 2017

Concentration Analysis Report

Report time 7/13/2017 10:59:33 AM
 Method
 Batch name D:\Ni'matur Rohmah\Kurva Standar Hidrindantin Biru (13-07-2017).BCN
 Application Concentration 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 588.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Standard/Sample averaging OFF
 Weight and volume corrections OFF
 Fit type Linear Direct
 Min R² 0.95000
 Concentration units mg/L

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.0868)	588.0

Calibration

Collection time 7/13/2017 10:59:59 AM

Standard	Concentration mg/L	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Std 1						0.0040 0.0039 0.0037
	0.5		0.0039	0.0001	3.08	
Std 2						0.1700 0.1699 0.1699
	0.7		0.1699	0.0001	0.04	
Std 3						0.3682 0.3682 0.3683
	0.9		0.3682	0.0000	0.01	
Std 4						0.5190 0.5194 0.5193
	1.1		0.5192	0.0002	0.05	
Std 5						0.6402 0.6404 0.6405
	1.3		0.6404	0.0001	0.02	
Std 6						0.8337 0.8345 0.8349
	1.5		0.8344	0.0006	0.08	

Calibration eqn Abs = 0.44533*Conc
 Correlation Coefficient 0.996

Absorbansi Penentuan Reagen Optimum Hidrindantin Merah

Tanggal Analisa : 14 Juli 2017

Advanced Reads Report

Report time 7/14/2017 10:39:42 AM
 Method
 Batch name D:\Ni'matur Rohmah\Absorbansi Penentuan Reagen
 Optimum Hidrindantin Merah (14-07-2017).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 490.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.0903)	490.0

Analysis

Collection time 7/14/2017 10:39:42 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
100 ppm					0.0028 0.0029 0.0033
		0.0030	0.0003	8.86	
200 ppm					0.0031 0.0031 0.0030
		0.0031	0.0000	1.57	
300 ppm					0.0067 0.0064 0.0060
		0.0063	0.0004	5.61	
400 ppm					0.0320 0.0322 0.0322
		0.0321	0.0001	0.41	
500 ppm					0.0085 0.0085 0.0085
		0.0085	0.0000	0.24	

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Kurva Standar Hidrindantin Merah

Tanggal Analisa : 19 Juli 2017

Concentration Analysis Report

Report time 7/19/2017 10:55:10 AM
 Method
 Batch name D:\Ni'matur Rohmah\Kurva Standar Hidrindantin Merah (19-07-2017).BCN
 Application Concentration 3.00(339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 490.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Standard/Sample averaging OFF
 Weight and volume corrections OFF
 Fit type Linear
 Min R² 0.95000
 Concentration units mg/L

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.0936)	490.0

Calibration

Collection time 7/19/2017 10:55:29 AM

Standard	Concentration mg/L	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Std 1	0.3	0.0308	0.0001	0.30	0.0307 0.0308 0.0309	
Std 2	0.4	0.1126	0.0007	0.58	0.1133 0.1122 0.1122	
Std 3	0.5	0.2642	0.0002	0.06	0.2640 0.2642 0.2644	
Std 4	0.6	0.3164	0.0002	0.07	0.3166 0.3164 0.3162	
Std 5	0.7	0.4278	0.0011	0.26	0.4267 0.4277 0.4289	

Calibration eqn Abs = 0.50082*Conc -0.01929
 Correlation Coefficient 0.9836

Min R2 test failed

Results Flags Legend

Absorbansi Sampel

Tanggal Analisa : 18 Agustus 2017

Advanced Reads Report

Report time 8/18/2017 11:02:38 AM
 Method
 Batch name D:\Ni'matur Rohmah\Absorbansi Sampel
 (18-08-2017).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 588.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.0923)	588.0

Analysis

Collection time 8/18/2017 11:02:38 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
1					0.0235 0.0210 0.0211
		0.0218	0.0014	6.55	

Results Flags Legend

R = Repeat reading



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MALIKI MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN KIMIA

Gedung Sains dan Teknologi UIN Malang Lt.2 Jl. Gajayana 50 Malang Telp./Fax +62341558933
www.uin-malang.ac.id Email: info_uin@uin-malang.ac.id, kimia@uin-malang.ac.id

KARTU KONSULTASI PENELITIAN

Nama : NI MATUR ROHMAH
NIM : 13630079
Judul Skripsi : Penentuan Waktu Kestabilan Kompleks Konsentrasi Optimum
Reagen dan Range Sensor Sirkuit Pendeteksi Glukosa
Pembimbing Utama : Anik Maunatin, M.P
Pembimbing Agama : Ach. Nashichuddin, M.A
Konsultan : Diana Chandra Dewi, M.Si

No	Tanggal	Materi Konsultasi	Catatan (ditulis tangan)	Tanda tangan (Pembimbing)
1.	22 NOV 2016	Penetapan Judul TA		Anik
2.	30 NOV 2016	Alur Pikir		Anik
3.	7 Des 2016	Konsep Penelitian, Analisa Jurnal		Anik
4.	21 Des 2016	metode Penelitian		Anik
5.	6 Jan 2017	Metode		Anik
6.	12 Jan 2017	Metode		Anik
7.	19 Jan 2017	BAB I & BAB II		Anik
8.	25 Jan 2017	BAB I, II, III		Anik
9.	31 Jan 2017	BAB I, II, III		Anik
10.	1 feb 2017	BAB I, II, III		Anik
11.	10 feb 2017	Lampiran		Anik
12.	9 feb 2017	BAB I, II, III & lampiran		Anik
13.	15 feb 2017	Ace	Acc pwp	Anik
14.	17 okt 2017	BAB IV & BAB V		Anik
15.	3 nov 2017	BAB IV & BAB V		Anik
16.	09 nov 2017	Abstrak		Anik
17.	17 okt 2017	BAB I & BAB II		Anik
18.	25 okt 2017	Revisi BAB II		Anik
19.	28 okt 2017	BAB IV		Anik
20.	10 nov 2017	Revisi BAB IV		Anik