

**Penggunaan Ekstrak Kubis Ungu sebagai Indikator Alami
untuk Penentuan Asam Asetat dalam Cuka Kemasan
secara *Sequential Injection-Valve Mixing* (SI-VM)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Kimia



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**Penggunaan Ekstrak Kubis Ungu Sebagai Indikator Alami
untuk Penentuan Asam Asetat dalam Cuka Kemasan
Secara *Sequential Injection-Valve Mixing* (SI-VM)**

oleh:

DHIAN AGUNG RAMADHAN
145090207111017

Setelah diseminarkan di depan Majelis Penguji
pada tanggal.....16.....JULI.....2019
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang kimia

Pembimbing I

Akhmad Sabarudin, S.Si., M.Sc., Dr.Sc

NIP.197404181997021001

Pembimbing II

Dr. Ulfa Andayani, S.Si., M.Si

NIP. 197009291994122001



Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia Fakultas
MIPA Universitas Brawijaya

Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D

NIP. 197310202002121001



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : DHIAN AGUNG RAMADHAN
NIM : 145090207111017
Jurusan : KIMIA
Penuliis skripsi berjudul:

Penggunaan Ekstrak Kubis Ungu sebagai Indikator Alami untuk Penentuan Asam Asetat dalam Cuka Kemasan Secara *Sequential Injection-Valve Mixing* (SI-VM)

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 10 Juli 2018

Yang menyatakan,



(Dhian Agung Ramadhan)

NIM.145090207111017



Penggunaan Ekstrak Kubis Ungu Sebagai Indikator Alami untuk Penentuan Asam Asetat dalam Cuka Kemasan Secara *Sequential Injection-Valve Mixing* (SI-VM)

ABSTRAK

Penentuan asam asetat dengan menggunakan reagen alami secara *Sequential Injection Analysis* (SIA) mulai dikembangkan karena dapat menciptakan analisis kimia yang ramah lingkungan. Metode SIA yang dimodifikasi dengan penambahan *mixing tip* yang digunakan untuk tempat terjadinya reaksi disebut dengan metode *Sequential Injection-Valve Mixing* (SI-VM). Salah satu bahan alam yang dapat digunakan sebagai reagen alami dalam penentuan asam asetat yaitu kubis ungu. Ekstrak kubis ungu mengandung antosianin yang dapat digunakan sebagai indikator alami. Dalam penelitian ini, penentuan asam asetat secara SI-VM dilakukan dengan menggunakan prinsip reaksi asam-basa dan ekstrak kubis ungu yang berfungsi sebagai indikator. NaOH berlebih akan menyebabkan perubahan warna indikator dari ungu menjadi hijau-kuning. Penentuan asam asetat secara SI-VM menggunakan detektor spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 400 nm. Ekstraksi antosianin dari kubis ungu dilakukan dengan cara maserasi menggunakan pelarut akuades. Kestabilan ekstrak kubis ungu dapat bertahan selama tiga hari. Kondisi optimum penentuan asam asetat yaitu konsentrasi NaOH 0,6 M, Volume NaOH 60 μL , volume indikator ekstrak kubis ungu 50 μL , waktu reaksi 20 s dan laju alir 250 $\mu\text{L}/\text{detik}$. Kurva baku dibuat dengan konsentrasi asam asetat 2-8% dengan koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,9921. Metode ini dapat diaplikasikan dalam mengukur kadar asam asetat dalam cuka dengan limit deteksi sebesar 0,73% b/v

Kata kunci: asam asetat, kubis ungu, reaksi asam basa, SI-VM, cuka



The Use of Red Cabbage Extract as a Natural Indikator for Determination of Acetic Acid in Vinegar in Sequential Injection-Valve Mixing (SI-VM)

ABSTRACT

Determination of acetic acid using natural reagent in Sequential Injection Analysis (SIA) has been developed because it has creating environmentally friendly of chemical analysis. SIA with addition of a tip mixing used for reaction is called with the method of Sequential Injection-Valve Mixing (SI-VM). One of the natural resourches that can be used as a reagent is a red cabbage. Red cabbage extract contain anthocyanin can be used as the natural indicator. This study, determination of acetic acid in SI-VM using principles of acid-base reaction which will occur the color change indicator when acetic acid will react so the excess NaOH reacts with indicator. Indicator of Red cabbage extract will color change from purple to green-yellow. Determination of acetic acid in SI-VM was using spectrophotometer visible at 400 nm. Exrtraction of anthocyanin from red cabbage is done by means of maceration using solvent water. The stability of red cabbage extract can last for three days. Optimum condition for derteminaton of acetic acid are as follows, concentration of NaOH 0,6 M, volume of NaOH 60 μL , Volume of red cabbage extract 50 μL , delay time 20 s and flow rate 250 $\mu\text{L}/\text{s}$. A standard curve created by the concentration of acetic acid 2-8% b/v with the correlation coefficient (R^2) at 0.9921. The method can be applied for determination of acetic acid in vinegar with limit of detection at 0,73% (b/v)

Keyword: acetic acid, Red cabbage, acid base reaction, SI-VM, vinegar



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas kelimpahan nikmat dan rahmat-Nya sehingga dapat terselesaikannya penyusunan skripsi dengan judul **“Penggunaan Ekstrak Kubis Ungu Sebagai Indikator Alami untuk Penentuan Asam Asetat dalam Cuka Kemasan Secara Sequential Injection-Valve Mixing (SI-VM) “**. Penyusunan Skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan dan memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) dalam bidang kimia di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya.

Penyusunan skripsi ini tak lepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Akhmad Sabarudin, S.Si., M.Sc., Dr.Sc dan Dr. Ulfa Andayani, S.Si., M.Si atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
2. Dosen penguji seminar proposal dan kemajuan atas saran kepada penulis.
3. Ketua Jurusan Kimia, dosen, karyawan, dan laboran Jurusan Kimia Universitas Brawijaya atas semua bantuan yang telah diberikan kepada penulis
4. Orang tua, Satijo, S.Pd, dan Tuti Suryani serta orang terdekat yang selalu memberikan bantuan, motivasi dan dukungannya hingga dapat terselesaikannya penyusunan skripsi ini.
5. Teman satu tim penelitian yaitu Ayu Alfi Jayanti dan Siti Imro'atus Khiftiyah atas bantuan dan dukungan yang diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan wawasan bagi penulis ataupun pembaca.

Malang,.....

Penyusun



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
DAFTAR ISTILAH DAN LAMBANG	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Asam asetat dalam cuka	7
2.2 Metode Penentuan Asam asetat	8
2.3 Kubis ungu sebagai Indikator Alami	9
2.4 <i>Sequential Injection Analysis</i>	11
2.5 Spektrofotometri UV-VIS	12





BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Tempat dan Waktu	15
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	15
3.3 Tahapan Penelitian	15
3.4 Prosedur Kerja	16
3.4.1 Preparasi Larutan	16
3.4.1.1 Pembuatan Ekstrak Kubis Ungu dengan Maserasi	16
3.4.1.2 Pembuatan Larutan Stok NaOH 1 M	16
3.4.1.3 Pembuatan Larutan Stok Asam asetat 20 %	16
3.4.2 Preparasi sampel cuka	17
3.4.3 Pengukuran Kestabilan Indikator Ekstrak Kubis Ungu	17
3.4.4 Pengkondisian alat SIA	17
3.4.5 Optimasi Parameter	20
3.4.5.1 Penentuan Konsentrasi Optimum Natrium Hidroksida	20
3.4.5.2 Penentuan Volume Optimum Natrium Hidroksida	20
3.4.5.3 Penentuan Volume Optimum Ekstrak Kubis Ungu	20
3.4.5.4 Penentuan Waktu Reaksi Optimum	20
3.4.5.5 Penentuan Laju Alir Optimum	20
3.4.6 Pembuatan Kurva Baku	20
3.4.7 Pengukuran Sampel Cuka	21
3.4.8 Pengukuran Limit Deteksi	21
3.4.9 Analisis Data	
3.5.9.1 Perhitungan Standar Deviasi	21
3.5.9.2 Perhitungan Limit Deteksi	21
3.5.9.3 Kadar Asam Asetat	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Kestabilan Ekstrak Kubis Ungu	24
4.2 Optimasi Parameter Fisik dan Kimia	26
4.2.1 Penentuan Konsentrasi NaOH Optimum	26
4.2.2 Penentuan Volume NaOH Optimum	27
4.2.3 Penentuan Volume Ekstrak Kubis ungu Optimum	28





4.2.4 Penentuan Waktu Reaksi Optimum	29
4.2.5 Penentuan Laju Alir Optimum	30
4.3 Kurva Baku	32
4.4 Aplikasi metode SI-VM untuk pengukuran kadar Kadar asam asetat dalam sampel cuka kemasan	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	41





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 :	Struktur Kimia Asam asetat	7
Gambar 2.2 :	Struktur umum Antosianidin	10
Gambar 2.3 :	Skema SIA	11
Gambar 3.1 :	Gambar Alat SIA	17
Gambar 4.1 :	Reaksi antara asam asetat dengan Natrium Hidroksida	23
Gambar 4.2 :	Perubahan struktur antosianin akibat pH	23
Gambar 4.3 :	Hasil ekstraksi dengan etanol	24
Gambar 4.4 :	Hasil pengukuran kestabilan ekstrak kubis dengan akuades	25
Gambar 4.5 :	Grafik Optimasi Konsentrasi Optimum NaOH	26
Gambar 4.6 :	Grafik Optimasi Volume Optimum NaOH	27
Gambar 4.7 :	Grafik Optimasi Volume Optimum Ekstrak Kubis Ungu	28
Gambar 4.8 :	Grafik Optimasi Waktu Optimum	29
Gambar 4.9 :	Grafik Optimasi Laju Alir Optimum	30
Gambar 4.10 :	Kurva Baku asam asetat	32
LAMPIRAN		
Gambar E.1:	Progam SIA pada komputer	52
Gambar H.1:	SIA-gram dari penentuan konsentrasi Optimum NaOH	56
Gambar H.2:	SIA-gram dari penentuan volume optimum NaOH	56
Gambar H.3:	SIA-gram dari penentuan volume optimum Ekstrak kubis ungu	57
Gambar H.4:	SIA-gram dari penentuan waktu reaksi Optimum	57
Gambar H.5:	SIA-gram dari penentuan laju alir Optimum	58
Gambar I.1 :	Seperangkat alat SI-VM	59
Gambar I.2 :	Detektor spektrofotometer UV-VIS	59
Gambar I.3 :	Sampel cuka A	60
Gambar I.4 :	Sampel cuka B	60





DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	: Panjang gelombang cahaya pada daerah Sinar tampak	12
Tabel 4.1	: Optimasi parameter penentuan asam asetat	32
Tabel 4.2	: Hasil pengukuran kadar asam asetat dalam sampel cuka kemasan	33
Tabel 4.3	: Hasil uji validasi	34

LAMPIRAN

Tabel B.1	: Volume asam asetat 20% b/v yang digunakan	43
Tabel B.2	: Volume NaOH 1 M yang digunakan	44
Tabel C.1	: Data serapan blanko	45
Tabel D.1	: Data absorbansi penentuan konsentrasi optimum NaOH	47
Tabel D.2	: Data absorbansi penentuan volume optimum NaOH	47
Tabel D.3	: Data absorbansi penentuan volume optimum Ekstrak kubis ungu	48
Tabel D.4	: Data absorbansi penentuan waktu reaksi Optimum	48
Tabel D.5	: Data absorbansi penentuan laju alir optimum	48
Tabel D.6	: Hasil pengukuran kadar asam asetat dalam Sampel cuka	49
Tabel D.7	: Pengukuran kadar asam asetat dalam sampel cuka	50
Tabel F.1	: Kondisi operasional SI-VM penentuan asam asetat	53
Tabel G.1	: Data volume titrasi	54





DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Diagram Penelitian	41
Lampiran B. Perhitungan	42
B.1 Perhitungan Pembuatan Larutan asam asetat 20% (b/v)	42
B.2 Perhitungan Pembuatan larutan asam asetat 2; 4; 5; 6; dan 8% b/v	42
B.3 Perhitungan pembuatan larutan stok NaOH 1 M	43
B.4 Perhitungan pembuatan larutan NaOH 0,2; 0,4; 0,6; Dan 0,8 M	44
Lampiran C. Perhitungan standar deviasi dan limit deteksi	45
C.1 Standar deviasi	45
C.2 Limit deteksi	46
Lampiran D. Data Hasil Penelitian	47
D.1 Konsentrasi optimum Natrium Hidroksida	47
D.2 Volume optimum Natrium Hidroksida	47
D.3 Volume optimum Ekstrak Kubis Ungu	48
D.4 Waktu reaksi optimum	48
D.5 Laju alir optimum	48
D.6 Penentuan kurva baku	49
D.7 Pengukuran kadar asam asetat dalam sampel cuka	50
D.8 Perhitungan konsentrasi asam asetat dalam sampel cuka	50
Lampiran E. Tampilan Progam SIA	52
Lampiran F. Kondisi operasioanal SI-VM	53
Lampiran G. Uji Validasi	54
G.1 Prosedur titrasi	54
G.2 Hasil titrasi	54
G.3 Perhitungan kadar asam asetat dalam sampel cuka	55
Lampiran H. Hasil SIA-gram	56
H.1 Penentuan konsentrasi optimum NaOH	56
H.2 Penentuan volume optimum NaOH	57
H.3 Penentuan volume ekstrak kubis ungu optimum	57
H.4 Penentuan waktu reaksi optimum	57
H.5 Penentuan laju alir optimum	58
Lampiran I. Dokumentasi Penelitian	59





DAFTAR ISTILAH DAN LAMBANG

Simbol/ singkatan	Keterangan
SIA	Sequential Injection Analysis
FIA	Flow Injection Analysis
SI-VM	Sequential Injection-Valve Mixing
Mg	Milligram
G	Gram
μL	Mikroliter
UV-VIS	ultraviolet-visible
SP	Syringe pump







BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asam asetat merupakan asam lemah golongan asam karboksilat yang berbentuk cairan dan memiliki bau yang khas [1]. Meskipun termasuk asam lemah, asam asetat juga bersifat korosif seperti asam-asam lainnya [2]. Senyawa ini sering digunakan untuk analisis kimia dan merupakan reagen yang penting dalam industri kimia. Asam asetat sering digunakan dalam produksi plastik, pestisida, dan polimer buatan [3]. Ada dua jenis asam asetat yaitu asam asetat glasial dan asam asetat yang terdapat pada cuka [1]. Penggunaan asam asetat pada cuka sering digunakan untuk mengatur keasaman.

Penggunaan cuka pada makanan harus disesuaikan dengan kebutuhan karena penggunaan asam cuka dengan konsentrasi yang tinggi dapat membahayakan kesehatan. Salah satunya dapat menyebabkan gangguan pencernaan [2,3]. Batas maksimum kadar asam asetat dalam cuka makanan yang diperbolehkan 100 mg/kg [4]. Dalam pembuatan acar biasanya memerlukan tambahan cuka, dengan batasan kadar 0,5% - 2,7% [5]. Namun masih banyak cuka yang di pasaran tidak mencantumkan kadar asam asetat dalam kemasannya yang menyebabkan konsumen kurang mengetahui secara pasti kadar asam asetat dalam cuka. Sehingga perlu dilakukan analisa asam asetat dalam cuka makanan yang berada dipasaran.

Metode penentuan kadar asam asetat yang sedang populer dalam beberapa tahun terakhir yaitu menggunakan sistem alir dengan prinsip titrasi asam-basa [3,7,8]. Sebelumnya penentuan kadar asam asetat pada cuka sering menggunakan titrasi asam-basa dengan menggunakan buret [8]. Kelebihan dari menggunakan sistem alir yaitu analisis yang dilakukan lebih cepat sehingga tidak memerlukan waktu yang lama. Selain itu kelebihan dari menggunakan sistem alir yaitu tidak menggunakan reagen yang banyak sehingga menghasilkan limbah yang lebih sedikit [3,7,8].

Sistem alir yang sering digunakan dalam penentuan asam asetat adalah *flow Injection Analysis* (FIA) dan *Sequential Injection Analysis* (SIA). Gonzales dkk [7] melakukan Penentuan asam asetat dalam cuka dengan menggunakan metode FIA. Sedangkan Lenghor dkk [7] melakukan penentuan asam asetat dengan menggunakan metode SIA.

Namun kedua penelitian tersebut masih menggunakan reagen buatan yang bersifat toksik sehingga dapat mencemari lingkungan.

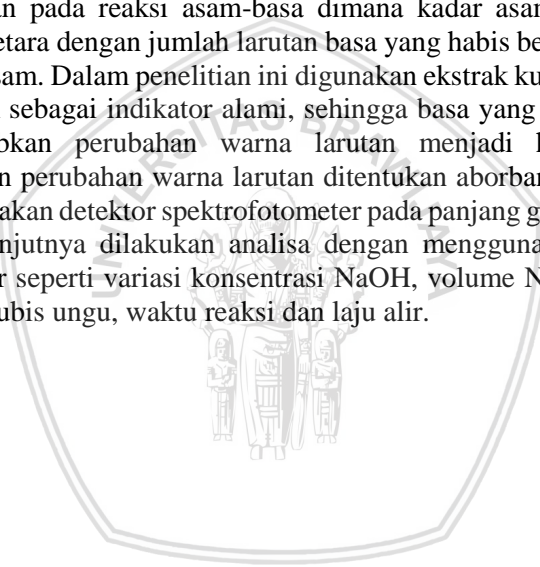
Analisis kimia dengan menggunakan reagen alami yang ramah lingkungan sudah mulai dikembangkan. Reagen alami dapat diperoleh dari bagian tanaman seperti akar, batang, daun dan bunga [9]. Tidak seperti reagen buatan, reagen alami mempunyai banyak keuntungan diantaranya mudah diperoleh dan tidak bersifat toksik sehingga lebih ramah lingkungan. Selain itu keuntungan menggunakan reagen alami yaitu murah dan lebih ekonomis. Grudpan dkk [3] menggunakan ekstrak kunyit dan mineral alam untuk penentuan asam asetat dalam cuka. Dari penelitian yang sudah dilakukan, dapat diketahui bahwa kestabilan dari reagen alami akan berkurang dalam waktu 8 jam. Sehingga perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut untuk mendapatkan bahan alam yang dapat dijadikan reagen alami dengan kestabilan yang lebih lama.

Bahan alam yang sudah diketahui dapat dimanfaatkan sebagai reagen alami yaitu kubis ungu [10]. Ekstrak kubis ungu mengandung senyawa antosianin yang merupakan pigmen berwarna merah, ungu dan biru [11]. Pigmen antosianin mudah larut dalam air dan akan membentuk warna yang berbeda pada kondisi pH tertentu [12]. Hal ini yang membuat ekstrak kubis ungu dapat dimanfaatkan sebagai indikator alami. Kubis ungu telah digunakan sebagai indikator alami dalam titrasi asam-basa dengan menggunakan metode konvensional [13]. Selain mempunyai banyak kelebihan, indikator alami juga mempunyai kekurangan yaitu cepat rusak dan kurang stabil. Kestabilan antosianin dalam ekstrak kubis ungu sangat dipengaruhi oleh temperatur dan pH [12]. Kestabilan antosianin dalam bentuk serbuk bertahan sampai 10 hari, lebih lama dibandingkan dengan kurkumin pada kunyit [3]. Sehingga ekstrak kubis ungu lebih efektif dijadikan sebagai indikator dalam penentuan asam asetat dengan menggunakan metode SIA.

Dalam metode SIA, proses pencampuran sampel dengan reagen dilakukan secara berurutan kemudian dialirkan menuju detektor sehingga dapat diketahui konsentrasi yang terukur [14]. Detektor yang digunakan untuk analisis asam asetat dengan menggunakan sistem alir diantaranya dengan spektrometer, amperometer dan konduktometer [3]. SIA dioperasikan dengan program yang sudah terinstal pada komputer. Komponen dari sequential injection diantaranya *syringe pump*, *holding coil*, katup multiposisi, dan detektor. Semua komponen

tersebut dihubungkan dengan pipa kapiler PTFE [15]. Metode SIA dapat dimodifikasi menjadi SI-VM (*Sequential Injection analysis-valve mixing*) dengan penambahan *mixing tip* pada salah satu port sebagai tempat terjadinya reaksi. Penambahan *mixing tip* pada salah satu port dapat menyempurnakan reaksi dibandingkan hanya dengan *holding coil*.

Berdasarkan uraian diatas, maka pada penelitian ini dikembangkan suatu metode analisis asam asetat dengan menggunakan indikator alami dalam sistem SI-VM. Sebelumnya dilakukan pengukuran kestabilan ekstrak kubis ungu dengan menggunakan spektrofotometer sinar tampak. Penentuan asam asetat didasarkan pada reaksi asam-basa dimana kadar asam asetat yang terukur setara dengan jumlah larutan basa yang habis bereaksi dengan larutan asam. Dalam penelitian ini digunakan ekstrak kubis ungu yang bertindak sebagai indikator alami, sehingga basa yang berlebih akan menyebabkan perubahan warna larutan menjadi hijau kuning. Kemudian perubahan warna larutan ditentukan absorbansinya dengan menggunakan detektor spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm. Selanjutnya dilakukan analisa dengan menggunakan beberapa parameter seperti variasi konsentrasi NaOH, volume NaOH, volume ekstrak kubis ungu, waktu reaksi dan laju alir.



1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan permasalahan yang akan diteliti adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kestabilan ekstrak kubis ungu yang digunakan sebagai indikator alami pada penentuan asam asetat secara SI-VM?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi NaOH, volume NaOH, ekstrak kubis ungu, waktu reaksi serta laju alir pada penentuan asam asetat secara SI-VM?
3. Bagaimana aplikasi SI-VM untuk penentuan asam asetat dalam sampel cuka perdagangan?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas, batasan masalah yang dapat diambil adalah:

1. Larutan standar yang digunakan adalah asam asetat glasial yang dilarutkan dalam akuades.
2. Pengukuran kestabilan reagen menggunakan ekstrak kubis ungu yang masih mengandung pelarut akuades.
3. Pengukuran kadar asam asetat menggunakan detektor spektrofotometer.
4. Sampel cuka yang digunakan merupakan cuka perdagangan yang ada di pasaran.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan kestabilan ekstrak kubis ungu yang digunakan sebagai indikator alami pada penentuan asam asetat secara SI-VM.
2. Menentukan pengaruh konsentrasi NaOH, volume NaOH, ekstrak kubis ungu, waktu reaksi serta laju alir pada penentuan asam asetat secara SI-VM.
3. Mengaplikasikan metode SI-VM untuk penentuan asam asetat dalam sampel cuka makanan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui kestabilan ekstrak kubis ungu sebagai indikator alami.
2. Mengetahui kondisi optimum penentuan asam asetat secara SI-VM.
3. Menghasilkan metode penentuan asam asetat yang ramah lingkungan dengan waktu analisis yang cepat, teliti dan sensitif.

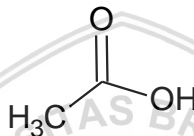




BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Asam Asetat dalam Cuka

Asam asetat atau *acetic acid* merupakan senyawa organik yang termasuk dalam golongan asam karboksilat. Asam asetat merupakan senyawa dengan rumus umum CH_3COOH yang berbentuk cairan tidak berwarna dan mempunyai bau yang khas [1, 16]. Asam asetat larut dalam air, alkohol, dan eter, namun tidak larut dalam karbon disulfida. Asam asetat mudah menguap dan bersifat korosif. [17]. Berikut ini merupakan Struktur kimia dari asam asetat :



Gambar 2.1: Struktur Kimia Asam Asetat

Asam asetat sering disebut dengan asam cuka karena rasanya yang asam dan baunya yang menyengat. Sebagian besar cuka yang terdapat dipasaran merupakan hasil dari fermentasi buah-buahan dalam media etanol [2]. Asam asetat yang murni sering disebut dengan asam asetat glasial. Asam asetat glasial merupakan asam asetat pekat dengan konsentrasi 99,7%. Sedangkan cuka yang berada dipasaran biasanya hanya mengandung asam asetat $\pm 25\%$ [1]. Pada umumnya pembuatan cuka melalui proses fermentasi dari buah-buahan atau hasil pertanian [18]. Penggunaan asam cuka pada makanan harus terlebih dahulu diencerkan agar tidak menimbulkan efek samping bagi kesehatan [3]. Batas maksimum kadar asam asetat dalam cuka makanan yang diperbolehkan sebesar 100 mg/kg [4].

Asam asetat merupakan pereaksi kimia dan sebagai bahan baku dari industri kimia. Asam asetat digunakan dalam produksi plastik, pestisida dan polimer buatan seperti polietilena, tereftalat, selulosa asetat dan polivinil asetat [3]. Produksi asam asetat melalui tiga proses yaitu oksidasi asetaldehid, oksidasi n-butana dan kabornilasi metanol [1]. Sedangkan bahan baku pembuatan asam asetat berasal dari substrat yang mengandung etanol seperti buah-buahan, kuliit nanas, kulit biji kopi, dan air kelapa [19].

2.2 Metode Penentuan Asam Asetat

Metode konvensional dalam penentuan asam asetat yang sering digunakan adalah metode titrasi asam basa [8]. Metode ini sering dikenal dengan metode alkalimetri. Alkalimetri merupakan analisis atau penetapan kadar secara volumetrik dan jumlah total suatu asam dalam suatu larutan dengan menggunakan larutan standar basa. Analisis alkalimetri menggunakan titrasi langsung dengan melibatkan reaksi antara asam dan basa dengan penambahan indikator [20].

Indikator adalah senyawa yang dapat berubah warna apabila pH lingkungannya berubah [10]. Indikator yang biasa digunakan dalam titrasi antara lain fenolftalein (PP), *Metil Orange* (MO), *Metil Red* (MR) dan *phenol red* (PR) [21]. Indikator yang digunakan dalam penentuan asam asetat yaitu fenolftalein [10]. Fenolftalein merupakan indikator buatan yang bersifat asam lemah dan mempunyai trayek pH 8,3-10,0 [22]. Penambahan indikator dalam titrasi asam-basa akan memudahkan untuk menentukan titik akhir titrasi yang ditandai adanya perubahan warna indikator.

Kekurangan dengan menggunakan metode titrasi yaitu waktu analisis yang diperlukan sangat lama. Salah satu metode alternatif penentuan kadar asam asetat adalah dengan menggunakan sistem alir. Metode sistem alir dapat mempersingkat waktu analisis dibandingkan metode konvensional [23]. Metode penentuan asam asetat pada cuka dengan menggunakan metode FIA sudah dilakukan [6]. Selanjutnya dilakukan pengembangan dari metode FIA yaitu penentuan asam asetat dengan menggunakan SIA. Metode SIA lebih sedikit dalam penggunaan reagen dibandingkan dengan FIA [7]. Pada umumnya reagen yang digunakan dalam penentuan asam asetat merupakan reagen buatan. Sehingga limbah yang dihasilkan dapat mencemari lingkungan [3].

Metode penentuan asam asetat dengan menggunakan reagen alami yang lebih ramah lingkungan sudah dilakukan dengan menggunakan ekstrak kunyit sebagai indikator alami. Ekstrak kunyit mengandung kurkumin yang berwarna kuning [3]. Kurkumin yang berwarna kuning akan berubah menjadi orange dalam pH basa [24]. Sehingga panjang gelombang maksimum juga mengalami pergeseran dari 420 nm ke 450 nm [3]. Penentuan dengan menggunakan sequential injection Analysis (SIA) tetap menggunakan prinsip titrasi asam-basa, dimana harus terjadi perubahan warna larutan dari pH asam ke pH basa. Perubahan warna larutan dikarenakan adanya basa

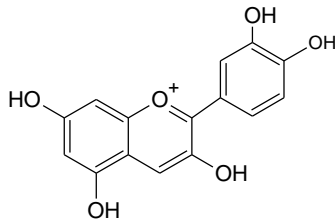
berlebih yang mengakibatkan perubahan warna dari indikator. Sehingga akan terdeteksi oleh detektor spektrofotometer sebagai nilai absorbansi dari larutan yang dianalisis [3,6,7].

2.3 Kubis Ungu sebagai Indikator Alami

Kubis ungu (*Brassica oleracea L*) merupakan sayuran yang banyak mengandung mineral, vitamin, oligosakarida dan senyawa bioaktif seperti antosianin, flavonol, dan glukosinolat [25–27]. Kubis ungu banyak digunakan dalam pembuatan salad. Warna ungu yang dari kubis ungu dapat digunakan untuk membuat makanan menjadi lebih menarik [28]. Dalam bidang kesehatan kubis ungu dapat digunakan sebagai antikanker dan antidiabetes karena memiliki kandungan antosianin yang tinggi. Antosianin merupakan senyawa flavonoid yang dapat berperan sebagai antioksidan alami [29]. Selain pada sayur, antosianin juga ditemukan pada bunga dan buah [11].

Ekstraksi antosianin dari kubis ungu menggunakan metode sederhana dengan cara meserasi. Maserasi merupakan proses penyarian simplisia dengan metode perendaman menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengadukan. Ekstrak dapat berupa ekstrak kering dan ekstrak basah. Ekstrak yang masih mengandung pelarut disebut dengan ekstrak basah [30]. Hasil dari ekstraksi suatu bahan tanaman dipengaruhi beberapa faktor diantaranya jenis pelarut, konsentrasi pelarut, metode ekstraksi dan suhu [29]. Pelarut yang sering digunakan dalam ekstraksi antosianin dari kubis ungu yaitu etanol. Sifat dari antosianin yang dapat larut dalam air dapat dijadikan dasar penggunaan pelarut air dalam ekstraksi antosianin. Ekstraksi antosianin dengan menggunakan air dilakukan pada suhu yang tidak terlalu tinggi, karena pada suhu tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada antosianin [12].

Antosianin merupakan pigmen warna merah, ungu dan biru yang dapat larut dalam air dan banyak terdapat pada buah dan sayuran. Beberapa jenis antosianin diantaranya sianidin, delphinidin, pelargonidin, peonidin, petunidin dan malvidin [11]. Antosianin yang terdapat pada kubis ungu yaitu sianidin atau antosianidin [28]. Berikut ini struktur umum dari antosianidin [11].



Gambar 2.2: Struktur umum dari antosianidin

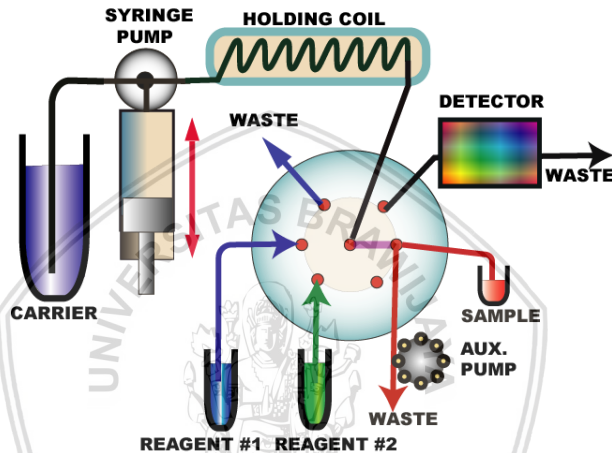
Struktur antosianin dapat berubah-ubah mengikuti pH dalam larutan. Hal tersebut yang menyebabkan warna antosianin dalam suasana asam, netral dan basa berbeda. Pada pH rendah (asam) antosianin berwarna merah, sedangkan pada pH tinggi (basa) berwarna hijau sampai kuning [11,28,29]. Dalam pH tinggi antosianin akan berbentuk kalkon yang berwarna kuning [31]. Hal ini yang menjadikan ekstrak kubis ungu dapat dijadikan indikator alami. Trayek pH kubis ungu lebih luas dibandingkan dengan indikator fenoltalein. Trayek pH kubis ungu berada pH 6,5-7,5 (Ungu-Biru), pH 10,50-12,00 (Hijau-hijau kebiruan) dan pH 12,00-13,00 (Hijau kebiruan-Kuning) [10]. Selain mempunyai trayek pH yang luas indikator kubis ungu tidak bersifat toksik seperti indikator buatan. Namun penggunaan indikator kubis ungu sebagai indikator alami dipengaruhi oleh kestabilan antosianin.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan antosianin diantaranya pH, suhu dan cahaya [12]. Pada pH tinggi antosianin akan berwarna kuning dan menghasilkan suatu produk dari degradasi antosianin. Kestabilan ekstrak kubis ungu dalam bentuk serbuk lebih lama dibandingkan dengan yang masih bercampur dengan pelarut. Ketahanan dari bentuk serbuk sampai dengan 10 hari dengan penyimpanan dalam lemari pendingin (4° C) [32].

2.4 Sequential Injection Analysis (SIA)

Sequential Injection Analysis (SIA) adalah metode sistem alir yang dikembangkan dari metode *flow injection Analysis* (FIA). SIA merupakan sistem alir otomatis yang digunakan untuk analisis senyawa kimia dalam jumlah sedikit [15]. Perbedaannya dengan FIA yaitu terletak pada jenis pompa, *multiposition valve* dan semua sistem kerja yang dikendalikan dengan komputer. Selain itu, rangkaian alat

dari SIA lebih sederhana dengan menggunakan jenis pompa dua arah (*syringe pump*). Pada *multiposition valve* terdiri dari beberapa saluran yang dihubungkan dengan sampel reagen, sampel, *holding coil*, limbah dan detektor. *Syringe pump* memiliki kemampuan untuk menarik (*aspirate*) dan mendorong (*dispense*) larutan. Komponen [33]. SIA terdiri dari *syringe pump*, *holding coil*, *selection valve*, dan detektor [34]. Berikut ini merupakan rangkain alat dari SIA :



Gambar 2.3: Skema SIA

Prinsip Kerja SIA yaitu larutan sampel dan reagen akan diinjeksikan dan dialirkan menuju *holding coil* menggunakan *syringe pump*. Dalam *holding coil* seluruh larutan menjadi bercampur karena adanya perbedaan antara kecepatan alir antar larutan yang berdekatan. Kemudian larutan sampel dan reagen dialirkan menuju *mixing coil* untuk menyempurnakan proses reaksi sehingga dapat diukur secara kuantitatif menggunakan detektor [34]. Proses dispersi yang akan menyebabkan difusi sampel yang memiliki konsentrasi lebih besar kedalam larutan pembawa. Bagian yang memiliki konsentrasi terbesar akan terbaca oleh detektor sebagai puncak dari kurva. Namun dispersi yang terlalu besar akan menghasilkan kurva yang berekor sehingga puncak yang terdeteksi memiliki sensitivitas rendah [23].

Metode SIA sudah banyak digunakan dalam analisis suatu senyawa kimia. Salah satunya penentuan asam asetat dalam cuka

dengan menggunakan reagen buatan maupun reagen alami. Penentuan berdasarkan perubahan warna larutan ketika reagen dan sampel saling bereaksi yang akan terdeteksi oleh detektor spektrofotometer. Sebelumnya ditentukan terlebih dahulu panjang gelombang maksimum yang digunakan. Hasil dari analisis tersebut akan menghasilkan nilai absorbansi dari larutan campuran [3,7,8].

2.5 Spektrofotometri UV-VIS

Spektrofotometri merupakan metode analisis kualitatif dan kuantitatif yang didasarkan pada interaksi antara cahaya dan materi. Analisis yang dilakukan pada daerah panjang gelombang ultraviolet sampai *visible* disebut dengan spektrofotometri uv-vis [35]. Cahaya merupakan partikel foton yang bergerak dan mempunyai kecepatan. Ketika cahaya mengenai partikel akan menyebabkan transisi elektronik. Transisi elektronik melibatkan orbital n , sigma (σ) dan phi (π) [36].

Alat yang digunakan dalam analisis spektrofotometri yaitu spektrofotometer. Spektrofotometer uv-vis dibagi menjadi dua macam, yaitu *single beam* dan *double beam*. Spektrofotometer *double beam* lebih sering digunakan karena pengukuran blanko dan sampel dapat dilakukan secara bersamaan pada daerah panjang gelombang yang diinginkan. Daerah panjang gelombang sinar tampak yaitu mulai 400-800 nm [35].

Tabel 2.1 Panjang gelombang cahaya pada daerah sinar tampak [20]

Panjang Gelombang (nm)	Warna yang diserap	Warna komplementer
380-450	Ungu	Kuning-hijau
450-495	Biru	Kuning
495-570	Hijau	Ungu
570-590	Kuning	Biru
590-620	Orange	Hijau-biru
620-750	Red	Biru-hijau

Analisa kuantitatif dengan menggunakan spektrofotometri akan berlaku hukum Lambert-Beer. Dimana A merupakan nilai absorbansi, ϵ merupakan koefisien ekstingsi molar, b merupakan ketebalan kuvet dan c merupakan konsentrasi sampel. Hukum lambert-beer ditunjukkan dalam persamaan 2.1 [36].

$$A = \epsilon.b.c \quad (2.1)$$

Dari persamaan tersebut dapat diketahui bahwa konsentrasi berbanding lurus dengan absorbansi. Sehingga konsentrasi larutan pekat akan menghasilkan nilai absorbansi yang tinggi. Sedangkan nilai ϵ dan b tetap. Analisa dengan menggunakan spektrofotometri dilakukan pada panjang gelombang maksimum yang dapat dilihat dari nilai absorbansi maksimum. [20].





BAB III METODOLOGI PENELITIAN

1.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari hingga Mei 2018 di Laboratorium Kimia Analitik dan Laboratorium Instrument Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Brawijaya.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain neraca analitik Ohaus Adventure, labu takar 250 mL, 100 mL dan 10 mL, pipet ukur, bola hisap, gelas arloji, kertas saring, gelas beker, pipet tetes, botol gelap, botol aquades, corong gelas, pengaduk gelas, seperangkat alat Laboratory-made SI-VM system yang terdiri dari *syringe pump* (SP; Hamilton, Reno, Nevada USA) dengan volume 2500 μL , delapan katup *selection valve* (SV; Hamilton, Reno, Nevada USA) dan detektor spektrofotometer (Shimadzu 1600 *series*) yang dikontrol komputer menggunakan SIA MPV LITE 2 *software* berbasis *Visual Basic Progam*, pipa kapiler (PTFE 0,75 mm i.d) dan pipa kapiler untuk *holding coil* (PTFE 1.8 mm i.d).

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kubis ungu, asam asetat glasial (CH_3COOH) p.a, Natrium Hidroksida (NaOH) p.a, akuades, etanol 96% p.a dan sampel larutan cuka.

1.3 Tahap Penelitian

Tahap penelitian yang dilakukan yaitu

1. Preparasi Bahan
2. Preparasi larutan
 - a. Pembuatan Indikator dari Ekstrak Kubis Ungu dengan cara meserasi menggunakan pelarut akuades yang sudah dipanaskan
 - b. Pembuatan larutan stok asam asetat
 - c. Pembuatan larutan stok natrium hidroksida
3. Pengukuran kestabilan ekstrak kubis ungu
4. Pengkondisian alat SIA

5. Optimasi parameter meliputi:
 - a. Penentuan konsentrasi optimum natrium hidroksida
 - b. Penentuan volume optimum natrium hidroksida
 - c. Penentuan volume optimum larutan ekstrak kubis ungu
 - d. Penentuan waktu reaksi optimum
 - e. Penentuan laju alir optimum
6. Pembuatan kurva baku
7. Preparasi sampel cuka
8. Pengukuran kadar asam asetat dalam sampel cuka
9. Pengukuran Limit Deteksi
10. Analisa data

1.4 Prosedur Kerja

1.4.1 Preparasi larutan

3.4.1.1 Pembuatan indikator ekstrak kubis ungu dengan cara maserasi

Kubis ungu dipotong kecil-kecil kemudian ditimbang sebanyak 50,0 g. Kemudian dimasukkan pada gelas kimia yang berisi akuades yang sudah dipanaskan ($70\text{ }^{\circ}\text{C}$) sebanyak 100 mL. Selanjutnya didiamkan selama 30 menit sambil diaduk sampai larutan berwarna ungu pekat. Setelah itu disimpan dalam botol gelap dan dimasukkan dalam lemari pendingin.

3.4.1.2 Pembuatan larutan stok natrium hidroksida 1 M

Larutan stok Natrium hidroksida 1 M dibuat dengan cara ditimbang sebanyak 4,0 g NaOH, kemudian dilarutkan dalam gelas kimia 100 mL yang telah berisi akuades. Kemudian larutan dipindah ke dalam labu ukur 100 mL dan ditandabatkan dengan akuades sehingga diperoleh larutan NaOH 1 M.

3.4.1.3 Pembuatan larutan stok asam asetat glasial 20 % (b/v)

Larutan asam asetat glasial diambil sebanyak 47,66 mL menggunakan gelas ukur 100 mL, kemudian dilarutkan dalam gelas kimia 100 mL yang telah berisi akuades. Larutan tersebut kemudian dimasukkan dalam labu takar 250 mL dan ditandabatkan dengan akuades sehingga diperoleh larutan asam asetat 20% (b/v).

3.4.2 Preparasi sampel cuka

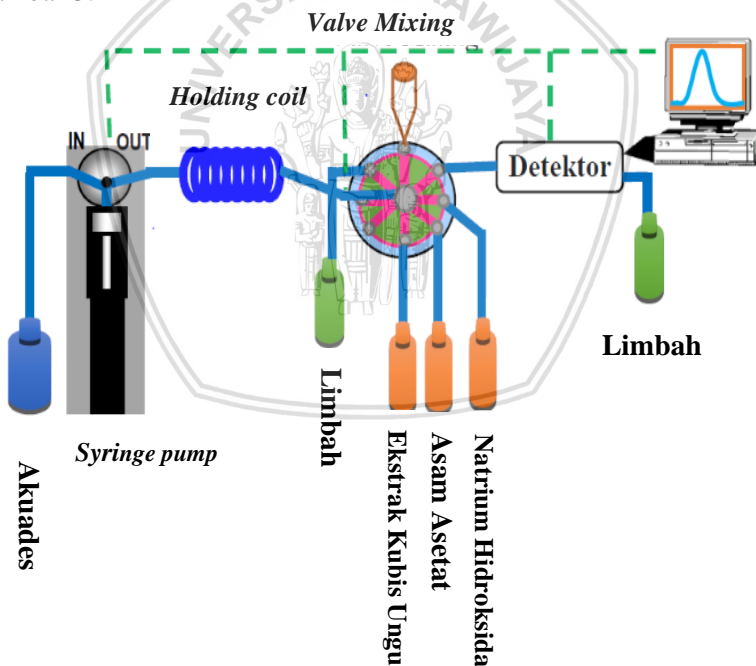
Sampel cuka diencerkan dua kali dengan cara dipipet sebanyak 5,0 mL menggunakan pipet ukur. Kemudian, larutan dimasukkan dalam labu takar 10 mL dan ditandabatkan dengan akuades.

3.4.3 Pengukuran kestabilan indikator kubis ungu

Estrak kubis ungu dimasukkan dalam kuvet, selanjutnya ditentukan absorbansi dari larutan kubis ungu pada panjang gelombang 530 nm. Pengukuran dilakukan setiap hari selama satu minggu.

3.4.4 Pengkondisian alat SIA

Pengkondisian alat SIA dalam penelitian ini dilakukan secara online menggunakan *Sequential Injection System* yang dihubungkan dengan komputer. Adapun gambar alat tersebut ditunjukkan pada gambar 3.1



Gambar 3.1: Gambar Alat SI-VM

Keterangan :

Software SIA	: <i>Home-made software</i> yang dibuat
Bahan line dan holding coil	: PTFE
Diameter dalam line	: 0,75 mm
Diameter dalam holding coil	: 1,8 mm
Volume valve mixing	: 1 mL
Detektor	: Spektrofotometer Sinar tampak

Pengkondisian dilakukan dalam tiga tahap yaitu :

Tahap 1: Pencucian line dan detektor

Pada tahap ini dilakukan pencucian line dan detektor agar terbebas dari pengotor yang masih ada dalam line dengan cara :

Syringe valve diatur pada posisi *in*, kemudian *syringe pump* mengambil 2500 μl akuades dengan laju alir 300 $\mu\text{l}/\text{detik}$, kemudian *syringe valve* diatur pada posisi *out* untuk memompa akuades menuju *holding coil*. Selanjutnya akuades dialirkan menuju port/line yang akan digunakan yaitu port 4, port 6 dan port 8 masing-masing sebanyak 500 μl dengan laju alir 100 $\mu\text{l}/\text{detik}$ dan sisa akuades dialirkan menuju limba pada port 8 dengan laju alir yang sama.

Tahap 2 : Pengisian line

Pada tahap ini, seluruh line yang akan digunakan diisi dengan larutan sampel asam asetat dan reagen berupa campuran larutan asam asetat, natrium hidroksida, dan ekstrak kubis ungu ke dalam line. Line diisi dengan cara *syringe valve* berada pada posisi *out*, kemudian *syringe pump* mengambil 500 μl natrium hidroksida pada port 6 dengan laju alir 100 $\mu\text{l}/\text{detik}$, selanjutnya *syringe pump* mengambil 500 μl asam asetat pada port 4 dengan kecepatan alir 100 $\mu\text{l}/\text{detik}$ dan *syringe pump* juga mengambil 500 μl ekstrak kubis ungu pada port 8 dengan kecepatan 100 $\mu\text{l}/\text{detik}$ untuk dialirkan menuju *holding coil*. Kemudian campuran larutan pada *holding coil* dialirkan menuju limbah pada port 2 dengan laju alir 100 $\mu\text{l}/\text{detik}$. Selanjutnya untuk membilas *holding coil* agar tetap bersih, *syringe valve* diatur pada posisi *in*, kemudian *syringe pump* mengambil 2500 μl akuades untuk dialirkan menuju *holding coil*. Kemudian *syringe pump* diatur pada posisi *out* sehingga akuades berada di *holding coil*. Selanjutnya

akuades, dibuang menuju limbah pada port 2 dengan kecepatan 100 $\mu\text{l}/\text{detik}$

Tahap 3 : Pengukuran kadar asam asetat menggunakan natrium hidroksida dan ekstrak kubis ungu sebagai indikator

Dalam tahap ini dilakukan pengukuran kadar asam asetat dalam sampel cuka menggunakan natrium hidroksida dan ekstrak kubis ungu sebagai indikator. Pengukuran dilakukan dengan cara, *syringe valve* berada pada posisi *out*. Kemudian *syringe pump* mengambil 60 μl larutan natrium hidroksida dengan kecepatan 100 $\mu\text{l}/\text{detik}$ melalui port 6, kemudian *syringe pump* juga mengambil asam asetat/sampel cuka melalui port 4 sebanyak 30 μl dengan kecepatan 100 $\mu\text{l}/\text{detik}$, kemudian *syringe pump* mengambil lagi 50 μl ekstrak kubis ungu pada port 8 dengan kecepatan 100 $\mu\text{l}/\text{detik}$. Ketiga larutan tersebut dialirkan dari *holding coil* menuju *valve mixing* dengan kecepatan 100 $\mu\text{l}/\text{detik}$. Pada *valve mixing* larutan direaksikan dengan waktu reaksi sesuai dengan kondisi optimum. Volume natrium hidroksida, asam asetat, dan ekstrak kubis ungu diambil sesuai dengan kondisi optimum yang didapatkan.

Selanjutnya, larutan hasil reaksi dialirkan kembali dari *valve mixing* menuju *holding coil* dengan laju alir 100 $\mu\text{l}/\text{detik}$. Kemudian *syringe valve* diatur pada posisi *in* dan *syringe pump* diatur untuk mengambil akuades sebanyak 2000 μl dengan kecepatan 200 $\mu\text{l}/\text{detik}$. Kemudian *syringe valve* diatur pada posisi *out* untuk mengalirkan akuades menuju *holding coil*, sehingga akuades dan hasil reaksi berada di *holding coil*. Seluruh larutan yang berada pada *holding coil* dialirkan menuju detektor pada port 3 dengan laju alir 250 $\mu\text{l}/\text{detik}$. Selanjutnya hasil pembacaan absorbansi oleh detektor spektrofotometer akan terbaca dalam bentuk kurva yang memberikan informasi adanya absorbansi maksimum dari senyawa tersebut.

3.4.5 Optimasi Parameter

3.4.5.1 Penentuan konsentrasi optimum natrium hidroksida

Penentuan konsentrasi NaOH optimum dilakukan dengan memvariasi konsentrasi NaOH yang digunakan yaitu 0,2; 0,4; 0,6; dan 0,8 M. Pada tahap ini digunakan NaOH sebanyak 60 μ L, volume asam asetat 30 μ l dengan konsentrasi 6% b/v. ekstrak kubis ungu sebanyak 30 μ l. Waktu reaksi selama 20 detik dan laju alir hasil reaksi menuju detektor adalah 70 μ l/detik.

3.4.5.2 Penentuan volume optimum natrium hidroksida

Penentuan volume NaOH optimum dilakukan sesuai dengan prosedur 3.4.5.1 dan konsentrasi NaOH optimum. Namun volume NaOH divariasi sebesar 30, 40, 50, 60, dan 70 μ l.

3.4.5.3 Penentuan volume optimum ekstrak kubis ungu

Pada penentuan volume optimum dilakukan sesuai prosedur 3.4.5.2 dan volume NaOH optimum. Volume ekstrak kubis ungu divariasi sebesar 20, 30, 40, 50, dan 60 μ l.

3.4.5.4 Penentuan waktu optimum

Pada penentuan waktu reaksi optimum dilakukan sesuai prosedur 3.4.5.3 dan volume ekstrak kubis ungu optimum. Dilakukan variasi waktu reaksi yang digunakan yaitu 10, 20, 30, 40, dan 50 detik.

3.4.5.5 Penentuan laju alir optimum

Pada penentuan laju alir optimum produk menuju detektor dilakukan sesuai prosedur 3.4.5.4 dan waktu reaksi optimum. Dilakukan variasi laju alir yaitu 100, 150, 200, 250, dan 300 μ l/detik.

3.4.6 Pembuatan Kurva Baku

Pembuatan kurva standar laruta larutan asam asetat dilakukan sesuai prosedur 3.4.5 pada semua kondisi optimumnya. Konsentrasi larutan asam asetat divariasi sesuai pada literatur yaitu 0, 2, 4, 5, 6, dan 8% b/v. Hasil data yang diperoleh dibuat kurva hubungan antara konsentrasi asam asetat (sumbu x) dengan deltaabsorbansi (sumbu y).

3.4.7 Pengukuran Kadar Asam Asetat dalam Sampel Cuka

Penentuan kadar asam asetat dalam sampel cuka makanan dilakukan sesuai pada 3.4.5.1 dengan kondisi optimum. Selanjutnya konsentrasi asam asetat dalam cuka makanan dapat dihitung menggunakan persamaan regresi linier dari kuva baku.

3.4.8 Pengukuran Limit Deteksi

Penentuan LOD dilakukan dengan menggunakan NaOH 0,6 M sebanyak 60 μL , akuades 30 μL , indikator ekstrak kubis ungu 40 μL dengan waktu reaksi 20 s dan laju alir 250 $\mu\text{L}/\text{detik}$. Pengukuran dilakukan sebanyak 10 kali.

3.4.8 Analisis Data

3.4.8.1 Perhitungan standar deviasi

Perhitungan standar deviasi dan standar deviasi relatif digunakan untuk mengetahui ketelitian dari data-data absorbansi larutan sampel yang telah diperoleh dengan persamaan 3.1 dan 3.2

$$SD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{x=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.1)$$

$$RSD = \frac{sd}{\bar{x}} \times 100 \% \quad (3.2)$$

3.4.8.2 Perhitungan Limit Deteksi

Limit deteksi (LOD) dapat ditentukan menggunakan persamaan 3.3

$$(SA)_{LOD} = S_{reag} + z \sigma_{reag} \quad (3.3)$$

Hasil $(SA)_{LOD}$ yang diperoleh kemudian diplotkan ke dalam persamaan regresi linier kurva baku antara konsentrasi sampel terhadap absorbansi sehingga didapatkan nilai LOD asam asetat dengan menggunakan persamaan 3.4 dan 3.5

$$Y = ax + b \quad (3.4)$$

$$(SA)_{LOD} = a.LOD + b \quad (3.5)$$

Keterangan :

$(SA)_{LOD}$	= Sinyal analit saat limit deteksi
S_{reag}	= absorbansi reagen blanko
Z	= <i>factor accounting</i>
σ_{reag}	= standar deviasi untuk larutan blanko
LOD	= limit deteksi

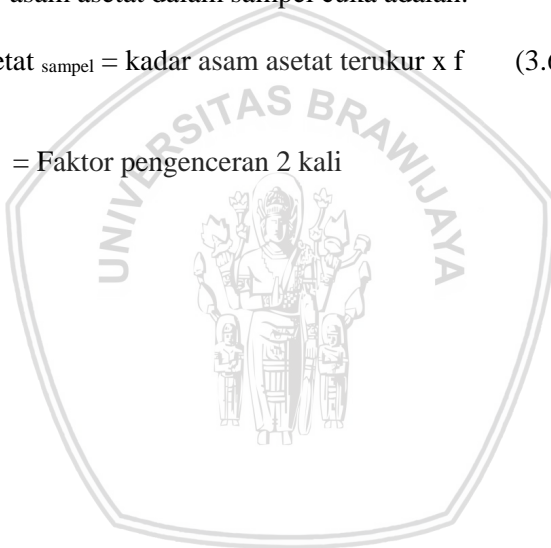
3.4.8.3 Kadar asam asetat

Pada penelitian dilakukan pengukuran larutan sampel cuka yang diperoleh dipasaran dengan dilakukan pengenceran sebanyak dua kali. Sehingga kadar asam asetat dalam sampel cuka adalah:

$$\text{Kadar asam asetat}_{\text{ sampel}} = \text{kadar asam asetat terukur} \times f \quad (3.6)$$

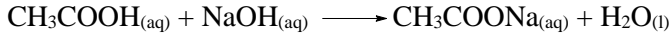
Dimana :

f = Faktor pengenceran 2 kali



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

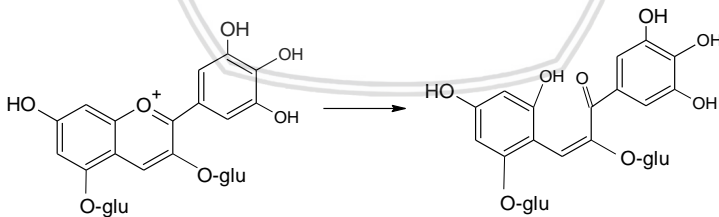
Penelitian ini dilakukan untuk menentukan kadar asam asetat dalam sampel cuka dengan berdasarkan reaksi antara asam dan basa. Kadar asam asetat yang terukur akan setara dengan jumlah natrium hidroksida yang diperlukan. Reaksi antara asam asetat dan natrium hidroksida ditunjukkan pada gambar 4.1



Gambar 4.1: Reaksi asam asetat dengan natrium hidroksida

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu SIA dengan detektor spektrofotometer. Penentuan asam asetat didasarkan dengan perubahan warna indikator akibat adanya perubahan pH. Indikator yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrak kubis ungu. Ekstrak kubis ungu mengandung antosianin yang mempunyai warna berbeda pada suasa pH asam dan basa. Analisis dengan menggunakan SIA dilakukan pada panjang gelombang basa-indikator yaitu 400 nm. Sisa basa dari hasil reaksi akan menyebabkan perubahan warna indikator ekstrak kubis ungu dari ungu menjadi hijau-kuning sehingga diperoleh nilai serapan dari larutan tersebut.

Perubahan struktur antosianin yang diakibatkan perubahan pH ditunjukkan pada gambar 4.2 [31]



ion flavylium (pH < 3)
(merah muda)

Kalkon (pH > 8)
(kuning)

Gambar4.2: Perubahan struktur antosianin akibat perubahan pH



1.1 Kestabilan Ekstrak Kubis Ungu

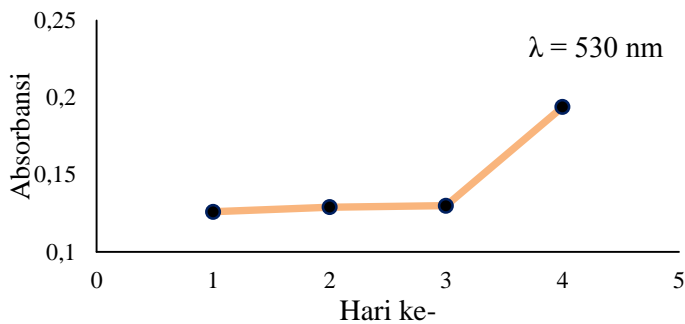
Ekstraksi antosianin dari kubis ungu dilakukan dengan cara maserasi. Kubis ungu yang sudah dipotong kecil-kecil direndam dalam pelarut selama 24 jam. Pelarut yang digunakan untuk maserasi kubis ungu yaitu etanol dan akuades. Gelas kimia yang digunakan untuk maserasi ditutup dengan menggunakan kertas aluminium foil agar tidak terkena cahaya secara langsung sehingga tidak akan merusak antosianin.

Dari hasil maserasi menunjukkan ekstrak kubis ungu-metanol dan ekstrak kubis ungu-akuades menghasilkan warna dan kestabilan yang berbeda. Hasil maserasi dengan etanol berwarna jingga menunjukkan antosianin yang terekstrak sudah membentuk senyawa turunannya. Maserasi dengan etanol menghasilkan pH 5 sehingga tidak menghasilkan ekstrak yang berwarna ungu (netral). Maserasi menggunakan etanol menghasilkan ekstrak kubis ungu dengan kestabilan yang rendah karena hanya bertahan selama satu hari. Hasil maserasi dengan etanol ditunjukkan pada gambar 4.3



Gambar 4.3: Hasil ekstraksi antosianin dengan etanol

Hasil maserasi dengan menggunakan akuades menghasilkan ekstrak kubis ungu yang berwarna ungu. Hal tersebut menunjukkan bahwa akuades dapat digunakan untuk mengeskrak antosianin dari kubis ungu karena antosianin merupakan senyawa yang dapat larut dalam air. Ekstrak yang dihasilkan berwarna ungu menunjukkan larutan dalam kondisi netral ($\text{pH}=7$). Jika ditinjau dari kestabilannya, ekstrak kubis ungu-akuades mempunyai kestabilan yang lebih lama dibandingkan dengan etanol karena dapat bertahan selama tiga hari. Pengukuran kestabilan kubis ungu-akuades ditunjukkan pada gambar 4.4



(a)



(b)

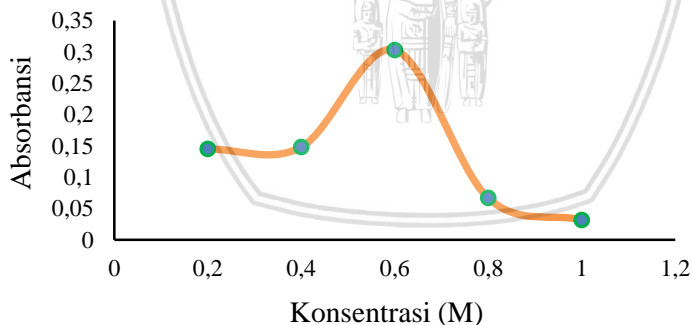
Gambar 4.4: a) Hasil pengukuran kestabilan ekstrak kubis ungu-
 air. b) Perubahan warna ekstrak kubis ungu

Berdasarkan gambar 4.4 menunjukkan ekstrak kubis ungu yang masih segar akan berwarna ungu sedangkan ketika sudah lebih dari tiga hari warna ungu mulai pudar. Ekstrak kubis ungu mulai mengalami kerusakan dan tidak dapat digunakan ketika terjadi perubahan warna yang signifikan. Perubahan warna diakibatkan oleh adanya degradasi antosianin. Adanya perubahan warna menyebabkan terjadi perubahan panjang gelombang. Pengukuran kestabilan ekstrak kubis ungu dilakukan pada panjang gelombang 530 nm. Hal tersebut yang menyebabkan nilai absorbansi dari ekstrak kubis ungu yang sudah rusak jika diukur pada panjang gelombang awal mengalami kenaikan. Berdasarkan hasil ekstraksi yang sudah diperoleh maka pada penelitian ini pelarut yang akan digunakan untuk ekstraksi antosianin dari kubis ungu yaitu akuades.

1.2 Optimasi Parameter Fisik dan Kimia

1.2.1 Penentuan Konsentrasi NaOH optimum

Penentuan konsentrasi optimum NaOH dilakukan dengan menggunakan konsentrasi NaOH 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 M dan pada kondisi volume NaOH 60 μL , konsentrasi asam asetat 6% dengan volume 30 μL , volume ekstrak kubis ungu 40 μL , waktu reaksi 20 detik dan laju alir 200 $\mu\text{L}/\text{detik}$. Prinsip dari penentuan asam asetat yaitu kadar asam asetat yang terukur setara dengan jumlah mol NaOH yang digunakan. Penentuan kadar asam asetat akan lebih optimal jika jumlah mol NaOH yang digunakan lebih besar dibandingkan dengan jumlah mol asam asetat, sehingga asam asetat dapat bereaksi habis dengan NaOH tetapi masih terdapat sisa mol NaOH dari hasil reaksi tersebut. Namun, penggunaan konsentrasi NaOH yang terlalu tinggi menyebabkan sisa mol NaOH dari hasil reaksi antara asam asetat dan NaOH semakin banyak, sehingga pH larutan menjadi semakin tinggi. Dalam suasana pH tinggi akan menyebabkan antosianin pada kubis ungu mengalami kerusakan sehingga intensitas warnanya menjadi turun. Hasil dari pengukuran optimasi ini ditunjukkan pada gambar 4.5 dan kurva hasil pengukuran dengan menggunakan SI-VM terdapat pada lampiran H.1



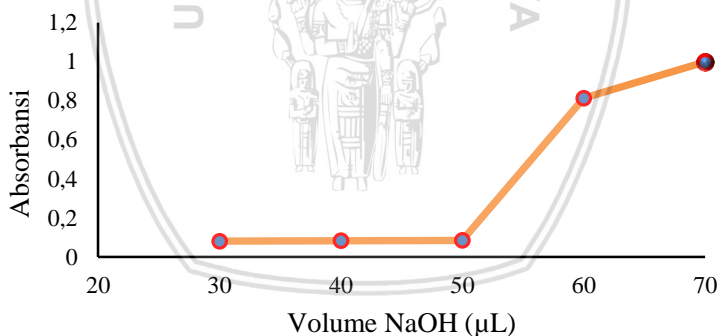
Gambar 4.5: Grafik optimasi konsentrasi NaOH

Berdasarkan gambar 4.5 nilai absorbansi semakin meningkat dari konsentrasi NaOH 0,2 sampai 0,6 M. Dari hasil pengukuran didapatkan konsentrasi NaOH optimum yaitu 0,6 M, karena menghasilkan absorbansi paling maksimum. Pada kondisi tersebut jumlah mol NaOH lebih besar dibandingkan dengan jumlah mol asam asetat sehingga semua asam asetat dapat bereaksi dengan NaOH dan

diakhir reaksi masih tersisa NaOH. Pada konsentrasi 0,8 sampai 1 M nilai absorbansi semakin turun, karena dalam kondisi basa yang pekat antosianin yang terdapat pada ekstrak kubis ungu mengalami kerusakan dan terdegradasi menjadi senyawa lain.

1.2.2 Penentuan Volume NaOH optimum

Penentuan volume optimum NaOH dilakukan dengan menggunakan konsentrasi NaOH optimum yaitu 0,6 M dengan volume 30; 40; 50; 60; 70 μL dan kondisi konsentrasi asam asetat 6% sebanyak 30 μL , volume ekstrak kubis ungu 40 μL , waktu reaksi 20 detik dan laju alir 200 $\mu\text{L}/\text{detik}$. Penentuan volume optimum dilakukan karena banyaknya NaOH yang digunakan dapat mempengaruhi hasil pengukuran kadar asam asetat. Jika, NaOH yang digunakan terlalu sedikit dapat menyebabkan masih ada asam asetat yang belum bereaksi dengan NaOH sehingga pengukurannya tidak optimal. Hasil dari penentuan volume NaOH optimum ditunjukkan pada gambar 4.6 dan kurva hasil pengukuran dengan menggunakan SI-VM terdapa pada lampiran H.2



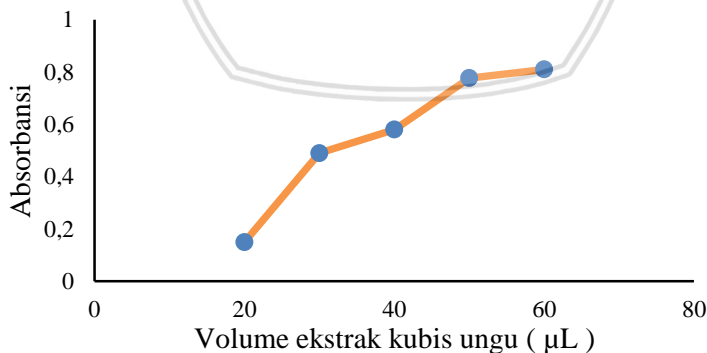
Gambar 4.6: Grafik optimasi volume NaOH

Berdasarkan gambar 4.6 nilai absorbansi semakin meningkat dengan bertambahnya volume NaOH. Peningkatan absorbansi yang signifikan tercapai pada volume 60-70 μL . Pada kondisi tersebut asam asetat akan bereaksi habis dengan NaOH sehingga pengukurannya menjadi optimal. Dalam kondisi tersebut, NaOH berlebih akan bereaksi dengan indikator ekstrak kubis ungu yang membuat nilai absorbansi mengalami peningkatan. Sedangkan untuk volume NaOH

kurang dari 60 μL menghasilkan absorbansi kecil karena masih terdapat asam asetat yang belum bereaksi dengan NaOH sehingga pengukurannya tidak optimal. Nilai absorbansi untuk volume NaOH 60 μL sudah menghasilkan absorbansi yang besar dan tidak berbeda nyata dengan absorbansi pada volume 70 μL . Sehingga untuk mengefisiensi penggunaan reagen, volume NaOH optimum yang digunakan yaitu 60 μL . Selain tidak berbeda nyata dan efisiensi dalam penggunaan reagen, dengan volume 60 μL sudah memiliki sensitifitas tinggi jika dilihat dari nilai absorbansi yang dihasilkan.

1.2.3 Penentuan Volume Ekstrak Kubis Ungu Optimum

Penentuan volume ekstrak kubis ungu optimum dilakukan dengan menggunakan NaOH 0,6 M sebanyak 60 μL , asam asetat 6% 30 μL , volume ekstrak kubis ungu 30; 40; 50; 60; 70 μL , waktu reaksi 20 detik dan laju alir 200 $\mu\text{L}/\text{detik}$. Ekstrak kubis ungu berfungsi sebagai indikator untuk mengetahui adanya perubahan pH pada larutan setelah asam asetat dan NaOH bereaksi. Dalam hal ini NaOH dibuat berlebih sehingga sisa dari NaOH yang belum bereaksi dengan asam asetat akan membuat pH larutan menjadi tinggi sehingga indikator ekstrak kubis ungu akan mengalami perubahan warna. Pada suasana netral indikator akan berwarna ungu, sedangkan dalam suasana basa akan berubah menjadi hijau-kuning. Hasil dari pengukuran volume ekstrak kubis ungu optimum ditunjukkan oleh gambar 4.7 dan kurva hasil pengukuran dengan menggunakan SI-VM terdapat pada lampiran H.3

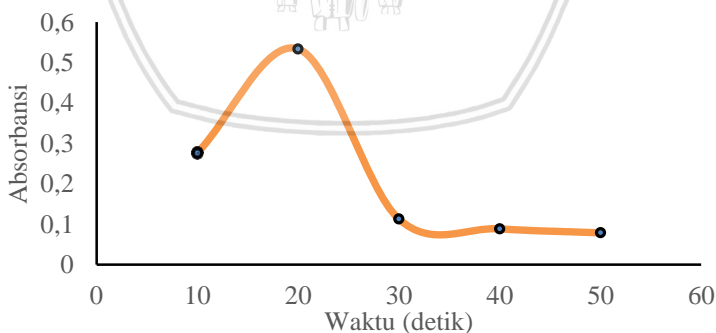


Gambar 4.7: Grafik optimasi volume ekstrak kubis ungu

Dari gambar 4.7 menunjukkan nilai absorbansi semakin meningkat dengan bertambahnya volume ekstrak kubis ungu. Hal ini menunjukkan warna yang terbentuk memiliki intensitas yang semakin tinggi dengan bertambahnya volume ekstrak kubis ungu. Dari data yang diperoleh, volume ekstrak kubis ungu yang dipilih yaitu 50 μL , karena nilai absorbansi tidak berbeda jauh dengan volume 60 μL . Selain itu penggunaan ekstrak kubis ungu 50 μL sudah memberikan hasil yang maksimum dan menghasilkan limbah yang lebih sedikit dibandingkan dengan menggunakan 60 μL ekstrak kubis ungu.

1.2.4 Penentuan Waktu Reaksi Optimum

Penentuan waktu reaksi optimum dilakukan dengan menggunakan NaOH 0,6 M 60 μL , asam asetat 6% 30 μL , ekstrak kubis ungu 50 μL , dengan waktu reaksi yang divariasi 10, 20, 30, 40, dan 50 detik dengan laju alir 200 $\mu\text{L}/\text{detik}$. Waktu reaksi yaitu waktu yang diperlukan reagen satu dengan reagen yang lain untuk bereaksi di VM. Optimasi ini bertujuan untuk mengetahui lamanya reaksi antara reagen satu dengan reagen lainnya sehingga menghasilkan nilai absorbansi yang optimum untuk pengukuran kadar asam asetat. Hasil dari penentuan waktu reaksi optimum ditunjukkan pada gambar 4.8 dan kurva hasil pengukuran dengan menggunakan SI-VM terdapat pada lampiran H.4

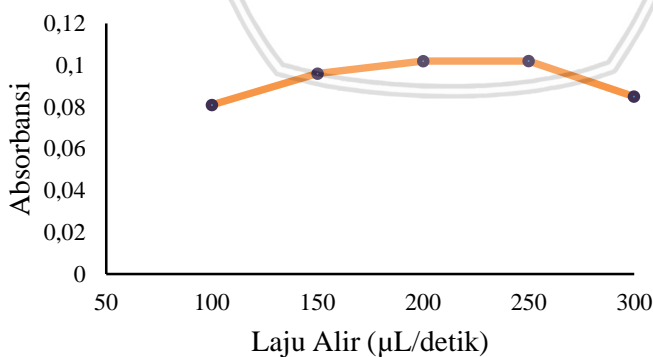


Gambar 4.8: Grafik optimasi waktu reaksi

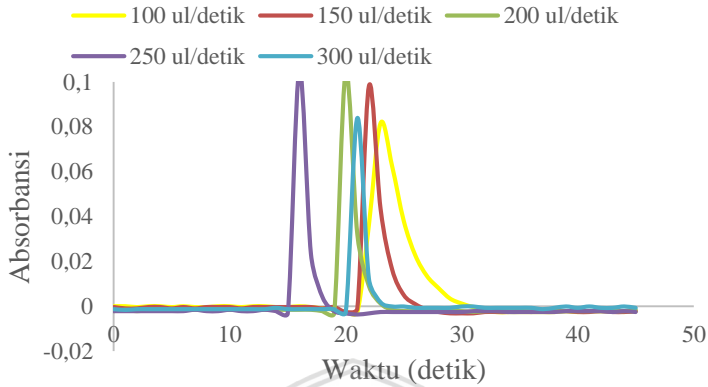
Berdasarkan gambar 4.8 Absorbansi semakin meningkat dari waktu reaksi 10 sampai 20 detik. Dalam waktu 20 detik, absorbansi yang dihasilkan paling maksimum sehingga dipilih sebagai waktu reaksi optimum. Pada kondisi tersebut reagen satu dengan reagen yang dapat bereaksi secara sempurna sehingga menghasilkan absorbansi yang maksimum. Namun dalam waktu reaksi diatas 20 detik nilai absorbansi semakin turun, hal ini dikarenakan semakin lama waktu reaksi maka akan semakin besar terjadi dispersi produk oleh larutan pembawa. Sedangkan dalam waktu reaksi dibawah 20 detik menyebabkan reaksi menjadi kurang sempurna sehingga absorbansi yang dihasilkan kecil.

1.2.5 Penentuan laju alir optimum

Penentuan laju alir optimum dilakukan dengan menggunakan NaOH 0,6 M 60 μ L, asam asetat 6% 30 μ L, ekstrak kubis ungu 50 μ L, waktu reaksi 20 detik dan laju alir yang divariasikan 100; 150; 200; 250; 300 μ L/detik. Optimasi laju alir dilakukan untuk melihat kemampuan detektor mendeteksi absorbansi dari produk. Selain dari absorbansi, penentuan laju alir dapat dilihat dari profil puncak yang dihasilkan. Laju alir optimum akan menghasilkan puncak yang runcing dan tidak berekor. Hasil yang diperoleh dari pengukuran optimasi laju alir ditunjukkan oleh gambar 4.9 dan kurva hasil pengukuran dengan menggunakan SI-VM terdapat pada lampiran H.5



(a)



(b)

Gambar 4.9: a) Grafik optimasi laju alir, b) SIA-gram pengukuran laju alir

Berdasarkan gambar 4.9 menunjukkan nilai absorbansi semakin meningkat dari laju alir 100-200 $\mu\text{L}/\text{detik}$. Namun dengan laju alir diatas 250 $\mu\text{L}/\text{detik}$ nilai absorbansi mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena penggunaan laju alir yang cepat dapat menyebabkan tidak semua absorbansi produk yang terbentuk dapat terdeteksi oleh detektor selain itu juga menyebabkan tekanan balik yang besar. Sedangkan pada laju alir yang terlalu lambat dapat mengakibatkan terjadinya dispersi produk oleh larutan pembawa sehingga menghasilkan nilai absorbansi yang rendah. Selain nilai absorbansi rendah, laju alir yang terlalu lambat dapat menghasilkan puncak yang melebar dan berekor sehingga memiliki sensitifitas yang rendah. Terbentuknya puncak yang melebar dan berekor diakibatkan karena dispersi produk oleh larutan pembawa (akuades) sangat besar. Dari hasil pengukuran yang dapat dilihat dari grafik optimasi dan SIA-gram laju alir optimum diperoleh pada laju alir 250 $\mu\text{L}/\text{detik}$ karena absorbansi yang dihasilkan paling besar dan menghasilkan puncak yang runcing dan tidak berekor.

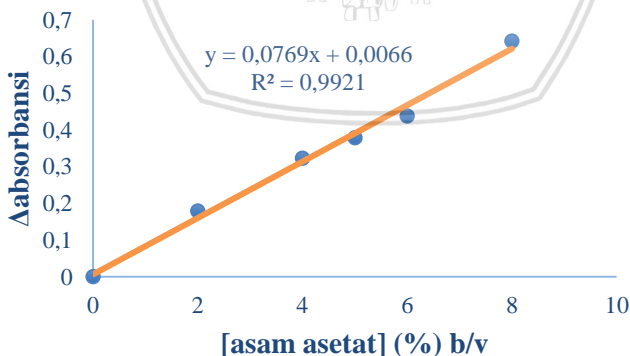
1.3 Kurva Baku

Kurva baku penentuan asam asetat dibuat dengan mengukur konsentrasi asam asetat 2-8% b/v. Pengukuran dilakukan dalam kondisi optimum tiap parameter pada tabel 4.1

Tabel 4.1: Optimasi parameter penentuan asam asetat

No	Parameter	Kisaran Pengujian	Kondisi Optimum
1	Konsentrasi NaOH (M)	0,2-1,0	0,6
2	Volume NaOH (μL)	30-70	60
3	Volume ekstrak kubis ungu (μL)	20-60	50
4	Waktu Optimum (detik)	10-50	20
5	Laju Alir ($\mu\text{L}/\text{detik}$)	100-300	250

Kurva baku dibuat berdasarkan hasil pengukuran absorbansi dari masing-masing konsentrasi asam. Hasil pengukuran absorbansi dari masing-masing konsentrasi asam terdapat pada lampiran D.6 Selanjutnya dari data absorbansi yang diperoleh dirubah menjadi delta absorbansi. Nilai delta absorbansi diperoleh dari selisih absorbansi asam asetat 0% dengan absorbansi masing-masing konsentrasi asam asetat yang digunakan. Hasil pengukuran ditunjukkan pada gambar 4.10



Gambar 4.10: Kurva baku asam asetat

Berdasarkan gambar 4.10 menunjukkan bahwa konsentrasi asam asetat berbanding lurus dengan delta absorbansi sehingga sudah memenuhi hukum lambert-beer. Dari kurva baku diperoleh persamaan garis $y = 0,0769x + 0,0066$ dengan koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,9921 dimana y merupakan delta absorbansi asam asetat yang terukur dan x merupakan konsentrasi asam asetat. Pada penelitian juga dilakukan pengukuran limit deteksi untuk pengukuran asam asetat dengan menggunakan SI-VM. Hasil pengukuran dan perhitungan limit deteksi terdapat pada lampiran C. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai limit deteksi sebesar 0,73% (b/v).

1.4 Aplikasi metode SI-VM untuk pengukuran kadar asam asetat dalam sampel cuka kemasan

Penggunaan metode SI-VM untuk pengukuran kadar asam asetat dalam sampel cuka kemasan menggunakan dua sampel cuka kemasan yang dijual di toko-toko kecil sehingga tidak dituliskan label konsentrasi asam asetat dalam kemasan cuka. Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah cuka makanan. Cuka makanan diklasifikasikan menjadi dua yaitu cuka meja dan cuka dapur. Menurut Badan Standarisasi Nasional [37] cuka dapur mengandung kadar asam asetat minimal 12,5 % , sedangkan cuka meja mengandung kadar asam asetat 4-12,5 % . Pengukuran sampel dilakukan pada kondisi optimum seperti pembuatan kurva baku. Sebelumnya dilakukan pengenceran sebanyak dua kali dengan akuades. Hal ini dilakukan untuk mengurangi zat pengganggu yang terdapat dalam cuka. Selain itu pengenceran dilakukan agar kadar asam asetat pada sampel yang akan diukur masuk kedalam kisaran kuva baku.

Hasil pengukuran kadar asam asetat dalam sampel dapat dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linier $y = 0,0769x + 0,0066$ sehingga didapatkan data seperti pada tabel 4.2

Tabel 4.2: Hasil Pengukuran Kadar asam asetat dalam sampel cuka (n=3)

No	sampel	[Asam Asetat] % (b/v) $\pm Sd$
1	A	6,69 \pm 0,29
2	B	7,52 \pm 0,23

Hasil pengukuran kadar asam asetat dalam sampel cuka menunjukkan bahwa dua sampel yang digunakan termasuk kedalam jenis cuka meja. Kedua sampel cuka mempunyai kadar asam asetat yang tidak terlalu tinggi, namun penggunaan cuka dalam makanan dilakukan pengenceran menggunakan air agar tidak membahayakan kesehatan. Hal itu juga dapat dilihat dari kemasan cuka yang mencantumkan aturan penggunaan cuka pada makanan dengan diencerkan terlebih dahulu.

Dari hasil pengukuran yang sudah didapatkan, maka pengukuran kadar asam asetat dengan menggunakan metode SI-VM dapat dijadikan metode alternatif dari metode titrasi. Selain itu indikator ekstrak kubis ungu dapat digunakan sebagai pengganti indikator buatan dalam penentuan asam asetat. Selanjutnya, dilakukan uji validitas untuk membandingkan hasil dari metode titrasi dengan metode SI-VM. Hasil pengukuran uji validasi ditunjukkan pada tabel 4.3

Tabel 4.3: Hasil pengukuran uji validasi

sampel	[Asam Asetat] % (b/v) metode SIA	[Asam Asetat] % (b/v) metode titrasi	Perbandingan metode SIA : metode titrasi
A	6,69	6,56	1,01
B	7,52	7,46	1,0

Berdasarkan tabel 4.3 menunjukkan bahwa hasil pengukuran antara metode SI-VM dan metode titrimetri tidak berbeda jauh. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai hasil perbandingan metode SI-VM dan metode titrasi mencapai angka satu sehingga menunjukkan metode SI-VM sudah dapat diaplikasikan untuk penentuan kadar asam asetat dalam cuka kemasan. Selanjutnya ekstrak kubis ungu juga dapat digunakan sebagai indikator dalam metode titrimetri dan SI-VM.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, yaitu:

1. Ekstrak Kubis ungu-akuades dapat digunakan sebagai indikator alami dalam penentuan asam asetat secara SI-VM dan Kestabilan ekstrak kubis ungu-akuades bertahan selama tiga hari
2. Kondisi optimum parameter fisik dan kimia untuk penentuan kadar asam asetat dalam cuka kemasan menggunakan indikator ekstrak kubis ungu secara SI-VM dapat dilakukan pada konsentrasi NaOH 0,6 M, volume NaOH 60 μL , volume ekstrak kubis ungu 50 μL , volume asam asetat 30 μL , waktu reaksi 20 detik dan laju alir 250 $\mu\text{L}/\text{detik}$
3. Metode SI-VM dengan menggunakan indikator alami dapat diaplikasikan dalam penentuan asam asetat dalam cuka dengan limit deteksi sebesar 0,73% b/v

5.2 Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai bahan alam lain yang bersifat basa sehingga dapat menggantikan reagen NaOH dan perlu dilakukan penanganan yang tepat pada antosianin hasil ekstraksi agar lebih tahan dalam waktu yang lebih lama.



DAFTAR PUSTAKA

1. Speight, J. G. (2002). **Chemical and process design handbook**. McGraw-Hill.
2. Tjokroadikoesoemo. (1986). **Penggunaan Asam Asetat**. Jakarta: Gramedia.
3. Supharoek, S., Ponghong, K., Siriangkawut, W., & Grudpan, K. (2017). **Employing natural reagents from turmeric and lime for acetic acid determination in vinegar sample**. *Journal of Food and Drug Analysis*. doi:10.1016/j.jfda.2017.06.007
4. Firmansyah, E. (2013). **BPOM No 36 Tahun 2013 Tentang Batas Maksimum Penggunaan BTP Pengawet**. Retrieved from https://www.academia.edu/5630270/BPOM_No_36_Tahun_2013_Tentang_Batas_Maksimum_Penggunaan_BTP_Pengawet
5. Badan Standar Nasional. (1995). **Acar (SNI 01-3784-1995)**. Retrieved February 7, 2018, from <http://sni.bsn.go.id/product/detail/4202>
6. González-Rodríguez, J., Pérez-Juan, P., & Luque de Castro, M. D. (2001). **Two-parameter determination in vinegar by a flow injection-pervaporation system**. *The Analyst*, 126(7), 1177–1181.
7. Lenghor, N., Jakmune, J., Vilen, M., Sara, R., Christian, G. D., & Grudpan, K. (2002). **Sequential injection redox or acid–base titration for determination of ascorbic acid or acetic acid**. *Talanta*, 58(6), 1139–1144. doi:10.1016/S0039-9140(02)00444-7
8. Chemists, A. of O. A. (2000). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. The Association.

9. Grudpan, K., Hartwell, S. K., Lapanantnoppakhun, S., & McKelvie, I. (2010). **The case for the use of unrefined natural reagents in analytical chemistry—A green chemical perspective.** *Analytical Methods*, 2(11), 1651–1661. doi:10.1039/C0AY00253D
10. Gustriani, N., Novitriani, K., & Mardiana, U. (2016). **Penentuan Trayek Ph Ekstrak Kubis Ungu (Brassica Oleracea L) Sebagai Indikator Asam Basa Dengan Variasi Konsentrasi Pelarut Etanol.** *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, 16(1), 94–100.
11. Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017). **Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits.** *Food & Nutrition Research*, 61(1). doi:10.1080/16546628.2017.1361779
12. Marappan, S., & Mohandas, S. (2012). **The effects of temperature and pH on stability of anthocyanins from red sorghum (Sorghum bicolor) bran.** *African Journal of Food Science*, Vol. 6(24), 567–573. doi:10.5897/AJFS12.052
13. Marwati, S. (2010). **Kajian Penggunaan Ekstrak Kubis Ungu (Brassica oleracea L) sebagai Indikator Alami Titrasi Asam Basa.** *Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas MIPA Unnesitas Negeri Yogyakarta.*
14. Kradtap Hartwell, S. (2012). **Flow Injection/Sequential Injection Analysis Systems: Potential Use as Tools for Rapid Liver Diseases Biomarker Study.** *International Journal of Hepatology*. Research article. doi:10.1155/2012/281807
15. Sabarudin, A., Wulandari, E. R. N., & Sulistyarti, H. (2012). **Sequential Injection-Flow Reversal Mixing (Si-Frm) Untuk Penentuan Kreatinin Dalam Urin.** *Jurnal MIPA*, 35(2). Retrieved from

<https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JM/article/view/2627>

16. Sr, R. J. L. (2007). **Hawley's Condensed Chemical Dictionary (15 edition.)**. Hoboken, N.J: Wiley-Interscience.
17. Maynard, R. L. (1997). **The Merck Index: 12th edition 1996**. *Occupational and Environmental Medicine*, 54(4), 288.
18. Effendi, M. S. (2012). **Kinetika Fermentasi Asam Asetat (Vinegar) Oleh Bakteri Acetobacter Aceti B 127 Dari Etanol Hasil Fermentasi Limbah Cair Pulp Kakao**. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 13(2), 125.
19. Nurika, I., & Hidayat, N. (2012). **Pembuatan Asam Asetat dari Air Kelapa Secara Fermentasi Kontinyu Menggunakan Kolom Bio-Oksidasi (Kajian dari Tinggi Partikel dalam Kolom dan Kecepatan Aerasi)**. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 2(1). Retrieved from <http://jtp.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/109>
20. Christian, G. D. (2003). **Analytical Chemistry (6 edition.)**. Hoboken, NJ: Wiley.
21. Oxtoby, D. (2001). **Prinsip-2 Kimia Modern/2 Ed. 4**. Erlangga.
22. J. Basset, R.C. Denney, G.H. Jeffery, & J. Mendham. (1994). **Buku Ajar Vogel: Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik (Fourth Edition.)**. Jakarta: EGC.
23. Ružička, J., & Hansen, E. H. (1975). **Flow injection analyses: Part I. A new concept of fast continuous flow analysis**. *Analytica Chimica Acta*, 78(1), 145–157. doi:10.1016/S0003-2670(01)84761-9
24. Breedlove, C. H. (1995). **Turmeric as an Acid-Base Indicator**. *Journal of Chemical Education*, 72(6), 540. doi:10.1021/ed072p540

25. Singh, J., Upadhyay, A. K., Bahadur, A., Singh, B., Singh, K. P., & Rai, M. (2006). **Antioxidant phytochemicals in cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)**. *Scientia Horticulturae*, *108*(3), 233–237. doi:10.1016/j.scienta.2006.01.017
26. Anna, P. (2007). **Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review**. *LWT - Food Science and Technology*, *40*, 1–11. doi:10.1016/j.lwt.2005.07.023
27. Volden, J., Borge, G. I., B. Bengtsson, G., Hansen, M., E. Thygesen, I., & Wicklund, T. (2008). **Effect of thermal treatment on glucosinolates and antioxidant-related parameters in red cabbage (*Brassica oleracea* L. ssp. *capitata* f. *rubra*)**. *Food Chemistry*, *109*, 595–605. doi:10.1016/j.foodchem.2008.01.010
28. Wiczkowski, W., Szawara-Nowak, D., & Topolska, J. (2013). **Red cabbage anthocyanins: Profile, isolation, identification, and antioxidant activity**. *Food Research International*, *51*(1), 303–309. doi:10.1016/j.foodres.2012.12.015
29. Setyowati, E., Yulia Senja, R., Issusilaningtyas, E., & Nugroho, A. (2014). **The Comparison Of Extraction Method And Solvent Variation On Yield And Antioxidant Activity Of *Brassica Oleracea* L. Var. *Capitata* F. *Rubra* Extract**. *Trad. Med. J.*, *19*, 43–48.
30. Zulharmita, Z., Kasypiah, U., & Rivai, H. (2013). **Pembuatan Dan Karakterisasi Ekstrak Kering Daun Jambu Biji (*Psidium Guajava* L.)**. *Jurnal Farmasi Higea*, *5*, 120–127.
31. Suwunwong, T., Chantrapromma, S., & Fun, H.-K. (2011). **Influence of trimethoxy-substituted positions on fluorescence of heteroaryl chalcone derivatives**. *Chemical Papers*, *65*, 890–897. doi:10.2478/s11696-011-0084-4

32. Ibrahim, U., Idayu Muha, I., & Mohd Salle, R. (2011). **The Effect of pH on Color Behavior of Brassica oleracea Anthocyanin.** *Journal of Applied Sciences*, 11. doi:10.3923/jas.2011.2406.2410
33. Tzanavaras, P. D. (2012). **Sequential Injection Analysis: A useful Analytical Tool in Drug Dissolution Testing.** *Pharmaceutica Analytica Acta*, 3(5). doi:10.4172/2153-2435.1000e114
34. Ruzicka, J., & Marshall, G. D. (1990). **Sequential injection: a new concept for chemical sensors, process analysis and laboratory assays.** *Analytica Chimica Acta*, 237, 329–343. doi:10.1016/S0003-2670(00)83937-9
35. Kenkel, J. (2010). **Analytical Chemistry for Technicians, Third Edition.** CRC Press.
36. Harvey, D. (1999). **Modern Analytical Chemistry.** McGraw-Hill.
37. Badan Standar Nasional. (1995). **SNI-01-3711-1995 Cuka makanan.** Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.