



**KARAKTERISASI TRANSMITANSI DAN NILAI POTENSIAL
PADA BERBAGAI JENIS LARUTAN CUKA**

SKRIPSI

Oleh

**Nik Ulil Ismatul Husna
NIM 131810201035**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**KARAKTERISASI TRANSMITANSI DAN NILAI POTENSIAL
PADA BERBAGAI JENIS LARUTAN CUKA**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan studi Program Studi Fisika (S-1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Nik Ulil Ismatul Husna
NIM 131810201035**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa cinta dan terimakasih yang sebesar-besarnya untuk:

1. Kedua orang tua tercinta, Ibunda Alipah dan Ayahanda Wakijan yang selalu memberikan doa, restu, dukungan, dan pengorbanan hingga sampai di titik ini.
2. Adik Friska Agistiana Dewi yang selalu menghibur dan memberikan motivasi kepada saya;
3. Seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa, bantuan, dan nasehat untuk mencapai hal yang lebih baik;
4. Para pendidik sejak sekolah dasar hingga perguruan tinggi yang telah mendidik saya dengan penuh ikhlas dan sabar;
5. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTO

Tak ada jalan pintas menuju sukses.*)

...dan Dia menciptakan segala sesuatu, lalu menetapkan ukuran-ukurannya dengan tepat.

(terjemahan Surat *Al-Furqan* ayat 2)**)



*) Saputra, I. 2010. *Be a Winner Like Me*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo

***) Departemen Agama RI. 2006. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Jakarta: CV Pustaka Agung Harapan

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Nik Ulil Ismatul Husna

NIM : 131810201035

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Karakterisasi Transmisi dan Nilai Potensial pada Berbagai Jenis Larutan Cuka” adalah benar-benar karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 18 Januari 2018

Yang menyatakan,

Nik Ulil Ismatul Husna

NIM 131810201035

SKRIPSI

**KARAKTERISASI TRANSMITANSI DAN NILAI POTENSIAL
PADA BERBAGAI JENIS LARUTAN CUKA**

Oleh

**Nik Ulil Ismatul Husna
NIM 131810201035**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Misto, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Tri Mulyono, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Karakterisasi Transmittansi dan Nilai Potensial pada Berbagai Jenis Larutan Cuka” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Kamis, 18 Januari 2018

Tempat : Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Ir. Misto, M.Si.
NIP 195911211991031002

Tri Mulyono, S.Si., M.Si.
NIP 196810021998021001

Anggota II,

Anggota III,

Agung Tjahjo Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D.
NIP 196812191994021001

Wenny Maulina, S.Si., M.Si.
NIP 198711042014042001

Mengesahkan,
Dekan FMIPA Universitas Jember,

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP 196102041987111001

RINGKASAN

Karakterisasi Transmittansi dan Nilai Potensial pada Berbagai Jenis Larutan Cuka; Nik Ulil Ismatul Husna; 131810201035; 2018; 61 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Cuka merupakan cairan hasil fermentasi yang masih banyak digunakan dalam bidang industri pengolahan pangan, farmasi, dan kimia. Jenis dari cuka sangat beragam yang didasarkan oleh bahan baku pembuatan dan khasiatnya. Masyarakat umumnya menggunakan cuka sebagai campuran makanan dan obat untuk kesehatan dalam jumlah penggunaan yang tepat. Konsumsi larutan cuka yang berlebihan dapat merusak sistem pencernaan. Hal tersebut dipengaruhi oleh kandungan dalam larutan cuka dimana sekarang ini banyak produksi cuka yang ditambahi dengan zat-zat aditif dan asam asetat industri. Hal tersebut tentu berpengaruh pada kualitas larutan cuka, sehingga diperlukan adanya penelitian untuk mengetahui karakteristik pada larutan cuka.

Penelitian pada larutan cuka ini telah dilakukan berbagai pihak untuk mengetahui karakteristik optiknya. Berdasarkan penelitian yang sudah ada, tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk menghasilkan karakteristik cuka lokal ditinjau dari segi optik dan kelistrikannya. Karakteristik larutan cuka lokal dari segi optik diungkapkan dalam bentuk transmittansi yang diukur dari panjang gelombang (200-700) nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan nilai potensial menggunakan metode titrasi potensiometri dengan zat titran berupa larutan NaOH 0,19 M yang diukur dengan alat berupa pH meter. Bahan yang digunakan berupa lima jenis cuka lokal yang diproduksi di Indonesia yaitu cuka anggur dari Pandaan, cuka apel dari daerah Batu (Malang), cuka aren dari Cianjur, cuka beras dari Depok, dan cuka suling dari Tuban dengan masing-masing konsentrasi 1% - 10%.

Karakterisasi transmittansi diamati berdasarkan lembah pada panjang gelombang tertentu dari grafik hubungan transmittansi terhadap panjang gelombang dan perbedaan pola kurva yang dihasilkan oleh setiap konsentrasi. Lembah pada grafik tersebut menunjukkan ciri gugus larutan cuka yang mengalami eksitasi elektron. Sedangkan karakterisasi profil potensial diamati berdasarkan pola kurva yang dihasilkan. Kurva tersebut merupakan hubungan potensial sel terhadap volume zat titran yang dapat digunakan untuk menentukan kadar asam asetat di dalam larutan cuka berdasarkan titik ekuivalen titrasi.

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa kelima jenis larutan cuka lokal umumnya memiliki nilai transmittansi minimum pada panjang gelombang 200 nm dan 202 nm yang dialami oleh gugus karbonil (C=O) pada asam asetat yang mengalami transisi elektronik $n \rightarrow \pi^*$. Nilai transmittansi tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi larutan cuka dimana hubungan keduanya berbanding terbalik. Jika konsentrasi tinggi, maka terdapat banyak molekul yang menyerap energi cahaya sehingga menyebabkan transmittansi semakin kecil dan sebaliknya. Sedangkan untuk perbedaan profil dari kelima jenis larutan cuka dicirikan dengan lembah yang terlihat pada grafik hubungan transmittansi terhadap

panjang gelombang. Adanya lembah tersebut dipengaruhi oleh senyawa lain yang terkandung dalam larutan cuka. Oleh karena itu, lembah tersebut merupakan ciri yang dapat digunakan untuk membedakan jenis dari larutan cuka lokal. Pada cuka anggur lembah yang nampak pada grafik ditemui pada panjang gelombang 265 nm, pada cuka apel 276 nm, pada cuka aren 261 nm, pada cuka beras 281 nm, pada cuka suling 205 nm.

Selanjutnya, hasil dari profil potensial kelima jenis larutan cuka lokal menunjukkan bahwa nilai potensial sel semakin turun ketika larutan ditambahi dengan larutan yang bersifat basa (NaOH). Selain itu, konsentrasi larutan cuka sebanding dengan volume penambahan larutan NaOH 0,19 M. Artinya semakin tinggi konsentrasi larutan cuka, maka dibutuhkan lebih banyak larutan NaOH untuk mencapai titik ekuivalen. Hal ini berkaitan dengan kadar asam asetat yang terkandung pada setiap jenis larutan cuka, dimana semakin tinggi konsentrasi maka kadar asam asetat semakin banyak. Adapun perbandingan kelima jenis larutan cuka pada konsentrasi 10% didapatkan kadar asam asetat dari besar ke kecil secara berurutan yaitu cuka anggur, cuka suling, cuka aren, cuka apel, dan cuka beras.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. Atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakterisasi Transmittansi dan Nilai Potensial pada Berbagai Jenis Larutan Cuka”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S-1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Jember.

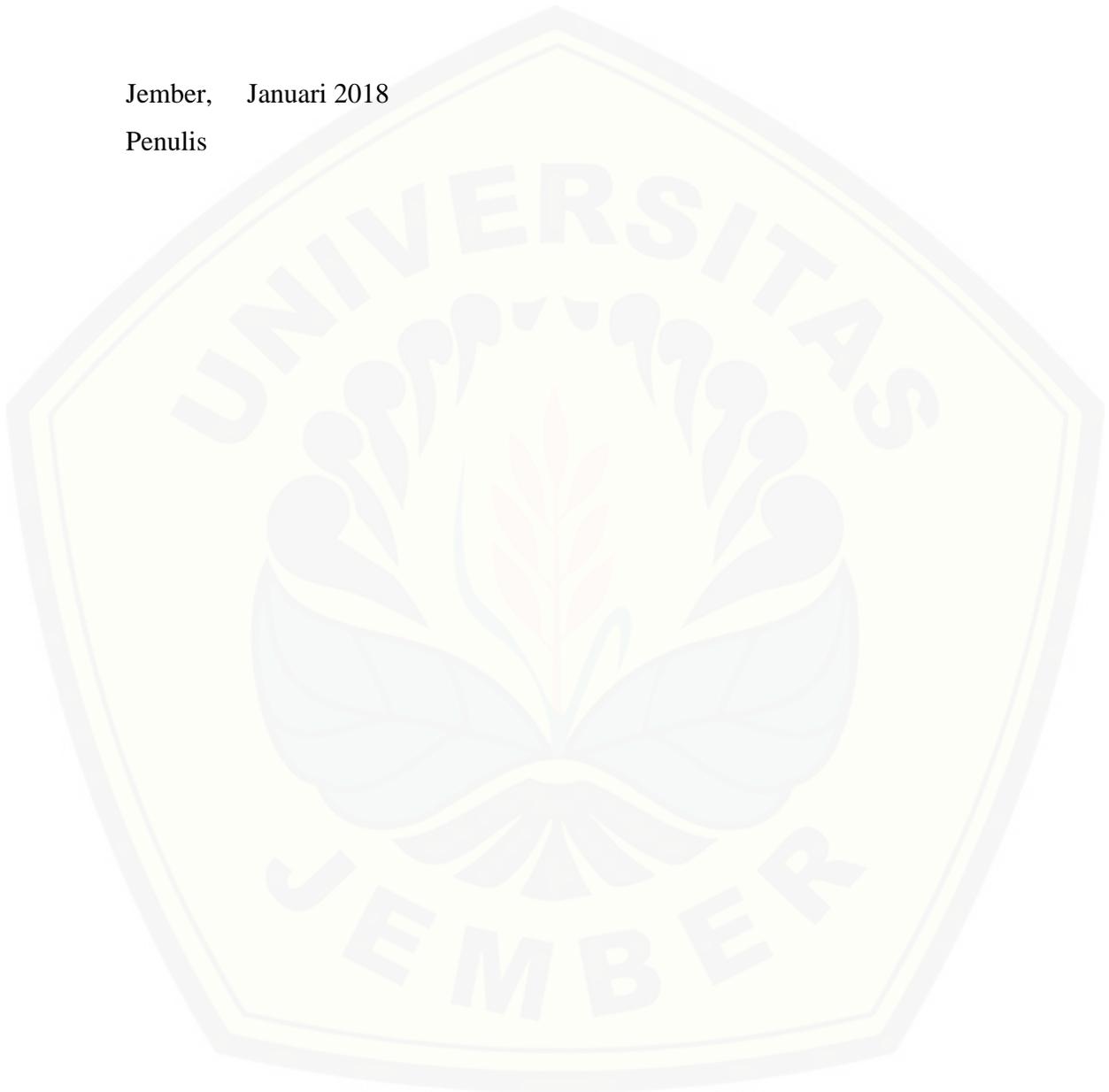
Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Misto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Tri Mulyono, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk membimbing penulis hingga terselesaikannya skripsi ini;
2. Agung Tjahjo Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D., selaku Dosen Penguji I dan Wenny Maulina, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan, kritik, dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan bantuan dan dukungan;
4. Kedua orang tua dan keluarga besarku yang selalu memberikan doa, motivasi, materi, dan dukungan kepada penulis;
5. Sahabat-sahabatku: Made Enstini Sadiharti Purnami, Binti Istikomatul Isrofiyah, Ela Septa Pratiwi, Tri Oktafiani, Yuningtyas Nely Kusuma Dewi, Vita Fatimah Jaffin Aziz, Ingkan Nurma Dewintasari, Dian Mustika Eriyanto, Lilis Fitriyaningtyas, Mei Dita Asri Asih serta seluruh teman-teman Physicopat angkatan 2013 yang telah memberikan semangat dan meluangkan waktu untuk berdiskusi dalam segala hal;
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2018

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN/SUMMARY	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Cuka	5
2.1.1 Kandungan Cuka	5
2.1.2 Jenis-Jenis Cuka	6
2.2 Interaksi Radiasi dengan Materi	10
2.2.1 Spektrum Elektromagnetik.....	10
2.2.2 Jenis Interaksi	11
2.2.3 Cara Interaksi Radiasi	13
2.3 Interaksi Elektron π, σ, n dengan Radiasi Elektromagnetik ...	14
2.4 Spektrofotometri	16
2.4.1 Spektrofotometer	16

2.4.2 Prinsip Kerja Spektrofotometer.....	18
2.4.3 Jenis-Jenis Spektrofotometer.....	18
2.5 Transmittansi dan Absorbansi.....	19
2.5.1 Transmittansi dan Absorbansi.....	19
2.5.2 Hukum Lambert-Beer.....	22
2.6 Penentuan Angka Transmittansi pada Cuka.....	22
2.7 Profil Potensial pada Cuka.....	24
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Rancangan Penelitian.....	27
3.2 Jenis dan Sumber Data.....	28
3.2.1 Jenis Penelitian.....	28
3.2.2 Sumber Data Penelitian.....	29
3.3 Definisi Operasional Variabel dan Skala Pengukuran.....	29
3.3.1 Variabel Bebas.....	29
3.3.2 Variabel Terikat.....	29
3.4 Kerangka Pemecahan Masalah.....	30
3.4.1 Mekanisme Penelitian.....	30
3.4.2 Proses Pengolahan Data.....	32
3.5 Metode Analisis.....	33
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Nilai Transmittansi pada Kelima Jenis Cuka Lokal.....	35
4.1.1 Nilai Transmittansi minimum.....	35
4.1.2 Pengaruh Konsentrasi Larutan Cuka terhadap Nilai Transmittansi.....	40
4.2 Perbandingan Transmittansi Kelima Jenis Cuka Lokal.....	41
4.3 Profil Potensial Kelima Jenis Cuka Lokal.....	42
BAB 5. PENUTUP.....	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	46

DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	50



DAFTAR TABEL

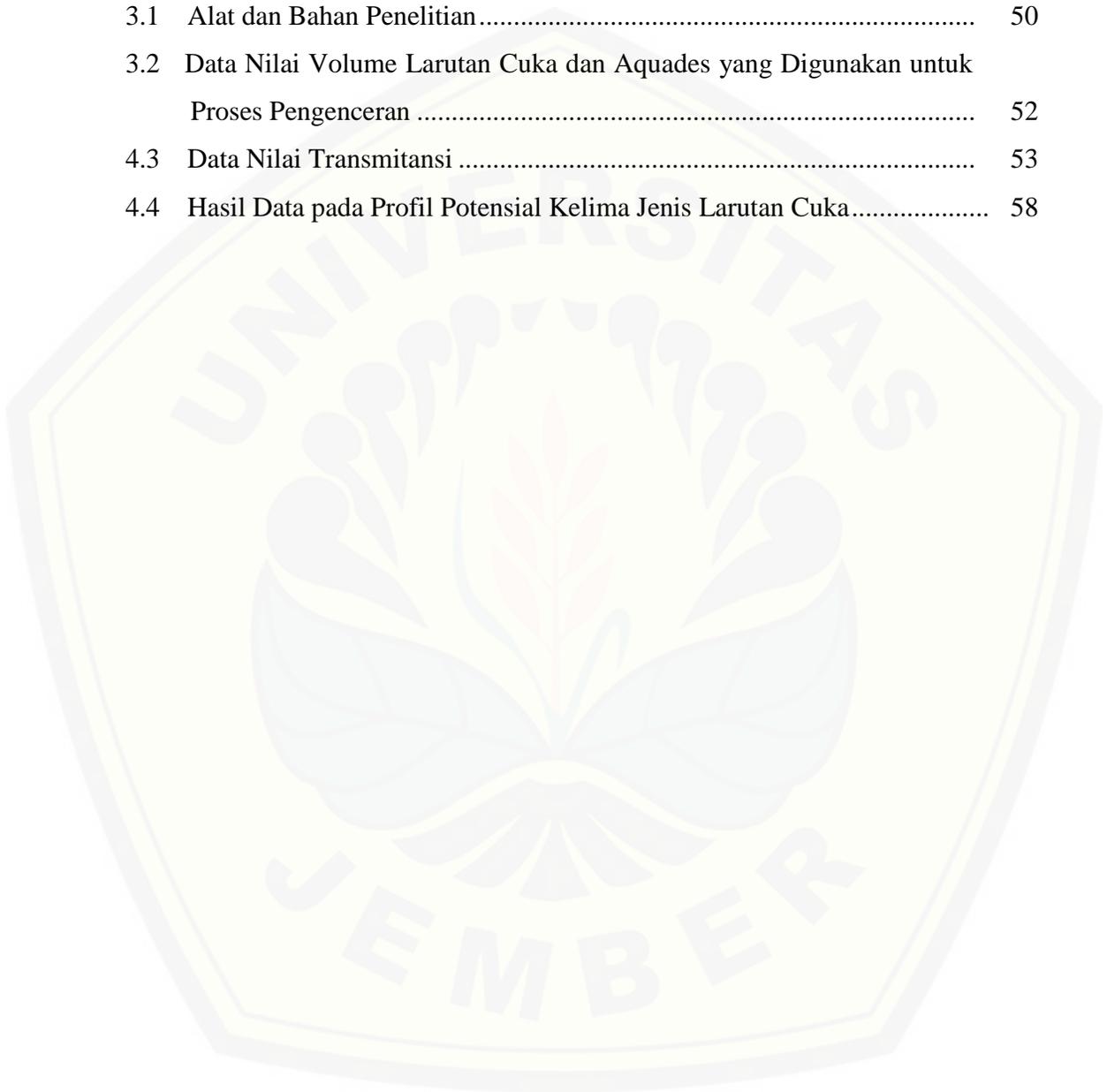
	Halaman
2.1 Syarat mutu cuka fermentasi	6
2.2 Kandungan nutrisi anggur dalam 1 cangkir (151 gram)	7
2.3 Kandungan nutrisi apel dalam 1 cangkir/sepotong (109 gram)	8
2.4 Asam organik pada cuka sari apel.....	8
2.5 Fakta nutrisi beras per 100 gram.....	9
2.6 Absorpsi kromofor dan senyawa aromatik	15
2.7 Panjang gelombang serapan maksimum (λ_{max}), serapan maksimum (A_{max}), dan koefisien ekstingsi molar (ϵ_{max}) spektrum ultraviolet dari larutan glifosat, glisin, dan asam asetat 0,010 M pada pH rendah, netral, dan tinggi	21

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Spektrum elektromagnetik	10
2.2 Pembiasan dan pemantulan cahaya	12
2.3 Dispersi cahaya oleh sebuah prisma	12
2.4 Diagram tingkat energi elektronik	14
2.5 Gugus Asam Asetat	16
2.6 Spektrum pada senyawa utama penyusun minuman anggur.....	21
2.7 Absorpsi cahaya oleh sampel	22
2.8 Spektrofotometer	23
2.9 Spektrum eksitasi normal dan spektrum emisi larutan air cuka.....	24
2.10 Spektrum fluoresensi larutan cuka dengan Konsentrasi CH ₃ COOH berbeda.....	24
2.11 Kurva titrasi potensiometri.....	25
3.1 Diagram alir rancangan kegiatan penelitian.....	28
3.2 Skema rancangan alat spektrofotometer UV-Vis.....	31
3.3 Skema rancangan alat titrasi potensiometri.....	31
4.1 Grafik hubungan antara transmitansi terhadap panjang gelombang pada cuka anggur.....	36
4.2 Grafik hubungan antara transmitansi terhadap panjang gelombang pada cuka apel	37
4.3 Grafik hubungan antara transmitansi terhadap panjang gelombang pada cuka aren.....	38
4.4 Grafik hubungan antara transmitansi terhadap panjang gelombang pada cuka beras	38
4.5 Grafik hubungan antara transmitansi terhadap panjang gelombang pada cuka suling	39
4.6 Grafik hubungan antara transmitansi terhadap panjang gelombang pada lima jenis larutan cuka konsentrasi 10%	42
4.7 Grafik hubungan antara potensial elektroda terhadap volume larutan NaOH 0,19 N pada lima jenis larutan cuka konsentrasi 10%.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
3.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	50
3.2 Data Nilai Volume Larutan Cuka dan Aquades yang Digunakan untuk Proses Pengenceran	52
4.3 Data Nilai Transmittansi	53
4.4 Hasil Data pada Profil Potensial Kelima Jenis Larutan Cuka.....	58



BAB 1. PENDAHULUAN

Pada bab ini disampaikan beberapa hal yang melatar belakangi dilakukannya kegiatan penelitian. Berdasarkan latar belakang tersebut, dirumuskan permasalahan untuk menentukan tujuan penelitian yang dilakukan. Pada perumusan yang diambil diberlakukan beberapa batasan masalah untuk memperkecil ruang lingkup penelitian, sehingga kegiatan penelitian dapat fokus dalam permasalahan tersebut. Adapun bagian akhir dari bab ini dipaparkan beberapa manfaat yang diharapkan dari kegiatan penelitian.

1.1 Latar Belakang

Cuka merupakan salah satu produk penting yang masih banyak digunakan dalam kebutuhan manusia yaitu dalam bidang industri pengolahan pangan, farmasi, dan kimia. Menurut Nurika dan Hidayat (2001) bahwa asam asetat dapat dibuat dari substrat yang mengandung etanol. Bahan baku pembuatan cuka tersebut sangat beragam sehingga menghasilkan banyak jenis cuka yang biasanya berhubungan dengan khasiatnya, namun yang banyak beredar di Indonesia umumnya adalah cuka apel, cuka beras, dan cuka suling.

Cuka memiliki kandungan beberapa zat yang diperlukan tubuh antara lain asam amino, asam organik, zat gula, vitamin B1 dan B2 (Subakti dan Anggarani, 2012). Oleh karena itu, cuka memiliki manfaat yang penting yaitu sebagai campuran makanan dan obat yang sangat baik untuk kesehatan apabila digunakan dalam jumlah yang tepat. Jumlah konsumsi asam asetat manusia per hari tidak terbatas, tetapi konsumsi yang berlebihan dapat merusak sistem pencernaan. Hal ini dapat disebabkan oleh penambahan zat aditif dan asam asetat industri yang berlebihan pada proses pembuatan cuka, sehingga perlu dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui kualitas dari cuka. Berdasarkan FAO/WHO (2000), syarat mutu cuka ditentukan melalui kandungan total asam, sisa alkohol, cemaran logam, padatan terlarut, dan penambahan rasa. Selain itu, menurut Hardoyo *et al.* (2007) cuka memiliki sifat fisik tidak berwarna (transparan), sehingga pengujian pada cuka dapat dilakukan pada karakteristik optiknya.

Parameter optik yang berhubungan dengan kerapatan bahan transparan dapat diungkapkan dalam bentuk transmitansi yang dapat diukur menggunakan alat spektrofotometer.

Penelitian karakteristik optik cuka menggunakan alat spektrofotometer telah dilakukan oleh Li *et al.* (2016) untuk mengetahui karakteristik spektra fluoresensi larutan cuka berdasarkan intensitas dan panjang gelombang. Penelitian dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer fluoresensi pada panjang gelombang antara (200-700) nm. Penelitian tersebut menghasilkan grafik spektrum eksitasi dan spektrum emisi yang diplot berdasarkan intensitas terhadap panjang gelombang. Puncak dari grafik tersebut berada pada panjang gelombang 380 nm untuk spektrum eksitasi, sedangkan untuk spektrum emisi puncak berada pada daerah 445 nm dan 471 nm. Berdasarkan data tersebut diketahui jenis transisi elektroniknya yakni $n \rightarrow \pi^*$ yang dialami oleh gugus karbonil dan hidroksil. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Martelo-Vidal dan Vazquez (2014) untuk menentukan spektrum ultraviolet, *visible*, dan inframerah pada analisis komponen senyawa penyusun minuman anggur berdasarkan transmitansinya. Penelitian tersebut dilakukan pada daerah panjang gelombang antara (194-2500) nm. Hasil spektrum absorpsi dari penelitian tersebut digambarkan dalam bentuk grafik hubungan antara transmitansi terhadap panjang gelombang. Berdasarkan kurva transmitansi yang diperoleh, puncak maksimum pada daerah ultraviolet dialami oleh senyawa asam tartarat dan asam malat, yakni pada panjang gelombang 202 dan 230 nm. Kemudian pada tahun 1993, McConnell *et al.* juga pernah melakukan penelitian terhadap asam asetat pada pH rendah, netral, dan tinggi. Penelitian tersebut dilakukan untuk mengukur serapan pada panjang gelombang (200-300) nm. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa serapan maksimum asam asetat berada pada 200 dan 204 nm dimana nilai pH tidak mempengaruhi panjang gelombang maksimum pada serapan maksimum asam asetat.

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi transmitansi dan nilai potensial pada beberapa jenis larutan cuka lokal Indonesia (cuka apel, cuka anggur, cuka beras, cuka aren, dan cuka suling) menggunakan metode spektrofotometri dan

titrasi potensiometri. Karakterisasi transmitansi tersebut diamati berdasarkan puncak-puncak transmitansi pada kurva yang dihasilkan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada daerah panjang gelombang (200-700) nm, dari puncak-puncak tersebut diharapkan dapat mengetahui gugus dari larutan cuka yang mengalami interaksi dominan dengan energi radiasi. Sedangkan karakterisasi profil potensial diamati berdasarkan kurva yang dihasilkan oleh penambahan larutan NaOH 0,19 M ke dalam larutan cuka. Berdasarkan kurva tersebut nantinya diharapkan diketahui ada tidaknya kandungan zat selain asam asetat di dalam larutan cuka dan didapatkan titik ekuivalen titrasi untuk menghitung kadar asam asetat dalam larutan cuka. Selain itu, kajian transmitansi dan nilai potensial pada cuka lokal belum banyak diungkap, sehingga perlu dilakukan penelitian pada berbagai jenis larutan cuka lokal Indonesia dilihat dari aspek optik dan kelistrikannya (nilai potensial).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka dapat ditentukan permasalahan dalam tugas akhir ini yaitu:

1. Bagaimana karakteristik transmitansi dari larutan cuka lokal Indonesia pada berbagai konsentrasi di daerah panjang gelombang (200-700) nm?
2. Bagaimana karakteristik profil potensial dari larutan cuka lokal Indonesia oleh adanya penambahan larutan NaOH 0,19 M?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini yaitu temperatur sampel yang digunakan mengikuti temperatur ruang laboratorium. Selain itu sampel yang digunakan terdiri dari lima jenis cuka lokal Indonesia, dimana cuka lokal tersebut produksinya dibuat di Indonesia. Kelima jenis cuka tersebut adalah cuka apel yang diproduksi dari daerah Batu (Malang), cuka aren dari Cianjur, cuka beras dari Depok, cuka anggur dari Pandaan, dan cuka suling dari Tuban.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang digunakan, maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui karakteristik transmitansi larutan cuka lokal Indonesia pada berbagai konsentrasi di daerah panjang gelombang (200-700) nm.
2. Mengetahui pengaruh penambahan larutan NaOH 0,19 M terhadap karakteristik profil potensial larutan cuka lokal Indonesia.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat digunakan untuk mengetahui perbedaan karakter dari kelima jenis cuka yang digunakan. Perbedaan karakter tersebut dapat dilihat dari lembah pada grafik hubungan transmitansi terhadap panjang gelombang pada daerah UV-Vis (200-700) nm. Selain itu, juga dapat digunakan untuk mengetahui perbedaan kadar asam asetat kelima jenis cuka melalui proses titrasi, serta dapat menambah wawasan khususnya bagi peneliti.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini disampaikan teori- teori yang berkaitan dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian. Bagian awal menjelaskan mengenai cuka yang merupakan bahan yang digunakan dalam penelitian. Selanjutnya dijelaskan teori dasar mengenai interaksi radiasi elektromagnetik dan metode penelitian yang berupa spektrofotometri dan potensiometri. Selain itu juga dipaparkan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang digunakan sebagai acuan dalam kegiatan penelitian.

2.1 Cuka

Cuka merupakan cairan yang dihasilkan dari fermentasi buah yang mengandung glukosa. Produk ini telah dikenal sejak berabad-abad tahun yang lalu dimana orang-orang Babilonia pada tahun 5000 SM membuat cuka sebagai produk minuman anggur yang terbuat dari buah kurma. Selain itu, Hippocrates menggunakan cuka untuk mengobati pasiennya sejak tahun 400 SM. Cuka juga banyak disajikan di meja-meja makan pada zaman Romawi dan Mesir Kuno. Produk ini sangat digemari karena unsur khasiatnya yang baik untuk kesehatan. Zat-zat di dalamnya dipercaya dapat mencegah dan menyembuhkan penyakit. Kegunaannya yaitu sebagai campuran makanan, cairan pembersih, dan pengawet makanan alami. Cuka juga digunakan untuk bahan saus selama abad ke-19, dan orang-orang mulai meminumnya pada abad ke-20 (Orey, 2007).

Menurut Hardoyo *et al.* (2007), asam asetat memiliki rumus kimia CH_3COOH atau sering juga disebut sebagai asam cuka. Asam ini berbentuk cairan, memiliki rasa dan bau asam yang menyengat. Sifat fisik dari asam cuka ini tidak berwarna (transparan) dan larut di dalam air, alkohol, gliserol, dan eter. Selain itu, dalam keadaan murni asam cuka memiliki titik didih $118,1^\circ\text{C}$ dan titik beku $16,7^\circ\text{C}$.

2.1.1 Kandungan Cuka

Cuka umumnya dibuat melalui proses fermentasi menggunakan bahan alam yang mengandung gula seperti apel, anggur, nira, dan lain sebagainya.

Menurut Orey (2007), cuka terbaik dibuat dari sari apel yang diperas langsung setelah proses penumbukan yang kemudian difermentasi selama 6 bulan di tong-tong kayu. Proses tersebut dipengaruhi oleh banyak sedikitnya oksigen yang berinteraksi dengan bahan dan waktu fermentasi, dimana semakin lama proses fermentasi menyebabkan rasa cuka semakin asam (Nugroho, 2012).

Cuka memiliki kandungan zat yang tergantung pada bahan asalnya. Menurut Subakti dan Anggarani (2012), cuka memiliki kandungan asam amino, asam organik, zat gula, vitamin B1 dan B2. Selain itu, sifat cuka yang asam dapat melarutkan kalsium dan zat besi pada garam organik sehingga mudah diserap oleh sistem pencernaan. Syarat mutu cuka disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Syarat mutu cuka fermentasi

No	Kriteria Uji	Persyaratan	Satuan
1	Kandungan total asam	Min 50	g/L
2	Sisa alkohol	Maks 1	%v/v
3	Padatan terlarut	Min 2	g/L
4	Cemaran logam		
	Tembaga (Cu)	Maks 10	mg/kg
	Seng (Zn)	Maks 10	mg/kg
	Besi (Fe)	Maks 10	mg/kg
	Arsen (As)	Maks 1	mg/kg
	Timbal (Pb)	Maks 1	mg/kg
5	Antioksidan		
	Sulphur dioxide	Maks 70	mg/kg
	L-ascorbic acid	Maks 400	mg/kg
6	Polyvinylpyrrolidone	Maks 40	mg/kg
7	Penambah rasa (untuk cuka selain cuka anggur)		
	Monosodium glutamate	Maks 5	g/kg
	Monopotassium glutamate	Maks 5	g/kg
	Calcium glutamate	Maks 5	g/kg

(Sumber: FAO/WHO Food Standards Programme, 2000)

2.1.2 Jenis-Jenis Cuka

Menurut Tan (2005), cuka dapat diproduksi dari berbagai bahan baku dengan beberapa teknik produksi. Proses produksi tersebut menghasilkan beberapa jenis cuka seperti cuka balsamik, cuka sampanye, cuka kelapa, cuka malt, cuka tebu, dan cuka sherry. Selain cuka tersebut, di Indonesia juga diproduksi berbagai macam cuka lokal, lima diantaranya adalah:

1. Cuka anggur

Cuka anggur ini dapat dibuat dari fermentasi buah anggur putih, anggur merah, atau anggur rose. Menurut Szalay (2017), bahwa anggur-anggur tersebut mengandung nutrisi dan antioksidan. Selain itu, juga mengandung resveratrol fitonutrien yang tinggi sehingga baik untuk jantung. Konsentrasi terbanyak dari nutrisi, antioksidan, dan resveratrol ini berada di kulit anggur dan bijinya. Secara rinci, kandungan anggur ditunjukkan pada Tabel 2.2. Kualitas yang terbaik dari cuka ini dibuat selama 2 tahun di dalam tong kayu sehingga dapat menghasilkan rasa yang kompleks. Salah satu cuka anggur lokal yang diproduksi dari Pandaan dibuat dari air, buah anggur ungu, gula, dan ragi.

Tabel 2.2 Kandungan nutrisi anggur dalam 1 cangkir (151 gram)

Kandungan	Jumlah
Kalori	104 kal
Protein	1 g
Total Karbohidrat	27 g
Gula	23 g
Serat Makanan	1 g
Vitamin A	-
Vitamin C	-
Total Lemak	0 g
Kolesterol	0 g
Sodium	3 mg
Besi	-
Kalsium	-

(Sumber: Szalay, 2017)

2. Cuka sari apel

Menurut Thayyarah (2014), cuka apel merupakan hasil fermentasi dari buah apel. Cuka ini berguna dalam bidang medis untuk menghilangkan sakit kepala dan vertigo, serta membangun imun tubuh. Selain itu, cuka apel juga sangat diperlukan dalam pembentukan sel-sel tubuh. Hal ini karena cuka apel banyak mengandung elemen yang dibutuhkan tubuh seperti fosfor, zat besi, klorin, sodium, kalsium dan mangan. Kandungan nutrisi apel dan asam organik dari cuka sari apel ditunjukkan pada Tabel 2.3 dan 2.4. Salah satu cuka apel lokal yang diproduksi dari Batu (Malang) dibuat dengan menggunakan bahan berupa sari buah apel, air, dan 5% keasaman cuka.

Tabel 2.3 Kandungan nutrisi apel dalam 1 cangkir/sepotong (109 gram)

Kandungan	Jumlah
Kalori	56,68 kal
Air	86 %
Protein	0,3 g
Karbohidrat	15,1 g
Gula	11,3 g
Serat	2,6 g
Lemak	0,2 g
Jenuh	0,03 g
Tak jenuh tunggal	0,01 g
Tak jenuh ganda	0,06 g
Omega-3	0,01 g
Omega-6	0,05 g
Lemak trans	0 g

(Sumber: Arnarson, 2012a)

Tabel 2.4 Asam organik pada cuka sari apel

Kandungan	Jumlah
Asam asetat	50,9 g/L
Asam sitrat	0,02 g/L
Asam format	0,28 g/L
Asam laktat	0,38 g/L
Asam malat	3,56 g/L
Asam suksinat	0,27 g/L
Fruktosa	6,83 g/L
Acetoin	0,21 g/L
2,3-Butanediol	0,37 g/L
Etanol	1,03 g/L
Etil asetat	0,14 g/L

(Sumber: Caligiani *et al.*, 2007)

3. Cuka beras

Cuka beras merupakan hasil fermentasi beras dimana kadar asam aminonya lebih tinggi dibandingkan cuka yang lain. Salah satu cuka beras lokal Indonesia yang diproduksi dari Depok dibuat dengan menggunakan fermentasi beras putih, dimana untuk cuka beras umumnya dapat dibuat dari berbagai macam jenis beras. Di Jepang, cuka yang terbuat dari beras ini memiliki dua jenis, yaitu cuka beras beraroma asli dan cuka beras dengan rasa tambahan. Proses pembuatan kedua cuka ini diberi aroma ringan dengan gula dan garam dengan tujuan untuk mendapatkan rasa yang halus dan lembut. Namun, cuka beras dengan rasa tambahan dibuat dengan menambahkan rempah-rempah khusus yang meliputi

rempah Italia, lada merah, bawang putih bakar, kemangi atau oregano (Orey, 2007). Menurut Arnarson (2012b), beras hampir tidak mengandung lemak melainkan karbohidrat dan sejumlah kecil protein. Informasi nutrisi per 100 gram beras secara rinci ditunjukkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Fakta nutrisi beras per 100 gram

Kandungan	Jumlah
Kalori	130 kal
Air	69 %
Protein	2,4 g
Karbohidrat	28,7 g
Gula	-
Serat	-
Lemak	0,2 g
Jenuh	0,05 g
Tak jenuh tunggal	0,06 g
Tak jenuh ganda	0,05 g
Omega-3	0,01 g
Omega-6	0,04 g
Lemak trans	-

(Sumber: Arnarson, 2012b)

4. Cuka suling

Cuka suling dapat dibuat dengan fermentasi asetat etanol dari berbagai sumber. Cuka suling lokal yang diproduksi di Indonesia dibuat dengan menggunakan asam asetat glasial dan air, dimana cuka tersebut tidak memiliki warna. Di Amerika Serikat, cuka suling putih diproduksi menggunakan etanol sintesis. Spesifikasi dari cuka suling putih ini berdasarkan Vinegar Institute (1974) meliputi kadar asam 4% yang dihitung sebagai asam asetat. Kemudian penampilan (kejernihan), warna, bau, dan jejak kadar logam adalah maksimum 0,5% dari volume. Biasanya cuka ini digunakan untuk acar, salad, saus, dan untuk makanan lainnya (Conner dan Allgeier., 1976).

5. Cuka aren

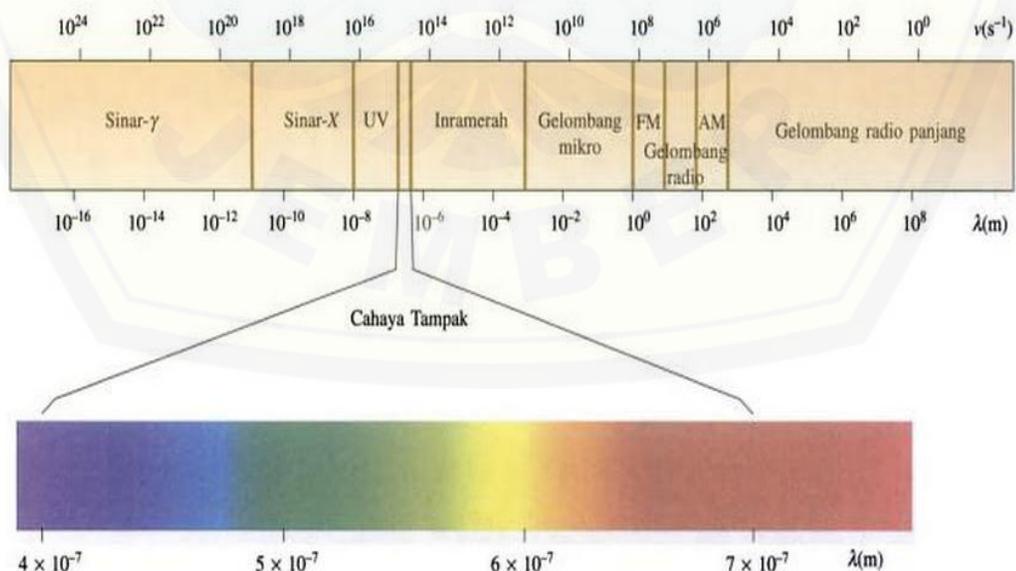
Cuka aren merupakan cuka yang terbuat dari getah nipah atau aren. Aren merupakan tanaman yang mengandung getah pati pada batangnya dalam jumlah yang besar. Getah tersebut diubah menjadi gula ketika bunganya telah berumur 7-10 tahun. Tangkai bunga jantan disadap setiap 2-3 bulan dan menghasilkan getah sekitar 3-5 liter per hari. Getah tersebut mengandung 15% sukrosa (Roecklein dan

Leung, 1987). Untuk membuat cuka aren, getah aren disimpan dalam toples tanah liat (tempayan) untuk proses fermentasi acetobacter. Proses penyimpanan tersebut memakan waktu sekitar 3 sampai 4 minggu dimana kadar asam yang didapat sekitar 4%. Cuka aren tersebut memiliki beberapa kandungan nutrisi yang menguntungkan diantaranya kalium, sodium, besi, magnesium, dan kalsium. Cuka aren merupakan cuka yang paling asam dari semua jenis tanaman palm dan memiliki rasa yang manis (Hosking, 2006).

2.2 Interaksi Radiasi dengan Materi

2.2.1 Spektrum Elektromagnetik

Menurut Cairns (2008), cahaya terdiri atas komponen elektrik dan magnetik yang beresilasi saling tegak lurus dan tegak lurus terhadap arah radiasi, sehingga dianggap sebagai bentuk radiasi elektromagnetik. Spektrum lengkap radiasi elektromagnetik ditunjukkan pada Gambar 2.1. Bagian terkecil spektrum elektromagnetik yang dapat dilihat mata manusia disebut sebagai spektrum tampak dengan daerah panjang gelombang antara 400-700 nm. Sedangkan bagian daerah yang melewati ujung merah spektrum tampak disebut sebagai daerah inframerah dan daerah yang melewati spektrum tampak ungu disebut sebagai daerah ultraviolet.



Gambar 2.1 Spektrum elektromagnetik (Sumber: Oxtoby *et al.*, 2003)

Radiasi elektromagnetik dapat dianggap sebagai suatu bentuk gelombang yang mengitari ruangan. Salah satu istilah yang sering digunakan dalam radiasi elektromagnetik adalah panjang gelombang yang disimbolkan dengan λ , biasanya dinyatakan dalam nanometer (nm, 10^{-9} m). Panjang gelombang didefinisikan sebagai jarak satu puncak ke puncak berikutnya. Panjang gelombang ini berbanding terbalik dengan energi dalam masing-masing kuantum energi dari radiasi. Hubungan antara panjang gelombang dan energi ini menurut Hendayana *et al.* (1994) dinyatakan dalam persamaan 2.1. Istilah lain yang sering digunakan dalam radiasi elektromagnetik adalah bilangan gelombang dan frekuensi. Bilangan gelombang merupakan jumlah gelombang per satuan panjang yang memiliki nilai $1/\lambda$ dan dinyatakan dalam cm^{-1} . Penggunaan dari bilangan gelombang ini terbatas pada spektroskopi inframerah. Sedangkan untuk frekuensi memiliki satuan *hertz* (Hz) dan memiliki simbol ν yang merupakan jumlah gelombang yang diemisikan per detik (Cairns, 2008).

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad (2.1)$$

Keterangan: E = energi cahaya (erg)
 h = konstanta Planck ($6,6 \times 10^{-27}$ erg.det.)
 ν = frekuensi (det^{-1} atau Hz)
 c = kecepatan cahaya (3×10^{10} cm.det⁻¹)
 λ = panjang gelombang (cm)

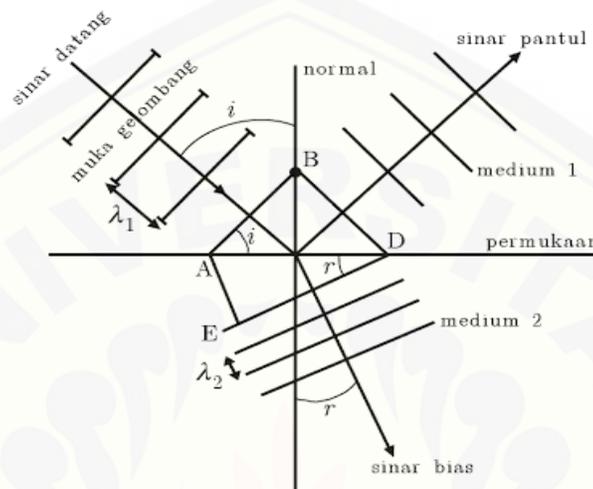
2.2.2 Jenis Interaksi

Ketika cahaya mengenai suatu materi, maka akan terjadi interaksi berupa difraksi, dispersi, refleksi, dan refraksi.

1. Pemantulan dan pembiasan

Peristiwa pembiasan dan pemantulan merupakan salah satu akibat interaksi cahaya dengan materi yang ditunjukkan seperti pada Gambar 2.2. Pembiasan terjadi apabila cahaya bergerak miring melalui medium yang berbeda, misalnya dari udara ke kaca lalu melewati air. Keadaan ini disebut sebagai pembiasan cahaya karena cahaya bergerak lebih cepat pada medium yang kurang padat. Namun, untuk cahaya yang datang dengan sudut 90° dan tegak lurus terhadap

medium tidak dibiaskan (Utami, 2007). Sedangkan pemantulan cahaya terjadi berdasarkan aturan hukum pemantulan. Aturan tersebut menyatakan bahwa sinar datang, sinar pantul, dan garis normal terletak pada satu bidang datar dimana sudut datang (i) dan sudut pantul (r') memiliki nilai yang sama (Surya, 2009).



Gambar 2.2 Pembiasan dan pemantulan cahaya (Sumber: Surya, 2009)

2. Fenomena dispersi

Menurut Young dan Freedman (2003), bahwa Isaac Newton adalah orang pertama yang memperlihatkan bahwa cahaya putih terurai menjadi beberapa warna seperti pelangi ketika melalui sebuah prisma. Prisma tersebut tidak menambahkan warna, melainkan menyebabkan cahaya dengan warna-warna yang berbeda berbelok melalui sudut yang berbeda-beda. Fenomena ini dikenal dengan nama dispersi yang merupakan karakteristik dari material transparan (tembus cahaya). Peristiwa tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Dispersi cahaya oleh sebuah prisma (Sumber: Young dan Freedman, 2003)

3. Fenomena difraksi

Menurut Viridi (2010), difraksi merupakan pola terang gelap yang muncul ketika jalannya cahaya monokromatik (gelombang) terhambat. Hal-hal yang menyebabkan difraksi antara lain celah, pinggiran tajam, susunan teratur benda (atom-atom), benda kecil dan lain sebagainya. Pola gelap terang pada difraksi celah tunggal dapat ditentukan menggunakan cara yang sama seperti interferensi. Ketika beda jarak tempuh sinar paling atas dengan sinar paling bawah ($a \sin \theta$) adalah kelipatan bulat panjang gelombang, maka akan dihasilkan pola difraksi minimum pada difraksi celah tunggal.

2.2.3 Cara Interaksi Radiasi

Menurut Khopkar (2010), radiasi berinteraksi dengan sampel bergantung pada sifat materi. Cara interaksi tersebut berupa absorpsi, emisi, pemendaran (*luminescence*), dan penghamburan (*scattering*).

1. Absorpsi

Ketika interaksi absorpsi, energi elektromagnetik ditransfer ke molekul atau atom dalam sampel. Hal ini berarti partikel berpindah dari tingkat energi lebih rendah ke tingkat energi yang lebih tinggi (tingkat tereksitasi). Pada daerah UV dan tampak berhubungan dengan transisi elektronik dan dicirikan dengan pita absorpsi pada panjang gelombang tertentu. Sedangkan pada daerah IR tidak terjadi transisi elektronik melainkan absorpsi vibrasi murni karena energi yang dimiliki tidak cukup besar untuk menaikkan elektron ke orbital anti-ikatan.

2. Emisi

Emisi radiasi terjadi oleh interaksi absorpsi yang mengakibatkan keadaan ion, atom, atau molekul tereksitasi. Ion, atom, atau molekul tersebut kemudian mengalami deeksitasi ke tingkat energi yang lebih rendah. Deeksitasi tersebut dapat dilakukan melalui loncatan listrik atau bunga api. Hal ini berarti energi dilepaskan melalui cahaya.

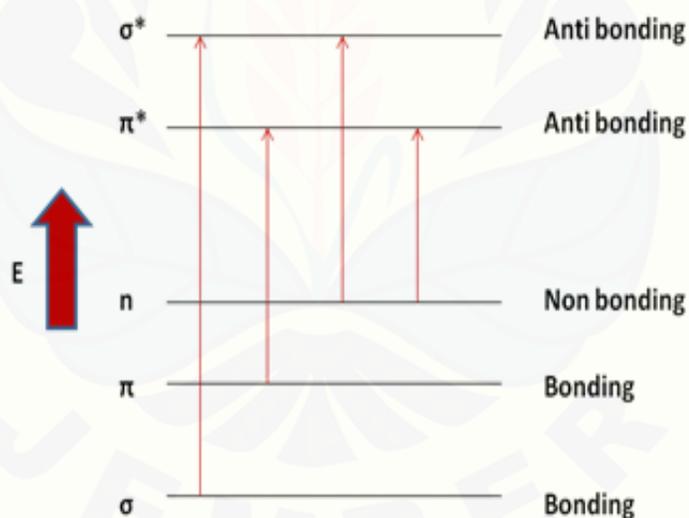
3. Penghamburan

Interaksi penghamburan berupa pengacakan arah radiasi. Apabila berkas radiasi elektromagnetik mengenai suatu partikel yang kecil, maka partikel akan

menahan energi radiasi dalam jangka pendek sehingga terjadi polarisasi ion, atom, atau molekul. Ketika partikel kembali ke keadaan semula akan diikuti re-emisi radiasi di segala arah. Sebagian radiasi akan ditransmisikan pada sudut tertentu dan intensitas radiasi yang dihamburkan bertambah besar seiring dengan bertambahnya ukuran partikel.

2.3 Interaksi Elektron π , σ , dan n dengan Radiasi Elektromagnetik

Menurut Mulja dan Suharman (1995), terdapat tiga macam distribusi elektron dalam suatu senyawa organik yaitu orbital elektron pi (π), sigma (σ), dan elektron tidak berpasangan (n). Apabila pada suatu molekul dikenai radiasi elektromagnetik, maka akan terjadi eksitasi elektron ke tingkat energi yang lebih tinggi yang dikenal sebagai orbital elektron *anti-bonding*. Diagram tingkat energi elektron pada keadaan dasar dan tereksitasi ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Diagram tingkat energi elektron (Sumber: Mulja dan Suharman, 1995)

Menurut Khopkar (2010), transisi elektronik pada tingkat energi terjadi dengan cara mengabsorpsi radiasi yang menyebabkan transisi. Berdasarkan jenis orbitalnya, transisi tersebut dibedakan menjadi empat jenis yaitu transisi ($\sigma \rightarrow \sigma^*$), transisi ($\pi \rightarrow \pi^*$), transisi ($n \rightarrow \pi^*$), dan transisi ($n \rightarrow \sigma^*$). Transisi ($\sigma \rightarrow \sigma^*$) terjadi pada daerah ultraviolet jauh dan memerlukan energi tinggi yang dialami oleh ikatan tunggal seperti alkana. Sedangkan untuk transisi ($\pi \rightarrow \pi^*$) dialami

oleh ikatan rangkap dua dan tiga. Untuk transisi ($n \rightarrow \pi^*$) terjadi pada senyawa tak jenuh yang berikatan dengan atom yang memiliki pasangan elektron bebas. Eksitasi elektron ($n \rightarrow \pi^*$) ini dialami oleh senyawa karbonil dan nitril, serta mengalami absorpsi maksimum pada daerah antara (200-700) nm. Adanya orbital π dalam transisi ini mengindikasikan adanya gugus fungsi tidak jenuh. Sedangkan untuk transisi ($n \rightarrow \sigma^*$) terjadi pada gugus fungsional yang memiliki elektron bebas -OH, O - NH₂, dan OCH₃. Transisi ($n \rightarrow \sigma^*$) ini terjadi pada daerah antara 150-250 nm. Beberapa absorpsi pada kromofor dan senyawa aromatik ditunjukkan pada Tabel 2.6.

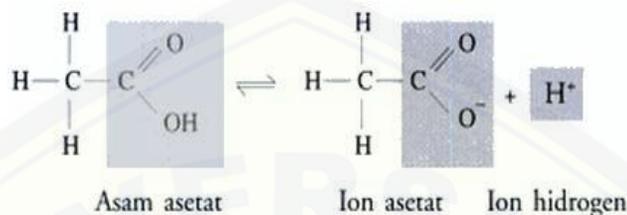
Tabel 2.6 Absorpsi kromofor dan senyawa aromatik

Kromofor/Senyawa	λ_{\max} (nm)	ϵ_{\max}	Transisi
Alkena	177	$1,3 \times 10^4$	$n - \pi^*$
Alkina	178-225	10×10^3 -150	$n - \pi^*$
Karbonil	186-280	$1,0 \times 10^3$ -16	$n - \pi^*$ atau $n \rightarrow \pi^*$
Karboksil	204	41	$n - \pi^*$
Amida	214	60	$n - \pi^*$
Azo	339	5	$n - \pi^*$
Nitro	280	22	$n - \pi^*$
Nitrat	270	12	$n - \pi^*$
Olefin	184	$1,0 \times 10^4$	delokalisasi n^*
Triolefin	250	-	delokalisasi n^*
Diolfen	217	$2,1 \times 10^4$	delokalisasi n^*
Keton	282	27	$n - \pi^*$
H ₂ O	167	$1,48 \times 10^3$	$n - \sigma^*$
Metanol	184	$1,5 \times 10$	$n - \sigma^*$
Metilklorida	173	200	$n - \sigma^*$
Dimetileter	184	$2,5 \times 10^3$	$n - \sigma^*$
Metilamin	215	9×10^2	$n - \sigma^*$
Benzen	204	$7,9 \times 10^3$	$n - \pi^*$
Toluen	207	7×10^3	$\pi - \pi^*$
Fenol	211	$6,2 \times 10^3$	$\pi - \pi^*$
Anilin	230	$8,6 \times 10^3$	$\pi - \pi^*$
Naftalen	286	$9,3 \times 10^3$	$\pi - \pi^*$
Stiren	244	$1,2 \times 10^4$	$\pi - \pi^*$

(Sumber: Khopkar, 2010)

Asam asetat merupakan anggota deret asam karboksilat dengan rumus $H - (CH_2)_n - COOH$. Asam karboksilat mengandung gugus karboksil yang merupakan rakitan atom oksigen yang berikatan ganda dengan atom karbon yang juga terikat dengan gugus hidroksil (ditunjukkan oleh Gambar 2.5). Asam asetat sendiri merupakan salah satu bahan utama penyusun cuka yang berisi kromofor

karbonil dan hidroksil. Karbonil merupakan ikatan atom yang terdiri dari atom karbon yang berikatan ganda dengan oksigen (C = O). Sedangkan hidroksil merupakan satu atom hidrogen yang terikat dengan satu atom oksigen (–OH) (Campbell, 2002).



Gambar 2.5 Gugus Asam Asetat (Sumber: Campbell, 2002)

2.4 Spektrofotometri

Spektrofotometri merupakan suatu metode pengukuran yang didasarkan pada absorpsi cahaya pada panjang gelombang tertentu. Cahaya tersebut melalui larutan berkontaminan yang akan ditentukan konsentrasinya. Panjang gelombang yang digunakan pada metode spektrofotometri ini yakni mulai dari daerah ultraviolet, cahaya tampak, hingga inframerah. Prinsip kerja dari spektrofotometri ini yaitu jumlah cahaya yang di absorpsi oleh larutan adalah sebanding dengan konsentrasi kontaminan dalam larutan (Lestari, 2010).

2.4.1 Spektrofotometer

Spektrofotometer terdiri atas spektrometer dan fotometer. Kegunaan dari alat ini yaitu untuk mengukur energi secara relatif apabila energi tersebut direfleksikan, diemisikan, atau ditransmisikan sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrofotometer memiliki kelebihan yaitu panjang gelombang cahaya putih dapat terseleksi melalui prisma, grating, ataupun celah optis (Khopkar, 2010).

Menurut Day dan Underwood (2002), semua spektrofotometer memiliki komponen khusus yang dapat mengukur penyerapan dan transmisi cahaya. Komponen tersebut secara beraturan menyusun bagian optik dari spektrofotometer. Bagian-bagian tersebut terdiri atas sumber cahaya, monokromator, tempat sampel, dan detektor.

1. Sumber

Sumber energi radiasi yang digunakan untuk daerah spektrum tampak, ultraviolet dekat, dan inframerah dekat adalah lampu pijar dengan kawat rambut yang terbuat dari wolfram (lampu tungsten). Keluaran dari lampu wolfram ini sekitar 325 atau 350 nm hingga 3 μm . Sedangkan untuk daerah dibawah 350 nm menggunakan lampu tabung discas (*discharge tube*) hidrogen (atau deuterium) yang digunakan pada daerah kira-kira 175 nm ke 375 nm atau 400 nm. Selain itu, sumber cahaya untuk spektrofotometer inframerah adalah pemijar *Nernst* (*Nernst glower*) yang beroperasi pada daerah sekitar 2 hingga 15 μm .

2. Monokromator

Monokromator merupakan alat optis untuk mengisolasi suatu berkas radiasi dari suatu sumber yang berkesinambungan. Komponen dasar dari monokromator ini menggunakan sistem celah dan unsur dispersif. Kemurnian spektral radiasi yang keluar dari monokromator bergantung pada daya dispersi prisma dan lebar celah. Jenis prisma yang digunakan untuk spektrum tampak adalah prisma kaca, untuk spektrum ultraviolet dan inframerah dekat adalah prisma kuarsa, dan untuk spektrum inframerah menggunakan prisma garam batu.

3. Sampel

Sampel yang digunakan pada spektrofotometri umumnya adalah larutan sehingga dibutuhkan wadah sampel. Wadah sampel tersebut adalah sel yang dapat meneruskan energi radiasi dalam daerah spektrum yang diamati yang disebut sebagai kuvet. Jenis sel yang baik digunakan adalah sel yang permukaan optisnya datar.

4. Detektor

Detektor yang digunakan untuk spektrofotometer lazimnya memiliki kepekaan yang tinggi untuk daerah spektrum yang diamati. Detektor ini mengukur penurunan intensitas akibat serapan pada cahaya yang melewati sampel. Detektor yang digunakan untuk spektrum inframerah adalah detektor yang didasarkan pada efek termal, sedangkan untuk daerah tampak dan ultraviolet menggunakan detektor fotolistrik.

2.4.2 Prinsip Kerja Spektrofotometer

Spektrofotometer ini mengukur jumlah relatif cahaya dari berbagai panjang gelombang yang diserap dan diteruskan sebagian atau sepenuhnya oleh larutan pigmen. Cahaya putih di dalam spektrofotometer diuraikan menjadi beberapa warna dengan panjang gelombang yang berbeda-beda oleh prisma. Cahaya tersebut kemudian dilewatkan melalui sampel satu demi satu. Cahaya yang diteruskan kemudian menabrak tabung fotolistrik, yang mengubah energi cahaya menjadi listrik, dan arus listriknya diukur dengan suatu alat ukur. Alat ukur tersebut akan mengindikasikan fraksi cahaya dari setiap panjang gelombang yang diteruskan atau diserap oleh sampel (Campbell *et al.*, 2002).

Hal lain yang menjadi prinsip dasar dari spektrofotometer bahwa sampel atau materi akan menyerap atau mentransmisikan cahaya dari energi radiasi, namun tidak untuk panjang gelombang yang lain. Energi cahaya yang diserap atau ditransmisikan harus sama dengan energi yang dibutuhkan untuk menyebabkan transisi elektronik (gerakan elektron dari satu tingkat kuantum yang lain). Kondisi energi ini hanya dipenuhi oleh foton dengan panjang gelombang tertentu saja, sehingga absorpsi atau transmisi panjang gelombang tertentu adalah karakteristik untuk bahan, dan analisa spektral yang berfungsi sebagai “sidik jari” dari sampel (Anonim, 2005).

2.4.3 Jenis-Jenis Spektrofotometer

Menurut Yulianto (2011), jenis dari spektrofotometer didasarkan pada sumber cahaya yang digunakan. Cahaya tersebut berada pada daerah antara UV hingga ke inframerah. Berdasarkan hal tersebut, jenis-jenis spektrofotometer tersebut antara lain:

1. Spektrofotometer visible

Spektrofotometer visible ini menggunakan sumber cahaya berupa cahaya tampak. Cahaya tampak ini merupakan spektrum elektromagnetik yang dapat dideteksi oleh mata manusia yang memiliki panjang gelombang antara 380-750 nm. Cahaya tampak ini terdiri atas beberapa warna yakni ungu, biru, hijau, kuning, jingga, dan merah.

2. Spektrofotometer UV (ultraviolet)

Spektrofotometer ini menggunakan sumber cahaya berupa ultraviolet yang memiliki panjang gelombang 190-380 nm. Senyawa yang dapat menyerap sinar ultraviolet ini adalah senyawa tanpa warna yang bening dan transparan, hal ini karena sinar ultraviolet tidak dapat dilihat oleh mata manusia. Oleh karena itu, apabila sampel yang digunakan keruh maka harus dibuat jernih dengan cara filtrasi atau sentrifugasi.

3. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis ini merupakan gabungan dari spektrofotometer UV dan visible. Spektrofotometer ini menggunakan dua sumber cahaya yang berbeda yaitu ultraviolet dan cahaya tampak. Namun, untuk peralatan yang modern telah ada yang menggunakan satu sumber cahaya yaitu *photodiode* yang dilengkapi dengan monokromator.

4. Spektrofotometer IR (inframerah)

Spektrofotometer inframerah ini didasarkan pada penyerapan panjang gelombang inframerah. Sinar inframerah ini terbagi menjadi tiga daerah panjang gelombang yaitu inframerah dekat, inframerah pertengahan, dan inframerah jauh. Spektrofotometer inframerah ini beroperasi pada daerah inframerah pertengahan dan inframerah jauh dengan rentang panjang gelombang antara 2,5-1000 μ m.

2.5 Transmittansi dan Absorbansi

2.5.1 Transmittansi dan Absorbansi

Menurut Kenkel (2014), transmittansi merupakan fraksi cahaya yang diteruskan dan diberi simbol "T". Transmittansi dapat ditentukan dengan perbandingan intensitas cahaya yang ditransmisikan terhadap intensitas cahaya datang seperti yang ditunjukkan oleh persamaan (2.2). Sedangkan persen transmittansi ditunjukkan oleh persamaan (2.3). Hubungan transmittansi maupun persen transmittansi ini tidak linier terhadap konsentrasi sampel. Hal ini karena kurva hasil plot T atau %T terhadap konsentrasi bukan garis lurus sehingga tidak menunjukkan kurva standar. Sebaliknya hubungan ini adalah logaritmik, sehingga logaritma transmittansi diharapkan linier terhadap konsentrasi.

$$T = \frac{I}{I_0} \quad (2.2)$$

$$\%T = T \times 100 \quad (2.3)$$

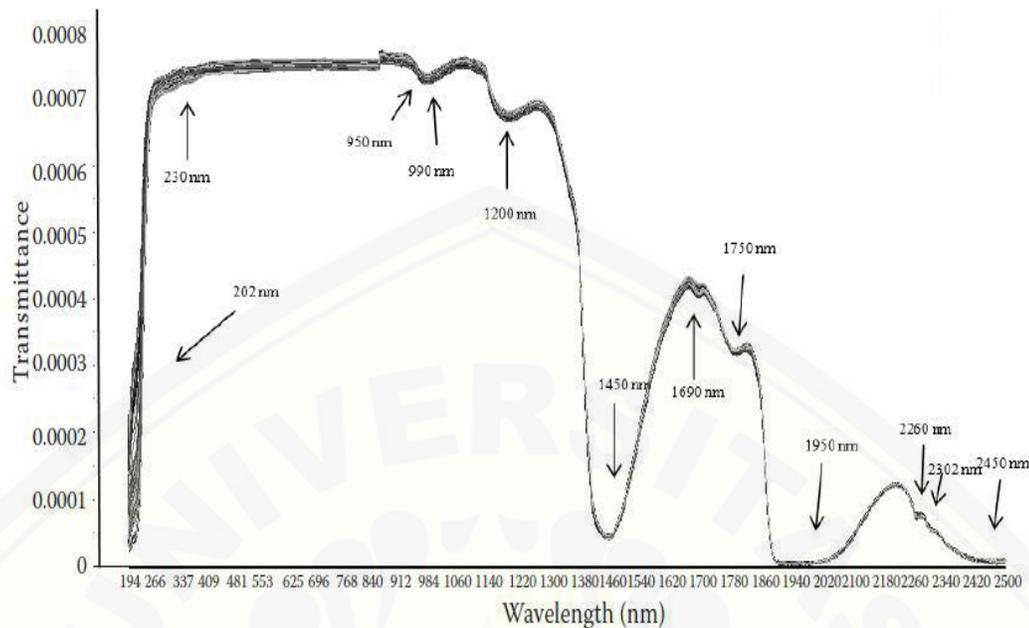
Absorbansi merupakan parameter penting untuk analisa kuantitatif. Absorbansi didefinisikan sebagai logaritma negatif transmitansi yang diberi simbol “A”. Absorbansi ini meningkat secara liner terhadap konsentrasi (Kenkel, 2014). Menurut Mackenzie (2005), hubungan antara absorbansi dengan transmitansi ditunjukkan oleh persamaan (2.4) hingga (2.6). Jika cahaya melewati larutan tanpa ada penyerapan, maka nilai absorbansinya nol dan persen transmitansi sebesar 100%. Sebaliknya jika semua cahaya diserap oleh sampel, maka nilai persen transmitansi nol dan absorbansinya tak terhingga.

$$A = -\log_{10} T \quad (2.4)$$

$$A = \log \frac{1}{T} \quad (2.5)$$

$$A = 2 - \log_{10} \%T \quad (2.6)$$

Penelitian mengenai transmitansi cairan ini pernah dilakukan oleh Martelo-Vidal dan Vazquez pada tahun 2014 mengenai evaluasi spektroskopi ultraviolet, *visible*, dan inframerah dekat untuk menganalisa senyawa minuman anggur berdasarkan transmitansinya. Senyawa-senyawa yang terkandung dalam minuman anggur tersebut berupa etanol, gliserol, glukosa, asam tartarat, asam malat, asam laktat, dan asam asetat. Hasil penelitian beliau ditunjukkan pada Gambar 2.6. Berdasarkan gambar tersebut, model terbaik pada daerah ultraviolet didapatkan angka transmitansi minimum pada panjang gelombang 202 nm dan 230 nm yang dialami oleh asam tartarat dan asam malat. Pada panjang gelombang tersebut, yang mengalami interaksi serapan maksimum adalah kelompok karboksil pada asam organik. Secara keseluruhan spektroskopi UV-Vis-NIR dapat digunakan sebagai alternatif metode kimia konvensional untuk penentuan etanol dan spektroskopi UV untuk penentuan asam tartarat dan asam malat.



Gambar 2.6 Spektrum pada senyawa utama penyusun minuman anggur (Sumber: Martelo-Vidal dan Vazquez, 2014)

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh McConnell *et al.* (1993), yakni mengenai absorbansi pada spektrum ultraviolet asam asetat, glisin, dan glifosat. Pengukuran sampel yang beliau lakukan yakni pada panjang gelombang 200-300 nm yang didasarkan pada nilai pH rendah, netral, dan tinggi untuk setiap bahan. Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian McConnell *et al.* (1993) ini yakni λ_{max} pada asam asetat ternyata tidak terpengaruhi oleh adanya perubahan pH dan ϵ_{max} pada λ_{max} meningkat seiring dengan bertambahnya pH. Data yang diperoleh beliau ditunjukkan pada Tabel 2.7 berikut.

Tabel 2.7 Panjang gelombang serapan maksimum (λ_{max}), serapan maksimum (A_{max}), dan koefisien ekstingsi molar (ϵ_{max}) spektrum ultraviolet dari larutan glifosat, glisin, dan asam asetat 0,010 M pada pH rendah, netral, dan tinggi

	Glifosat			Glisin			Asam asetat		
	pH								
	2,83	7,01	10,01	3,03	6,99	9,97	3,49	6,94	10,13
λ_{max}	<200	<200	214	<200	201	210	204	200	204
A_{max}	0,430	0,615	1,37	0,510	0,650	1,16	0,325	0,670	0,885
ϵ_{max}	43	62	137	51	65	116	33	67	89

Sumber: (McConnell *et al.*, 1993)

2.5.2 Hukum Lambert-Beer

Ketika cahaya monokromatis datang dengan intensitas I_0 mengenai lapisan homogen suatu zat, maka cahaya tersebut sebagian akan mengalami pemantulan dengan intensitas I_R , penyerapan dengan intensitas I_A , dan sebagian diteruskan dengan intensitas I_T . Besar I_R dalam larutan cair sangatlah kecil dibandingkan dengan I_A dan I_T . Besarnya intensitas absorpsi tersebut bergantung pada ion zat berwarna atau larutan molekul yang menyerap cahaya lebih kuat dibandingkan dengan pelarut (air, alkohol, eter, dan lain-lain). Oleh karena itu, intensitas tersebut akan berkurang setelah melewati larutan (Widodo *et al.*, 2009). Menurut Dachriyanus (2004), peristiwa penyerapan tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi larutan dan tebal kuvet seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7. Hubungan tersebut dinyatakan dalam persamaan (2.7) yang merupakan Hukum Lambert-Beer. Hukum tersebut menyatakan linearitas antara absorban dengan konsentrasi analit.

$$A = \epsilon bc \quad (2.7)$$

Keterangan:

I_0 = intensitas cahaya awal

c = konsentrasi (M)

I = intensitas cahaya setelah melewati sampel

b = tebal kuvet (cm)

ϵ = koefisien ekstingsi molar ($M^{-1}cm^{-1}$)



Gambar 2.7 Absorpsi cahaya oleh sampel (Sumber: Dachriyanus, 2004)

2.6 Penentuan Angka Transmittansi pada Cuka

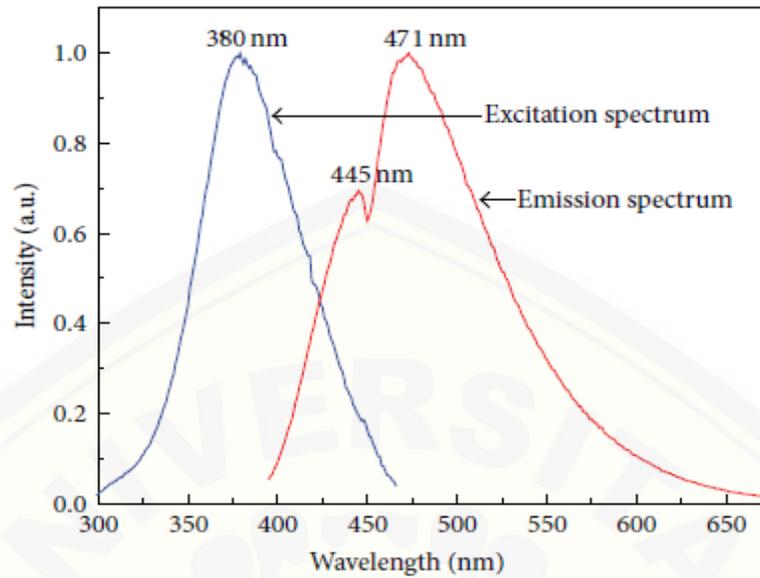
Penentuan nilai transmittansi dari larutan cuka dilakukan menggunakan alat berupa spektrofotometer seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8. Menurut Nipun (2015), ketika sumber cahaya dari lampu tungsten atau discas hidrogen

melewati materi berupa larutan cuka dan pelarut maka cahaya tersebut akan diserap, sehingga intensitas cahaya yang keluar dari materi larutan tersebut berkurang secara eksponensial. Nilai transmitansi dapat diukur dari peristiwa tersebut yakni dengan membandingkan intensitas cahaya setelah melewati sampel dengan intensitas cahaya kejadian.

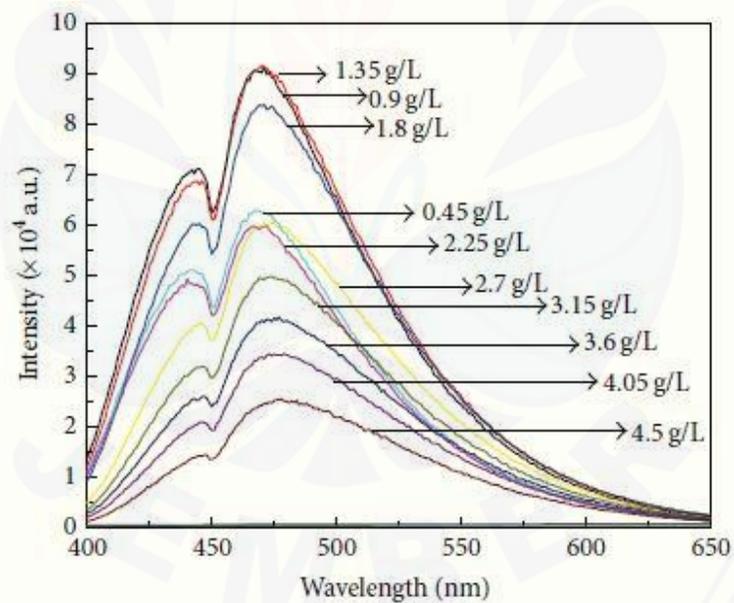


Gambar 2.8 Spektrofotometer (Sumber: Nipun, 2015)

Penentuan transmitansi pada cuka ini pernah dilakukan oleh Li *et al.* (2016), bahan yang digunakan adalah larutan cuka dengan menggunakan panjang gelombang antara (200-700) nm. Penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer fluoresensi dimana nilai intensitas cahaya diselidiki berdasarkan panjang gelombang cahaya yang digunakan. Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian tersebut ialah larutan cuka dengan konsentrasi yang berbeda mengalami emisi fluoresensi setelah panjang gelombang 380 nm. Puncak spektrum eksitasi berada pada panjang gelombang 380 nm, sedangkan puncak emisi fluoresensi berada pada 445 nm dan 470 nm dengan jenis transisi elektronik $n \rightarrow \pi^*$. Hubungan intensitas fluoresensi dengan konsentrasi cuka mengikuti hukum Lambert-Beer dan terjadi efek penurunan fluoresensi. Hasil grafik pada penelitian Li *et al.* ini ditunjukkan pada Gambar 2.9 dan 2.10.



Gambar 2.9 Spektrum eksitasi normal dan spektrum emisi larutan air cuka (Sumber: Li *et al.*, 2016)



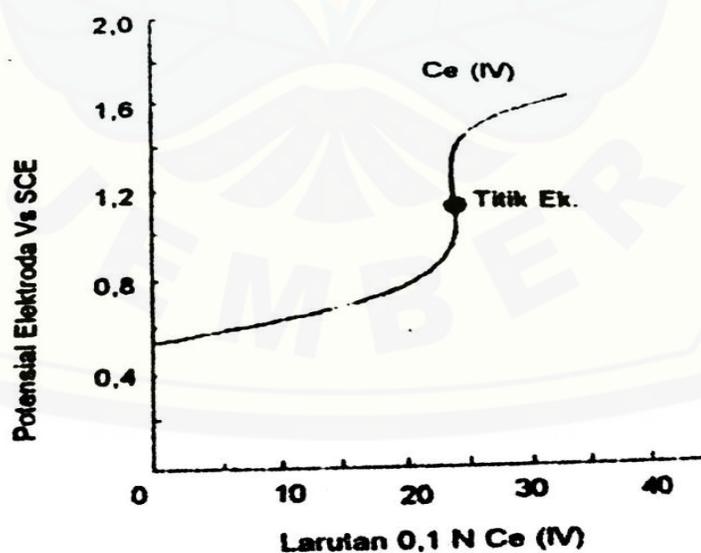
Gambar 2.10 Spektrum fluoresensi larutan cuka dengan Konsentrasi CH₃COOH berbeda (Sumber: Li *et al.*, 2016)

2.7 Profil Potensial pada Cuka

Adanya profil potensial pada cuka ini digunakan untuk mengetahui zat-zat ikutan atau zat-zat yang masih tersisa oleh hasil fermentasi yang belum sempurna.

Profil potensial ini dapat diketahui melalui penambahan basa pada larutan cuka yakni dengan cara titrasi potensiometri. Adapun basa yang dapat digunakan salah satunya adalah larutan NaOH.

Titration merupakan penambahan volume larutan yang mengandung zat A pada larutan kedua yang mengandung zat B dimana konsentrasi zat A diketahui sedangkan zat B tidak. Titrasi dapat digunakan untuk menentukan jumlah zat yang ada dalam suatu sampel (Oxtoby, 2003). Sedangkan potensiometri merupakan metode yang berguna untuk menentukan titik setara suatu titrasi secara instrumental. Titik setara tersebut disebut sebagai titik ekuivalen, dimana penentuan titik ekuivalen dengan cara titrasi potensiometri lebih teliti daripada penggunaan indikator (Hendayana *et al.*, 1994). Proses titrasi ini dilakukan dengan menggunakan elektroda acuan dan elektroda kerja. Elektroda acuan yang digunakan terdiri atas Ag/AgCl, sedangkan elektroda kerja terdiri atas elektroda gelas. Hasil dari titrasi dapat ditunjukkan oleh kurva potensial sel terhadap volume titran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.11. Pola dari kurva tersebut nantinya dapat digunakan untuk mengetahui profil potensial dari larutan cuka, sehingga dapat diketahui apabila terdapat zat selain asam asetat di dalam larutan cuka tersebut.



Gambar 2.11 Kurva titrasi potensiometri (Sumber: Khopkar, 2010)

Menurut Keenan *et al.* (1999), potensial sel pada konsentrasi dan kondisi yang bukan standar dapat dihitung menggunakan persamaan Nernst. Persamaan tersebut dipopulerkan oleh Walther Nernst (1889) yang merupakan tokoh ahli kimia fisika. Persamaan Nernst menghubungkan potensial eksperimen dengan potensial standar sel yang dinyatakan pada persamaan (2.8).

$$E_{sel} = E^0_{sel} - \frac{RT}{nF} \ln Q \quad (2.8)$$

$$E_{sel} = E^0_{sel} - \frac{0,0591}{n} \log Q \quad (2.9)$$

Keterangan:

- E_{sel} = potensial sel eksperimen (volt) T = temperatur mutlak (K)
 E^0_{sel} = potensial sel standar (volt) F = konstanta Faraday (96.000)
R = tetapan gas ($8,316 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$)
n = banyaknya mol elektron yang dinyatakan dalam persamaan berimbang untuk reaksi sel
Q = serupa dengan ketetapan kesetimbangan (H^+)

BAB 3. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini dipaparkan proses-proses yang dilakukan dalam kegiatan penelitian. Bagian awal proses tersebut meliputi rancangan penelitian, jenis dan sumber data yang digunakan, serta penentuan variabel-variabel dalam penelitian. Kemudian dibahas kerangka pemecahan masalah yang menjelaskan mengenai langkah-langkah kegiatan penelitian. Pada bagian akhir dijelaskan metode yang digunakan untuk menyelesaikan perumusan masalah yang diambil.

3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini meliputi perencanaan yang menjelaskan mengenai prosedur-prosedur pelaksanaan kegiatan penelitian mulai dari tahap awal hingga akhir. Pelaksanaan kegiatan penelitian dimulai dari Juni 2017 sampai dengan September 2017. Kegiatan penelitian yang dilakukan yaitu untuk menentukan karakteristik transmitansi dan potensial sel pada beberapa jenis larutan cuka lokal Indonesia menggunakan metode spektrofotometri dan titrasi potensiometri. Pelaksanaan kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik FMIPA Universitas Jember. Bahan yang digunakan terdiri dari lima jenis cuka lokal Indonesia yaitu cuka apel, cuka anggur, cuka aren, cuka beras, dan cuka suling yang diperoleh dari beberapa daerah di Pulau Jawa, dimana sampel yang digunakan yakni larutan cuka konsentrasi 1% - 10% dari tiap jenis cuka lokal tersebut. Alat ukur yang digunakan berupa Spektrofotometer UV-Vis seri Genesys 10S dan Vernier pH sensor yang dikombinasikan dengan perangkat lunak *Logger lite* untuk mengukur nilai potensial. Selain itu juga digunakan peralatan berupa *beaker glass*, buret, statif, magnet *stirer*, dan peralatan kimia lain untuk proses titrasi. Penelitian diawali dengan menentukan permasalahan secara umum yang merupakan topik kegiatan penelitian. Kemudian dilanjutkan dengan studi pustaka dari berbagai sumber sebagai langkah observasi terhadap topik penelitian yang meliputi penentuan rumusan masalah, variabel, jenis data, dan penyelesaian. Kemudian dilanjutkan dengan persiapan bahan dan alat-alat penelitian. Setelah itu dilakukan persiapan sampel dan kalibrasi alat sehingga

proses pengukuran nilai transmitansi dan potensial sel dapat dilakukan. Hasil pengukuran yang diperoleh kemudian diolah dan dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan dari penelitian. Rancangan kegiatan penelitian ditunjukkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir rancangan kegiatan penelitian

3.2 Jenis dan Sumber Data

3.2.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan berupa kegiatan eksperimental untuk mengetahui karakteristik transmitansi pada beberapa jenis cuka lokal Indonesia menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Selain itu, juga untuk mengetahui nilai potensial dari bahan yang diperoleh dengan menggunakan pH meter. Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dimana data yang diperoleh berupa

angka atau nilai yang diperoleh secara langsung melalui penelitian di laboratorium.

3.2.2 Sumber Data Penelitian

Berdasarkan jenis penelitian yang dilakukan secara langsung, maka data yang digunakan merupakan data primer. Data tersebut berupa data nilai transmitansi larutan cuka yang diperoleh dengan menggunakan spektrofotometer pada rentang UV-Visible. Selain itu, juga berupa data nilai potensial sel setiap sampel yang diperoleh dari proses titrasi menggunakan NaOH 0,19 M.

3.3 Definisi Operasional Variabel dan Skala Pengukuran

Variabel penelitian merupakan parameter yang berpengaruh dalam suatu penelitian yang memiliki nilai dan dapat berubah. Pada pelaksanaan kegiatan penelitian ini digunakan variabel bebas dan variabel terikat.

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah parameter dalam penelitian yang dapat mempengaruhi perubahan pada variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini terdiri dari beberapa hal antara lain:

1. Panjang gelombang cahaya (λ) yang merupakan unit berulang dari gelombang. Skala panjang gelombang yang digunakan dalam penelitian adalah (200-700) nm dengan interval 1 nm.
2. Volume zat titran. Zat titran yang digunakan adalah larutan NaOH 0,19 M. Skala penambahan volume zat titran ini adalah 0,5 ml dan 0,2 ml setelah mendekati titik ekuivalen.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah parameter yang mengalami perubahan karena perlakuan pada variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yakni:

1. Transmitansi pada metode spektrofotometri yang merupakan rasio intensitas cahaya yang diteruskan setelah berinteraksi dengan larutan cuka. Nilai

transmitansi ini merupakan hasil konversi dari persen transmitansi yang diperoleh dari pengukuran.

2. Potensial sel pada metode titrasi potensiometri yang merupakan selisih antara dua buah sel dalam sel volta yang merupakan sel elektrokimia yang dapat menyebabkan adanya energi listrik dari suatu reaksi oksidasi reduksi. Potensial disini diperoleh dari konversi nilai pH larutan dari proses titrasi.

3.4 Kerangka Pemecahan Masalah

Kerangka pemecahan masalah dalam penelitian ini dibagi menjadi dua proses yaitu mekanisme penelitian yang menjelaskan mengenai langkah-langkah dalam penelitian dan proses pengolahan data yang dilakukan untuk mengolah dan melengkapi data-data yang dibutuhkan.

3.4.1 Mekanisme Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan untuk mendapatkan nilai transmitansi dan potensial sel dari larutan cuka. Proses ini dilakukan melalui tiga tahapan yaitu:

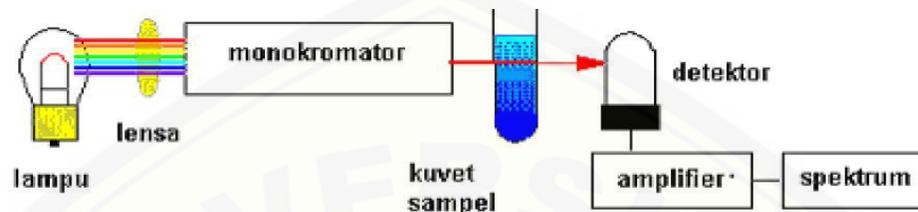
1. Tahap persiapan

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian adalah persiapan bahan dan alat. Bahan yang digunakan yaitu lima jenis cuka lokal Indonesia (cuka apel, cuka anggur, cuka aren, cuka beras, dan cuka suling), NaOH, aquades, dan larutan standar asam oksalat untuk menstandarisasi larutan NaOH. Peralatan yang disiapkan antara lain spektrofotometer UV-Vis seri Genesys 10S, Vernier pH sensor, sebuah laptop yang telah terpasang dengan perangkat lunak *Logger Lite*, dan alat-alat gelas (lampiran 3.1). Skema rancangan alat spektrofotometer UV-Vis dan titrasi potensiometri ditunjukkan pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3. Setelah bahan dan alat siap, kemudian dilakukan persiapan sampel yakni membuat variasi konsentrasi pada setiap jenis larutan cuka. Variasi konsentrasi tersebut dilakukan berdasarkan penelitian Li *et al.* (2016), dimana variasi yang digunakan yakni 1% - 10% dari larutan cuka dalam kemasan. Menurut Petrucci (1985), pembuatan larutan pada zat terlarut cair dapat dilakukan berdasarkan volumenya. Karena kedua kuantitas (zat terlarut dan pelarut) dinyatakan dalam satuan volume, maka

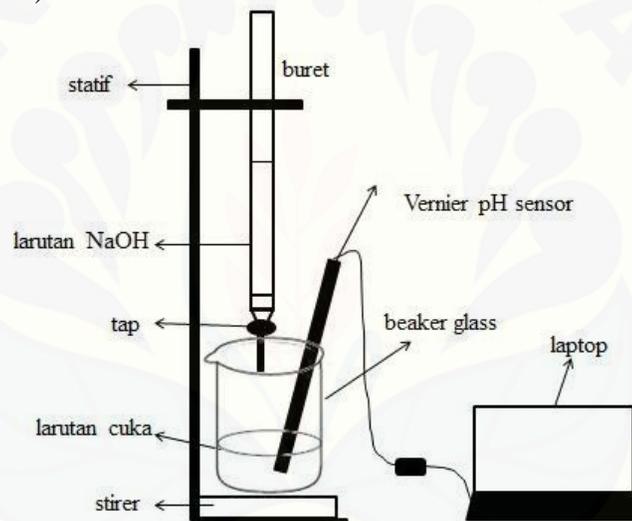
digunakan istilah persen volume/volume. Secara matematis persen volume/volume dinyatakan:

$$\%(\text{vol/vol}) = \frac{\text{volume zat terlarut}}{\text{volume larutan}} \times 100 \quad (3.1)$$

Data perbandingan pengenceran larutan ini ditunjukkan pada lampiran 3.2.



Gambar 3.2 Skema rancangan alat spektrofotometer UV-Vis (Sumber: Dachriyanus, 2004)



Gambar 3.3 Skema rancangan alat titrasi potensiometri

2. Tahap kalibrasi

Sebelum digunakan untuk pengukuran sampel, dilakukan kalibrasi pada spektrofotometer. Pengkalibrasian pada spektrofotometer dimaksudkan untuk mengenolkan alat spektrofotometer agar tidak terpengaruh oleh parameter-parameter luar. Kalibrasi spektrofotometer dilakukan pada panjang gelombang dan absorbansinya. Langkah-langkah yang dilakukan yaitu menghidupkan spektrofotometer dan ditunggu sekitar 10 menit untuk proses instalasi. Kemudian mengatur panjang gelombang yang akan digunakan untuk menentukan transmitansi. Selanjutnya larutan blangko (aquades) dimasukkan ke dalam kuvet dan diletakkan ke dalam spektrofotometer untuk proses *scanning* dengan menekan

tombol *run test – measure blank* dan ditunggu hingga hasil *setting* keluar. Setelah itu spektrofotometer dapat digunakan untuk mengukur transmitansi sampel. Proses ini dilakukan berulang kali setiap akan dilakukan pengukuran transmitansi pada larutan cuka.

3. Tahap pengambilan data transmitansi dan potensial sel

Pengambilan data transmitansi dilakukan pada daerah (200-700) nm dengan interval 1 nm menggunakan variasi konsentrasi volume 1%-10%. Penelitian dilakukan setelah alat spektrofotometer UV-Vis siap digunakan (setelah kalibrasi). Larutan sampel yang sudah disiapkan dan aquades masing-masing dipipet ke dalam kuvet sebanyak 4 ml kemudian dimasukkan pada tempat sampel. Spektrofotometer ditutup dan transmitansi dapat dibaca pada *read out*. Proses pengambilan data dilakukan satu kali pengulangan sehingga didapatkan data transmitansi sebanyak 501 data untuk satu sampel.

Setelah itu dilakukan titrasi pada setiap sampel dengan menggunakan zat titran berupa larutan basa NaOH 0,19 M. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan elektrode acuan Ag/AgCl dan elektrode kerja gelas dimana elektrode tersebut telah tersedia pada alat Vernier pH sensor dan dapat digunakan secara langsung dengan kombinasi perangkat lunak *Logger lite*. Pada titrasi ini, larutan cuka dipipet sebanyak 10 ml ke dalam *beaker glass* 100 ml. Nilai potensial dalam larutan tersebut diukur sebagai data nilai potensial pada volume titran 0 ml. Kemudian dilakukan pembacaan potensial setiap penambahan 0,5 ml larutan NaOH 0,19 M, dan penambahan sebanyak 0,2 ml ketika mendekati titik ekuivalen. Proses titrasi dihentikan setelah melewati titik akhir titrasi. Hasil dari pengukuran ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan antara potensial sel dengan volume titran (seperti Gambar 2.11).

3.4.2 Proses Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari pengukuran menggunakan spektrofotometer berupa nilai persen transmitansi dan pH. Nilai transmitansi dan potensial sel dihitung menggunakan persamaan:

$$T = \%T/100 \quad (3.2)$$

$$E_{sel} = E^0_{sel} - \frac{0,0591}{n} pH \quad (3.3)$$

Nilai ketidakpastian atau standart deviasi dari data dihitung menggunakan persamaan:

$$\Delta T = \frac{1}{2} nst \quad (3.4)$$

Adapun perhitungan konsentrasi dilakukan menggunakan persamaan:

$$V_1 \cdot M = V_2 \cdot M_2 \quad (3.5)$$

Keterangan:

T	= transmitansi
Vol zat terlarut	= volume larutan cuka (ml)
Vol larutan	= volume larutan cuka + volume aquades (ml)
V ₁	= volume larutan NaOH pada titik ekuivalen (ml)
V ₂	= volume larutan cuka yang digunakan (ml)
M ₁	= Konsentrasi larutan NaOH (M)
M ₂	= Konsentrasi larutan cuka (M)

Setelah didapatkan hasil akhir nilai transmitansi dan potensial sel, proses selanjutnya ialah plot data dimana data tersebut digambarkan dalam bentuk grafik. Grafik yang dihasilkan merupakan grafik hubungan antara nilai transmitansi terhadap panjang gelombang cahaya dan grafik hubungan antara potensial sel terhadap volume titran. Setelah semua data digambarkan dalam bentuk grafik, kemudian dilakukan proses analisa untuk mendapatkan kesimpulan dari penelitian.

3.5 Metode Analisis

Setelah diperoleh data transmitansi dan nilai potensial dari pengolahan menggunakan *Microsoft Excel*. Data tersebut kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik agar mempermudah proses analisa. Analisa yang dilakukan meliputi:

1. Kurva karakteristik transmitansi

Kurva karakteristik transmitansi dalam penelitian ini merupakan grafik hubungan antara nilai transmitansi (T) larutan cuka terhadap panjang gelombang cahaya (λ) dari (200-700) nm. Analisa grafik dilakukan pada lembah-lembah

transmitansi dan pengaruh perbedaan konsentrasi volume/volume larutan cuka. Berdasarkan nilai transmitansi minimum dan beberapa referensi, nantinya dapat diketahui jenis transisi elektronik dan gugus yang bertransisi pada larutan cuka yang digunakan. Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh konsentrasi terhadap transmitansi, maka kurva pada konsentrasi 1%-10% disajikan pada satu grafik yang kemudian diamati polanya.

2. Profil potensial

Profil potensial pada penelitian ini diamati berdasarkan penambahan sejumlah ml larutan NaOH 0,19 M. Analisa profil potensial ini dilakukan pada pola kurva yang dihasilkan yang merupakan hubungan antara potensial elektrode terhadap volume larutan NaOH. Adanya kandungan zat selain asam asetat diketahui melalui kesesuaian pola kurva dengan Gambar 2.11. Selain itu, perubahan nilai potensial yang besar digunakan sebagai acuan untuk menentukan titik ekuivalen reaksi yang merupakan titik dimana mol ekuivalen asam setara dengan mol ekuivalen basa. Titik tersebut berguna dalam penentuan kadar asam asetat dalam larutan cuka.

BAB 5. PENUTUP

Pada penelitian ini, telah diperoleh nilai transmitansi dan potensial sel untuk mengetahui profil larutan cuka lokal yang ditinjau dari segi optik dan kelistrikkannya. Hasil dan pembahasan telah dipaparkan pada bab sebelumnya dan telah menjawab rumusan masalah penelitian. Selanjutnya pada bagian ini diuraikan kesimpulan dan beberapa saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan kegiatan penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

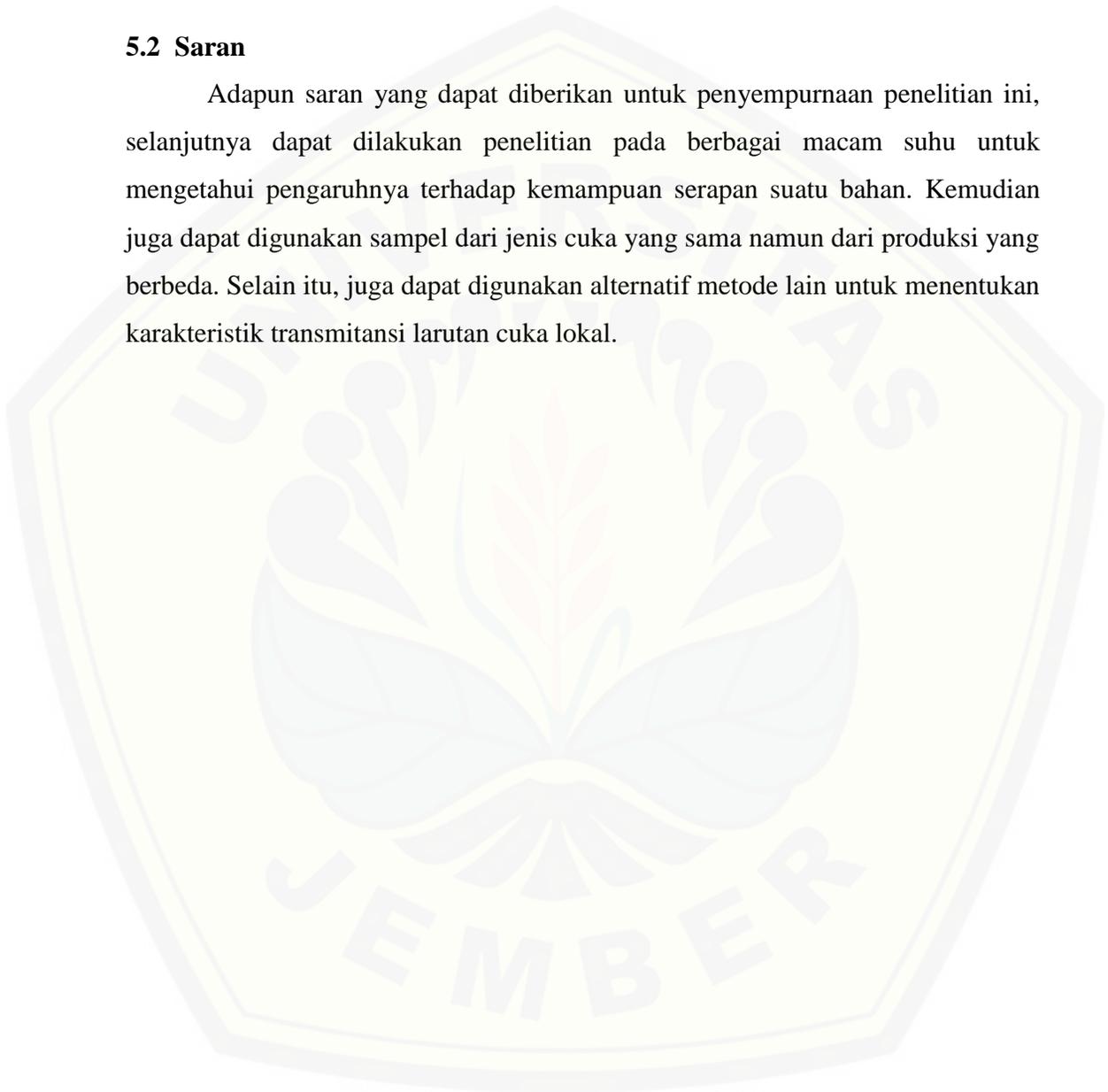
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan yaitu dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang (200-700) nm dan metode titrasi potensiometri, telah diketahui karakteristik transmitansi dan profil potensial larutan cuka. Karakteristik-karakteristik tersebut antara lain:

1. Transmitansi minimum kelima jenis cuka lokal dari panjang gelombang (200-700) nm umumnya berada pada 200 nm dan 202 nm yang dialami oleh gugus karbonil ($C = O$) pada asam asetat dengan jenis transisi elektronik $n \rightarrow \pi^*$. Berdasarkan hukum Lambert-Beer, nilai transmitansi tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi larutan cuka dimana hubungan keduanya berbanding terbalik. Selain itu, karakteristik transmitansi kelima jenis cuka lokal dibedakan berdasarkan lembah yang terlihat pada grafik, untuk cuka anggur lembah ditemui pada panjang gelombang 265 nm, cuka apel pada 276 nm, cuka aren pada 261 nm, cuka beras pada 281 nm, dan cuka suling pada panjang gelombang 205 nm.
2. Profil potensial larutan cuka lokal menunjukkan bahwa nilai potensial sel semakin turun ketika ditambahi oleh larutan yang bersifat basa (NaOH 0,19 M) begitupun sebaliknya, dimana jumlah volume penambahan larutan NaOH 0,19 M pada proses titrasi meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi larutan cuka. Selain itu, perbedaan profil dari kelima jenis cuka lokal ditandai oleh adanya perbedaan titik ekuivalen pada setiap larutan cuka

konsentrasi 10%. Berdasarkan titik tersebut didapatkan cuka lokal dengan kadar asam asetat dari besar ke kecil secara berurutan yaitu cuka anggur, cuka suling, cuka aren, cuka apel, dan cuka beras.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penyempurnaan penelitian ini, selanjutnya dapat dilakukan penelitian pada berbagai macam suhu untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kemampuan serapan suatu bahan. Kemudian juga dapat digunakan sampel dari jenis cuka yang sama namun dari produksi yang berbeda. Selain itu, juga dapat digunakan alternatif metode lain untuk menentukan karakteristik transmitansi larutan cuka lokal.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2005. Spectrophotometry Absorption Measurement and Their Applicaton to Quantitative Analysis. Chemistry 111 Lab: Intro to Spectrophotometry.
http://employees.oneonta.edu/kotzjc/LAB/Spec_intro.pdf [Diakses pada 01 April 2017].
- Arnarson, A. 2012a. Apples 101: Nutrition Facts and Health Benefits.
<https://authoritynutrition.com/foods/apples/> [Diakses pada 18 April 2017].
- Arnarson, A. 2012b. Rice 101: Nutrition Facts and Health Effects.
<https://authoritynutrition.com/foods/rice/> [Diakses pada 18 April 2017].
- Cairns, D. 2008. *Intisari Kimia Farmasi*. Jakarta: EGC.
- Caligiani, A., D. Acquotti, G. Palla, dan V. Bocchi. 2007. Identification and Quantification of The Main Organic Components of Vinegars by High Resolution 1H NMR Spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*. 585 (1): 110-119.
- Campbell, N. A., J. B. Reece, dan L. G. Mitchell. 2002. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Conner, H. A. dan R. J. Allgeier. 1976. Vinegar: Its History and Development. *Advances in Applied Microbiology*. 20: 1976. *Academic Press*: 81-133.
- Dachriyanus. 2004. *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Padang: LPTIK Universitas Andalas.
- Day, R. A. dan A. L. Underwood. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga.
- FAO/WHO Food Standards Programme. 2000. *Proposed Draft Revised Regional Standard For Vinegar*. Italy: Codex Alimentarius Commission.
- Hardoyo, A. E. Tjahjono, D. Primarini, Hartono, dan Musa. 2007. Kondisi Optimum Fermentasi Asam Asetat Menggunakan *Acetobacter aceti* B166. *Journal Sains MIPA*. 13 (1).
- Hendayana, S., A. Kadarohman, A. A. Sumarna, dan A. Supriatna. 1994. *Kimia Analitik Instrumen Edisi Kesatu*. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Hosking, R. 2006. Authenticity in the Kitchen. *Proceeding of the Oxford Symposium on Food and Cookery*. 2005. *Prospek Book* : 297-298.

- Keenan, C. W., D. C. Kleinfelter, dan J. H. Wood. 1999. *Ilmu Kimia untuk Universitas Edisi Keenam*. Jakarta: Erlangga.
- Kenkel, J. 2014. *Analytical Chemistry for Technicians Fourth Edition*. New York: CRC Press.
- Khopkar, S. M. 2010. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI-Press.
- Lestari, F. 2010. *Bahaya Kimia: Sampling & Pengukuran Kontaminan Kimia di Udara*. Jakarta: EGC.
- Li, D., X. Wang, dan C. Han. 2016. Study on the Fluorescence Spectra Characteristics of Vinegar-Water Solutions. *Journal of Spectroscopy*. 1-6.
- Mackenzie, A. 2005. *Mathematics and Statistics for Life Scientist*. New York: Taylor and Francis Group.
- Martelo-Vidal, M. J. dan M. Vazquez. 2014. Evaluation of Ultraviolet, Visible, and Near Infrared Spectroscopy for the Analys of Wine Compounds. *Czech J. Food Sci.* 32(1): 37-34.
- McConnell, J. S., R. M. McConnel, dan L. R Hossner. 1993. Ultraviolet Spectra of Acetic Acid, Glycine, and Glyphosate. *Journal of the Arkansas Academy of Science*. 47(19).
- Mulja, M. dan Suharman. 1995. *Analisis Instrumental*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Nipun. 2015. Difference Between Absorbance and Transmittance. <http://pediaa.com/difference-between-absorbance-and-transmittance/> [Diakses pada 10 April 2017].
- Nugroho, A. T. 2012. Studi Waktu Fermentasi dan Jenis Aerasi terhadap Kualitas Asam Cuka dari Nira Aren (*arenga pinnata*). *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nurika, I. dan N. Hidayat. 2001. 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) : 51-57.
- Orey, C. 2007. *Khasiat Cuka*. New York: Kensington Publishing Corp.
- Oxtoby, D. W., H. P. Gillis, dan N. H. Nachtrieb. 2003. *Prinsip-Prinsip Kimia Modern Edisi Keempat: Jilid II*. Jakarta: Erlangga.

- Petrucci, R. H. 1985. *Kimia Dasar: Prinsip dan Terapan Modern Edisi Keempat Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Roecklein, J. C. dan P. Leung. 1987. *A profile of Economic Plants*. New Brunswick: Transaction Books.
- Subakti, Y. dan D. R. Anggarani. 2012. *Bahan Makanan Terbaik Menurut Al-Qur'an dan Sunnah*. Yogyakarta: Pustaka Albana.
- Szalay, J. 2016. Grapes: Health Bnefits & Nutrition Facts. <http://www.livescience.com/54581-grapes-nutrition.html> [Diakes pada 18 April 2017].
- Surya, Y. 2009. *Optika*. Tangerang: PT Kandel.
- Tan, S. C. 2005. Vinegar Fermentation. *Thesis*. Lafayette: University of Louisiana.
- Thayyarah, N. 2014. *Sains dalam Al-Qur'an*. Jakarta: Zaman.
- Utami, H. P. 2007. *Mengenal Cahaya dan Optik*. Jakarta: Ganeca Exact.
- Viridi, S. 2010. Fisika Dasar. http://125.160.17.21:5432/furusato/files/tpb/Fisika%20Dasar/fisika_dasar.pdf [Diakses pada 02 April 2017].
- Widodo, D. S., R. Hastuti, dan Gunawan. 2009. *Buku Ajar Analisis Kuantitatif*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Young, H. D, dan R. A. Freedman. 2003. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh: Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Yulianto, A. 2011. Rancang Bangun Spektrometer Menggunakan Prisma dan Webcam. *Skripsi*. Surabaya: ITS.

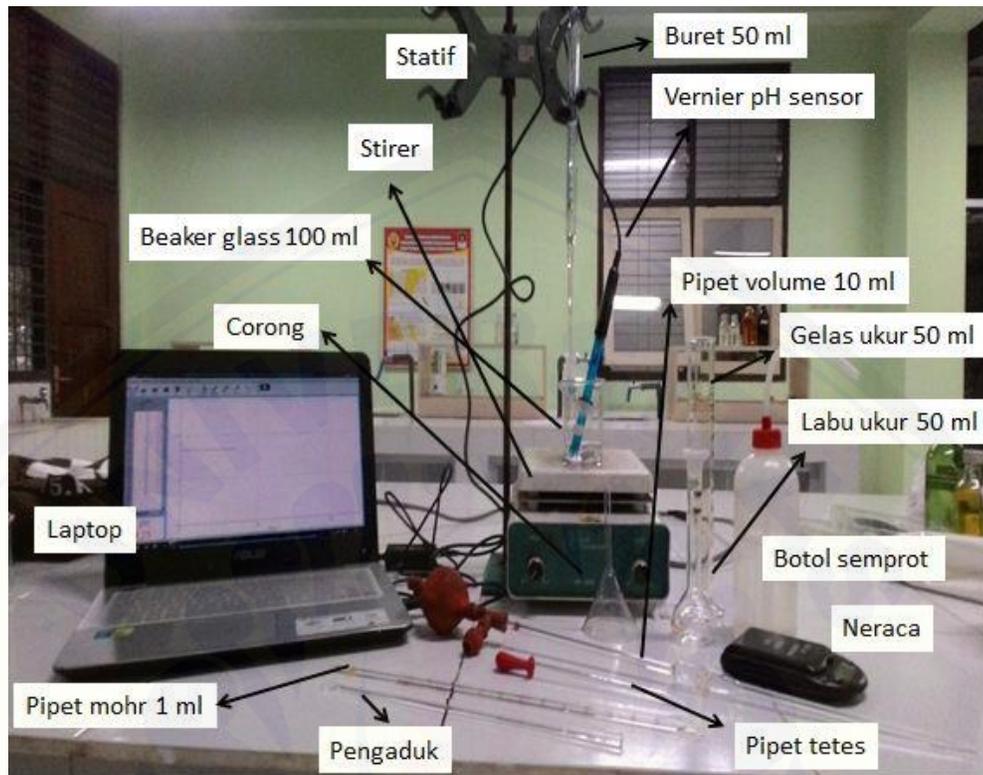
LAMPIRAN

Lampiran 3.1 Alat dan Bahan Penelitian

a. Bahan Lima Jenis Cuka Lokal

No	Jenis Cuka Lokal	Gambar
1	Anggur	
2	Apel	
3	Aren	
4	Beras	
5	Suling	

b. Alat Penelitian



Gambar 5.1 Alat-alat untuk proses titrasi



Gambar 5.2 Alat spektrofotometer UV-Vis seri Genesis 10S

Lampiran 3.2 Data Nilai Volume Larutan Cuka dan Aquades yang Digunakan untuk Proses Pengenceran

Konsentrasi (%)	Volume Larutan Cuka (ml)	Volume Aquades (ml)
1	0,5	49,5
2	1,0	49,0
3	1,5	48,5
4	2,0	48,0
5	2,5	47,5
6	3,0	47,0
7	3,5	46,5
8	4,0	46,0
9	4,5	45,5
10	5,0	45,0