



**PENENTUAN INDEKS BIAS LARUTAN GULA MENGGUNAKAN  
SPEKTROMETER PRISMA**

**SKRIPSI**

Oleh

**Ahmad Rofii**

**NIM 111810201007**

**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2018**



**PENENTUAN INDEKS BIAS LARUTAN GULA MENGGUNAKAN  
SPEKTROMETER PRISMA**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Ahmad Rofii**

**NIM 111810201007**

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

**2018**

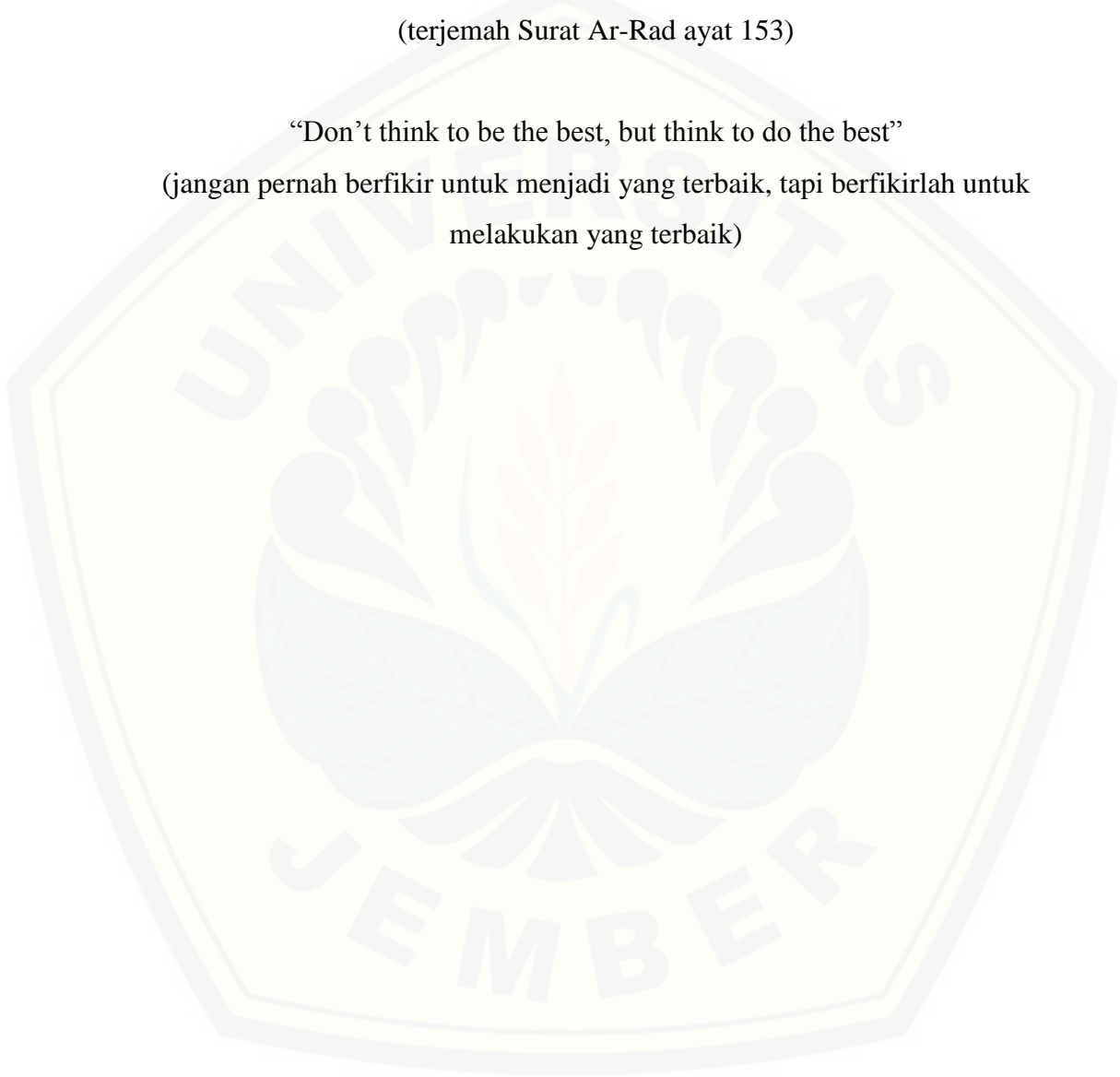
**MOTO**

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum hingga mereka mengubah diri mereka sendiri”

(terjemah Surat Ar-Rad ayat 153)

“Don’t think to be the best, but think to do the best”

(jangan pernah berfikir untuk menjadi yang terbaik, tapi berfikirlah untuk melakukan yang terbaik)



## PERSEMBAHAN

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

1. Umiku tercinta Rohmani yang selama ini telah memberi nasehat baik berupa materi ataupun bimbingan, yang tanpa henti memberi saya semangat dan dukungan yang setulus hati hingga saya bisa bertahan hingga sampai di titik ini. Serta kepada abiku Mansur dan kakak Sidiq yang juga mendukung saya.
2. Istriku terkasih dan tersayang Horiddatul Bahiah yang selama ini telah mendengarkan keluh kesah saya dalam proses pembuatan skripsi, hingga bisa sampai seperti ini. Motivasi tersendiri yang telah menjadikan saya semangat lebih yang telah diberikan kepada saya.
3. Pada semua pendidik sejak taman kanak – kanak hingga perguruan tinggi yang telah mendidik saya dengan penuh tanggung jawab, iklas dan selalu sabar.
4. Almater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Rofii

NIM : 111810201007

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Penentuan Indeks Bias Larutan Gula menggunakan Spektrometer Prisma” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, januari 2019

Yang menyatakan,

Ahmad Rofii

NIM 111810201007

**SKRIPSI**

**PENENTUAN INDEKS BIAS LARUTAN GULA MENGGUNAKAN  
SPEKTROMETER PRISMA**

Oleh

Ahmad Rofii  
111810201007

Pembimbing:

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

Dosen Pembimbing Anggota : Endhah Purwandari, S.Si., M.Si.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “ Penentuan Indeks Bias Larutan Gula Dengan Menggunakan Spektrometer Prisma” telah diuji dan disahkan secara akademis pada :

hari :

tanggal:

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember

**Tim Penguji**

**Ketua (Dosen Pembimbing Utama)**

**Sekretaris(Dosen Pembimbing Anggota)**

Ir. Misto, M.Si.  
NIP. 19591 121 199103 1002

Endhah Purwandari, S.Si., M.Si.  
NIP. 19811 111 200501 2001

**Dosen Penguji I**

**Dosen Penguji II**

Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, Ph.D.  
NIP. 19620 311 198702 1001

Wenny Maulina, S.Si., M.Si.  
NIP. 19871 104 201404 2001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Drs. Sujito, Ph.D  
NIP. 19610 204 198711 1001

## RINGKASAN

### **Penentuan Indeks Bias Larutan Gula Menggunakan Spektrometer Prisma;**

Ahmad Rofii, 111810201007: 54 halaman; Jurusan Fisika; Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Indonesia merupakan negara yang memiliki perusahaan atau pabrik tebu yang bisa dikatakan cukup berkembang. Departemen pertanian memperkirakan produksi gula domestik akan mengalami peningkatan sebesar 2,9 juta metrik ton. Namun, tingkat impor gula pada tahun 2009 diprediksi akan mengalami peningkatan menjadi 1,93 juta ton. Meningkatnya impor tersebut bertujuan untuk menjaga stok gula tahun depan yang dipastikan akan mendapatkan tekanan dari meningkatnya permintaan konsumen lokal. Gula adalah karbohidrat sederhana yang menjadi sumber energi dan merupakan oligosakarida, polimer dengan derajat polimerisasi 2-10 dan biasanya bersifat larut dalam air yang terdiri dari dua molekul yaitu glukosa dan fruktosa. Gula memberikan flavor dan warna melalui reaksi warning secara non enzimatis pada berbagai jenis makanan. Gula paling banyak diperdagangkan dalam bentuk kristal sukrosa padat. Gula digunakan untuk mengubah rasa menjadi manis makanan atau minuman. Dalam industri pangan, sukrosa diperoleh dari bit atau tebu.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai indeks bias pada larutan gula dengan beberapa variasi konsentrasi yang berbeda, dengan memanfaatkan instrumen spektrometer prisma untuk menentukan panjang gelombang pada spektrum warna merah pada sinar lampu mercury dan menentukan nilai indeks bias dari larutan gula tersebut. Penelitian ini menggunakan dua set alat yang digunakan yaitu spektrometer kisi dan spektrometer prisma, spektrometer kisi untuk menentukan panjang gelombangnya sedangkan spektrometer prisma untuk menentukan nilai indeks bias dari beberapa variasi konsentrasi larutan gula dengan memanfaatkan sinar laser mercury Philips HPL-N 80W.



Setelah ditentukan nilai panjang gelombang elektromagnetik pada spektrum warna merah, kemudian dilakukan pengambilan data sudut deviasinya terlebih dulu dengan cara menentukan sudut datang dari posisi  $0^\circ$  hingga  $45^\circ$ . Dengan hal tersebut bisa menentukan nilai sudut deviasinya dan nilai sudut deviasi minimumnya.

Berdasarkan analisis data yang diperoleh bahwasanya nilai sudut deviasi yang diperoleh yaitu semakin besar nilai konsentrasinya maka sudut deviasinya semakin besar pula, kemudian menentukan nilai sudut deviasi minimumnya. Sudut deviasi minimum yang diperoleh dari data yaitu terdapat pada sudut datang pada posisi  $15^\circ$ , pada konsentrasi 10% nilai sudut deviasi minimumnya terletak pada sudut datang di posisi  $20^\circ$ . Kemudian dari sudut deviasi tersebut maka dapat ditentukan nilai indeks bias pada setiap konsentrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, dapat disimpulkan semakin besar nilai konsentrasi larutan gula maka semakin besar pula nilai indeks biasnya. Hal ini sudah sesuai dengan teori yang sudah analisis oleh Frederiksen.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Esa atas karunia rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Penentuan Indeks Bias Larutan Gula dengan menggunakan Spektrometer Prisma”. Skripsi ini dibuat guna untuk memenuhi dan mematuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Penyusun skripsi ini telah mendapatkan saran, bantuan, pengarahan dan bimbingan dari beberapa pihak yang mendukung penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Misto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Endhah Purwandari, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini. Karena berkat beliauah saya bisa menyelesaikan skripsi ini hingga sampai akhir;
2. Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi Ph.D., selaku Dosen Penguji I dan Wenny Maulina, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberi masukan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini;
3. Segenap Dosen dan karyawan Fakultas MIPA yang selalu membantu dan mendukung selama saya berada dalam jenjang pendidikan di Universitas Jember;
4. Seluruh keluarga besar jurusan fisika khususnya temen-temen satu angkatan, angkatan 2011 yang telah memberi saran, motivasi, dan semangat;
5. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala saran dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis dengan penuh mengharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua insan.

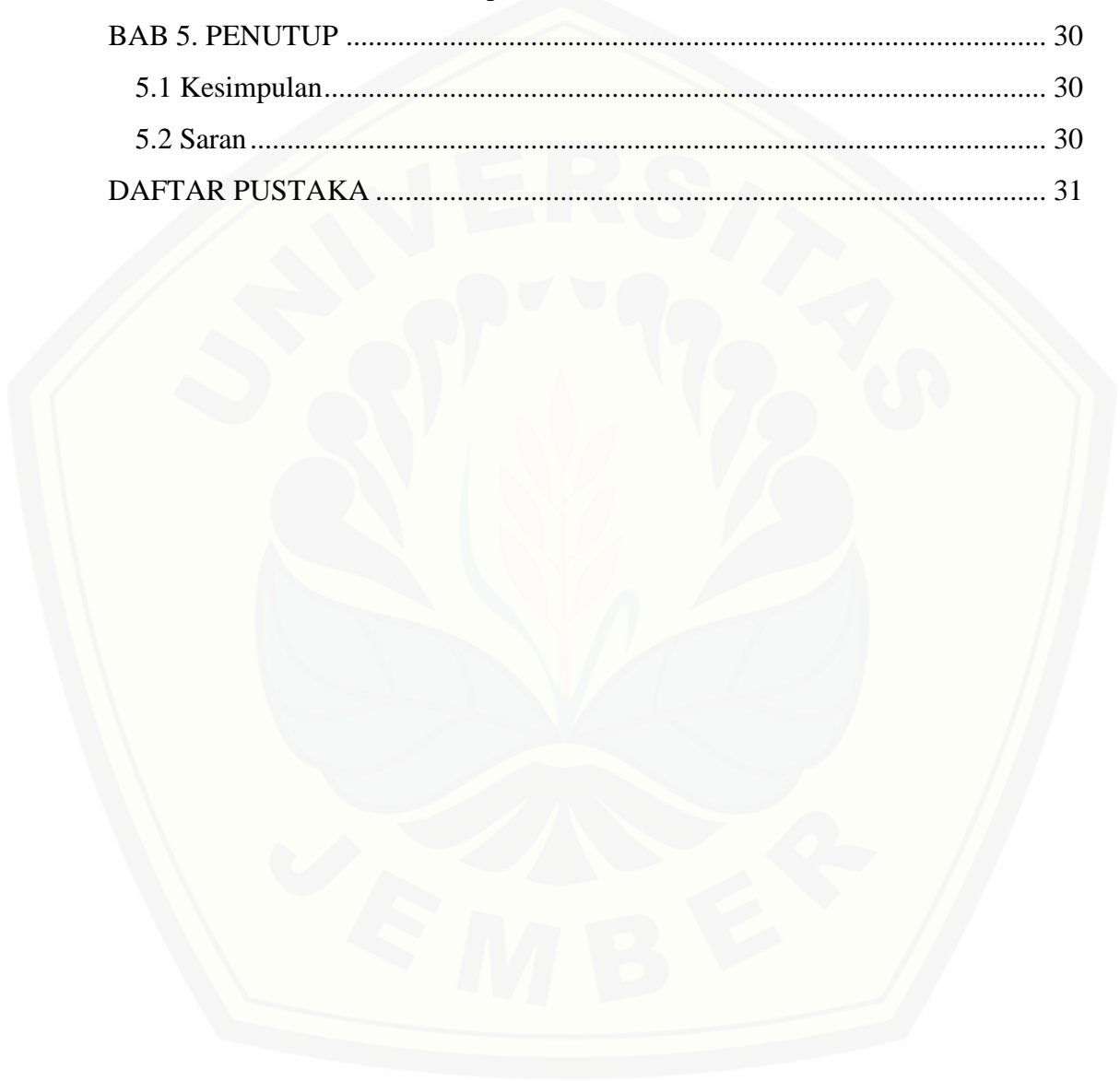
Jember, Januari 2019

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
MOTO .....	ii
PERSEMBAHAN .....	iii
PERNYATAAN .....	iv
PENGESAHAN .....	vi
RINGKASAN .....	vii
PRAKATA .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.2 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Tanaman Tebu .....	4
2.2 Gula .....	6
2.3 Refraktometer .....	6
2.4 Polarimeter .....	8
2.5 Pola difraksi .....	8
2.6 Spektrometer Prisma .....	9
2.7 Cahaya .....	12
2.8 Sifat-sifat Cahaya .....	12
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1 Rencana Kegiatan Penelitian .....	16
3.2 Jenis Penelitian dan Sumber Data Penelitian .....	16
3.3 Variabel Penelitian .....	16
3.4 Kerangka Pemecahan Masalah .....	17

3.5 Metode Analisis.....	22
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Penentuan Sudut Deviasi Minimum Spektrum pada Variasi Konsentrasi Larutan Gula.....	24
4.2 Karakteristik Indeks Bias pada Variasi Larutan Gula .....	27
BAB 5. PENUTUP .....	30
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran .....	30
DAFTAR PUSTAKA .....	31



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki perusahaan atau pabrik tebu yang bisa dikatakan cukup besar di dunia. Departemen pertanian memperkirakan produksi gula domestik akan mengalami peningkatan sebesar 2,9 juta metrik ton. Namun, tingkat impor gula pada tahun 2009 diprediksi akan mengalami peningkatan menjadi 1,93 juta ton. Meningkatnya impor tersebut bertujuan untuk menjaga stok gula tahun depan yang dipastikan akan mendapatkan tekanan dari meningkatnya permintaan konsumen lokal (Vibiznews, 2008).

Gula merupakan senyawa organik yang penting sebagai sumber kalori karena mudah dicerna di dalam tubuh dan mempunyai rasa manis. Gula juga digunakan sebagai bahan baku pembuat alkohol, bahan pengawet makanan dan pencampur obat-obatan (Goutara dan Wijandi, 1975). Menurut Darwin (2013), gula adalah suatu karbohidrat sederhana karena dapat larut dalam air dan langsung diserap tubuh untuk diubah menjadi energi. Produksi gula oleh beberapa pabrik saat ini pada umumnya telah dilengkapi dengan sistem pengukuran kadar gula. Salah satunya adalah pabrik gula Indo Lampung Perkasa (Sugars Group) Lampung Utara, yang menggunakan sistem pengukuran kadar gula pada rendemen tebu untuk mengidentifikasi dan menyeleksi kualitas tebu yang baik. Pengukuran kadar gula juga digunakan untuk mengetahui jenis bibit tebu unggulan yang nantinya diharapkan dapat memberikan produksi yang tinggi. Ada beberapa teknik yang dapat diaplikasikan dalam pengukuran kadar gula. Salah satunya dapat dilakukan dengan menggunakan karakteristik optik dari rendemen tebu. Teknik pengukuran yang digunakan meliputi pengukuran kadar gula menggunakan spektrometer prisma, refraktometer, polarimeter, dan pola difraksi (Grancoli, 1999).

Pada penelitian ini yaitu penentuan indeks bias larutan gula. Dimana pengukuran larutan gula ini terdapat beberapa yang dapat dilakukan, yaitu

diantaranya pengukuran larutan gula dengan menggunakan optik. Contohnya pengukuran kadar gula dapat dilakukan dengan menggunakan spektrometer prisma, refraktometer, polimeter, dan pola difraksi.

Spektrometer Prisma merupakan alat yang digunakan untuk mengukur panjang gelombang dengan akurat yang menggunakan prisma untuk memisahkan panjang gelombang cahaya yang berbeda dari suatu sumber cahaya polikromatik. Cahaya dilewatkan celah sempit pada kolimator yang berbeda pada titik fokus lensa sehingga cahaya paralel jatuh pada prisma. Prisma berfungsi sebagai pembelok cahaya berdasarkan panjang gelombangnya. Masing-masing panjang gelombang akan menghasilkan sudut dipoersi yang berbeda (Giancolli,1998). Pada penelitian ini panjang gelombang yang digunakan yaitu sinar lampu Mercury pada spektrum warna merah saja dengan panjang gelombang secara teori yaitu 624,4, yang nantinya di tentukan sudut deviasi minimumnya hingga dapat menentukan nilai indeks biasnya.

Pada penentuan ini, penentuan nilai indeks bias larutan gula yaitu dengan sampel larutan gula yang bervariasi nilai konsentrasinya. Nilai konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dari 10%-45%, serta menjadikan aquades sebagai kalibrasi sampel pada penelitian ini. Penelitian ini penting dilakukan, karena dapat mengetahui nilai indeks bias dari beberapa nilai variasi konsentrasi yang berbeda. Semakin besar nilai konsentrasinya maka akan semakin besar pula nilai indeks bias nya. Dalam hal ini dapat dinyatakan bahwasanya semakin besar nilai indeks biasnya maka nilai kadar gulanya akan tinggi,tentunya tidak baik untuk dikonsumsi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan pada bagian sebelumnya, maka rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimanakah karakteristik indeks bias larutan gula pada berbagai konsentrasi yang diidentifikasi menggunakan metode spektromter prisma.

## 1.2 Batasan Masalah

Pengukuran indeks bias larutan gula pada berbagai konsentrasi dilakukan dengan menganggap temperatur ruang yang diaplikasikan tidak mengalami perubahan.

## 1.4 Tujuan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik indeks bias larutan gula pada berbagai konsentrasi dengan menggunakan spektrometer prisma

## 1.5 Manfaat Penelitian

- a. Bagi Penulis, diharapkan mampu menjadi media pengaplikasian ilmu selama menempuh masa studi dan menjadikan penulis dapat memahami karakteristik indeks bias yang dihasilkan oleh larutan gula pada berbagai konsentrasi.
- b. Bagi Akademisi, diharapkan mampu dijadikan sebagai acuan penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan nilai indeks bias larutan gula pada berbagai konsentras

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Tebu

Tanaman tebu merupakan famili gramineae atau termasuk dalam keluarga rumput dengan nama latin *Saccharum officinarum L.* Tanaman tebu banyak tumbuh Di Indonesia dan sudah dibudidayakan sejak lama. Di daerah Jawa Barat tanaman ini disebut dengan Tiwu dan di Jawa Timur disebut Tebu dan Rosan. Tebu banyak dibudidayakan sebagai tanaman penghasil gula. Tebu dapat menjadi salah satu tanaman yang menyumbang perekoromian nasional dan sumber mata pencairan bagi petani (Rokhman,2014). Berikut merupakan gambar tanaman tebu :



Gambar 2.1 Tanaman Tebu

Menurut Plantamor (2012) tebu (*Saccharum Officinarum L*) berdasarkan taksonomi memiliki klasifikasi sebagai berikut :

- Kingdom : Plantae (tumbuhan)
- Sub kingdom : Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh)
- Super Divisi : Spermatophyta (menghasilkan biji)
- Divisi : Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)
- Kelas : Liliopsida ( berkeping satu/monokotil)
- Sub kelas : Commelinidae



Ordo : Poales  
Famili : Poaceae (suku rumput-rumputan)  
Genus : Saccharum  
Spesies : Saccharum officinarum L

Tanaman tebu memiliki banyak macam jenis yaitu salah satu jenis tebu yang paling banyak dibudidayakan adalah *Saccharum officinarum L* karena kandungan sukrosa yang dimilikinya sangat tinggi (Sudiasto dalam Maliani,2011). Tanaman tebu merupakan salah satu komoditas penting untuk dijadikan bahan utama pembuatan gula (Royyani,*et al.*,2009). Tebu juga merupakan salah satu penghasil terbesar karbohidrat, tebu sangat diperlukan dalam kehidupan sehingga kebutuhan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk (Putri *et al.*, 2013). Lahan tanaman tebu yang cukup luas menjadikan gula tebu sebagai salah satu komoditas pertanian yang telah ditetapkan di Indonesia sebagai komoditas khusus dalam forum perundingan organisasi perdagangan dunia (WTO), bersama beras, jagung dan kedelai (Hairuni *et al.*,2014).

Nira merupakan cairan yang keluar dari pohon aren, lontar, sorgum maupun batang tebu serta pohon penghasil nira lainnya. Komposisi nira umumnya terdiri dari air, sukrosa, gula pereduksi, bahan lain dan bahan anorganik. Menurut Gountara dan Wijandi (1985), tanaman tebu memiliki kandungan sukrosa 8-15% dari massa batang tebu. Batang tebu mengandung serat dan kulit sebesar 12,5% dan nira sebesar 82,5% yang terdiri dari gula, mineral, dan bahan-bahan non-gula lainnya. Komposisi batang tebu terdiri dari monosakarida sebanyak 0,5%-1,5%, sukrosa 11%-19%, zat organik abu 0,5%-1,5%, sabut (selulosa dan pentosan 11%-19%), asam organik 0,15%, bahan lilin, zat warna, dan air sebanyak 65-75% (Soerjadi, 1980).

Nira tebu didapatkan dari batang tebu yang telah diekstraksi (digiling). Nira mempunyai ciri khas warna tertentu dan mengandung kadar glukosa yang tinggi. Nira merupakan cairan hasil penggilingan tebu yang berwarna coklat kehijauan. Salah satu produk dari nira tebu adalah gula kristal. Gula kristal berasal dari nira tebu yang dicampur dengan air imbibisi dan bahan kimia lainnya dan

melalui beberapa tahap proses sehingga siap dipasarkan atau dijual. sedangkan tetes adalah air sisa dari gula kristal setelah dilakukan pencucian antara nira kental dengan bahan kimia (Hasanah,2013).

## 2.2 Gula

Menurut Isnawati (2009) Gula merupakan salah satu dari sembilan bahan pokok yang dikonsumsi masyarakat Indonesia. Sebagian besar gula dikonsumsi oleh masyarakat sebagai sumber energi, pemberi cita rasa dan sebagai bahan baku industri makanan dan minuman. Gula juga merupakan salah satu bahan pangan sumber karbohidrat dan sumber energi atau tenaga yang dibutuhkan oleh tubuh manusia. Dalam pedoman pola pangan harapan (PPH), tercantum energi yang dianjurkan yang berasal dari gula sebesar 6% dari total kecukupan energi atau 110 kalori per kapita per hari setara dengan 30 gram gula pasir. Selain itu, gula termasuk pemanis alami yang tidak membahayakan kesehatan apabila dikonsumsi secukupnya. Menurut Koswara(2008) juga menjelaskan bahwa gula pasir atau sukrosa adalah jenis gula terbanyak di alam, diperoleh dari ekstraksi batang tebu, umbi, nira palem, dan nira pohon maple (*Acer Saccharum*) yang banyak terdapat di Kanada dan Amerika Serikat. Jenis gula ini banyak digunakan oleh rumah tangga, rumah makan, catering dan sebagainya.

Gula adalah suatu karbohidrat sederhana yang menjadi sumber energi dan merupakan oligosakarida, polimer dengan derajat polimerisasi 2-10 dan biasanya bersifat larut dalam air yang terdiri dari dua molekul yaitu glukosa dan fruktosa. Gula memberikan flavor dan warna melalui reaksi browning secara non enzimatis pada berbagai jenis makanan. Gula paling banyak diperdagangkan dalam bentuk kristal sukrosa padat. Gula digunakan untuk mengubah rasa menjadi manis dan keadaan makanan atau minuman. Dalam industri pangan, sukrosa diperoleh dari bit atau tebu (Winarno, 1997).

## 2.3 Refraktometer

Refraktometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kadar/konsentrasi bahan terlarut. Misalnya gula, garam, protein, dsb. Prinsip kerja dari

refraktometer sesuai dengan namanya adalah memanfaatkan refraksi cahaya. Refraktometer ditemukan oleh Dr. Ernest Abbe seorang ilmuwan dari German pada permulaan abad 20 (Anonim, 2010).

Indeks bias adalah perbandingan kecepatan cahaya dalam udara dengan kecepatan cahaya dalam zat tersebut. Indeks bias berfungsi untuk identifikasi zat kemurnian, suhu pengukuran dilakukan pada suhu 20°C dan suhu tersebut harus benar-benar diatur dan dipertahankan karena sangat mempengaruhi indeks bias. Umumnya alat dirancang untuk digunakan dengan cahaya putih. Setiap zat memiliki konsentrasi sendiri-sendiri. Konsentrasi zat dapat diubah dengan menambahkan zat terlarut atau pelarutnya sendiri. Penambahan zat tidak dilakukan dengan sembarangan, melainkan dengan perhitungan tertentu agar mendapatkan konsentrasi yang diperlukan.

Kebanyakan obyek yang dapat kita lihat, tampak karena obyek itu memantulkan cahaya ke mata kita. Pada pantulan yang paling umum terjadi, cahaya memantul ke semua arah, disebut pantulan baur. Sebuah buku di atas meja yang disinari oleh hanya sebuah sumber titik cahaya dapat dilihat dari segenap penjuru ruangan. Supaya lebih tegas misalkan suatu zat adalah udara dan yang di bawah air. Tempuhan cahaya dilukiskan sebagai seberkas sinar akan terlihat jelas jika ada asap atau debu di udara, dan jika air itu mengandung sedikit bahan celup fluoresen. Sebagian dari cahaya yang datang akan dipantulkan oleh permukaan tersebut dan sebagian lagi akan terus ke dalam air atau membias. Arah sinar datang, sinar pantul dan sinar bias ini diperinci atas dasar besar sudut yang dibentuknya dengan garis yang tegak lurus pada permukaan di titik datang. Untuk keperluan ini cukup kita melukiskan satu sinar saja, sekalipun cahaya yang terjadi dari satu sinar saja mustahil ada atau hanya merupakan abstraksi geometrikan saja (Sodiq, 2004).

Refraktometer prisma dengan sumber laser telah digunakan di bidang pertanian untuk pengukuran kadar gula/rendemen tebu di sawah atau di pabrik gula (Ben-Dor dan Banin, 1995; Faraji *et al.*, 2004; Mohan *et al.*, 2005) dan telah terbukti sebagai alat yang cepat dan mudah digunakan di lapangan. Hasil pengukurannya yang telah dikalibrasi dengan laser hijau meliputi penentuan kadar

gula melalui pengukuran indeks bias. Bekerjanya di daerah sinar hijau 455 nm yang tampak sangat cerah geometri perjalanan berkas sinarnya dalam sampel larutan gula dalam prisma. Metode pengukuran refraktometer prisma ini menggunakan perubahan sudut puncak prisma dengan sudut datang dan sudut bias dibuat sama sehingga kesimetrisan berkas sinar teta terjaga sehingga persamaan:

$$n = \frac{\sin \left[ \frac{D_m + \beta}{2} \right]}{\sin (\beta / 2)} \quad (2.1)$$

tetap bisa diberlakukan. Dengan  $D_m$  dan  $\beta$  masing-masing menyatakan sudut puncak prisma dan sudut deviasi minimum. Pengaturan berikut adalah merubah besarnya sudut puncak untuk mendapatkan nilai pengukuran sinar oleh fotodiode maksimum. Harga maksimum yang ditunjukkan oleh pengukuran fotodiode menunjukkan harga pengukuran sesuai dengan nilai sudut puncak prisma yang digunakan. Salah satu keuntungan menarik dari refraktometer ini adalah bahwa ukurannya agak kecil sehingga bisa muat dengan medan-portable (Christy, 2008).

## 2.4 Polarimeter

Polarimeter adalah dasar ilmiah alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran ini, walaupun ini istilah yang jarang digunakan untuk menjelaskan sebuah polarimetry proses yang dilakukan oleh komputer, seperti dilakukan di polarimetric sintetis kecepatan rana radar. Polarimetry film yang tipis dan permukaan yang umum dikenal sebagai ellipsometry. Polarimeter dapat digunakan untuk mengukur berbagai sifat optis suatu material, termasuk bias-ganda linier, bias-ganda lingkaran (juga dikenal sebagai putar optis atau dispersi putar terhubung dengan mata), dikroisme linier, dikroisme lingkaran dan menyebarkan. (Artanto, 2012).

## 2.5 Pola difraksi

Difraksi merupakan salah satu ciri khas dari gerak gelombang. Pada umumnya, gelombang merambat lurus pada medium homogen (serba sama), jika terhalang oleh sesuatu, gelombang akan mengalami pembelokan. Pembelokan

seperti itu disebut lenturan gelombang atau difraksi. Difraksi bisa diamati apabila gelombang terdistorsi oleh perintang yang mempunyai dimensi sebanding dengan panjang gelombang tersebut. Perintang itu bisa berupa sebuah layar dengan celah kecil. Difraksi dapat juga disebut sebagai proses interferensi gelombang tertentu dengan dirinya sendiri (Bennet,2005).

Berdasarkan jumlah celah, difraksi terbagi dua yaitu difraksi pada celah tunggal dan difraksi pada celah ganda. Difraksi ditentukan oleh panjang gelombang dan besarnya penghalang atau lebar celah. Gelombang yang frekuensinya kecil dan panjang gelombangnya besar lebih mudah terdifraksi daripada gelombang dengan panjang gelombang pendek. Jika gelombang mengenai penghalang kecil, efek peristiwa difraksi tidak begitu tampak, akan tetapi jika mengenai penghalang besar, efek difraksi akan lebih tampak. Hal sebaliknya berlaku jika suatu celah dilewati oleh gelombang, jika celah lebardilewati oleh gelombang, efek difraksi tidak tampak, jika celah sempit dilewati oleh gelombang, efek difraksi akan tampak jelas (Banzi, 2012).

Berdasarkan jarak pengamatan, difraksi dibagi dua jenis, Difraksi Fraunhofer dan Difraksi Fresnel. Difraksi yang dihasilkan dari celah tertentu dan layar dengan geometri sederhana dalam keadaan khusus dinamakan dengan difraksi Fraunhofer. Pada difraksi ini, sinar datang dianggap sejajar, dan pola difraksi diamati pada jarak cukup jauh, sehingga sinar yang diterima secara efektif sinar terdifraksi sejajar. Dengan menggunakan sebuah lensa yang sinar terdifraksinya difokuskan dalam arah sama ke posisi sama pada layar, kondisi ini dapat disempurnakan. Pada difraksi Fresnel, sinar datang berasal dari sebuah sumber titik, atau sinar terdifraksi diamati di sebuah titik ruang tertentu. Perhitungan matematika untuk difraksi Fresnel lebih rumit daripada perhitungan untuk difraksi Fraunhofer, tetapi ide fisisnya tetap sama.(Widodo, 2002).

## **2.6 Spektrometer Prisma**

Spektrometer umumnya digunakan untuk mengetahui panjang gelombang cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya. Berdasarkan media pendispersinya spektrometer dibedakan menjadi dua yaitu spektrometer biasa dan spektrometer

prisma. Spektrometer biasa menggunakan kisi difraksi untuk menganalisis cahaya dari sumber cahaya. Sedangkan spektrometer prisma menggunakan suatu prisma untuk mendispersikan cahaya. Menurut Poelman dan Smet (2003), penentuan indeks bias prisma secara praktis dapat dilakukan dengan suatu spektrometer atau spektrofotometer untuk mendeteksi posisi deviasi minimum spektrum suatu prisma.

## 2.6.1 Spektrometer Kisi

Spektrometer kisi adalah alat yang digunakan untuk mengetahui pola interferensi gelombang cahaya dengan memasang kisi difraksi sebagai pendifraksi cahaya. Kisi difraksi dapat dimanfaatkan dalam penentuan panjang gelombang cahaya. Kisi difraksi terdiri atas sejumlah celah yang berjarak sama pada permukaan sebuah bidang datar seperti kaca atau plat logam. Jarak ( $d$ ) celah dapat diketahui dari jumlah celah per centimeter bidang datar. Misalkan terdapat 10000 celah per centimeter, maka jarak celah adalah  $d = (1 \text{ cm})/10000 = 10^{-4} \text{ cm}$ . Pola interferensi yang dihasilkan memiliki kedudukan maksimum dengan sudut tertentu sebesar  $\theta$ . Sudut interfensi maksimum dipengaruhi oleh jarak kisi difraksi dan panjang gelombang cahaya. Pola interfensi maksimum tidak bergantung pada jumlah sumber cahaya (jumlah celah kisi), namun semakin banyak jumlah sumber cahaya semakin tajam dan semakin besar intensitas maksimum yang terjadi (Tipler, 2001).

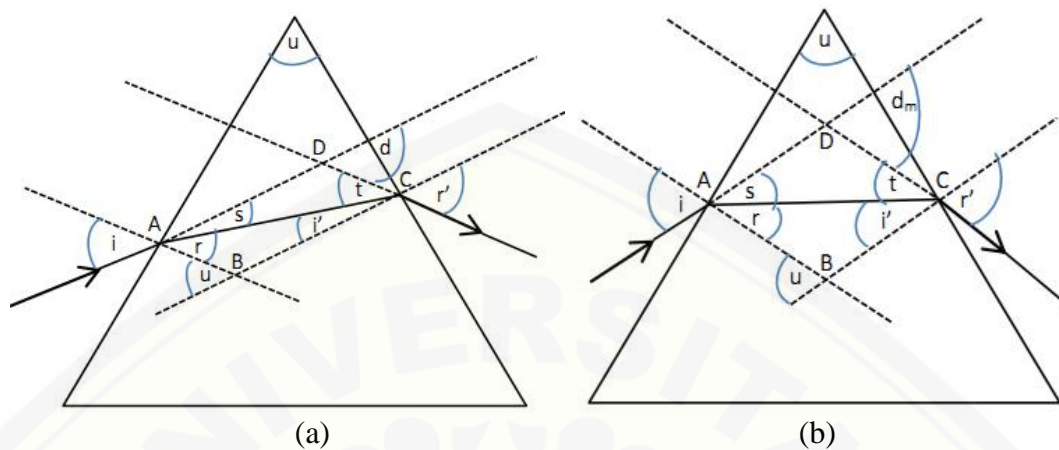
$$d \sin \theta = n \lambda \quad \text{dengan} \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (2.2)$$

$n$  adalah bilangan orde.

## 2.6.2 Spektrometer Prisma

Spektrometer prisma merupakan alat yang digunakan untuk mengukur panjang gelombang dengan akurat dengan menggunakan prisma untuk memisahkan panjang gelombang cahaya yang berbeda dari suatu sumber cahaya polikromatik. Cahaya dilewatkan celah sempit pada kolimator yang berada pada titik fokus lensa sehingga cahaya paralel jatuh pada prisma. Prisma berfungsi sebagai pembelok cahaya berdasarkan panjang gelombangnya. Masing-masing

panjang gelombang akan menghasilkan sudut dispersi yang berbeda (Giancoli, 1998). $\beta$



Keterangan :  $i$  = sudut datang dari medium 1 ke medium 2

$r$  = sudut bias dari sinar  $i$

$i'$  = sudut datang dari medium 2 ke medium 1

$r'$  = sudut bias dari sinar  $i'$

$u$  = sudut puncak segitiga prisma( $60^\circ$ )

$d$  = sudut deviasi

Gambar 2.2 Skema pembiasan cahaya menggunakan prisma (Sumber: Tipler,2001)

Jika sinar datang pada sebuah prisma maka yang terjadi adalah sinar tersebut akan berbelok atau menyimpang ketika keluar dari prisma seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2a. Sudut simpangan ini biasanya disebut sebagai sudut deviasi. Persamaan sudut deviasi dapat dicari berdasarkan hukum Snellius. Secara umum hukum Snellius dapat ditulis sebagai berikut:

$$n_0 \sin i = n' \sin r \quad (2.3)$$

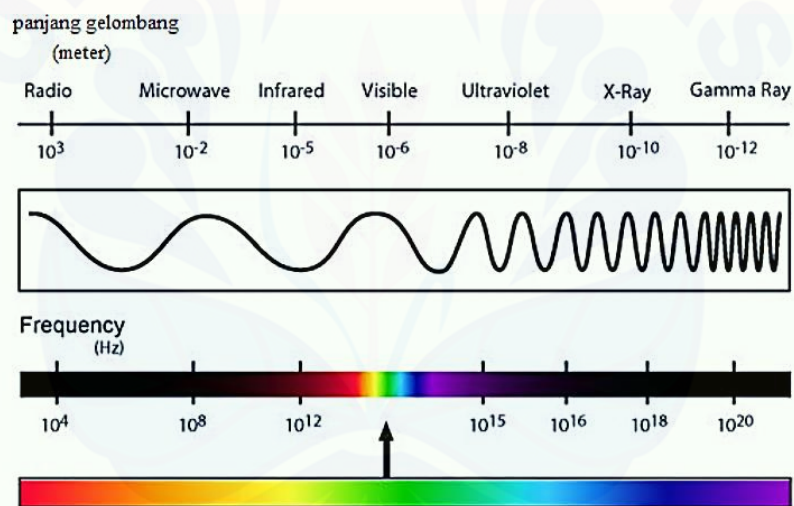
dan

$$n' \sin i' = n_0 \sin r' \quad (2.4)$$

dimana  $n'$  adalah indeks bias prisma. Dengan mengambil nilai indeks bias udara ( $n_0 = 1$ ) di luar prisma, dapat ditentukan nilai  $r'$ . (Tipler, 2001).

## 2.7 Cahaya

Cahaya merupakan kuantum energi atau gelombang elektromagnetik yang dapat merambat dengan atau tanpa adanya medium rambatan. Berdasarkan jenisnya, cahaya dibedakan menjadi cahaya yang tampak dan cahaya yang tidak tampak. Cahaya tampak merupakan cahaya yang jika mengenai benda maka benda tersebut akan dapat dilihat oleh manusia, contohnya adalah cahaya matahari. Cahaya tak tampak merupakan cahaya yang bila mengenai benda tidak akan tampak lebih terang atau masih sama sebelum terkena cahaya. Contoh cahaya tak tampak adalah sinar inframerah dan sinar x. Cahaya tampak dibagi menjadi 2 yaitu monokromatik dan polikromatik (Tugino, 2012). Secara lengkap pembagian spektrum cahaya tampak dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Diagram spektrum gelombang elektromagnetik (Sumber: Saroyo, 2011)

## 2.8 Sifat-sifat Cahaya

Cahaya mempunyai sifat-sifat tertentu, diantaranya adalah cahaya merambat lurus, cahaya dapat menembus benda bening, cahaya dapat dipantulkan dan dibiaskan, cahaya dapat dibelokkan oleh celah sempit serta cahaya dapat diuraikan. Selain itu, cahaya merupakan suatu partikel sekaligus gelombang dengan kecepatan tertinggi yaitu  $3 \times 10^8$  m/s (Gibilisco, 2009).

### 2.8.1 Cahaya dapat Dipantulkan dan Dibiaskan



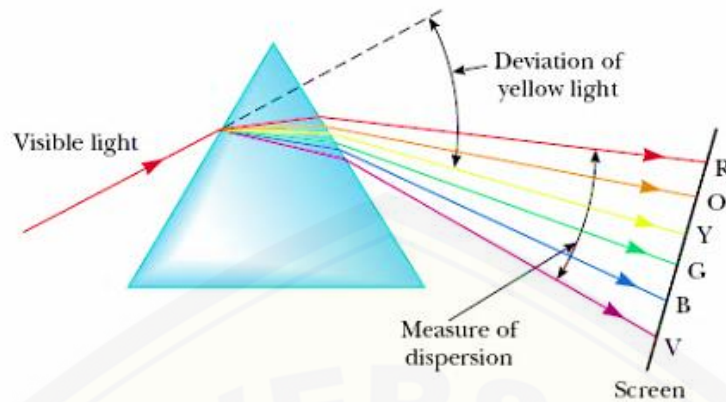
Ketika suatu gelombang cahaya mengenai suatu penghalang datar misalnya sebuah cermin, gelombang-gelombang baru akan dibangkitkan dan bergerak menjauhi cermin. Fenomena ini disebut dengan pemantulan. Pemantulan terjadi pada bidang batas antara dua medium yang berbeda. Terdapat dua butir hukum pemantulan yang dikemukakan Snellius, yaitu:

1. Sinar datang, garis normal dan sinar pantul terletak pada satu titik bidang datar.
2. Sudut datang sama dengan sudut pantul.

Sedangkan pembiasan cahaya merupakan peristiwa pembelokan arah cahaya ketika melalui medium yang berbeda kerapatannya. Gelombang yang ditransmisikan adalah hasil interferensi dari gelombang datang dan gelombang yang dihasilkan oleh penyerapan dan radiasi ulang energi cahaya oleh atom-atom dalam medium tersebut (Gibilisco, 2009).

## 2.8.2 Cahaya dapat Diuraikan (Fenomena Dispersi)

Sumber cahaya polikromatik akan terurai menjadi cahaya monokromatik ketika melewati suatu medium yang bersifat dispersif. Sebagai contoh adalah cahaya putih yang memiliki komponen spektrum-spektrum yang berwarna merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu. Ketika cahaya melewati sebuah prisma dengan nilai sudut tertentu maka cahaya dengan panjang gelombang yang lebih pendek dibelokkan lebih besar dari cahaya yang memiliki panjang gelombang cahaya yang lebih panjang (Tipler, 2001). Setiap spektrum cahaya dibelokkan membentuk sudut dispersi tertentu yang sering disebut dengan sudut deviasi (sudut pembelokan). Contoh peristiwa dispersi cahaya yang terjadi secara alami adalah peristiwa terbentuknya pelangi. Pada dasarnya cahaya matahari yang kita lihat berwarna putih sebenarnya tersusun atas tujuh warna yaitu merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu. Pelangi terbentuk dari cahaya matahari yang diuraikan oleh titik-titik air hujan di langit.



Gambar 2.4 Dispersi cahaya pada prisma (sumber: *French dan Yang, 2004*)

### 2.8.3 Cahaya dapat Melalui Celah Sempit (Fenomena Difraksi)

Fenomena difraksi merupakan peristiwa pembelokan arah rambat gelombang yang melalui suatu celah sempit sehingga menimbulkan pola terang dan gelap dimana intensitas pola terang tidak sama (semakin jauh semakin kecil intensitasnya). Terdapat dua jenis difraksi cahaya berdasarkan jarak sumber cahaya dan celah, yaitu:

#### a. Difraksi Franhofer

- Sumber cahaya jauh dari celah sehingga cahaya yang masuk sejajar.
- Lebar celah jauh lebih sempit dibandingkan jarak celah dan layar
- Kisi yang sering digunakan adalah kisi celah tunggal, dua celah, celah banyak dan lubang bulat.

#### b. Difraksi Fresnel

- Jarak sumber cahaya dengan celah dekat sehingga berkas cahaya tidak perlu sejajar.
- Lebar celah lebih lebar
- Elemen difraksi yang digunakan dapat berupa lubang berbentuk lingkaran, persegi, piringan ataupun lancip.

Penentuan panjang gelombang spektrum cahaya dari sebuah sumber polikromatik dapat diperoleh dengan menggunakan suatu kisi celah banyak untuk mendifraksikan masing-masing panjang gelombang dengan sudut tertentu.

Umumnya, alat yang digunakan untuk mengetahui panjang gelombang spektrum adalah spektrometer seperti Gambar 2.4 (Djuhana, 2011).



## **BAB 3. METODE PENELITIAN**

### **3.1 Rencana Kegiatan Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimen mulai dari bulan Oktober 2018 sampai Desember 2018. Tahapan kegiatan penelitian meliputi :

- a) Persiapan sampel dan pustaka;
- b) Desain dan mempersiapkan alat atau wadah pengukuran sampel dan;
- c) Pengambilan data dan analisis data.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisika Modern, Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Jember, dengan topik penentuan indeks bias larutan gula dengan menggunakan spektrometer prisma. Tahap pertama yang dilakukan adalah studi pustaka mengenai topik yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini larutan gula merupakan obyek bahan yang akan digunakan. Sumber cahaya yang digunakan dalam penelitian ini yaitu lampu mercury HPL-N 80 watt, yang nantinya akan mendispersikan beberapa cahaya monokromatik. Namun dalam penelitian ini, hanya akan digunakan 1 spektrum warna saja, yakni spektrum warna merah. Nilai indeks bias yang dihasilkan dari 1 spektrum warna tersebut dilewatkan pada larutan gula dengan variasi konsentrasi 10% - 45%.

### **3.2 Jenis Penelitian dan Sumber Data Penelitian**

Penelitian dilakukan dalam rangka menentukan indeks bias larutan gula pada berbagai konsentrasi dengan menggunakan spektrometer prisma. Data yang diperoleh adalah data kuantitatif sehingga penelitian dikategorikan ke dalam penelitian kuantitatif. Adapun data yang digunakan untuk menentukan karakteristik dari sampel yang digunakan adalah data primer.

### **3.3 Variabel Penelitian**

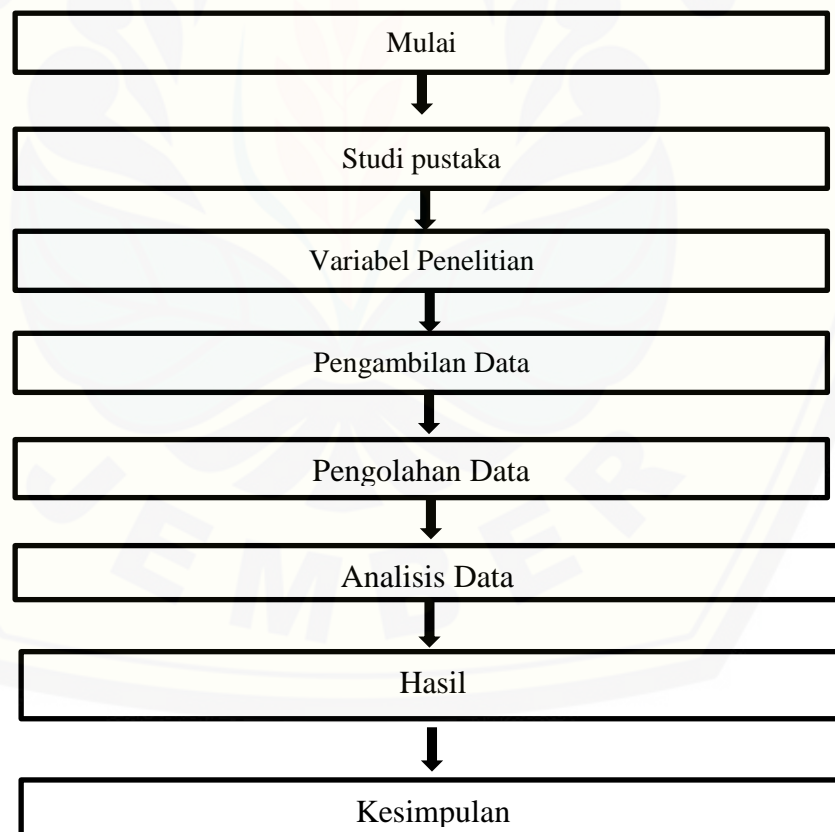
Variabel penelitian meliputi seluruh data yang akan diukur, dihitung dan dianalisa untuk mendapatkan solusi dari permasalahan yang diangkat dalam

penelitian. Data yang diukur di dalam penelitian ini meliputi massa gula dan aquades untuk mendapatkan beberapa konsentrasi larutan gula, sudut datang, sudut difraksi dan sudut bias spektrum warna merah saat melewati larutan gula. Data yang akan dihitung berupa nilai panjang gelombang dan nilai indeks bias. Sebagai data kontrol, akan ditentukan pula nilai indeks bias dari aquades saat dilalui oleh spektrum warna merah.

### 3.4 Kerangka Pemecahan Masalah

#### 3.4.1 Diagram Alur Penelitian

Secara umum alur penelitian penentuan indeks bias yang dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dengan diagram alir penelitian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian pengukuran indeks bias larutan gula

### 3.4.2 Persiapan Alat dan Bahan

#### *Alat dan Bahan yang Digunakan*

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- a) Stavol yang berfungsi sebagai penyetabil tegangan listrik.
- b) Spektrometer PASCO OS 8537 yang digunakan untuk menentukan panjang gelombang spektrum merah dan indeks bias bahan yang dilalui spektrum warna merah.
- c) Lampu mercury Philips HPL-N 80 watt sebagai sumber cahaya polikromatik.
- d) Kisi difraksi dengan lebar celah  $d = 1.6667 \times 10^{-3}$  mm sebagai pendifraksi cahaya guna mengetahui panjang gelombang spektrum warna merah yang dihasilkan.
- e) Prisma transparan dengan alas berbentuk segitiga sama sisi sebagai wadah bahan penelitian sekaligus sebagai elemen dispersif cahaya polikromatik dengan dimensi lebar 2,6 cm, tinggi 7,6 cm dan tebal 1mm.
- f) Spatula kaca untuk mengaduk gula yang dilarutkan pada aquades.
- g) Gelas ukur 25 ml sebagai alat ukur volume cairan.
- h) Beaker glass 150 ml tempat untuk mencampur gula dengan aquades.
- i) Timbangan digital untuk mengukur massa gula dan aquades.

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gula kristal putih dan aquades ( $H_2O$ ).

#### *Pambuatan Sampel*

Sampel larutan gula yang ditentukan nilai indeks biasnya dibuat untuk setiap variasi konsentrasi gula mulai dari 0% sampai dengan 45%. Konsentrasi gula dibuat dalam bentuk persen berat (%/m). Tabel 3.1 menunjukkan proporsi penggunaan massa gula dan aquades yang akan digunakan untuk setiap konsentrasi.

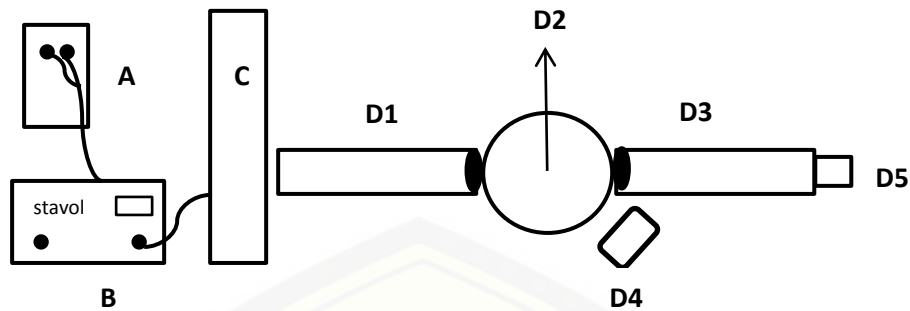
Tabel 3.1 Massa gula dan aquades yang dibutuhkan untuk setiap konsentrasi larutan gula

Konsentrasi larutan gula %	Massa gula (g)	Massa aquades (g)
0	0	100
5	5	95
10	10	90
15	15	85
20	20	80
25	25	75
30	30	70
35	35	65
40	40	60
45	45	55

Sebagai contoh adalah pembuatan larutan gula 5% dilakukan dengan cara mencampurkan 5 g gula dengan 95 g aquades, kemudian diaduk dengan menggunakan spatula hingga seluruh gula larut dalam aquades. Pada setiap konsentrasi larutan gula, disiapkan sebanyak 3 buah sampel untuk keperluan pengambilan data.

#### *Rancangan Alat Penelitian*

Terdapat dua rancangan alat dalam penelitian penentuan indeks bias pada larutan gula yaitu spektrometer kisi dan spektrometer prisma. Spektrometer kisi digunakan untuk menentukan panjang gelombang spektrum cahaya yang dihasilkan oleh lampu *mercury* HPL-N 80 watt. Sedangkan spektrometer prisma digunakan untuk mengidentifikasi nilai indeks bias bahan larutan gula.



Gambar 3.2 Skema rancangan alat penelitian

Keterangan dari setiap bagian rancangan alat pada gambar 3.4.2 yaitu:

- A. PLN sebagai sumber listrik AC
- B. *Stavol* sebagai penyetabil tegangan listrik AC
- C. Lampu *mercury* Philips HPL-N 80 watt sebagai sumber cahaya
- D. Spektrometer
  - D1. Kolimator
  - D2. Kisi pada spektrometer kisi atau prisma pada spektrometer prisma
  - D3. Teleskop
  - D4. *Angular scale*
  - D5. *Eyes piece*

Bagian prisma dalam rancangan alat berupa larutan gula dengan nilai konsentrasi yang berbeda. Masing-masing larutan gula akan ditentukan nilai indeks biasnya, yang kemudian nilai indeks bias dari larutan gula tersebut akan dibandingkan dengan referensi. Penelitian dilakukan pada temperatur ruang Laboratorium Fisika Modern yaitu  $25^{\circ} - 27^{\circ}\text{C}$ .

### 3.4.3 Kalibrasi Alat

Kalibrasi alat pada penelitian ini dilakukan pada pengukuran sudut bias spektrum warna merah menggunakan spektrometer prisma dengan bahan/sampel kalibrasi berupa aquades.. Hasil pengukuran sudut bias selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai indeks bias aquades saat dilalui oleh spektrum tersebut. Nilai yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan referensi indeks bias



aquades sebesar 1,333 (Douglas C. Giancoli) Selisih antara nilai indeks bias hasil perhitungan dengan referensi nantinya digunakan sebagai faktor koreksi.

#### 3.4.4 Pengukuran Panjang Gelombang

Pengukuran panjang gelombang dilakukan dengan metode difraksi oleh kisi menggunakan spektrometer kisi. Sumber laser lampu *mercury* Philips HPL-N 80 watt digunakan sebagai sumber cahaya cahaya polikromatik. Hasil difraksi kisi nantinya akan menunjukkan beberapa spektrum warna. Namun demikian, pengamatan hanya akan dilakukan pada 1 spektrum warna merah saja.

Data yang diperoleh dari pengamatan spektrum warna merah adalah sudut difraksi kanan ( $\theta_{kanan}$ ), yang diamati pada sisi kanan garis normal kisi dan sudut deviasi kiri ( $\theta_{kiri}$ ), yang diukur pada sisi kiri garis normal kisi. Besarnya sudut difraksi ( $\theta$ ) akhir yang diperoleh kemudian ditentukan dengan menggunakan persamaan (3.1) (Pasco,2010).

$$\theta = \frac{\theta_{kanan} - \theta_{kiri}}{2} \quad (3.1)$$

Penentuan panjang gelombang ( $\lambda$ ) spektrum selanjutnya dilakukan dengan menggunakan persamaan (3.2).

$$d \sin \theta = n \lambda \quad (3.2)$$

dengan  $d$  merupakan lebar celah kisi dan  $n$  adalah orde spektrum. Dalam hal ini digunakan spektrum pada orde pertama dengan alasan spektrum yang dimunculkan pada orde pertama lebih jelas daripada orde-orde berikutnya.

#### 3.4.5 Pengukuran Sudut Deviasi Menggunakan Spektrometer Prisma

Dalam penelitian ini untuk menentukan nilai indeks bias larutan gula diperlukan pengukuran terhadap besarnya sudut bias dari spektrum warna merah pada saat melewati larutan gula. Spektrometer prisma merupakan alat yang digunakan dalam penelitian ini yang disusun seperti gambar 3.3 namun kisi diganti dengan prisma trasnparan yang berisi bahan larutan gula. Sudut bias diukur untuk variasi dari beberapa nilai sudut datang pada prisma yaitu dari  $0^\circ$ -

85°. Hasil pengukuran sudut bias ini selanjutnya digunakan untuk menentukan sudut deviasi spektrum warna merah. Besarnya sudut bias diamati melalui *angular scale*. Prosedur diatas selanjutnya diulang sebanyak tiga kali pengulangan.

Pengukuran sudut deviasi  $D$  diperoleh secara perhitungan menggunakan data sudut datang  $i_1$ , sudut bias  $r_2$  dan sudut pembias prisma  $\beta$  ( $60^\circ$ ). Formulasi yang digunakan untuk menentukan sudut deviasi seperti yang ditunjukkan pada persamaan (3,2) (Bortner, 2013).

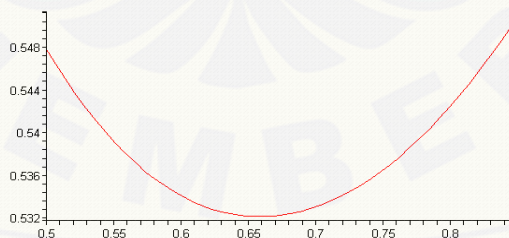
$$D = i_1 + r_2 - \beta \quad (3.3)$$

dengan  $i_1$  diukur sebagai sudut datang spektrum warna merah pada prisma, yang berisi larutan gula (diukur di udara), dan  $r_2$  diukur sebagai sudut bias spektrum warna merah yang keluar dari prisma.

### 3.5 Metode Analisis

#### Penentuan Nilai Indeks Bahan

Penentuan nilai indeks bias dilakukan dengan menggunakan data sudut deviasi minimum dari bahan/sampel. Sudut deviasi minimum diperoleh dengan membuat plot data antara sudut datang  $i_1$  dan sudut deviasi  $dm$ . Berdasarkan plot grafik nantinya akan didapatkan titik data yang menunjukkan nilai minimum dari sudut deviasi  $D$ . Ini dilakukan pada setiap bahan larutan gula dengan konsentrasi tertentu.



Gambar 3.3 Grafik hubungan antara sudut datang dan sudut deviasi

Hasil dari penentuan nilai sudut deviasi minimum selanjutnya digunakan untuk menentukan nilai indeks bias dari larutan gula. Persamaan yang digunakan ditunjukkan oleh persamaan (3.4).

$$n = \frac{\sin \frac{Dm + \beta}{2}}{\sin \frac{\beta}{2}} \quad (3.4)$$

dengan  $\beta$  adalah sudut pembias prisma sama sisi yaitu  $60^\circ$  dan  $Dm$  merupakan sudut deviasi

*Pengaruh konsentrasi terhadap Indeks Bias Larutan Gula*

Setelah mendapatkan seluruh data perhitungan nilai indeks bias untuk variasi konsentrasi larutan gula dari 5% hingga 45%, selanjutnya dapat dianalisis ada tidaknya perbedaan indeks bias yang dihasilkan. Data indeks bias untuk setiap larutan gula juga akan dibandingkan dengan data kontrol untuk menganalisis efek penambahan gula pada berbagai konsentrasi pada aquades.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwasanya nilai indeks bias yang diperoleh bersifat linier terhadap penambahan konsentrasi yang diberikan. Penurunan indeks bias (1,338 - 1,284) terjadi pada interval konsentrasi 10-25 %, sedangkan kenaikan indeks bias (1,284 - 1,335 ) terjadi pada konsentrasi 25-40 %. Dari kenaikan tersebut semakin besar nilai konsentrasi larutan gula maka semakin besar pula nilai indeks biasnya. Penurunan konsentrasi terjadi akibat adanya pergeseran daerah pengamatan panjang gelombang spektrum merah ( $\lambda = 637,9 \text{ nm}$ ) yang digunakan.

### 5.2 Saran

Saran yang diberikan guna perbaikan selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Perlu identifikasi panjang gelombang terhadap seluruh spektrum yang dihasilkan oleh lampu merkuri agar dapat mengetahui pergeseran panjang gelombang yang terjadi secara keseluruhan.
2. Perlu dianalisis pengaruh temperatur terhadap hasil pengukuran indeks bias pada larutan gula.
3. Perlu dianalisis kembali metode pengukuran sudut datang dan sudut bias di dalam perhitungan sudut deviasi.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Arif, M.B.S. 2010. *Pengaruh Medan Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Daya Hantar Listrik Minuman Isotonik*. Skripsi. Jember: FKIP Universitas Jember.
- Badan Standar Nasional. 1998. *Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-4452-1998 Minuman Isotonik*. BSN.
- Belay A and Assefa E. 2018. *Consentration, Wavelength and Temperature Dependent Refractive Index of Sugar Solutions and Methods of Determination Contents of Sugar in Soft Drink Beverage es Using Laser Light*. Jounal of Lasers, Optics & Photonies.5:2.
- Djuhana, D. 2011. *Difraksi Cahaya*. Jakarta: Departement of Physics University of Indonesia.
- Grancoli, Doughlass.1999. *Fisika Edisi III*. Jakarta: Erlangga.
- Giancoli, D. 1998. *Fisika Edisi 4(terjemahan)*. Jakarta: Erlangga.
- Gibilisco, S. 2009. *Optics Demystified*. United States of America: McGraw-Hill Companies
- Ford, M.A. 1995.*The Formulation of Sports Drink*. Di dalamP.R Ashurst et.al (editor). *Production and Packaging of Non-Carbonated Fruit Juice and Fruit Beverages*. 2nd edition. Blackie Academic and Profesional. London. Gasgow, Weinheim, New York, Tokyo, Meulborne.
- Halliday, D dan Resnick, R. 1984. *Fisika Jilid 2*.Jakarta : Erlanga.
- Halliday, D dan R. Resnick.1996. *Fisika Jilid 2 Edisi Ketiga*. Jakarta : Erlangga.
- Maughan, Ronald J. 2001. *Fundamentals of Sport Nutrition: Application to Sport Drinks*. Di dalam. Maughan J. R dan Robert Murray (editor). *Sport Drink*. CRC Press. Boca Raton-London-New York-Washington DC.
- NN. 2001. *Gula Kristal Mentah*. Semarang: Badan Standart Nasional.
- Rossi, B. 1957. *Optic*. Tokyo: Japan Publication Trading Company.

- Robinson, James. 2002. *Water, Electrolytes, And Acid-Base Balance*. Di dalam. Jim Mann & A Stewart Truswell (editor) *Essential of Human Nutrition*. 2nd edition. Oxford University Press.
- Sarojo, G. A. 2011. *Gelombang dan Optika*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Stofan, John dan Robert Murray. 2001. *Formulating Carbohydrate-Electrolyte Drinks for Optimal Efficacy*. Di dalam. Maughan J. R dan Robert Murray (editor). *Sport Drink*. CRC Press. Boca Raton-London-New York-Washington DC.
- Sugiyarni, Anik. 2010. *Penentuan Konsentrasi Glukosa Dalam Gula Pasir Menggunakan Metode Efek Faraday*. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Tipler, P. A. 1991. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 2 Edisi Ketiga*. Alih Bahasa oleh Bambang Soegijono. 2001. Jakarta: Erlangga.
- Tipler, P., A., 2001. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga
- Wibowo, B.A., Rivai, M., Tasripan. 2016. *Uji Kualitas Madu Menggunakan Polarimeter dan Sensor Warna*. *Jurnal Teknik ITS Vol.5 No.1* ISSN: 2337-3539.
- Winarno, F. G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : PT Gramedia.
- Young, H. D. dan Freedman, R. A. 2003. *Fisika Universitas Edisi Sepuluh Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.

LAMPIRAN

**Lampiran 4.1 Data Hasil Panjang gelombang pada spektrum warna merah**

spektrum	pengulangan	Kanan	Kiri	$\theta_1$	$\lambda_1$
Merah	1	213	167	23	651,2
Merah	2	213	168	22,5	637,9
Merah	3	213	168	22,5	637,9
Merah	4	213	168	22,5	637,9
Merah	5	213	168	22,5	637,9

Persamaan yang digunakan:

$$\lambda = d \sin\theta$$

**Lampiran 4.2 Nilai Konsentrasi Larutan Gula**

Tabel B.1 Massa gula dan aquades yang dibutuhkan untuk setiap konsentrasi larutan gula

Konsentrasi larutan gula %	Massa gula (g)	Massa aquades (g)
0	0	100
5	5	95
10	10	90
15	15	85
20	20	80
25	25	75
30	30	70
35	35	65
40	40	60
45	45	55

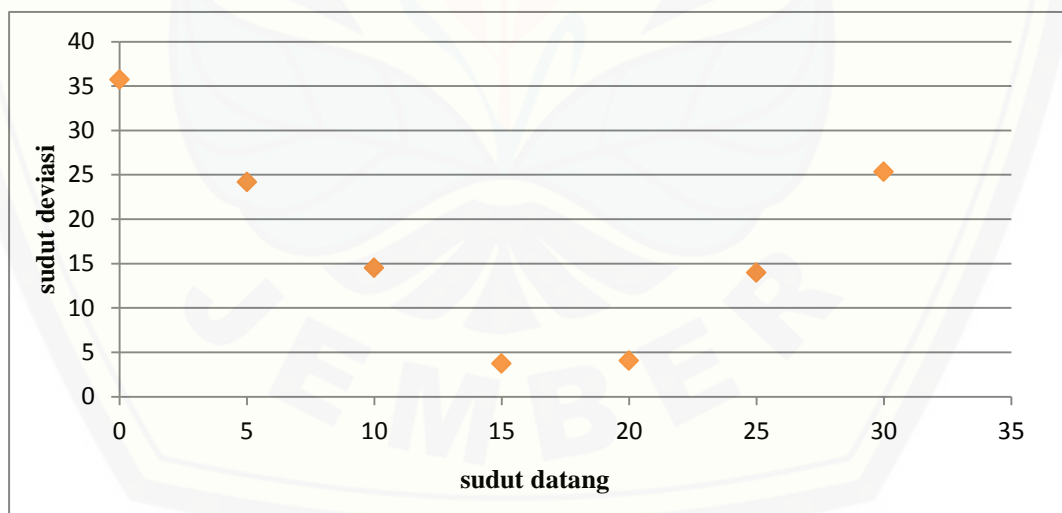
**Lampiran 4.3. Data percobaan dan perhitungan pada sampel aquades**

sudut( $i_1$ )	spektrum	r1	r2	r3	r rata-rata	r	D
0	merah	206,42	203,23	203,18	204,28	24,28	35,72
5	merah	213,03	208,93	210,53	210,83	30,83	24,17
10	merah	219,55	215,18	211,75	215,49	35,49	14,51
15	merah	224,88	222,37	216,60	221,28	41,28	3,72
20	merah	225,92	223,98	222,28	224,06	44,06	4,06
25	merah	231,54	228,08	227,28	228,97	48,97	13,97
30	merah	239,13	233,15	233,75	235,34	55,34	25,34

dm	dm+p	(dm+p)/2	sin(dm+p)/2	p/2	sin p/2	n
3,72	63,72	31,86	0,527845512	30	0,5	1,055691024

n referensi	n percobaan	n koreksi
1,333	1,055691024	0,277308976

Grafik hubungan sudut datang terhadap sudut deviasi pada aquades





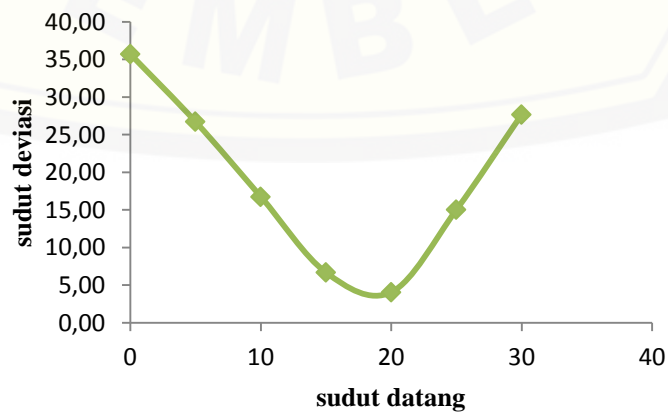
**Lampiran 4.4 Data perhitungan dan percobaan pada konsentrasi 10%**

sudut ( $i_1$ )	spektrum	n	r	r terkoreksi	D	D rata-rata	$\Delta D$
0	merah	r1	204,27	24,27	35,73	35,69	0,09
0		r2	204,42	24,42	35,58		
0		r3	204,25	24,25	35,75		
5	merah	r1	208,30	28,30	26,70	26,71	0,04
5		r2	208,32	28,32	26,68		
5		r3	208,25	28,25	26,75		
10	merah	r1	213,17	33,17	16,83	16,75	0,08
10		r2	213,33	33,33	16,67		
10		r3	213,25	33,25	16,75		
15	merah	r1	218,42	38,42	6,58	6,68	0,10
15		r2	218,22	38,22	6,78		
15		r3	218,33	38,33	6,67		
20	merah	r1	224,30	44,30	4,30	4,07	0,42
20		r2	223,58	43,58	3,58		
20		r3	224,33	44,33	4,33		
25	merah	r1	230,53	50,53	15,53	15,04	0,57
25		r2	229,42	49,42	14,42		
25		r3	230,18	50,18	15,18		
30	merah	r1	238,58	58,58	28,58	27,68	0,78
30		r2	237,25	57,25	27,25		
30		r3	237,22	57,22	27,22		

**Indeks Bias pada Sudut Datang 20°**

n	n terkalibrasi	n rata-rata	$\Delta n$
1,064	1,342	1,338	0,006
1,054	1,331		
1,065	1,342		

**Grafik hubungan sudut datang terhadap sudut deviasi pada konsentrasi 10%**



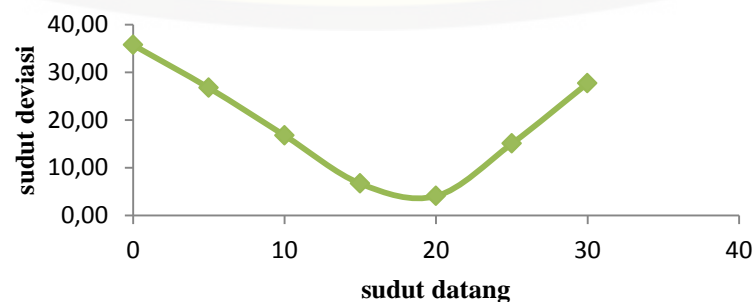
**Lampiran 4.5 Data perhitungan dan percobaan pada konsentrasi 15%**

sudut ( $i_1$ )	spektrum	n	r	r terkoreksi	D	D rata-rata	$\Delta D$
0		r1	211,68	31,68	28,32		
0	merah	r2	211,58	31,58	28,42	28,26	0,20
0		r3	211,97	31,97	28,03		
5		r1	215,42	35,42	19,58		
5	merah	r2	214,75	34,75	20,25	19,99	0,36
5		r3	214,87	34,87	20,13		
10		r1	219,08	39,08	10,92		
10	merah	r2	218,67	38,67	11,33	11,14	0,21
10		r3	218,83	38,83	11,17		
15		r1	222,53	42,53	2,47		
15	merah	r2	222,68	42,68	2,32	2,40	0,08
15		r3	222,58	42,58	2,42		
20		r1	227,13	47,13	7,13		
20	merah	r2	227,25	47,25	7,25	7,19	0,06
20		r3	227,18	47,18	7,18		
25		r1	232,83	52,83	17,83		
25	merah	r2	232,37	52,37	17,37	17,71	0,30
25		r3	232,92	52,92	17,92		
30		r1	238,17	58,17	28,17		
30	merah	r2	238,35	58,35	28,35	28,41	0,27
30		r3	238,7	58,70	28,70		

**Indeks Bias pada Sudut Datang 15°**

n	n terkalibrasi	n rata-rata	$\Delta n$
1,037	1,314	1,313	0,001
1,035	1,312		
1,036	1,314		

**Grafik hubungan sudut datang terhadap sudut deviasi pada konsentrasi 15%**



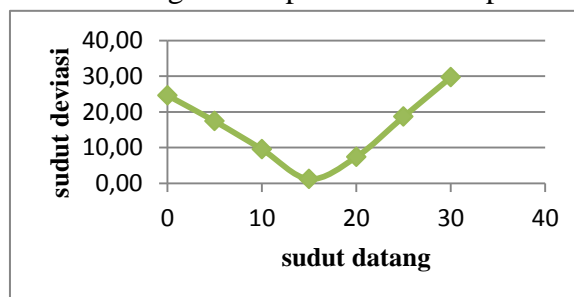
Lampiran 4.6 data perhitungan dan percobaan pada konsentrasi 20%

sudut( $i_1$ )	spektrum	n	r	r terkoreksi	D	D Rata-rata	$\Delta D$
0	merah	r1	215,83	35,83	24,17	24,62	1,16
0		r2	214,07	34,07	25,93		
0		r3	216,25	36,25	23,75		
5	merah	r1	218,25	38,25	16,75	17,40	1,10
5		r2	216,33	36,33	18,67		
5		r3	218,23	38,23	16,77		
10	merah	r1	221,25	41,25	8,75	9,54	0,94
10		r2	219,42	39,42	10,58		
10		r3	220,7	40,70	9,30		
15	merah	r1	224,83	44,83	0,17	1,22	1,00
15		r2	222,83	42,83	2,17		
15		r3	223,68	43,68	1,32		
20	merah	r1	228,83	48,83	8,83	7,41	1,60
20		r2	225,67	45,67	5,67		
20		r3	227,72	47,72	7,72		
25	merah	r1	233,42	53,42	18,42	18,66	0,25
25		r2	233,92	53,92	18,92		
25		r3	233,63	53,63	18,63		
30	merah	r1	239,25	59,25	29,25	29,66	0,36
30		r2	239,87	59,87	29,87		
30		r3	239,87	59,87	29,87		

Indeks bias pada sudut datang  $15^\circ$

n	n terkalibrasi	n rata-rata	$\Delta n$
1,003	1,280	1,296	0,015
1,033	1,310		
1,020	1,297		

Grafik hubungan sudut datang terhadap sudut deviasi pada konsentrasi 20%



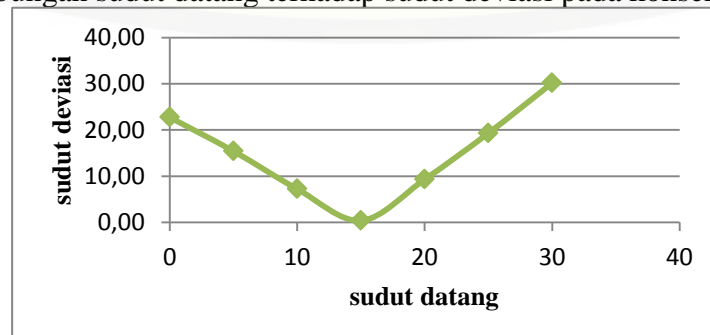
**Lampiran 4.7 Data perhitungan dan percobaan pada konsentrasi 25%**

sudut( $i_1$ )	spektrum	n	r	r terkoreksi	D	D rata-rata	$\Delta D$
0	merah	r1	217,42	37,42	22,58	22,73	0,13
0		r2	217,18	37,18	22,82		
0		r3	217,2	37,20	22,80		
5	merah	r1	219,83	39,83	15,17	15,41	0,25
5		r2	219,6	39,60	15,40		
5		r3	219,33	39,33	15,67		
10	merah	r1	222,9	42,90	7,10	7,24	0,13
10		r2	222,65	42,65	7,35		
10		r3	222,73	42,73	7,27		
15	merah	r1	225,9	45,90	0,90	0,42	0,42
15		r2	225,18	45,18	0,18		
15		r3	225,18	45,18	0,18		
20	merah	r1	229,67	49,67	9,67	9,33	0,29
20		r2	229,2	49,20	9,20		
20		r3	229,13	49,13	9,13		
25	merah	r1	234,68	54,68	19,68	19,32	0,31
25		r2	234,10	54,10	19,10		
25		r3	234,18	54,18	19,18		
30	merah	r1	240,08	60,08	30,08	30,15	0,06
30		r2	240,2	60,20	30,20		
30		r3	240,18	60,18	30,18		

Indeks bias pada sudut datang 15°

n	n terkalibrasi	n rata-rata	$\Delta n$
1,014	1,291	1,284	0,006
1,003	1,280		
1,003	1,280		

Grafik hubungan sudut datang terhadap sudut deviasi pada konsentrasi 25%



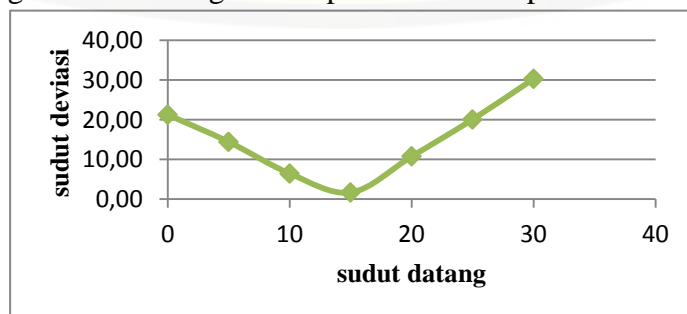
Lampiran 4.8 Data perhitungan dan percobaan pada konsentrasi 30%

Sudut ( $i_1$ )	spektrum	n	r	r terkoreksi	D	D rata-rata	$\Delta D$
0	merah	r1	218,15	38,15	21,85	21,22	1,00
0		r2	219,93	39,93	20,07		
0		r3	218,25	38,25	21,75		
5	merah	r1	219,92	39,92	15,08	14,39	0,99
5		r2	221,75	41,75	13,25		
5		r3	220,17	40,17	14,83		
10	merah	r1	222,57	42,57	7,43	6,43	1,10
10		r2	224,75	44,75	5,25		
10		r3	223,38	43,38	6,62		
15	merah	r1	226,07	46,07	1,07	1,68	0,56
15		r2	227,17	47,17	2,17		
15		r3	226,8	46,80	1,80		
20	merah	r1	230,25	50,25	10,25	10,74	0,53
20		r2	231,3	51,30	11,30		
20		r3	230,67	50,67	10,67		
25	merah	r1	235,17	55,17	20,17	20,07	0,21
25		r2	235,20	55,20	20,20		
25		r3	234,83	54,83	19,83		
30	merah	r1	240,7	60,70	30,70	30,27	0,37
30		r2	240,05	60,05	30,05		
30		r3	240,07	60,07	30,07		

Indeks bias pada sudut datang  $15^\circ$

n	n terkalibrasi	n rata-rata	$\Delta n$
1,016	1,293	1,303	0,008
1,033	1,310		
1,027	1,304		

Grafik hubungan sudut datang terhadap sudut deviasi pada konsentrasi 30%



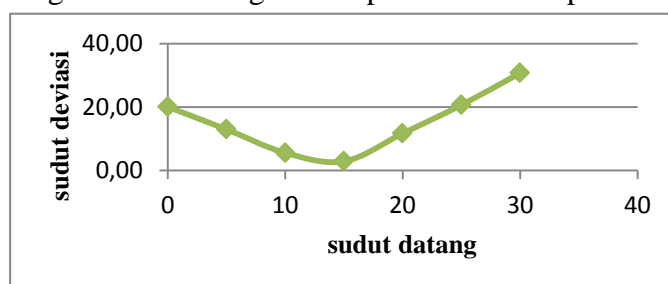
Lampiran 4.9 Data perhitungan dan percobaan pada konsentrasi 35%

sudut( $i_1$ )	spektrum	n	r	r terkoreksi	D	D rata-rata	$\Delta D$
0		r1	220,17	40,17	19,83		
0	merah	r2	219,67	39,67	20,33	20,03	0,26
0		r3	220,07	40,07	19,93		
5		r1	222,3	42,30	12,70		
5	merah	r2	221,42	41,42	13,58	12,95	0,55
5		r3	222,42	42,42	12,58		
10		r1	224,58	44,58	5,42		
10	merah	r2	224,18	44,18	5,82	5,55	0,24
10		r3	224,6	44,60	5,40		
15		r1	227,67	47,67	2,67		
15	merah	r2	228,42	48,42	3,42	2,89	0,46
15		r3	227,58	47,58	2,58		
20		r1	231,8	51,80	11,80		
20	merah	r2	231,33	51,33	11,33	11,68	0,30
20		r3	231,9	51,90	11,90		
25		r1	235,83	55,83	20,83		
25	merah	r2	235,57	55,57	20,57	20,65	0,16
25		r3	235,55	55,55	20,55		
30		r1	240,67	60,67	30,67		
30	merah	r2	240,83	60,83	30,83	30,71	0,11
30		r3	240,63	60,63	30,63		

Indeks bias pada sudut datang 15°

n	n terkalibrasi	n rata-rata	$\Delta n$
1,040	1,317	1,321	0,007
1,051	1,329		
1,039	1,316		

Grafik hubungan sudut datang terhadap sudut deviasi pada konsentrasi 35%



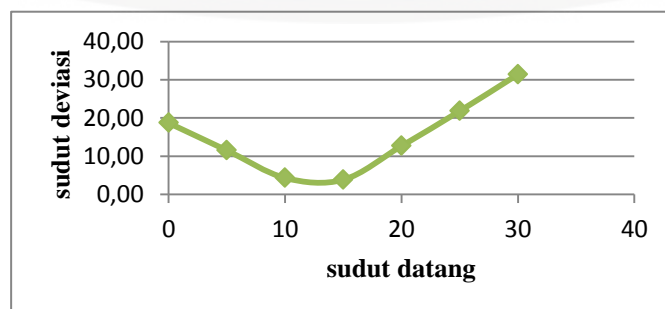
Lampiran 4.10 Data perhitungan dan percobaan pada konsentrasi 40%

sudut( $i_1$ )	spektrum	n	r	r terkoreksi	D	D rata-rata	$\Delta D$
0		r1	221,25	41,25	18,75		
0	merah	r2	221,17	41,17	18,83	18,70	0,16
0		r3	221,48	41,48	18,52		
5		r1	223,73	43,73	11,27		
5	merah	r2	223,17	43,17	11,83	11,54	0,28
5		r3	223,48	43,48	11,52		
10		r1	225,68	45,68	4,32		
10	merah	r2	225,58	45,58	4,42	4,34	0,07
10		r3	225,72	45,72	4,28		
15		r1	229,25	49,25	4,25		
15	merah	r2	228,58	48,58	3,58	3,86	0,35
15		r3	228,75	48,75	3,75		
20		r1	232,83	52,83	12,83		
20	merah	r2	232,94	52,94	12,94	12,68	0,36
20		r3	232,27	52,27	12,27		
25		r1	236,83	56,83	21,83		
25	merah	r2	236,75	56,75	21,75	21,81	0,05
25		r3	236,85	56,85	21,85		
30		r1	241,37	61,37	31,37		
30	merah	r2	241,03	61,03	31,03	31,41	0,40
30		r3	241,83	61,83	31,83		

Indeks bias pada sudut datang  $15^\circ$

n	n terkalibrasi	n rata-rata	$\Delta n$
1,064	1,341	1,335	0,005
1,054	1,331		
1,056	1,333		

Grafik hubungan sudut datang terhadap sudut deviasi pada konsentrasi 40%



Lampiran 4.11 Data perhitungan dan percobaan pada konsentrasi 45%

sudut( $i_1$ )	spektrum	n	r	r terkoreksi	D	D rata-rata	$\Delta D$
0		r1	222,13	42,13	17,87		
0	merah	r2	222,17	42,17	17,83	17,75	0,17
0		r3	222,45	42,45	17,55		
5		r1	224,72	44,72	10,28		
5	merah	r2	224,42	44,42	10,58	10,61	0,35
5		r3	224,03	44,03	10,97		
10		r1	226,06	46,06	3,94		
10	merah	r2	226,87	46,87	3,13	3,52	0,41
10		r3	226,52	46,52	3,48		
15		r1	230,06	50,06	5,06		
15	merah	r2	229,92	49,92	4,92	4,85	0,25
15		r3	229,58	49,58	4,58		
20		r1	233,1	53,10	13,10		
20	merah	r2	233,42	53,42	13,42	13,20	0,19
20		r3	233,07	53,07	13,07		
25		r1	238,33	58,33	23,33		
25	merah	r2	237,17	57,17	22,17	22,66	0,60
25		r3	237,48	57,48	22,48		
30		r1	242,17	62,17	32,17		
30	merah	r2	242,25	62,25	32,25	32,23	0,06
30		r3	242,28	62,28	32,28		

Indeks bias pada sudut datang  $10^\circ$

n	n terkalibrasi	n rata-rata	$\Delta n$
1,059	1,336	1,330	0,006
1,047	1,324		
1,052	1,329		

Grafik hubungan sudut datang terhadap sudut deviasi pada konsentrasi 45%

