Digital Repository Universitas Jember

PENENTUAN KONSTANTA SELLMEIER PADA BERBAGAI VARIASI KONSENTRASI GARAM NaCl DENGAN MENGGUNAKAN SPEKTROMETER PRISMA

SKRIPSI

Oleh

Eka Yuli Kurnia Wijayanti

NIM 121810201026

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS JEMBER

2018

Digital Repository Universitas Jember

PENENTUAN KONSTANTA SELLMEIER PADA BERBAGAI VARIASI KONSENTRASI GARAM NaCl DENGAN MENGGUNAKAN SPEKTROMETER PRISMA

SKRIPSI

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

Oleh

Eka Yuli Kurnia Wijayanti

NIM 121810201026

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS JEMBER

2018

Digital Repository Universitas Jember

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa syukur, hormat, dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq dan hidayahNYA sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini;
2. Ayahanda Moh. Sanhaji dan Ibunda Kurniyati yang tanpa henti memberikan cinta, kasih dan sayang tanpa pamrih, selalu mendukung langkah saya hingga sampai di titik ini. Adikku tersayang Moh. Iqbal Aji Asqolani yang telah menjadi motivasi tersendiri buat saya;
3. Agung Dwi Laksono yang selalu mendukung, membantu dan mendampingi saya dalam menyelesaikan skripsi ini;
4. Para pendidik sejak Taman Kanak-kanak hingga Perguruan Tinggi yang telah mendidik saya dengan penuh tanggungjawab, amanah, dan keikhlasan;
5. Teman-teman Fisika Angkatan 2012 atas kekompakan dan kekeluargaannya selama ini;
6. Almamater Jurusan Fisika Fakultas FMIPA Universitas Jember.

Digital Repository Universitas Jember

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada kemudahan. Karena itu bila kau telah selesai (mengerjakan yang lain) dan kepada Tuhan, berharaplah”.

(terjemahan Qur’an Surat Al Insyirah : 6-8) (*)

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. Al Qur’an dan Terjemahannya. Bandung: CV Penerbit Diponegoro.

Digital Repository Universitas Jember

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Eka Yuli Kurnia Wijayanti

NIM : 121810201026

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: *"Penentuan Konstanta Sellmeier Pada Berbagai Variasi Konsentrasi Garam NaCl Dengan Menggunakan Spektrometer Prisma"* adalah benar-benar hasil karya ilmiah sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa dan hanya dipublikasikan dengan mencamtumka nama dosen pembimbing.

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

Jember, 22 Juli 2018

Yang Menyatakan,

Eka Yuli Kurnia Wijayanti

NIM 121810201026

Digital Repository Universitas Jember

SKRIPSI

PENENTUAN KONSTANTA SELLMEIER PADA BERBAGAI VARIASI KONSENTRASI GARAM NaCl DENGAN MENGGUNAKAN SPEKTROMETER PRISMA

Oleh

Eka Yuli Kurnia Wijayanti

NIM 121810201026

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Misto, M.Si

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

Digital Repository Universitas Jember

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Penentuan Konstanta Sellmeier Pada Berbagai Variasi Konsentrasi Garam NaCl 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,	Anggota I,
Ir. Misto, M.Si NIP 195911211991031002	Endhah Purwandari, S.Si., M.Si NIP 198111112005012001
Anggota II,	Anggota III,
Drs.Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc., Ph.D. NIP 196203111987021001	Wenny Maulina, S.Si., M.Si NIP 198711042014042001

Mengesahkan
Dekan,

Drs. Sujito,. Ph.D
NIP 196102041987111001

Digital Repository Universitas Jember

RINGKASAN

Penentuan Konstanta Sellmeier Pada Berbagai Variasi Konsentrasi Garam NaCl Dengan Menggunakan Spektrometer Prisma; Eka Yuli Kurnia Wijayanti, 121810201026; 55 halaman; Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Garam seperti yang dikenal sehari-hari dapat didefinisikan sebagai suatu kumpulan senyawa kimia yang bagian utamanya adalah Natrium Klorida (NaCl). Garam dapat diperoleh dengan tiga cara, yaitu penguapan air laut dengan sinar matahari, penambangan batuan garam atau dari sumur air garam. Proses produksi garam di Indonesia, pada umumnya dilakukan dengan metode penguapan air laut dengan batuan sinar matahari. Garam (NaCl) dapat diperoleh dari bahan baku berupa air laut, batuan garam, dan larutan garam alamiah. Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mengkarakterisasi NaCl adalah nilai indeks bias dari NaCl, yang dianalisis pada berbagai panjang gelombang cahaya tampak. Karakteristik NaCl dapat pula diperoleh dengan menggunakan data indeks bias dari nilai konstanta Sellmeier yang terdapat pada persamaan Sellmeier.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konstanta Sellmeier A dan konstanta Sellmeier B dengan berbagai variasi konsentrasi dengan memanfaatkan instrument spektrometer dalam penentuan panjang gelombang dan indeks bias dari bahan. Konstanta Sellmeier tersebut digunakan untuk menunjukkan identitas atau karakteristik dispersi dari bahan yang bersangkutan. Terdapat dua set alat dalam penelitian ini, diantaranya adalah spektrometer kisi dan spektrometer prisma. Spektrometer kisi digunakan untuk menentukan panjang gelombang spektrum yang berasal dari sumber cahaya yang berupa lampu mercury HPL-N 80W, sedangkan spektrometer prisma digunakan untuk mengetahui indeks bias dari NaCl dengan berbagai variasi konsentrasi mulai dari 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, dan 100%. Prisma yang digunakan pada penelitian ini terbuat dari kaca yang memiliki dimensi sisi alas 2,6 cm, tinggi 7,6 cm, dan tebal dinding prisma sebesar 1 mm.

Setelah diketahui panjang gelombang dan indeks bias bahan maka dapat diketahui nilai dari konstanta Sellmeier A dan konstanta Sellmeier B dari garam NaCl untuk berbagai konsentrasi. Penentuan konstanta Sellmeier dilakukan dengan penyesuaian data panjang gelombang dan indeks bias dari garam NaCl. Berdasarkan dari hasil analisis yang diperoleh bahwa perubahan variasi konsentrasi dari bahan (NaCl) menghasilkan perubahan nilai konstanta Sellmeier. Berdasarkan pada grafik yang dilengkapi dengan *standart error bar* dapat diketahui bahwa tidak semua perubahan variasi konsentrasi menghasilkan perubahan nilai yang signifikan pada konstanta Sellmeier A dan konstanta Sellmeier B untuk larutan bahan (NaCl) yang digunakan.

Digital Repository Universitas Jember

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan Skripsi yang berjudul *"Penentuan Konstanta Sellmeier pada Berbagai Variasi Konsentrasi Garam NaCl dengan Menggunakan Spektrometer Prisma"*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dengan sepenuh hati penulis ingin mengucapkan 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 memberikan bimbingan dan dukungan dalam penulisan skripsi ini;
2. Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi M.Sc.,Ph.D., selaku Dosen Penguji I dan Wenny Maulina S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan demi sempurnanya skripsi ini;
3. Seluruh staf pengajar Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember yang telah membimbing dan memberi ilmunya selama perkuliahan;
4. Sahabat-sahabatku GJ dan teman-teman kos biru

Penulis berharap agar skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada semua pihak, penulis juga membuka kritik dan saran dari pembaca.

Jember, 22 Juli 2018

Penulis

Digital Repository Universitas Jember

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN SAMPUL i
HALAMAN JUDUL ii
HALAMAN PERSEMBAHAN iii
HALAMAN MOTTO iv
HALAMAN PERNYATAAN v
HALAMAN PEMBIMBING vi
HALAMAN PENGESAHAN vii
RINGKASAN viii
PRAKATA ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xiii
BAB 1. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan 4
1.5 Manfaat 4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Garam 5
2.2 Cahaya 6
2.3 Sifat-sifat Cahaya 7
2.3.1 Cahaya dipantulkan dan dibiaskan 7
2.3.2 Fenomena Dispersi 9
2.3.3 Fenomena Difraksi 10
2.4 Persamaan Sellmeier 12
2.5 Indeks Bias 12
2.6 Spektrometer 14

Digital Repository Universitas Jember

2.6.1 Spektrometer Kisi 15
2.6.2 Spektrometer Prisma 16
2.7 Sumber Cahaya *Mercury* 17
BAB 3. METODE PENELITIAN 19
3.1 Rancangan Penelitian 19
3.2 Jenis dan Sumber Data 20
3.3 Variabel Penelitian 20
3.4 Kerangka Penyelesaian Masalah 20
3.4.1 Tahap Persiapan 22
1 Persiapan Alat Penelitian 22
2 Persiapan Bahan Penelitian 23
3 Kalibrasi Alat 24
3.4.2 Tahap Pengambilan Data 25
3.4.3 Tahap Analisis Data 26
1 Penentuan Panjang Gelombang 26
2 Penentuan Indeks Bias 26
3 Penentuan Konstanta Sellmeier 27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN 28
4.1 Hasil 28
4.2 Pembahasan 31
BAB 5. PENUTUP 35
5.1 Kesimpulan 35
5.2 Saran 35
DAFTAR PUSTAKA 37
LAMPIRAN 40

Digital Repository Universitas Jember

DAFTAR GAMBAR

Halaman

2.1 Diagram spektrum gelombang elektromagnetik 7
2.2 Skema pemantulan dan pembiasan cahaya 8
2.3 Dispersi cahaya pada prisma 10
2.4 Skema spektrometer kisi difraksi 11
2.5 Skema pembiasan cahaya 16
3.1 Diagram alir 21
3.2 Skema spektrometer kisi dan prisma 22
4.1 Grafik hubungan konsentrasi terhadap indeks bias 29
4.2 Grafik hubungan konsentrasi NaCl terhadap konstanta Sellmeier A 30
4.3 Grafik hubungan konsentrasi NaCl terhadap konstanta Sellmeier B 31

Digital Repository Universitas Jember

DAFTAR TABEL

Halaman

2.1 Sifat fisik natrium klorida murni 5
2.2 Nilai indeks bias 14
4.1 Panjang gelombang spektrum menggunakan Spektrometer Kisi.....28
4.2 Indeks bias masing-masing spektrum pada variasi konsentrasi NaCl 29
4.3 Konstanta Sellmeier garam NaCl berbagai variasi konsentrasi 30

Digital Repository Universitas Jember

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Garam seperti yang dikenal sehari-hari dapat didefinisikan sebagai suatu kumpulan senyawa kimia yang bagian utamanya adalah Natrium Klorida (NaCl) dengan senyawa-senyawa terdiri dari $CaSO_4$, $MgSO_4$, $MgCl_2$, dan lain-lain (Marihati & Muryati, 2008). Garam dapat diperoleh dengan tiga cara, yaitu penguapan air laut dengan sinar matahari, penambangan batuan garam (*rock salt*) atau dari sumur air garam (*brine*). Garam hasil tambang berbeda-beda dalam komposisinya, tergantung pada lokasi, namun biasanya mengandung lebih dari 95% NaCl. Proses produksi garam di Indonesia, pada umumnya dilakukan dengan metode penguapan air laut dengan batuan sinar matahari. Garam (NaCl) dapat diperoleh dari bahan baku berupa air laut, batuan garam, dan larutan garam alamiah.

Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mengkarakterisasi NaCl adalah nilai indeks bias dari NaCl, yang dianalisis pada berbagai panjang gelombang cahaya tampak. Karakteristik NaCl dapat pula diperoleh dengan menggunakan data indeks bias dari nilai konstanta Sellmeier yang terdapat pada persamaan Sellmeier. Persamaan tersebut merupakan sebuah formula semi empiris yang menghubungkan data panjang gelombang dengan indeks bias dari medium yang dilewati oleh gelombang tersebut. Nilai konstanta Sellmeier NaCl murni pada temperatur 24^oC adalah A=0,057472 , B=0,035255 dan C=0,046364 (Polyanskiy, 2008). Salah satu metode yang dapat diaplikasikan untuk memperoleh konstanta Sellmeier dari hubungan antara panjang gelombang dan indeks bias adalah pengukuran indeks bias menggunakan spektrometer prisma (Zahro, 2015). Di dalam penelitiannya, Zahro (2015) menentukan nilai konstanta Sellmeier dari minyak goreng pada berbagai variasi temperatur. Metode spektrometer prisma juga digunakan oleh Ramadhani (2016) untuk

Digital Repository Universitas Jember

mengkarakterisasi etanol pada berbagai konsentrasi dengan menggunakan nilai konstanta Sellmeier.

Spektrometer prisma merupakan alat optik yang digunakan untuk mengamati dan mengukur sudut deviasi cahaya yang datang dari suatu sumber cahaya yang dilewatkan pada sebuah prisma (Giancoli, 1998). Cahaya dari sumber akan melewati celah sempit pada kolimator yang dibuat sejajar dengan lensa, sehingga cahaya paralel dari lensa jatuh pada prisma. Teleskop yang dapat digerakkan digunakan untuk memfokuskan berkas-berkas cahaya akibat adanya pembiasan dan dispersi oleh prisma. Ketika teleskop diposisikan pada sudut puncak difraksi, berkas cahaya dari panjang gelombang yang dipancarkan dapat terlihat atau teramati. Besar sudut deviasi yang ditemukan selanjutnya digunakan untuk menentukan besar indeks bias bahan yang diletakkan dalam prisma.

Berdasarkan nilai indeks bias suatu bahan transparan yang telah diperoleh, dapat diketahui adanya hubungan nilai indeks bias bahan terhadap panjang gelombang cahaya pada peristiwa dispersi. Hubungan tersebut dapat dinyatakan dengan suatu persamaan yang disebut dengan persamaan Sellmeier. Persamaan Sellmeier merupakan optimalisasi dari persamaan Cauchy yang dapat diaplikasikan pada daerah panjang gelombang tampak dan cahaya tak tampak (Ghosh et al, 1994). Hubungan indeks bias bahan dan panjang gelombang cahaya dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan dispersi bahan melalui kurva dispersi. Pada dasarnya persamaan Sellmeier adalah bentuk sederhana dari persamaan dispersi Cauchy. Satu suku resonansi pada persamaan Sellmeier dapat digunakan untuk menyederhanakan persamaan Cauchy dengan cara mengekspansikan persamaan Sellmeier ke dalam sebuah deret berpangkat (Kedenburg et a., 2012).

Beberapa penelitian mengenai penentuan indeks bias dan konstanta Sellmeier menggunakan spektrometer prisma pernah dilakukan oleh Daimon & Masumura (2007), bahan yang digunakan adalah air suling pada beberapa temperatur menggunakan panjang gelombang 1129 nm -182 nm. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Bodurov et al (2013) tentang pendeteksian adanya pemalsuan minyak zaitun menggunakan metode optik dan termal yakni dengan menentukan

Digital Repository Universitas Jember

indeks bias minyak zaitun yang kemudian digunakan untuk menentukan dua konstanta Sellmeier pada suku pertama sebagai uji kemurnian minyak zaitun. Kedenburg et al (2012) melakukan pengukuran indeks bias berbagai cairan menggunakan refraktometer Abbe dan melakukan perhitungan konstanta Sellmeier dan konstanta Cauchy bahan untuk menentukan koefisien absorbsi bahan.

Nilai konstanta Sellmeier yang merupakan parameter karakterisasi garam NaCl di dalam penelitian ini ingin dikembangkan lebih lanjut, untuk keadaan bahan pada berbagai variasi konsentrasi. Hal ini penting untuk dikaji mengingat NaCl seringkali digunakan pada berbagai konsentrasi. Metode yang digunakan untuk memperoleh nilai konstanta Sellmeier adalah dengan menggunakan spektrometer prisma. Data yang akan diperoleh dalam penelitian ini berupa nilai indeks bias dari bahan pada berbagai panjang gelombang cahaya tampak, dengan menggunakan persamaan Sellmeier akan diperoleh nilai konstanta Sellmeier yang dianalisis pada berbagai variasi konsentrasi NaCl. Adanya penelitian ini diharapkan dapat menambah daftar nilai konstanta Sellmeier dari NaCl sehingga dapat dijadikan sebagai data acuan untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang optik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat ditentukan permasalahan dalam tugas akhir ini yaitu berapa nilai konstanta Sellmeier garam NaCl pada berbagai variasi konsentrasi dengan menggunakan spektrometer prisma?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah bahwa temperatur ruang yang digunakan adalah 24℃ dan sumber cahaya polikromatik yang diaplikasikan adalah lampu *mercury* Philips HPL-N 80 watt. Konstanta Sellmeier yang akan ditentukan adalah konstanta A dan B, dengan memanfaatkan persamaan Sellmeier hingga orde dua saja.

Digital Repository Universitas Jember

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan konstanta Sellmeier garam NaCl pada berbagai variasi konsentrasi dengan menggunakan spektrometer prisma.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penentuan konstanta Sellmeier pada berbagai variasi konsentrasi NaCl ini yaitu mengetahui karakteristik dari bahan dalam hal ini garam NaCl. Selain itu, penelitian ini dapat digunakan sebagai tolak ukur kelayakan alat dan acuan metode analisis dalam penentuan konstanta Sellmeier pada penelitian yang selanjutnya dengan menggunakan bahan yang berbeda.

Digital Repository Universitas Jember

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Garam

Natrium Clorida (NaCl) merupakan garam yang paling banyak ditemukan di dunia. NaCl murni berbentuk kubik berwarna putih sifat fisik seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sifat fisik Natrium klorida murni

Parameter	Nilai
Massa molekul, g/mol	58,44
Bentuk kristal	Kubik
Warna	Tidak berwarna
Refraksi indeks	1,5442
Densitas, g/Ml	2,165
Titik leleh, $°C$	801
Titik didih, $°C$	1413
Kekerasan, skala Mohs'	2,5
Kapasitas panas, J/g $°C$	0,853
Panas peleburan, J/g	517,1
Panas pelarutan, 1 kg H_2O, 25$°C$, kJ/mol	3,757
Kelembaban kritik pada 20$°C$, %	75,3

Sumber : Othmer, (1969)

Garam adalah benda padatan berwarna putih berbentuk kristal yang merupakan kumpulan senyawa dengan sebagian besar terdiri dari *natrium chlorida,* serta senyawa-senyawa lain seperti *magnesium chlorida, magnesium sulfat,* dan *calsium chlorida* (Subiyantoro, 2001). Jenis garam yang biasa digunakan adalah garam dapur, garam ini mengandung yodium yang banyak berguna bagi tubuh. Senyawa-senyawa ini dapat berada di permukaan kristal maupun terjebak di dalam kisi kristal. Senyawa di permukaan kristal umumnya direduksi dengan proses pencucian, sedangkan senyawa di dalam kristal umumnya di reduksi dengan cara rekristalisasi, yaitu dengan melarutkan kristal kemudian mengkristalkannya kembali (Setyopratomo, 2003). Cara lain untuk mereduksi pengotor di dalam kristal adalah dengan *hydromilling*, dimana kristal garam dikecilkan ukurannya atau dipecah, sehingga pengotor di dalam kristal dapat dipisahkan (Sedivy, 1996).

Digital Repository Universitas Jember

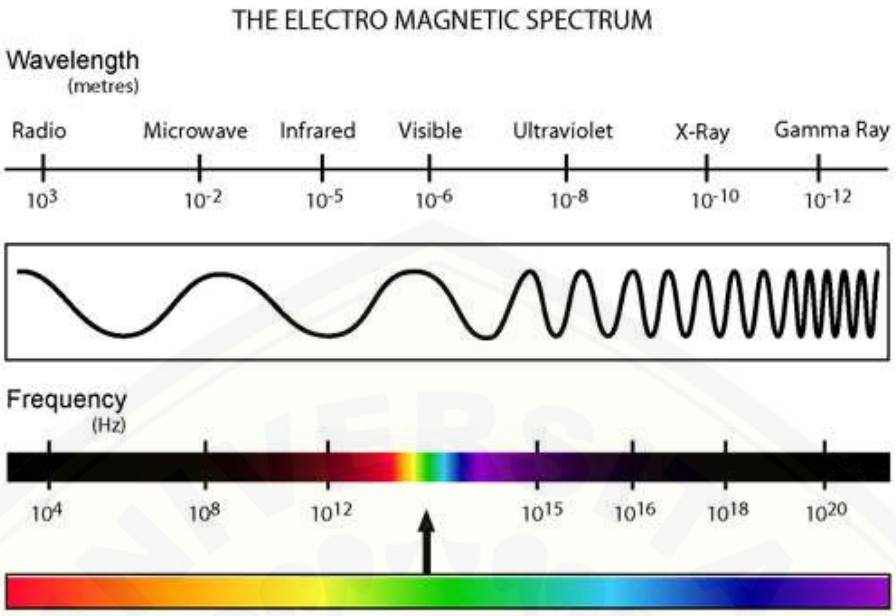
Yodium adalah sejenis mineral atau gizi mikro yang terdapat di alam baik di tanah maupun di air yang berguna untuk membentuk hormon tiroksin di dalam tubuh. Selain itu, bagian dari mikromineral dan mikronutrien yang berfungsi untuk produksi energi, metabolisme serta perkembangan fisik dan pertumbuhan manusia termasuk kecerdasan mulai dari janin hingga dewasa dan mental yang sumber makanannya terdapat pada garam beryodium dan makanan laut.

Garam beryodium adalah garam konsumsi yang ditambah dengan senyawa yodium. Jumlah yodium yang dihitung sebagai kalium iodat (KIO_3) tidak kurang dari 30 mg/kg. Sumber yodium lain yang dapat ditambahkan selain kalium iodat (KIO_3) adalah kalium iodida (KI), natrium iodida atau natrium iodat (NaO_3). Karakteristik dasarnya adalah kadar natrium klorida (NaCl) tidak kurang dari 94,7% dan kadar air tidak lebih dari 7% (BPOM RI, 2006).

2.2 Cahaya

Cahaya merupakan salah satu spektrum gelombang elektromagnetik yaitu gelombang yang merambat tanpa memerlukan medium rambatan (Tugino, 2012). Berdasarkan jenisnya, sinar dibedakan menjadi sinar yang tampak dan sinar yang tidak tampak. Cahaya tampak merupakan cahaya yang jika mengenai benda maka benda tersebut akan dapat dilihat oleh manusia. Cahaya tak tampak merupakan cahaya yang bila mengenai benda tidak akan tampak lebih terang atau masih sama sebelum terkena cahaya (contoh: sinar inframerah dan sinar x). Cahaya tampak dibagi menjadi 2 yaitu monokromatik dan polikromatik. Spektrum gelombang elektromagnetik dapat dibagi dalam beberapa daerah yang terentang dari sinar gamma dengan panjang gelombang pendek berenergi tinggi sampai pada gelombang radio dengan panjang gelombang sangat panjang.). Cahaya adalah energi berbentuk gelombang elektromagnetik yang dapat dilihat oleh mata dengan panjang gelombang sekitar 380 – 750 nm (Narinder, 2008).

Digital Repository Universitas Jember



Gambar 2.1 Diagram spektrum gelombang elektromagnetik (Sumber: Resnick, 1996)

Spektrum cahaya tampak dapat dilihat pada Gambar 2.1 spektrum gelombang elektromagnetik biasanya diungkapkan dalam frekuensi gelombang (*f*), panjang gelombang (λ), dan energi per foton (partikel cahaya).

2.3 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 3×10^8 m/s (Gibilisco, 2009).

2.3.1 Cahaya dapat dipantulkan dan dibiaskan

Ketika cahaya dipancarkan oleh matahari atau sumber cahaya lain seperti lampu listrik, cahaya bergerak dari sumber cahaya tersebut ke segala arah. Pada saat cahaya mengenai suatu penghalang seperti buku, tembok atau cermin maka cahaya dipantulkan oleh benda-benda penghalang tersebut. Arah gerak pantulan

Digital Repository Universitas Jember

cahaya setelah membentur benda penghalang berbeda dari arah gerak cahaya sebelum mengenai benda penghalang. Dapat dikatakan bahwa pemantulan cahaya adalah peristiwa dimana cahaya mengenai suatu penghalang sehingga arah gerak cahaya berubah, arah gerakan cahaya setelah membentur benda penghalang berbeda dengan arah gerak cahaya sebelum membentur benda penghalang.

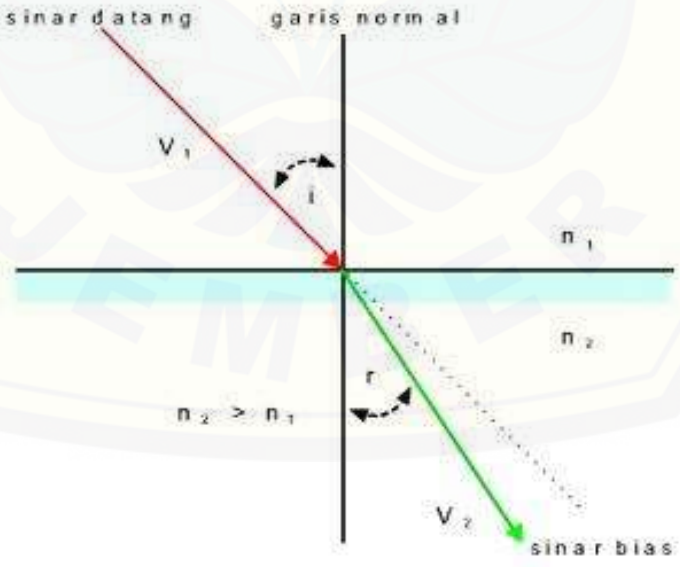
Pemantulan terjadi pada bidang batas antara dua medium yang berbeda. Terdapat dua butir hukum pemantulan yang dikemukakan Snellius, yaitu:

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

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.

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \qquad (2.1)$$

dimana i merupakan besar sudut sinar datang dan r adalah besar sudut sinar bias (Halliday & Resnick, 1997).



Gambar 2.2 Skema pemantulan dan pembiasan cahaya (Sumber: Bueche, 1989)

Digital Repository Universitas Jember

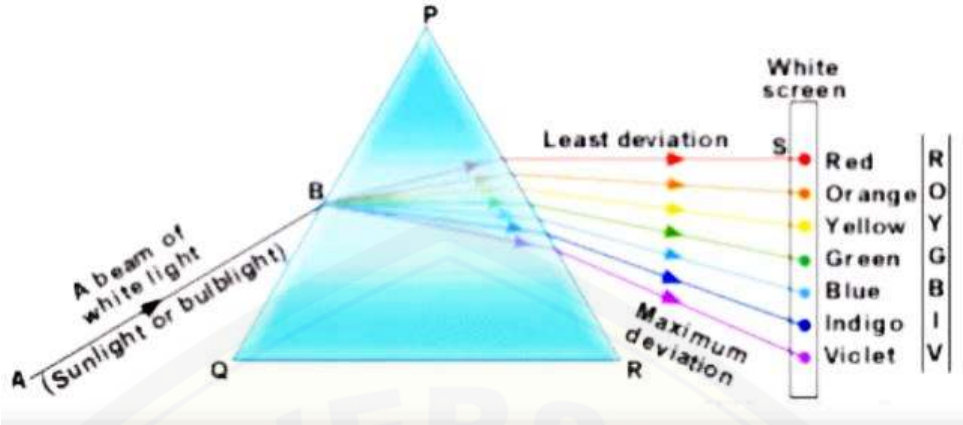
Gambar 2.2 menunjukkan cahaya yang merambat dari medium 1 dengan kecepatan V_1 dan sudut datang *i* menuju ke medium 2. Saat di medium 2 kecepatan cahaya berubah menjadi V_2 dan cahaya dibiaskan dengan sudut bias *r*. Pada Gambar 2.2 terlihat sinar datang (*i*) > sinar bias (*r*) atau dengan kata lain sinar bias mendekati garis normal, terjadi ketika sinar menembus batas bidang dari medium yang kurang rapat ke medium yang lebih rapat. Bila sinar berasal dari sebaliknya yakni dari medium rapat ke medium kurang rapat maka sinar menjauhi garis normal ($i < r$) (Bueche, 1989).

2.3.2 Fenomena dispersi

Gejala dispersi adalah gejala peruraian cahaya putih (polikromatik) menjadi cahaya berwarna-warni (monokromatik). Cahaya putih merupakan polikromatik, artinya cahaya terdiri atas banyak warna dan panjang gelombang. Jika cahaya putih diarahkan ke prisma, maka cahaya putih akan terurai menjadi cahaya merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu. Cahaya-cahaya ini memiliki panjang gelombang yang berbeda. Setiap panjang gelombang memiliki indeks bias yang berbeda. Semakin kecil panjang gelombangnya semakin besar indeks biasnya. Dispersi pada prisma terjadi karena adanya perbedaan indeks bias kaca setiap warna cahaya (Tipler, 1991). Setiap spektrum cahaya dibelokkan membentuk sudut dispersi tertentu yang sering disebut sudut deviasi (sudut pembelokan). Contoh peristiwa dispersi cahaya yang terjadi pada kehidupan sehari-hari adalah peristiwa terbentuknya pelangi. Pelangi terjadi karena pembiasan cahaya. Cahaya matahari yang melewati sebuah tetes hujan dan dibiaskan melewati tengah tetes hujan tersebut. Peristiwa dispersi dapat memisahkan cahaya putih menjadi warna spektrum. Kemudian warna itu memantul di belakang tetes hujan, yang akibatnya cahaya tampak melengkung menjadi pelangi.

Dispersi gelombang adalah suatu perubahan bentuk gelombang ketika gelombang merambat pada suatu medium. Medium nyata yang gelombangnya merambat dapat disebut sebagai medium non dispersi. Dalam medium non dispersi, gelombang mempertahankan bentuknya.

Digital Repository Universitas Jember



Gambar 2.3 Dispersi cahaya pada prisma (Sumber: French & Yang, 2004)

2.3.3 Fenomena difraksi

Menurut Pedrotti (1993), difraksi merupakan suatu fenomena setiap simpangan dari optik geometri yang dihasilkan dari gangguan muka gelombang cahaya. Efek difraksi merupakan suatu akibat dari karakter gelombang cahaya. Berkas difraksi akan saling berinterferensi serta merubah karakteristik propagasi gelombang dan membentuk pola difraksi yang memperlihatkan adanya intensitas gelombang yang kuat dan intensitas gelombang yang lemah atau sama sekali menghilang pada posisi tertentu. Hal ini dapat terjadi karena adanya interferensi yang saling menguatkan dan interferensi yang saling melemahkan.

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:

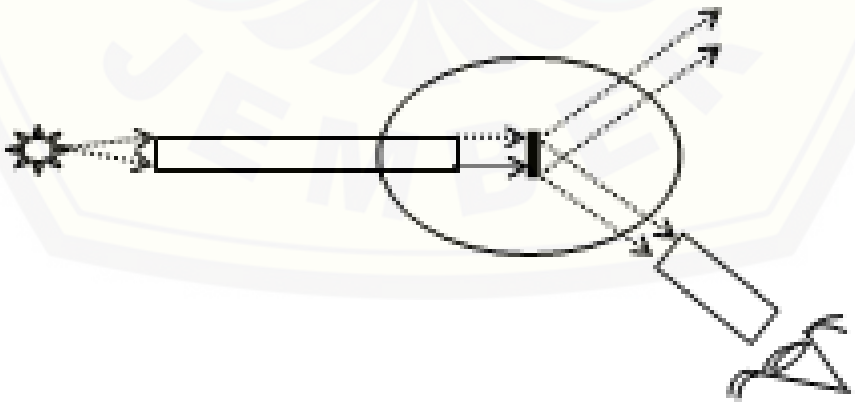
a. Difraksi Franhofer
   - Sumber cahaya jauh dari celah sehingga yang masuk sejajar
   - Lebar celah jauh lebih sempit dibandingkan jarak celah dan layar
   - Kisi yang sering digunakan adalah kisi celah tunggal, dua celah, celah banyak dan lubang bulat.

Digital Repository Universitas Jember

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.

Difraksi gelombang cahaya akan menghasilkan beberapa spektrum warna karena lampu yang digunakan sebagai sumber cahaya adalah lampu *mercury* sebagaimana yang telah diketahui bahwa lampu *mercury* memiliki beberapa spektrum warna dengan panjang gelombang yang berbeda-beda. Sumber cahaya tersebut akan mengalami difraksi setelah melewati kisi dan terjadi interferensi gelombang cahaya yang berasal dari bagian-bagian suatu medan gelombang. Kemungkinan medan gelombang tersebut adalah suatu celah. Biasanya yang sering digunakan adalah kisi (banyak celah). Kisi merupakan susunan celah-celah sempit yang jumlahnya lebih dari dua, bahkan dapat dibilang banyak yaitu hingga ribuan celah per mm. Karena kisi merupakan susunan banyak celah inilah yang menyebabkan terjadi gabungan gejala interferensi dan difraksi. Umumnya alat yang digunakan untuk mengetahui panjang gelombang spektrum adalah spektrometer, seperti pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Skema spektrometer menggunakan kisi difraksi (Sumber: Djuhana, 2011)

Digital Repository Universitas Jember

2.4 Persamaan Sellmeier

Menurut Troph et al (1995), pada tahun 1871 Wolfgang Sellmeier menemukan adanya hubungan empiris antara indeks bias dan panjang gelombang untuk bahan transparan tertentu. Hubungan tersebut dinyatakan pada persamaan:

$$n^2 = 1 + \sum \frac{A.\lambda^2}{\lambda^2 - B} \tag{2.2}$$

Keterangan:

n : indeks bias

λ : panjang gelombang (m)

A , B : konstanta Sellmeier

Persamaan tersebut dikenal sebagai persamaan Sellmeier yang dapat digunakan untuk menetukan dispersi dari cahaya dalam medium.

Menurut Ghosh et al (1994), pada persamaan Sellmeier setiap bahan akan memiliki nilai konstanta yang berbeda-beda, hal itu disesuaikan dengan pengkondisian pada bahan tersebut, dimana pengkondisian suatu bahan dapat dilakukan dengan memvariasi temperatur, tekanan maupun konsentrasi dari bahan itu sendiri. Sehingga dengan pengkondisian pada suatu bahan yang berbeda-beda tersebut menghasilkan hubungan antara indeks bias dan panjang gelombang yang berbanding terbalik, dimana indeks bias menurun dengan meningkatnya nilai panjang gelombang.

2.5 Indeks Bias

Indeks bias adalah salah satu dari beberapa sifat optis yang penting dari suatu medium. Pengukuran indeks bias suatu zat cair penting dalam penilaian sifat dan kemurnian cairan, konsentrasi larutan, dan perbandingan komponen dalam campuran dua zat cair atau kadar yang diekstrakkan dalam pelarutnya (Brink, 1984). Nilai indeks bias ini banyak diperlukan untuk menginterpretasikan suatu jenis data spektroskopi. Indeks bias dari suatu bahan atau larutan merupakan parameter karakteristik yang sangat penting dan berkaitan erat dengan parameter-parameter lain seperti temperatur, konsentrasi dan lain-lain yang sering dipakai dalam optik (Shyam, 2002).

Digital Repository Universitas Jember

Indeks bias suatu medium optik didefinisikan sebagai perbandingan kecepatan cahaya dalam vakum dengan kecepatan cahaya pada medium tersebut yang dinyatakan sebagai:

$$n = \frac{c}{v} \tag{2.3}$$

dimana:

n : indeks bias medium

c : kecepatan cahaya dalam vakum waktu ($3 \times 10^8\ m/s$)

v : kecepatan cahaya dalam medium (m/s)

Selain menyatakan kecepatan gelombang, indeks bias juga merupakan sebuah ukuran kerapatan optik medium. Suatu medium dikatakan memiliki kerapatan optik yang tinggi apabila indeks biasnya tinggi, begitu pula sebaliknya (Jenkins & White, 2001).

Indeks bias merupakan salah satu optik yang penting dari suatu bahan/medium. Indeks bias memiliki fungsi yang beragam diberbagai bidang, diantaranya adalah dalam teknologi film tipis dan *fiber optic* (serat optik) (Rofiq, 2010). Pengukuran indeks bias secara luas telah banyak digunakan antara lain untuk mengetahui konsentrasi larutan dan mengetahui komposisi bahan-bahan penyusun larutan. Salah satu parameter yang mempengaruhi nilai indeks bias suatu bahan adalah densitas/kerapatan molekul bahan. Densitas suatu bahan bergantung terhadap temperatur, sehingga secara tidak langsung temperatur juga turut mempengaruhi nilai indeks bias bahan. Temperatur merupakan salah satu parameter yang sering dimanfaatkan untuk menguji kualitas dari suatu bahan (Subedi et al, 2006). Kedenburg et al (2012), telah melakukan penelitian mengenai indeks bias cairan sebagai fungsi panjang gelombang yang diukur pada temperatur 20℃. Dalam penelitian ini sumber cahaya yang digunakan yaitu cahaya putih Yukawa AQ4305 yang memiliki panjang gelombang sebesar 400 nm hingga 1800 nm. Sedangkan cairan yang digunakan pada penelitian ini adalah air, air keras, etanol, toluene, disulfida, nitrobenzena, kloroform, dan karbon tetraklorida. Hasil pengukuran indeks bias beberapa cairan dapat dilihat pada tabel 2.2

Digital Repository Universitas Jember

Tabel 2.2 Nilai indeks bias berdasarkan panjang gelombang untuk air, air keras, kloroform, dan karbon tetraklorida pada temperatur 20℃

λ(μm)	n_{air}	$n_{air\ keras}$	$n_{kloroform}$	$n_{Karbon\ Tetraklorida}$
0,50	1,3372±0,0002	1,3325±0,0002	1,4495±0,0003	1,4652±0,0002
0,55	1,3345±0,0002	1,3294±0,0002	1,4461±0,0002	1,4616±0,0002
0,60	1,3328±0,0002	1,3278±0,0002	1,4434±0,0002	1,4595±0,0002
0,65	1,3314±0,0003	1,3264±0,0002	1,4418±0,0002	1,4570±0,0003
0,70	1,3301±0,0002	1,3258±0,0002	1,4402±0,0004	1,4558±0,0002
0,75	1,3291±0,0003	1,3248±0,0002	1,4391±0,0002	1,4547±0,0002
0,80	1,3282±0,0001	1,3240±0,0002	1,4383±0,0003	1,4536±0,0002
0,85	1,3273±0,0002	1,3235±0,0002	1,4374±0,0003	1,4523±0,0002
0.90	1,3263±0,0003	1,3228±0,0002	1,4369±0,0005	1,4519±0,0002
1,00	1,3249±0,0002	1,3217±0,0004	1,4357±0,0004	1,4512±0,0003
1,10	1,3235±0,0003	1,3209±0,0004	1,4351±0,0004	1,4505±0,0003
1,20	1,3218±0,0004	1,3198±0,0003	1,4346±0,0003	1,4497±0,0004
1,30	1,3201±0,0002	1,3191±0,0002	1,4342±0,0003	1,4491±0,0004
1,40	1,3183±0,0003	1,3183±0,0003	1,4340±0,0003	1,4488±0,0004
1,50	1,3167±0,0004	1,3173±0,0004	1,4335±0,0003	1,4484±0,0003
1,60	1,3141±0,0004	1,3167±0,0005	1,4332±0,0003	1,4479±0,0003

Sumber: Kedenburg et al. (2012)

Indeks bias pada larutan adalah suatu parameter karakteristik fisis atau sifat optik yang berkaitan dengan parameter lain, diantaranya konsentrasi dan temperatur larutan. Hal ini diakibatkan karena semakin pekat suatu larutan, maka kecepatan cahaya didalam medium larutan akan semakin berkurang sehingga dapat disimpulkan bahwa akan didapatkan indeks bias yang berbeda untuk setiap konsentrasi larutan (Nugraheni, 2012). Nilai indeks bias berdasarkan panjang gelombang cahaya yang melewatinya dapat dibuat menjadi suatu kurva dispersi. Suatu kurva sebaran indeks bias menggambarkan bahwa suatu medium dispersi selalu memiliki nilai indeks bias yang berbeda sesuai dengan panjang gelombangnya (Tipler, 2001).

2.6 Spektrometer

Spektrometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur atau menganalisa panjang gelombang cahaya dengan akurat yaitu dengan menggunakan kisi difraksi atau prisma untuk memisahkan panjang gelombang cahaya yang berbeda. Spektrometer cahaya terdiri dari lima komponen utama, yaitu sumber cahaya, celah, kolimator, kisi atau prisma, dan teropong (Yulianto et

Digital Repository Universitas Jember

al, 2011). 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.

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 (Tipler, 2001). Kisi difraksi adalah alat yang terdiri dari sejumlah celah sejajar yang terpisah pada jarak yang sama, dan jarak antara dua celah berurutan disebut konstanta kisi (d). Jarak (d) celah dapat diketahui dari jumlah celah per centimeter bidang datar. Kisi difraksi transmisi ini terdiri dari beribu-ribu celah setiap senitimeternya. Kisi dapat dibuat dengan menggoreskan sederetan garis-garis sejajar pada film transparan. Garis-garis ini kemudian berfungsi sebagai ruang di antara celah-celah, kisi difraksi disebut kisi refleksi, yaitu kisi yang dibentuk oleh sederetan garis-garis yang dibuat pada permukaan metal. Daerah antara dua garis yang akan memantulkan cahaya membuat suatu pola difraksi. Pola difraksi yang terjadi jika gelombang melewati sejumlah N celah yang identik dengan jarak konstan d maka akan diperoleh titik-titik intensitas maksimum yang memenuhi persamaan dibawah ini:

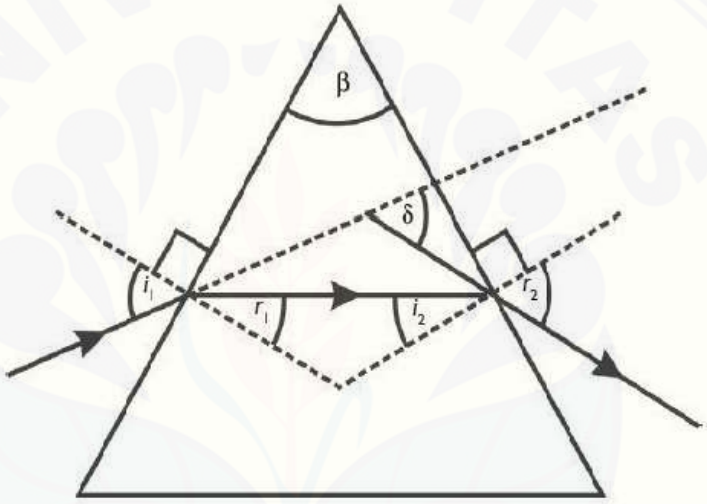
$$d \sin\theta = n\,\lambda \;\; dengan \;\; n = 0, 1, 2, \ldots \qquad (2.4)$$

n adalah bilangan orde (Sarojo, 2011).

Digital Repository Universitas Jember

2.6.2 Spektrometer prisma

Spektrometer prisma merupakan alat yang digunakan untuk mengukur penjang 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).



Gambar 2.5 Skema pembiasan cahaya menggunakan prisma (Sumber: Tipler, 2001)

Keterangan :

δ = sudut deviasi
i_1 = sudut datang pertama
r_1 = sinar bias pertama
i_2 = sudut datang akhir
r_2 = sinar nias akhir
β = sudut pembias prisma

Jika seberkas sinar datang pada sebuah prisma, maka sinar tersebut akan berbelok atau menyimpang ketika keluar dari prisma. Sudut simpangan ini biasanya disebut sebagai sudut deviasi. Persamaan sudut deviasi dapat dicari

Digital Repository Universitas Jember

berdasarkan hukum Snellius. Secara umum hukum Snellius dapat ditulis sebagai berikut:

$$n_0 \sin i = n' \sin r \tag{2.5}$$

dan

$$n' \sin i' = n_0 \sin r' \tag{2.6}$$

dimana n' adalah indeks bias prisma, *i* adalah sudut datang dan *r* merupakan sudut bias. Dengan mengambil nilai indeks bias udara ($n_0 = 1$) di luar prisma, dapat ditentukan nilai r'. Dari hukum Snellius diperoleh:

$$\frac{n_{prisma}}{n_0} = \frac{\sin 1}{\sin r} = \frac{\sin r'}{\sin i'} \tag{2.7}$$

maka persamaan indeks bias prisma sebagai fungsi sudut deviasi minimum dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{n_{prisma}}{n_0} = \frac{\sin\frac{1}{2}(dm+u)}{\sin\frac{1}{2}u} \tag{2.8}$$

Keterangan: u = sudut prisma
dm = sudut deviasi minimum
n_{prisma} = indeks bias prisma
n_0 = indeks bias udara ($n_0 = 1$)

(Tipler, 2001).

2.7 Sumber Cahaya *Mercury*

Sumber cahaya yang berupa tabung gas akan memancarkan cahaya apabila terjadi eksitasi atom pengisi tabung tersebut akibat penembakan elektron yang dipercepat oleh tegangan tinggi yang terjadi dalam tabung. Spektrum yang dipancarkan tidaklah kontinu, hanya saja spektrum tersebut terdiri atas panjang gelombang tertentu yang menjadi karakteristik atom pengisi sumber cahaya (Tipler, 2001).

Mercury (Hg) merupakan unsur logam yang sangat penting dalam perkembangan teknologi. *Mercury* adalah unsur yang memiliki nomor atom (Z=80) serta mempunyai massa molekul relatif (MR= 200,59 g/mol). Pada tabel

Digital Repository Universitas Jember

periodik, *mercury* disimbolkan dengan Hg yaitu *Hydrargyrum* (bahasa Yunani) yang berarti cairan perak, bentuk fisik dan kimianya sangat menguntungkan karena satu-satunya logam yang berbentuk cair pada suhu kamar (25℃). Sifat lainnya *mercury* memiliki kecenderungan menguap lebih besar dari cairan lainnya, titik beku paling rendah yaitu memiliki 39℃ dan mampu menjadi konduktor yang sangat baik untuk tegangan rendah maupun tegangan tinggi (Alfian, 2006).

Menurut Jaka (2013), pemancaran cahaya pada lampu *mercury* terjadi akibat loncatan elektron di dalam tabung. Suatu lampu *mercury* terdiri dari dua tabung, yaitu tabung dalam dari gelas kuarsa yang berisi uap *mercury* dan sedikit gas argon dan bohlam luar dilapisi dengan bubuk fluoresen berfungsi sebagai rumah lampu dan untuk menstabilkan suhu disekitar tabung. Terdapat dua elektroda utama yang dibelokkan pada kedua ujung tabung, dan sebuah elektroda tambahan yang dipasang pada posisi berdekatan dengan salah satu elektroda utama. Saat sumber listrik disambung, arus listrik yang mengaliri tidak akan cukup untuk mencapai terjadinya loncatan elektron diantara kedua elektroda utama, namun ionisasi dapat terjadi diantara salah satu elektroda utama (E1) dengan elektroda pengasut (Ep) melalui gas argon. Ionisasi yang terjadi mampu menyebarkan elektron menuju elektroda utama yang lain (E2), sehingga panas dan cahaya yang akan timbul akibat pelepasan elektron dan mampu menguapkan *mercury*. Cahaya awal yang dihasilkan berwarna kemerahan dan setelah lampu bekerja normal menjadi berwarna putih. Jika sumber listrik diputuskan, maka lampu tidak dapat dinyalakan kembali sampai tekanan di dalam tabung berkurang. Lampu uap *mercury* merupakan jenis lampu yang memancarkan cahaya polikromatik sehingga ketika cahaya lampu ini dilewatkan pada medium dispersif dapat dihasilkan cahaya monokromatik dengan berbagai warna.

Digital Repository Universitas Jember

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian akan dilakukan pada bulan April 2018 sampai dengan bulan Juni 2018, mulai dari tahap persiapan hingga analisis dan pelaporan kegiatan penelitian. Penentuan konstanta Sellmeier pada berbagai variasi konsentrasi garam NaCl dilakukan dengan menggunakan Spektrometer prisma di Laboratorium Fisika Modern Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Untuk memperoleh konstanta Sellmeier, dilakukan penentuan indeks bias bahan pada berbagai panjang gelombang cahaya tampak.

Kegiatan penelitian diawali dengan melakukan studi kasus mengenai identifikasi konstanta Sellmeier pada berbagai jenis larutan, sehingga dapat digunakan untuk mengkarakterisasi bahan. Berdasarkan referensi yang diperoleh, identifikasi konstanta Sellmeier dicoba untuk dikembangkan lebih lanjut pada garam NaCl. Hasil penelitian diharapkan dapat memperoleh konstanta Sellmeier dari NaCl pada berbagai konsentrasi.

Untuk melaksanakan kegiatan penelitian, dilakukan beberapa tahapan, mulai dari tahap persiapan alat dan bahan sampai dengan tahap analisis data. Persiapan alat dan bahan diawali dengan mempersiapkan spektrum cahaya yang akan digunakan dalam perhitungan nilai indeks bias. Sumber cahaya yang digunakan adalah lampu *mercury* Philips HPL-N 80 watt yaitu cahaya polikromatik yang diuraikan menjadi tiga daerah panjang gelombang yakni spektrum merah, kuning, dan hijau. Kegiatan persiapan juga dilakukan dalam rangka mempersiapkan larutan NaCl yang akan divariasi pada berbagai konsentrasi. Spektrometer prisma yang telah dikalibrasi sebelumnya, akan diperoleh data indeks bias sebagai fungsi dari panjang gelombang, pada berbagai variasi konsentrasi larutan NaCl. Berdasarkan data tersebut akan dilakukan proses perhitungan untuk memperoleh besarnya konstanta Sellmeier, pada berbagai variasi NaCl yang telah ditentukan.

Digital Repository Universitas Jember

3.2 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang diperoleh dari penelitian ini adalah data kuantitatif. Data tersebut berupa nilai konstanta Sellmeier pada berbagai variasi konsentrasi larutan NaCl. Sumber data ini diperoleh dari hasil pengukuran panjang gelombang (λ) spektrum cahaya lampu *mercury* dan pengukuran indeks bias (n) bahan larutan garam NaCl.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi seluruh data baik yang diperoleh dari hasil pengukuran maupun hasil perhitungan. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran adalah sudut difraksi cahaya. Sudut difraksi cahaya selanjutnya digunakan untuk menghitung panjang gelombang di udara. Data panjang gelombang di udara akan dipakai untuk menentukan panjang gelombang di dalam medium (larutan NaCl). Ketiga data pengukuran di atas diperoleh dengan menggunakan spektrometer kisi.

Data hasil pengukuran berikutnya adalah sudut deviasi minimum dari setiap cahaya yang didispersikan oleh medium (larutan NaCl). Nilai ini selanjutnya akan digunakan untuk menentukan indeks bias medium untuk setiap cahaya yang di dispersikan. Kedua data di atas diperoleh dengan menggunakan spektrometer prisma. Variabel akhir yang akan dihitung selanjutnya adalah konstanta Sellmeier, yang diperoleh dari data panjang gelombang dalam medium dan indeks bias dalam medium. Seluruh data penelitian yang diperoleh diatas akan diamati pada variasi konsentrasi NaCl.

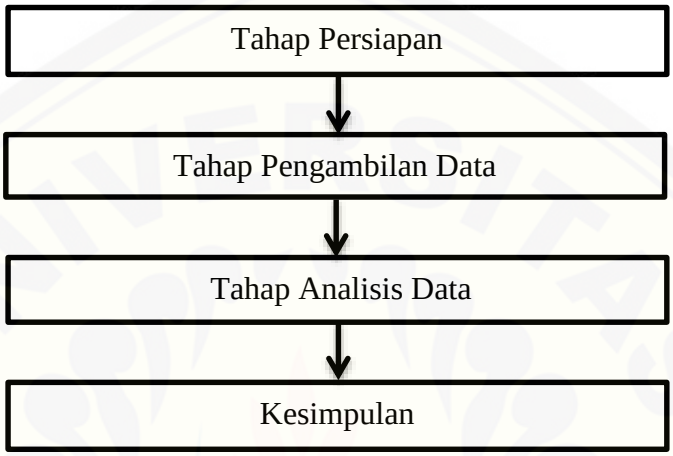
3.4 Kerangka Penyelesaian Masalah

Permasalahan pada penelitian ini adalah menentukan konstanta Sellmeier dari berbagai konsentrasi larutan garam NaCl. Penentuan nilai konstanta Sellmeier dilakukan dengan menentukan nilai panjang gelombang pada spektrum cahaya dengan menggunakan spektrometer kisi, dan menentukan nilai indeks bias dari larutan garam NaCl dengan menggunakan spektrometer prisma. Setelah memperoleh data nilai panjang gelombang dan nilai indeks bias maka nilai

Digital Repository Universitas Jember

konstanta Sellmeier akan didapatkan. Data-data yang akan dicari telah tercantum pada subbab 3.3

Adapun tahapan kegiatan yang dilakukan dalam rangka menyelesaikan permasalahan dari kegiatan penelitian, disampaikan pada Gambar 3.1, berupa diagram alir tahapan penyelesaian penelitian.



Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penyelesaian permasalahan dalam kegiatan penelitian

Gambar 3.1 di atas merupakan diagram alir yang berisi tentang tahapan-tahapan yang akan dilaksanakan dalam penelitian penentuan konstanta Sellmeier pada berbagai konsentrasi garam NaCl yaitu 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. Tahapan pertama yaitu persiapan, dalam hal ini meliputi persiapan alat penelitian, bahan penelitian serta pengkalibrasian alat. Tahapan kedua yaitu pengambilan data, dimana dalam proses ini akan dijelaskan bagaimana cara memperoleh data. Tahap ketiga merupakan proses analisis data, yang mengaplikasikan formula-formula yang digunakan dalam penelitian guna penentuan konstanta Sellmeier pada berbagai konsentrasi garam NaCl, meliputi penentuan panjang gelombang spektrum cahaya, penentuan nilai indeks bias garam NaCl, dan penentuan konstanta Sellmeier. Tahapan yang terakhir merupakan kesimpulan. Berikut merupakan detail penjelasan dari masing-masing tahapan.

Digital Repository Universitas Jember

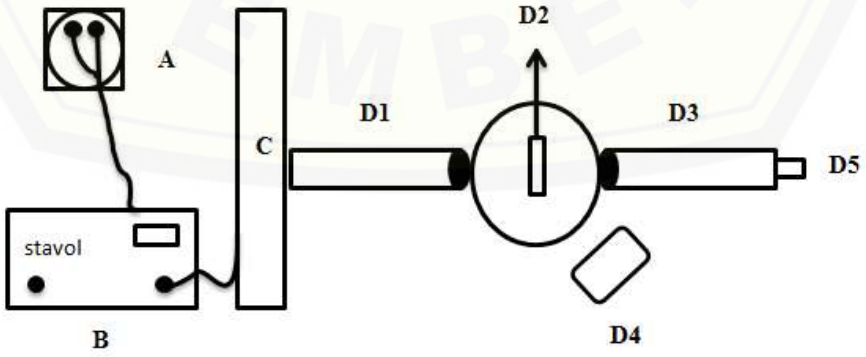
3.4.1 Tahap persiapan

1. Persiapan alat penelitian

Serangkaian alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian adalah sebagai berikut;

a. *Stavol* berfungsi sebagai stabilisator tegangan listrik.
b. Spektrometer kisi berfungsi untuk menentukan panjang gelombang spektrum cahaya, dan spektrometer prisma berfungsi untuk menentukan indeks bias bahan melalui pengamatan spektrum warna.
c. Lampu *mercury* Philips HPL-N 80 watt sebagai sumber cahaya.
d. Kisi difraksi dengan lebar celah $d = 1{,}6667 \times 10^{-3}$ mm berfungsi sebagai pendifraksi cahaya untuk mengetahui panjang gelombang spektrum yang dihasilkan
e. Prisma transparan dengan alas berbentuk segitiga sama sisi sebagai wadah bahan penelitian sekaligus sebagai elemen dispersif cahaya polikromatik dengan dimensi sisi alas 2,6 cm, tinggi 7,6 cm, dan tebal 1 mm.
f. Labu ukur 25 ml berfungsi sebagai tempat mencampur NaCl dengan aquades.
g. Gelas ukur 250 ml berfungsi sebagai alat ukur volume cairan.
h. *Magnetic Stirrer* berfungsi untuk mengaduk NaCl dengan aquades.

Adapun skema rancangan alat penelitian yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Skema sebuah spektrometer kisi maupun spektrometer prisma

Digital Repository Universitas Jember

Keterangan :

A : Sumber listrik AC

B : *Stavol* sebagai stabilisator tegangan listrik AC

C : Lampu *mercury* Philips HPL-N 80 watt sebagai sumber cahaya

D1 : Kolimator

D2 : Kisi pada spektrometer kisi atau prisma pada spektrometer prisma

D3 : Teropong

D4 : *Angular scale*

D5 : *Eyes piece*

Gambar 3.2 di atas merupakan skema rancangan dari penggunaan alat spektrometer. Ada dua rancangan alat dalam penelitian ini yaitu spektrometer kisi dan spektrometer prisma. Spektrometer kisi digunakan untuk menentukan panjang gelombang spektrum cahaya dengan menggunakan lampu *mercury* HPL-N 80 watt, sedangkan spektrometer prisma digunakan untuk mengidentifikasi indeks bias larutan garam NaCl pada berbagai variasi konsentrasi. Data indeks bias yang diperoleh nantinya digunakan untuk menentukan konstanta Sellmeier dari larutan garam NaCl.

2. Persiapan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa garam NaCl dan juga aquades (H_2O). Kedua bahan tersebut akan diuji untuk memperoleh nilai indeks biasnya masing-masing pada variasi konsentrasi mulai dari 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% NaCl. Bahan yang digunakan adalah garam NaCl untuk dicari nilai indeks biasnya, sedangkan aquades dalam hal ini digunakan sebagai bahan pelarut ataupun pengencer agar diperoleh konsentrasi sesuai dengan yang diinginkan.

NaCl digunakan sebagai data kalibrasi sekaligus data kontrol dari kegiatan penelitian. Adapun untuk larutan garam, variasi konsentrasi dilakukan dengan cara mengencerkan garam NaCl menggunakan aquades sebagai pelarutnya. Proses pencampuran NaCl dan aquades dilakukan dengan menggunakan *magnetic stirer* pada kecepatan putar yang seragam dan waktu pengenceran yang disesuaikan

Digital Repository Universitas Jember

dengan keadaan pencampuran. Proses pencampuran dilakukan menurut konsentrasi yang telah ditentukan. Sebagai contoh, jika kita ingin membuat 20 ml larutan NaCl dengan konsentrasi 10%, maka massa NaCl yang harus dipersiapkan adalah sebesar

$$m_{NaCl} = \frac{10\ gr}{100\ ml} \times 20\ ml = 2\ g \qquad (3.1)$$

Dengan demikian, untuk membuat 10% NaCl sebanyak 20 ml, ditambahkan aquades pada gelas ukur yang telah berisi 2 g NaCl hingga larutan yang dihasilkan menunjukkan skala 20 ml pada gelas ukur.

3. Kalibrasi alat

Kalibrasi terhadap rancangan alat yang digunakan dalam hal ini dilakukan dengan menggunakan aquades. Data yang dihasilkan disini berupa panjang gelombang beserta nilai indeks biasnya. Data panjang gelombang diperoleh dengan menggunakan spektrometer kisi, sedangkan nilai indeks bias didapatkan dengan menggunakan spektrometer prisma.

Nilai panjang gelombang diukur dengan menggunakan spektrometer kisi dengan sumber cahaya berupa lampu *mercury* Philips HPL-N 80 watt. Hasil observasi menunjukkan bahwa spektrum yang diperoleh berupa warna merah, kuning, dan hijau. Ketiga spektrum ini selanjutnya akan digunakan untuk mengidentifikasi besarnya sudut deviasi minimum dari bahan. Pengukuran deviasi minimum dari setiap spektrum dilakukan dengan menggunakan spektrometer prisma.

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran deviasi minimun menggunakan spektrometer prisma selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai indeks bias NaCl untuk ketiga spektrum. Dengan menggunakan data spektrum di orde 1, nilai indeks bias yang dihasilkan akan dibandingkan dengan data referensi untuk NaCl (Polyanskiy, 2008). Hasil kalibrasi diperoleh dengan menghitung beda nilai yang diperoleh antara data hasil pengamatan dengan data referensi. Beda nilai tersebut selanjutnya dijadikan sebagai faktor skala bagi data pengukuran berikutnya.

Digital Repository Universitas Jember

Kalibrasi yang dilakukan yaitu dengan menggunakan larutan NaCl 0% (aquades) yang diletakkan pada prisma transparan dengan alas berbentuk segitiga kemudian diamati pada spektrometer prisma untuk mengetahui nilai dari indeks bias larutan tersebut. Penentuan indeks bias dilakukan dengan mengamati spektrum cahaya. Pada orde satu yang dipancarkan oleh sumber cahaya *mercury* dan melewati prisma transparan yang berisi larutan NaCl 0% (aquades), sehingga dapat diketahui besar sudut deviasi minimum yang ditunjukkan oleh *angular scale* untuk masing-masing spektrum warna.

3.4.2 Tahap pengambilan data

Hal yang pertama kali dilakukan dalam proses pengambilan data adalah pengukuran panjang gelombang spektrum cahaya yang dihasilkan oleh lampu *mercury* Philips HPL-N 80 watt. Cahaya polikromatik dari lampu *mercury* akan menghasilkan tujuh spektrum monokromatik yang masing-masing spektrum memiliki panjang gelombang dan akan membentuk sudut difraksi, sehingga berdasarkan persamaan difraksi (persamaan 2.4) dapat diketahui nilai panjang gelombang spektrum cahaya tersebut.

Proses selanjutnya adalah penentuan indeks bias garam (NaCl), yang sudah melalui proses pengenceran, dengan spektrometer prisma. Alat penelitian disusun seperti pada Gambar 3.2 dan kisi diganti dengan prisma transparan yang berisi bahan berupa larutan garam (NaCl) yang telah dilarutkan pada aquades. Penentuan indeks bias dilakukan dengan mengamati spektrum yang telah diketahui panjang gelombangnya yaitu warna merah, kuning dan hijau (Zahro, 2015), pada orde satu, yang dipancarkan oleh sumber cahaya *mercury* dan melewati prisma transparan yang berisi larutan garam (NaCl). Data yang diukur adalah besar sudut deviasi minimum yang ditunjukkan oleh *angular scale*, untuk masing-masing spektrum warna, baik di sisi kiri (d_{kiri}) maupun sisi kanan (d_{kanan}) teleskop.

Pengukuran sudut difraksi dan sudut deviasi minimum dilakukan kembali untuk variasi konsentrasi larutan garam yang telah dipersiapkan. Masing-msing

Digital Repository Universitas Jember

hasil ukur untuk setiap variasi tersebut, akan dilakukan kembali sebanyak tiga kali pengulangan. Hal ini dilakukan agar mendapatkan data yang cukup presisi.

3.4.3 Tahap analisis data

1. Penentuan panjang gelombang spektrum

Data pertama yang diperoleh dari panjang gelombang spektrum adalah sudut deviasi kanan (θ_{kanan}) dan sudut deviasi kiri (θ_{kiri}) dari masing-masing spektrum. Berikut merupakan persamaan difraksi untuk menentukan panjang gelombang spektrum:

$$d \sin\theta = n\,\lambda \tag{3.2}$$

d adalah lebar celah kisi dan n merupakan orde spektrum, dalam hal ini digunakan spektrum pada orde pertama. Besarnya sudut difraksi diperoleh dari nilai selisih θ_{kanan} dan θ_{kiri} dibagi dua.

2. Penentuan indeks bias larutan NaCl

Data sudut deviasi minimum yang telah didapatkan selanjutnya diolah untuk memperoleh nilai indeks bias larutan garam (NaCl), pada masing-masing konsentrasi. Formula perhitungan nilai indeks bias bahan menggunakan persamaan(3.3)

$$n = \frac{\sin\frac{dm + p}{2}}{\sin\frac{p}{2}} \tag{3.3}$$

dengan p adalah sudut ruang yang dibentuk oleh prisma sama sisi yaitu 60° dan dm merupakan nilai tengah dari selisih sudut deviasi kanan dan sudut deviasi kiri. Besarnya dm adalah:

$$dm = \frac{d_{kanan} - d_{kiri}}{2} \tag{3.4}$$

Sudut deviasi minimum diperoleh dengan ketentuan bahwa sudut sinar datang dari medium 1 ke medium 2 (sinar yang masuk ke prisma) sama dengan sudut sinar bias yang keluar dari prisma. Oleh karena pengambilan data pengukuran d_m pada masing-masing konsentrasi larutan NaCl dilakukan sebanyak tiga kali

Digital Repository Universitas Jember

pengulangan, maka nilai indeks bias akhir dihitung menggunakan nilai rata-rata dari ketiga nilai indeks bias yang diperoleh.

3. Penentuan konstanta Sellmeier bahan

Persamaan Sellmeier adalah persamaan empiris yang menghubungkan antara nilai indeks bias medium (n) dengan panjang gelombang sinar (λ) yang yang melewatinya. Berikut persamaan Sellmeier dengan dua konstanta:

$$n^2 = 1 + \frac{A\lambda^2}{\lambda^2 - B} \tag{3.5}$$

n^2 merupakan kuadrat indeks bias medium, A dan B adalah konstanta Sellmeier. Dalam penelitian ini, nilai dari A dan B akan didapatkan dengan memecahkan persamaan simultan yang diperoleh melalui kombinasi tiga buah persamaan (3.5). Masing-masing persamaan berisi data pasangan indeks bias dan panjang gelombang dari sebuah spektrum. Ketiga spektrum tersebut adalah spektrum merah, kuning dan jingga. Berdasarkan nilai A dan B yang diperoleh, akan didapatkan tabel hasil perhitungan konstanta Sellmeier tersebut untuk berbagai variasi konsentrasi garam NaCl.

Digital Repository Universitas Jember

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan yaitu dengan menggunakan data panjang gelombang dan indeks bias yang diukur menggunakan spektrometer prisma, telah diketahui nilai dari konstanta Sellmeier A dan B larutan NaCl pada berbagai variasi konsentrasi. Nilai konstanta Sellmeier A pada konsentrasi 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% berurutan yaitu (1,0118 $\pm$ 0,0307), (1,6906 $\pm$ 0,0728), (2,0177 $\pm$ 0,1158), (1,1905 $\pm$ 0,0948), (1,3741 $\pm$ 0,2180) dan (1,3253 $\pm$ 0,1905). Sedangkan pada konstanta Sellmeier B diperoleh (-17,4367 $\pm$ 1,4912) $\times$ 10^4 untuk konsentrasi 0%, (-5,2335 $\pm$ 0,3611) $\times 10^4$ untuk konsentrasi 10%, (-6,7146 $\pm$ 0,5655) $\times 10^4$ pada konsentrasi 20%, (-2,7311 $\pm$ 0,4669) $\times 10^4$ untuk konsentrasi 30%, konsentrasi 40% diperoleh nilai (-34,3018 $\pm$ 10,7463) $\times 10^4$, kemudian konsentrasi 50% didapat (-31,9820 $\pm$ 9,3763) $\times 10^4$.

5.2 Saran

Saran dari penelitian penentuan konstanta Sellmeier pada berbagai variasi konsentrasi garam NaCl dengan menggunakan spektrometer prisma adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan bahan yang lain untuk meyakinkan pengaruh variasi konsentrasi terhadap konstanta dispersi.
2. Pengulangan tiga kali dilakukan dengan membuat pengulangan di dalam pembuatan sampel.

Digital Repository Universitas Jember

DAFTAR PUSTAKA

Alfian, Z. 2006. Merkuri : Antara Manfaat dan Efek Penggunaannya Bagi Kesehatan Manusia dan Lingkungannya. *Skripsi*. Sumatra Utara.

Bodurov, Vlaeva, Mrudova, Yovcheva, Nikolova, Eftimov and Plachkova. 2013. Detection of Adulteration in Olive Oils Using Optical and Thermal Methods. *Journal of Bulgarian Chemical Communications.* 45: 81-85.

BPOM RI . 2006. Direktorat Standarisai Produk Pangan Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pangan dan Bahan Berbahaya Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. Kategori pangan.

Brink, O.G. 1984. *Dasar-dasar Ilmu Instrument.* Bandung: Binacipta.

Bueche, F. J. 1989. *Seri Buku Schaum Fisika Edisi Kedelapan.* Jakarta: Erlangga

Daimon & Masumura. 2007. Measurement of the refractive index of distilled water from the near-infrared region to the ultraviolet region. *Journal of Natural Science and Mathematics.* 4(2): 157-170.

Djuhana, D. 2011. *Difraksi Cahaya.* Jakarta: Departement of Physics University of Indonesia.

French, R.H. & Yang, M.K. 2004. Immersion Fluid Revractive Indices Using Prism Minimum Deviation Tecniques. *Proccedinds of SPIE* (5377): 1689-1694.

Ghosh, G., Endo, M., & Iwasalu, T. 1994. Temperature-Dependent Sellmeier Coefficients and Chromatic Dispersions for Some Optical Fiber Glasses. *Journal of Lightwave Technology.* 12 (8): 1338-1342.

Giancoli, D. 1998. *Fisika Edisi 4 (terjemahan).* Jakarta: Erlangga.

Digital Repository Universitas Jember

Gibilisco, S. 2009. *Optics Demystified.* United States of America: McGraw-Hill Companies.

Hale, M. G & M. R., Querry. 1973. Optical Constants of Water in the 200-nm to 200-μm Wavelength Region. *J. Applied Optics***.** 3(12): 555-563.

Halliday, D., & Resnick, R. 1997. *Fisika Edisi ke 3 (terjemahan).* Jakarta: Erlangga.

Jaka, M. 2013. Artikel Lampu Mercury. [serial online]. http://www.smkayani-pbl.sch.id. [24 Februari 2015].

Jenkins, F. A., & White, H. E. 2001. *Fundamentals of Optics Fourth Edition.* United States og America: The McGraw-Hill Companies.

Kedenburg, Vieweg, Gissibl & Giessen. 2012. Linear Refractive Index and Absorption Measurements of Nonlinear Optical in The Visible and Near-Infrared Spectral Region. *Optical Society of America* 2 (11) : 1588-1611.

Marihati & Muryati. 2008. Pemisahan dan Pemanfaatan Bitern Sebagai Salah Satu Upaya Peningkatan Pendapatan Petani Garam. *Buletin Penelitian dan Pengembangan Industri* No. 2/Vol. II/Februari. Semarang.

Nugraheni, F. A., Setijono, H., & Hatta, A. M. 2012. Perancangan Sistem Pengukuran Konsentrasi larutan Gula dengan Menggunakan Interferometer Michelson. *Jurnal Teknik pomits* 1, No. (1).

Othmer, K. 1969. *Encyclopedia of Chemical Technology, 2nd ed., 18*. John Wily and Sons Inc., USA.

Pedrotti, F. L. & Pedrotti, L. S. 1993. *Introduction to Optics: Second Edition.* Prentice-Hall International,Inc: New York.

Polyanskiy, Mikhail. 2008. Refractive Index. [serial Online]. https://refractiveindex.info/?shelf=main&book=NaCl&page=Li. [April 2018].

Digital Repository Universitas Jember

Ramadhani, Putri R. W. 2016. Pengaruh Variasi Konsentrasi Terhadap Konstanta Sellmeier Etanol. *Skripsi.* Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Fisika Universitas Jember.

Resnick, R. 1996. *Fisika Jilid 2.* Jakarta: Erlangga.

Rofiq, A. 2010. Analisi Indeks Bias pada Pengukuran Konsentrasi Larutan Sukrosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) Menggunakan Portable Brix Meter. *Skripsi.* Semarang: Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro Semarang.

Sarojo, G. A. 2011. *Gelombang dan Optika.* Jakarta: Salemba Teknika.

Sedivy. 1996. Recent Developments in International Salt Trade : Review of International Salt Trade Developments in Asia-Pasific Region, International Sal Summit, Ahmedabad, Gujarat, http://www.salt-partners.com/pdf/Ahmedabad2010 , diakses tanggal 23 September 2012.

Setyopratomo, P., Siswanto, W., & Ilham, H.S., 2003. Studi Eksperimental pemurnian Garam NaCl dengan Cara Rekristalisasi. Surabaya http://repository.ubaya.ac.id./28/1/Art0002 Puguh.pdf. diakses tanggal 16 September 2012.

Shyam, S. 2002. "Refractive Index Measurement and Its Applications", *Physics Scripta*, (65). Halaman 167-180.

Subedi, D. P., D. R. Adhikari, U. M., Joshi, H. N. Poudel, dan B. Niraula. 2006. Study og Temperature and Concentration Dependence of Refractive Index of Liquids using a Novel Technique. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology.* 2 (1): 1-7.

Subiyantoro, S. 2001. Mengenal Lebih Jauh Tentang Garam. BPPP Banyuwangi, Jawa Timur.

Tipler, P.A. 1991. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 2 Edisi Ketiga. Alih Bahasa oleh Bambang Soegijono.* 2001. Jakarta: Erlangga.

Digital Repository Universitas Jember

Tipler, P. A. 2001. *Fisika Untuk Sains dan Teknik.* Jakarta: Erlangga.

Troph, W. J., Thomas, M. E., and Harris, T. J. 1995. Optical and Physical Properties of Materials: Properties of Crystals and Glasses. Chap. 33 in *Handbook of Optics:* 25-30.

Tugino. 2012. Sifat-sifat Cahaya. [serial Online]. http://www.pusatmateri.com/sifat-cahaya-dan-pemanfaatannya.html. [1 Desember 2014].

Wells, John C. 2008. *Longman Pronunciation Dictionary* (3rd ed.), Longman, pp. 143& 755, ISBN 9781405881180.

Yulianto *et al*. 2011. *Rancang Bangun Spektrometer Menggunakan Prisma dan Webcam.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

Zahro, D. F. 2015. Penentuan Konstanta Sellmeier dan Konstanta Cauchy Minyak Kelapa Sawit Pada Berbagai Temperatur Menggunakan Spektrometer Prisma. *Skripsi.* Jember: FMIPA Jurusan Fisika Universitas Jember.

Digital Repository Universitas Jember

LAMPIRAN

4.1 Data hasil percobaan dan pengukuran panjang gelombang pada spektrometer kisi

Spektrum	θ° kiri	θ° kanan	θ	sin θ	λ (nm)	$\bar{\lambda} \pm$ SE
Merah	305,5	255,0	25,3	0,4265687	711,0	715,3±2,2
	305,5	254,5	25,5	0,4305111	717,5	
	305,5	254,5	25,5	0,4305111	717,5	
Kuning	285,5	245,0	20,3	0,3461171	576,9	574,6±2,3
	285,0	245,0	20,0	0,3420201	570,0	
	285,0	244,5	20,3	0,3461171	576,9	
Hijau	200,0	163,5	18,3	0,3131638	521,9	517,3±2,3
	199,5	163,5	18,0	0,3090170	515,0	
	199,5	163,5	18,0	0,3090170	515,0	

Persamaan yang digunakan yaitu:

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

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{3} (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)$$

$$SE = \sqrt{\frac{\sum_1^3 (\lambda - \bar{\lambda})^2}{n(n-1)}}$$

Keterangan :

θ° kiri : sudut deviasi kiri

θ° : selisih sudut deviasi kanan dan kiri

θ° kanan : sudut deviasi kanan

d : lebar celah kisi ($1{,}6667 \times 10^{-3}$ nm)

Digital Repository Universitas Jember

4.2 Data hasil percobaan dan pengukuran panjang gelombang konsentrasi 0% pada spektrometer prisma

Spektrum	θ° kiri	θ° kanan	θ°	λ (nm)	$\bar{\lambda}$	SE
Merah	226,0	180,0	23,0	651,2		
	226,0	181,0	22,5	637,8	644,5	3,8720
	225,5	180,0	22,75	644,5		
Kuning	206,0	165,0	20,5	583,7		
	200,5	160,5	20,0	570,0	579,1	4,5486
	202,5	161,5	20,5	583,7		
Hijau	189,5	150,5	19,5	556,4		
	178,5	140,5	19,0	542,6	535,7	14,3493
	177,0	141,5	17,75	508,1		

4.3 Data hasil percobaan dan pengukuran panjang gelombang konsentrasi 10% pada spektrometer prisma

Spektrum	θ° kiri	θ° kanan	θ°	λ (nm)	$\bar{\lambda}$	SE
Merah	234,0	185,5	24,25	684,5		
	232,5	183,5	24,5	691,2	706,5	18,7049
	238,5	185,5	26,5	743,7		
Kuning	215,0	175,5	19,75	563,2		
	215,5	175,5	20,0	570,0	572,3	6,0213
	218,5	177,5	20,5	583,7		
Hijau	195,5	160,5	17,5	501,2		
	194,5	159,0	17,75	508,1	503,5	2,3103
	190,5	155,5	17,5	501,2		

4.4 Data hasil percobaan dan pengukuran panjang gelombang konsentrasi 20% pada spektrometer prisma

Spektrum	θ° kiri	θ° kanan	θ°	λ (nm)	$\bar{\lambda}$	SE
Merah	241	189,5	25,75	724,1		
	242,5	190,5	26	730,6	732,8	5,7574
	243,5	190,5	26,5	743,7		
Kuning	230	189,5	20,25	576,9		
	235,5	194,5	20,5	583,7	581,4	2,2724
	238,5	197,5	20,5	583,7		
Hijau	221,5	186,5	17,5	501,2	505,8	4,6174

Digital Repository Universitas Jember

	222	186	18	515,0
	223,5	188,5	17,5	501,2

4.5 Data hasil percobaan dan pengukuran panjang gelombang konsentrasi 30% pada spektrometer prisma

Spektrum	θ° kiri	θ° kanan	θ°	λ (nm)	$\bar{\lambda}$	SE
Merah	262,0	215,5	23,25	657,9		
	262,5	216,5	23,0	651,2	653,5	2,2293
	263,5	217,5	23,0	651,2		
Kuning	253,5	213,5	20,0	570,0		
	253,5	213,0	20,25	576,9	572,3	2,2761
	258,5	218,5	20,0	570,0		
Hijau	244,5	206,5	19,0	542,6		
	240,0	205,0	17,5	501,2	515,0	13,8127
	243,5	208,5	17,5	501,2		

4.6 Data hasil percobaan dan pengukuran panjang gelombang konsentrasi 40% pada spektrometer prisma

Spektrum	θ° kiri	θ° kanan	θ°	λ (nm)	$\bar{\lambda}$	SE
Merah	290,5	237,5	26,5	743,7		
	289,0	236,5	26,25	737,2	721,8	16,4506
	286,0	237,5	24,25	684,5		
Kuning	275,5	235,0	20,25	576,9		
	275,0	234,0	20,5	583,7	579,1	2,2724
	275,5	235,0	20,25	576,9		
Hijau	250,5	212,5	19,0	542,6		
	251,0	213,5	18,75	535,7	533,4	6,0783
	251,5	215,0	18,25	522,0		

4.7 Data hasil percobaan dan pengukuran panjang gelombang konsentrasi 50% pada spektrometer prisma

Spektrum	θ° kiri	θ° kanan	θ°	λ (nm)	$\bar{\lambda}$	SE
Merah	311,5	259	26,25	737,2		
	314	264,5	24,75	697,8	715,3	11,5739
	312,5	262	25,25	711,0		

Digital Repository Universitas Jember

Kuning	288,5	247,5	20,5	583,7		
	287,5	247	20,25	576,9	579,1	2,2724
	287,5	247	20,25	576,9		
Hijau	266,5	229	18,75	535,7		
	268,5	230	19,25	549,5	542,6	3,9699
	261,5	223,5	19	542,6		