



**PENENTUAN KARAKTERISTIK ELEKTRO-OPTIK PADA
MADU DENGAN METODE INTERFEROMETER MICHELSON**

SKRIPSI

Oleh:

Ika Ratna Widayanti

NIM 091810201025

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**PENENTUAN KARAKTERISTIK ELEKTRO-OPTIK PADA MADU
DENGAN METODE INTERFEROMETER MICHELSON**

SKRIPSI

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

Oleh:

Ika Ratna Widayanti

NIM 091810201025

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

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

1. Ibunda Sri Muji Rahayu dan Ayahanda Soeharyono Tercinta;
2. Mukhammad Zainul Arifin yang telah memberikan do'a, dukungan, semangat dan cinta kasihnya;
3. adikku Aries Dwi Nugroho yang sangat menyayangiku;
4. sahabat-sahabatku mahasiswa Jurusan Fisika angkatan 2009 dan seluruh angkatan jurusan fisika;
5. guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi terhormat yang telah memberikan ilmu dan bimbingan dengan penuh kesabaran;
6. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTTO

Belajarlah dari elektron dalam atom yang tidak pernah gila status. Belajarlah dari hidrogen dan oksigen, meski berbeda tetapi mereka mampu bersatu menjadi air yang berguna bagi makhluk hidup. Belajarlah dari Gelombang Elektromagnetik, meskipun berjalan jauh membawa informasi, dia tidak pernah korupsi dan minta difasilitasi. Alam adalah tuntunan tidak tertulis supaya manusia bisa hidup bijaksana. *)

Dan perumpamaan-perumpamaan ini Kami buat untuk manusia; dan tiada yang memahaminya kecuali orang-orang yang berilmu. **)

Untuk mengerjakan sebuah perkara besar, kita tidak hanya bertindak, tapi juga bermimpi; tidak hanya berencana, tapi juga percaya. ***)

*) Sutisna. 2012. Ide
**) Terjemahan Qs. Al-'Ankabuut: 43.
***) Anatole Franc.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ika Ratna Widayanti

NIM : 091810201025

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Penentuan Karakteristik Elektro-optik Pada Madu Dengan Metode Interferometer Michelson” adalah benar-benar hasil karya tulis sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember,
Yang menyatakan,

Ika Ratna Widayanti
NIM 091810201025

SKRIPSI

**PENENTUAN KARAKTERISTIK ELEKTRO-OPTIK PADA MADU
DENGAN METODE INTERFEROMETER MICHELSON**

Oleh

Ika Ratna Widayanti
NIM 091810201025

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Misto M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Artoto Arkundato S.Si, M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penentuan Karakteristik Elektro-optik Pada Madu Dengan metode Interferometer Michelson” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

hari :

tanggal :

tempat : Fakultas MIPA Universitas Jember.

Tim Penguji :

Ketua,

Sekretaris,

Ir. Misto M.Si
NIP.195911211991031002

Dr. Artoto Arkundato S.Si, M.Si
NIP.196912251999031001

Anggota 1,

Anggota 2,

Puguh Hiskiawan S.Si, M.Si
NIP. 197412152002121001

Supriyadi S.Si, M.Si
NIP.198204242006041003

Mengesahkan
Dekan,

Prof. Drs. Kusno DEA, Ph.D.
NIP.196101081986021001

RINGKASAN

Penentuan Karakteristik Elektro-optik Pada Madu Dengan Metode Interferometer Michelson; Ika Ratna Widayanti, 091810201025; 2013; 56 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Madu merupakan produk alam kaya karbohidrat yang diproduksi oleh lebah madu dari nektar tanaman. Karbohidrat yang terkandung dalam madu hampir 90% berupa karbohidrat dari golongan monosakarida seperti fruktosa dan glukosa yang sering disebut dengan gula pereduksi. Sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan oleh Standart Industri Indonesia (SII) tahun 1977 dan 1985, standart mutu madu salah satunya berdasarkan pada kandungan gula pereduksi seperti fruktosa dan glukosa. Madu yang banyak dijual dipasaran memiliki kadar dan komposisi gula pereduksi yang berbeda-beda, bahkan terdapat madu yang mengandung gula non-pereduksi (sukrosa) sehingga kandungan gula pereduksinya hanya minimum. Untuk mengetahui perbedaan dari keduanya perlu dilakukan uji laboratorium, karena gula pereduksi dan non-pereduksi pada madu tidak dapat dibedakan langsung secara kasat.

Berdasarkan dari struktur molekulnya, gula pereduksi bersifat polar dan gula non pereduksi bersifat nonpolar. Ketika molekul dikenai medan listrik yang besar, maka molekul berorientasi yang mengarahkan molekul untuk terpolarisasi, terutama pada molekul polar karena memiliki momen dipol listrik permanen. Dengan sifat tersebut, madu dapat dibedakan kandungan gula pereduksinya dengan menggunakan efek Kerr. Karena medium berupa zat cair dan isotropik maka digunakan efek Kerr. Ketika medium bersifat polar dikenai medan listrik yang kuat, akan menghasilkan koefisien Kerr (R_k) yang besar begitu sebaliknya untuk medium dengan molekul nonpolar.

Karena studi efek Kerr melibatkan perhitungan dan pengukuran indeks bias medium terhadap medan listrik luar, maka metode yang tepat untuk mengamati perubahan indeks bias medium (Δn) terhadap kenaikan medan listrik (E) adalah metode interferometer Michelson. Metode tersebut cukup akurat untuk mengamati

perubahan indeks bias yang sangat kecil ($\Delta n \sim 10^{-6}$) dengan mengetahuinya dari perubahan jumlah lingkaran gelap terang/cm (ζ) di layar pengamatan.

Penelitian menggunakan bahan madu jenis monoflora yang terdiri dari madu bunga Kapuk, madu bunga Rambutan, madu bunga Kaliandra dan madu bunga Kelengkeng. Digunakan madu jenis ini karena madu tersebut banyak dijual di pasaran. Dengan beberapa kelebihan diantaranya yaitu terdiri dari hanya satu nektar bunga yang dikumpulkan lebah dan pemanenan tergantung pada musim bunganya. Ketika madu diletakkan di depan *movable mirror*, pola frinji tidak teramati, ini diakibatkan pekatnya jenis madu tersebut. Sehingga alternatif lain untuk menghasilkan pola frinji, maka digunakan konsentrasi madu (%).

Dari hasil analisis dan pembahasan diketahui bahwa, semakin besar medan listrik yang diberikan, maka jumlah lingkaran gelap terang/cm (ζ) di layar pengamatan akan semakin berkurang. Kenaikan konsentrasi madu juga mempengaruhi jumlah (ζ), semakin besar konsentrasi madu, maka jumlah (ζ) sebelum dikenai medan listrik luar akan semakin banyak. Banyaknya jumlah (ζ) tersebut sebanding dengan besarnya beda fase. Semakin besar beda fase, maka kerapatan optik medium (konsentrasi madu) semakin tinggi, jika kerapatan optiknya tinggi maka semakin besar indeks bias medium tersebut.

Semakin banyak jumlah (ζ) yang hilang ketika medan listrik luar yang diberikan semakin besar, menandakan semakin besar respon molekul terhadap medan listriknya yang berarti molekul tersebut bersifat polar. Molekul polar pada konsentrasi madu berasal dari gula pereduksi. Semakin besar komposisi gula pereduksi maka semakin besar koefisien Kerr (R_k) yang diperoleh, dan bersifat sebaliknya untuk nilai koefisien Kerr R_k yang kecil. Nilai koefisien Kerr (R_k) terbesar diperoleh madu bunga Kaliandra sebesar $(1,33 \pm 0,02) \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{V}^2$ pada konsentrasi 10%, sedangkan nilai koefisien Kerr (R_k) terkecil dimiliki madu bunga Kelengkeng sebesar $(3,04 \pm 0,07) \times 10^{-13} \text{ m}^2/\text{V}^2$ pada konsentrasi 20%.

PRAKATA

Segala puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala karunia dan hidayah yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Penentuan Karakteristik Elektro-optik Pada Madu Dengan Metode Interferometer Michelson”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusun skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Misto M.Si., selaku dosen pembimbing utama, Dr. Artoto Arkundato S.Si, M.Si., selaku dosen pembimbing anggota I, Puguh Hiskiawan S.Si, M.Si., selaku dosen penguji I dan Supriyadi S.Si, M.Si., selaku dosen penguji II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Mutmainnah S.Si, M.Si selaku dosen yang turut serta memberikan bimbingan dalam penulisan skripsi ini;
3. Keluarga besarku, Ayahanda Soeharyono, Ibunda Sri Muji Rahayu, Adikku Aries Dwi Nugroho yang telah memberikan motivasi kepadaku;
4. Mas Edy Sutrisno selaku teknisi Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Mas Hadi dan Mas Sudarmono, yang turut serta membantu dalam pembuatan alat;
5. Pak Taufik selaku teknisi Laboratorium Optoelektronika dan Fisika Modern yang turut membantu selama penelitian;
6. Mbah Kakung, Mbah Uti, Lek Yam, Mbak Tutik, Mas Yoyok, Tante Wanti, Om Aris terima kasih atas do’a, dukungan, dan motivasinya;
7. teman-teman seperjuanganku, beserta semua sahabat-sahabat Fisika;

8. sahabat-sahabat kost, Putri, Lia, Lyla, Ulum, Ovy, dan Dwi yang telah memberikan semangat dan motivasi hingga selesainya skripsi ini;
9. semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Besar harapan penulis bila segenap pembaca memberikan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Jember, Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan.....	6
1.5 Manfaat.....	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Jenis Madu dan Khasiatnya.....	7
2.2 Kualitas Madu	8
2.3 Susunan Molekul Glukosa, Fruktosa dan Sukrosa	10
2.4 Polarisasi Cahaya.....	12
2.5 Aktivitas Optik	13
2.6 Dipol Listrik di Dalam Medan Listrik E	14

2.7 Optik Nonlinier	15
2.8 Efek Elektro-optik.....	16
2.9 Laser He-Ne	19
2.10 Indeks Bias.....	20
2.11 Interferensi	21
2.12 Interferometer	21
2.13 Interferometer Michelson	22
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	26
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	26
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	26
3.2.1 Alat Penelitian.....	26
3.2.2 Bahan Penelitian	27
3.3 Tahap Penelitian	27
3.3.1 Tahap Penentuan Bahan.....	28
3.3.2 Tahap Persiapan	28
3.3.3 Kalibrasi Alat Penelitian	29
3.3.4 Tahap Perlakuan Bahan	31
3.3.5 Tahap Perlakuan Medan Listrik.....	31
3.3.6 Penyusunan Alat Penelitian	31
3.3.7 Tahap Pengambilan Data	33
3.3 Analisis Data	33
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Hasil Penelitian dan Analisis Data.....	38
4.1.1 Hasil Pengukuran Kalibrasi.....	38
4.1.2 Pengamatan perubahan jumlah lingkaran gelap terang/cm ketika sampel dikenai medan listrik luar (E)	40
4.1.3 Hasil pengukuran jumlah lingkaran gelap terang/cm (ζ) terhadap kenaikan medan listrik (E)	41

4.1.4 Hasil pengukuran untuk jumlah frinji yang hilang (Δm) terhadap kenaikan medan listrik luar (E)	47
4.1.5 Hasil perhitungan nilai koefisien Kerr (R_k) pada empat konsentrasi dari empat madu bunga.....	56
4.2 Pembahasan.....	57
BAB 5. PENUTUP.....	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Hubungan antara indeks bias dengan kadar air pada madu	8
4.1 Perbandingan indeks bias aquades eksperimen dan referensi dengan menggunakan uji t.....	38
4.2 Nilai ralat grafik untuk hubungan jumlah lingkaran gelap terang/cm (ζ) sebagai fungsi medan listrik (E) pada konsentrasi 5%	42
4.3 Nilai ralat grafik untuk hubungan jumlah lingkaran gelap terang/cm (ζ) sebagai fungsi medan listrik (E) pada konsentrasi 10%	43
4.4 Nilai ralat grafik untuk hubungan jumlah lingkaran gelap terang/cm (ζ) sebagai fungsi medan listrik (E) pada konsentrasi 15%	45
4.5 Nilai ralat grafik untuk hubungan jumlah lingkaran gelap terang/cm (ζ) sebagai fungsi medan listrik (E) pada konsentrasi 20%	46
4.6 Nilai perhitungan grafik untuk jumlah frinji yang hilang (Δm) sebagai fungsi medan listrik (E) pada konsentrasi 5%	48
4.7 Nilai ralat grafik untuk hubungan jumlah frinji yang hilang (Δm) sebagai fungsi medan listrik (E) pada konsentrasi 5%	49
4.8 Nilai perhitungan grafik untuk jumlah frinji yang hilang (Δm) sebagai fungsi medan listrik (E) pada konsentrasi 10%	50
4.9 Nilai ralat grafik untuk hubungan jumlah frinji yang hilang (Δm) sebagai fungsi medan listrik (E) pada konsentrasi 10%	51
4.10 Nilai perhitungan grafik untuk jumlah frinji yang hilang (Δm) sebagai fungsi medan listrik (E) pada konsentrasi 15%	52

4.11 Nilai ralat grafik untuk hubungan jumlah frinji yang hilang (Δm) sebagai fungsi medan listrik (E) pada konsentrasi 15%.....	53
4.12 Nilai perhitungan grafik untuk jumlah frinji yang hilang (Δm) sebagai fungsi medan listrik (E) pada konsentrasi 20%.....	55
4.13 Nilai ralat grafik untuk hubungan jumlah frinji yang hilang (Δm) sebagai fungsi medan listrik (E) pada konsentrasi 20%.....	56
4.14 Nilai koefisien Kerr (R_k) pada empat konsentrasi dari empat jenis madu bunga.....	57

DAFTAR GAMBAR

2.1	(a) gugus aldehid dan (b) gugus keton	10
2.2	(a) struktur molekul fruktosa dan (b) struktur molekul glukosa	11
2.3	Rumus sukrosa yang terbentuk atas α -D-glukosa dan β -D-fruktosa	12
2.4	Bentuk molekul nonpolar (a) dan molekul polar (b) saat dikenai medan listrik homogen mengalami polarisasi.....	14
2.5	Respon dari media optik tak simetris dalam kasus optik nonlinier berdasarkan respon polarisasi P sebagai fungsi medan listrik.....	15
2.6	Grafik hubungan antara jumlah frinji yang hilang (Δm) sebagai fungsi medan listrik (E).....	18
2.7	Laser He-Ne	19
2.8	Interferometer Michelson.....	23
2.9	Penampakan pola gelap terang frinji pada interferometer Michelson	24
3.1	Diagram alir kegiatan penelitian	27
3.2	Desain alat penelitian	32
3.3	Linearisasi grafik hubungan antara kenaikan medan listrik E terhadap jumlah frinji yang hilang (Δm)	35
4.1	Kurva untuk uji pihak kanan pada (<i>two tail test</i>)	39
4.2	Grafik hubungan antara kenaikan medan listrik (E) terhadap jumlah pola gelap terang frinji (ζ) untuk wadah sampel tanpa terisi konsentrasi	40
4.3	Pola frinji yang terbentuk untuk madu bunga rambutan pada konsentrasi 10%	41

4.4	Grafik hubungan antara kenaikan medan listrik (E) terhadap jumlah pola gelap terang frinji (ζ) pada konsentrasi 5%	42
4.5	Grafik hubungan antara kenaikan medan listrik (E) terhadap jumlah pola gelap terang frinji (ζ) pada konsentrasi 10%	43
4.6	Grafik hubungan antara kenaikan medan listrik (E) terhadap jumlah pola gelap terang frinji (ζ) pada konsentrasi 15%	44
4.7	Grafik hubungan antara kenaikan medan listrik (E) terhadap jumlah pola gelap terang frinji (ζ) pada konsentrasi 20%	46
4.8	Grafik hubungan antara kenaikan medan listrik (E) terhadap jumlah frinji yang hilang (Δm) pada konsentrasi 5%	47
4.9	Grafik hubungan antara kenaikan medan listrik (E) terhadap jumlah frinji yang hilang (Δm) pada konsentrasi 5% dalam fungsi log.....	48
4.10	Grafik hubungan antara kenaikan medan listrik (E) terhadap jumlah frinji yang hilang (Δm) pada konsentrasi 10%	50
4.11	Grafik hubungan antara kenaikan medan listrik (E) terhadap jumlah frinji yang hilang (Δm) pada konsentrasi 10% dalam fungsi log.....	51
4.12	Grafik hubungan antara kenaikan medan listrik (E) terhadap jumlah frinji yang hilang (Δm) pada konsentrasi 15%	52
4.13	Grafik hubungan antara kenaikan medan listrik (E) terhadap jumlah frinji yang hilang (Δm) pada konsentrasi 15% dalam fungsi log.....	53
4.14	Grafik hubungan antara kenaikan medan listrik (E) terhadap jumlah frinji yang hilang (Δm) pada konsentrasi 20%	54

4.15 Grafik hubungan antara kenaikan medan listrik (E) terhadap jumlah frinji yang hilang (Δm) pada konsentrasi 20% dalam fungsi log..... 55