

# PENGARUH KONSENTRASI BERBAGAI LARUTAN GULA SAKAROSA TERHADAP SUDUT PUTAR JENIS CAHAYA MERAH, HIJAU DAN KUNING

Mita Kusuma Purwasih

Universitas Ahmad Dahlan, jalan Pramuka 42, Sidikan, Umbulharjo, Yogyakarta 55161  
mitakusumapurwasih@gmail.com

## Abstrak

Gula merupakan zat optis aktif yang mempunyai sifat dapat memutar arah getar cahaya yang melewatinya. Dalam penelitian ini dilakukan penelitian tentang pengaruh berbagai larutan gula sakarosa pada berbagai konsentrasi dan pengaruh panjang gelombang terhadap perubahan sudut putar jenis cahaya.

Sebagai sumber cahaya digunakan laser merah dengan panjang gelombang 650 nm, laser hijau dengan panjang gelombang 532 nm, dan sumber cahaya kuning dari lampu halogen *projecteur* dengan daya maksimum 150 watt. Larutan yang digunakan berupa tiga jenis yaitu gula Tropicana Slim, gula Gulaku dan gula MK dengan masing-masing konsentrasi 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. Sudut polarisator divariasikan dari 0°, 30° dan 60° dengan masing-masing diulang sebanyak 10 kali, kemudian dicari sudut analisator yang bersesuaian dengan intensitas cahaya transmisi minimum. Pengolahan data dilakukan dengan teknik rata-rata berbobot, kemudian dibuat kurva hubungan antara konsentrasi terhadap sudut analisator atau perubahan sudut putar jenis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi larutan gula dan panjang gelombang sumber cahaya mempengaruhi perubahan sudut putar jenis cahaya. Semakin besar konsentrasi larutan gula semakin besar perubahan sudut putar jenisnya. Besarnya nilai perubahan sudut putar jenis berturut-turut dari yang paling besar terjadi pada larutan gula Tropicana Slim, Gulaku dan MK. Sedangkan untuk panjang gelombang, semakin kecil nilai panjang gelombang sumber cahaya maka perubahan sudut putar jenisnya semakin besar. Besarnya nilai perubahan sudut putar jenis berturut-turut dari yang paling besar terjadi pada sumber cahaya laser hijau, cahaya kuning dan laser merah.

**Kata kunci:** Polarisation, zat optis, panjang gelombang, larutan gula

## Abstract

Sugar is optically an active substance that has a ability to rotate the direction of vibration light passing through it. The aim of this research is to study the influence of concentrations of various sucrose solutions to the light polarization angle.

As a light source was used red laser pointer with wavelength of 650 nm, green laser pointer with wavelength of 532 nm, and yellow light source from halogen lamp *projecteur* with maximum power of 150 watt. The solution used including three kinds of sugar, there were Tropicana Slim, Gulaku sugar, and MK, with each concentration was 10%, 20%, 30%, 40% and 50%. The angle of polarization were varied from 0°, 30°, and 60° with each of the angle is repeated as much as 10 times, then it was sought analisator angle corresponding to the minimum light intensity transmission. The data processing is done by the weighted average techniques, and then made curve the relations between concentration of analisator angle to angle of polarization.

The result of the research indicate that concentration of sugar and wavelength influence the change of polarization angle. The higher the concentration of sugar the larger the angle of polarization. The changes of polarization angel from the biggest were Tropicana Slim, Gulaku and MK. While for the wavelength, the smaller of the wavelength the larger the changes of total polarization angle. The changes of polarization angel from the biggest were green laser, yellow light, and red laser.

**Key words:** *polarization, optical substance, wavelength, sugar solution*

## 1. Pendahuluan

Gelombang cahaya memiliki arah getaran medan listrik **E** dan medan magnetik **B** yang saling tegak lurus, dan keduanya tegak lurus terhadap arah rambat gelombang cahaya. Karena kuat medan listrik jauh lebih besar daripada kuat medan magnetik, maka

hanya arah getaran medan listrik **E** yang diperhitungkan.

Fungsi gelombang untuk gelombang elektromagnet dapat dituliskan sebagai

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 \cos(\mathbf{kx} - \omega t) \quad (1)$$

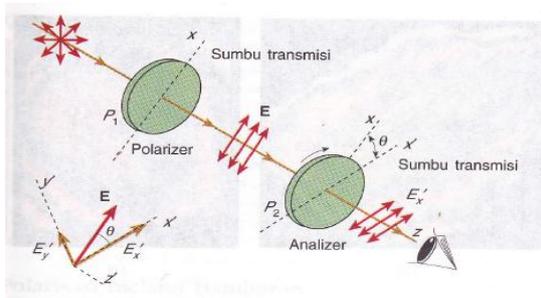
$$\mathbf{B} = \mathbf{B}_0 \cos(kx - \omega t) \tag{2}$$

dimana  $k$  merupakan angka gelombang,  $\omega$  kecepatan sudut,  $t$  waktu,  $E_0$  intensitas  $E$  maksimum, dan  $B_0$  intensitas  $B$  maksimum (Sutrisno, 1979).

Cahaya yang sebagian arah getarnya terserap disebut cahaya terpolarisasi, dan jika cahaya hanya mempunyai satu arah getar tertentu disebut cahaya terpolarisasi linier. Teknik umum untuk menghasilkan cahaya terpolarisasi adalah menggunakan polaroid. Polaroid akan meneruskan gelombang-gelombang yang arah getarnya sejajar dengan sumbu transmisi dan menyerap gelombang-gelombang pada arah getar lainnya. Polaroid ideal akan meneruskan semua komponen medan listrik  $E$  yang sejajar dengan sumbu transmisi dan menyerap seluruh komponen medan listrik  $E$  yang tegak lurus pada sumbu transmisi.

Seberkas cahaya tak terpolarisasi berjalan pada arah  $z$  masuk ke polarisator pada arah sumbu  $y$ . Setengah cahaya masuk memiliki medan listrik pada arah  $y$  dan setengah pada arah  $x$ . Setengah intensitas ditransmisikan, dan cahaya yang ditransmisikan terpolarisasi linier dengan medan listriknya pada arah  $y$ . Misalkan analisator membentuk sudut  $\theta$  dengan sumbu transmisi polarisator. Jika  $E$  adalah medan listrik diantara kedua polarisator, komponen sepanjang arah sumbu transmisi dari kedua polarisator adalah  $E \cos \theta$ . Intensitas cahaya sebanding dengan  $E^2$ , intensitas cahaya yang ditransmisikan oleh kedua polarisator diberikan oleh rumus (Tipler, 2001).

$$I = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta \tag{3}$$



**Gambar 1.** Dua Polarisator Membentuk Sudut  $\theta$  Satu Sama Lain.

Dimana  $I_0$  adalah nilai maksimum dari intensitas yang di transmisikan. Nilai maksimum tersebut terjadi bila arah-arah pemolarisasi dari  $P_1$  dan  $P_2$  adalah sejajar, yaitu apabila  $\theta = 0$  atau  $180^\circ$ .

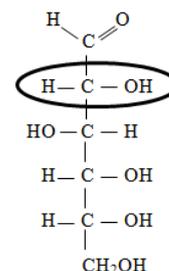
Persamaan (3) yang dinamakan hukum Malus menjelaskan bahwa intensitas yang keluar dari analisator adalah hasil dari  $\cos^2$  sudut putar jenisnya terhadap intensitas cahaya yang masuk melalui polarisator(cahaya tak terpolarisasi).

Jika sebuah gelombang elektromagnetik terpolarisasi melewati bahan-bahan tertentu, maka bidang polarisasinya terputar. Rotasi bidang polarisasi

ini disebut aktivitas optis. Jika seberkas cahaya terpolarisasi linier melalui suatu bahan optis aktif, maka gelombang yang ditransmisikan juga terpolarisasi linier tetapi pada bidang yang lain, yang membentuk sudut  $\theta$  dengan bidang datang (Finn, 1994).

Ditinjau dari keaktifan optiknya, senyawa dibedakan atas dua yaitu senyawa yang bersifat optis aktif dan optis pasif. Jika cahaya terpolarisasi bidang dilewatkan pada suatu cairan yang mengandung senyawa yang bersifat optis aktif maka bidang polarisasi ini diputar ke kiri atau ke kanan. Tetapi jika senyawa cairan optis pasif, bidang polarisasi cahaya tidak akan diputar. Sifat optis aktif senyawa bergantung pada sudut polarisasi cahaya yang melaluinya. Makin besar sudut polarisasi maka senyawa itu makin bersifat optis aktif. Berbagai jenis cairan organik dan anorganik mempunyai sifat optis aktif yang berarti dapat memutar bidang polarisasi cahaya yang melaluinya. Besar sudut polarisasi bergantung pada panjang lintasan cahaya yang melalui medium, dan konsentrasi zat aktif dalam cairan (Wierna, 2011).

Gula merupakan contoh molekul yang memutar arah getar cahaya, dengan sudut putar yang berbanding lurus dengan konsentrasinya. Molekul gula mempunyai bentuk spiral (heliks), dengan arah putar tertentu. Gula merupakan golongan sukrosa dimana sukrosa terdiri atas glukosa dan fruktosa. Glukosa termasuk golongan aldosa sehingga pada deret rantai molekul dapat dituliskan huruf D (dexter). Pemberian huruf D berkaitan dengan gugus OH yang terikat pada atom C yang mengikat gugus  $CH_2OH$ . Bila gugus OH berada disisi kanan maka senyawa yang bersangkutan berkonfigurasi D.



**Gambar 2.** Rantai molekul glukosa

## 2. Metode Penelitian

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

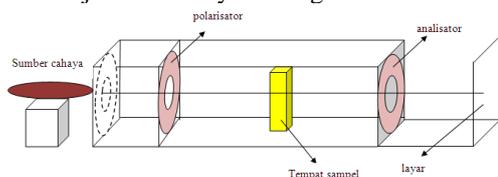
- a. Sumber cahaya  
 Sumber cahaya yang digunakan laser merah dengan panjang gelombang 650 nm dengan daya keluaran maksimum 5 mW class III A, laser hijau dengan panjang gelombang 532 nm dengan daya keluaran maksimum 1800 mW class II, dan

- sumber cahaya kuning dari lampu halogen *projecteur* dengan daya maksimum 150 watt.
- b. Polarisator  
 Berfungsi untuk menghasilkan cahaya terpolarisasi dari cahaya tak terpolarisasi (cahaya alami).
- c. Analisator  
 Berfungsi untuk mengurangi intensitas cahaya terpolarisasi.
- d. Tempat sampel  
 Digunakan sebagai tempat larutan yang akan dikaji sifat optisnya. Tempat sampel terbuat dari kaca preparat dengan tebal 1 mm dan berbentuk balok dengan ukuran panjang 2,5 cm, lebar 2,5 cm dan tingginya 7,5 cm.
- e. Layar  
 Digunakan untuk menangkap cahaya dari hasil polarisasi.
- f. Gelas ukur  
 Digunakan untuk membuat konsentrasi larutan gula.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah larutan gula putih dari gula sakarosa atau gula tebu Gulaku, Tropicana Slim, dan MK dengan konsentrasi masing-masing 10%, 20%, 30%, 40%, 50%.

Prosedur percobaan:

- a. Membuat beberapa sampel larutan gula dari ketiga merek gula dengan konsentrasi 10%, 20%, 30%, 40%, 50%.
- b. Melakukan observasi terhadap arah polarisasi cahaya tanpa menggunakan sampel dan tanpa wadah (hanya udara) untuk mengetahui kelayakan polarisator dan analisator yang digunakan.
- c. Memposisikan laser merah, polarisator, wadah sampel, dan analisator sehingga cahaya laser merah yang melewati semua peralatan terletak pada posisi segaris.
- d. Berkas laser merah dilewatkan pada setiap sampel larutan gula dan mengamati sudut putar jenis cahaya laser merah setelah melewati analisator. Dalam hal ini diambil nilai intensitas minimum sumber cahaya dengan cara memutar analisator. Sudut yang terbaca pada analisator ketika ada sampel dikurangi dengan sudut yang terbaca ketika tidak ada sampel, merupakan perubahan sudut putar jenisnya.
- e. Diulangi langkah d untuk larutan gula dengan konsentrasi yang berbeda serta sumber cahaya laser hijau dan cahaya kuning.



Gambar 3. Diagram Alat Penelitian

Metode analisis yang digunakan yaitu analisis grafik yaitu dengan dideskripsikan dengan koordinat kartesius, yaitu hubungan antara perubahan sudut putar jenis terhadap perubahan konsentrasi zat dan analisis matematis dengan rumus rata-rata berbobot.

$$\bar{\theta} = \frac{\sum \theta_i}{\sum \frac{1}{s_i^2}} \quad (4)$$

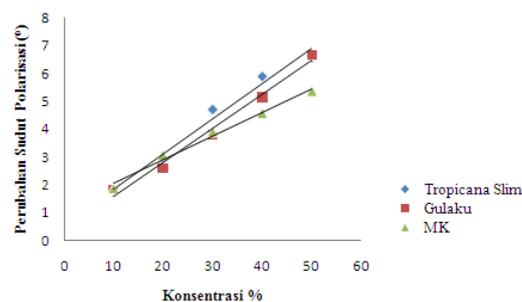
kemudian dicari persamaan garis lurus dengan menggunakan rumus

$$y = ax + b \quad (5)$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

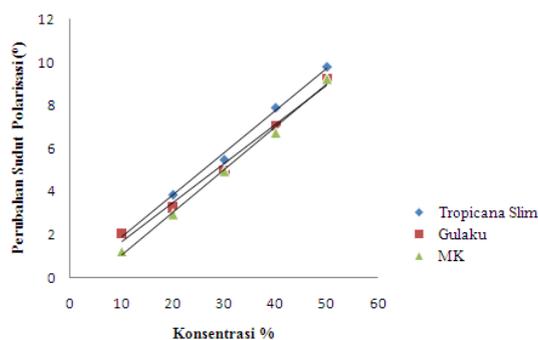
#### Pengaruh konsentrasi larutan gula terhadap perubahan sudut putar jenis berbagai warna sumber cahaya

- a. Pengaruh konsentrasi larutan gula terhadap perubahan sudut putar jenis laser merah  
 Didapat hasil bahwa perubahan sudut putar jenis terhadap konsentrasi larutan gula yaitu linier seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Konsentrasi Ketiga Larutan Gula terhadap Perubahan Sudut putar jenis Laser Merah

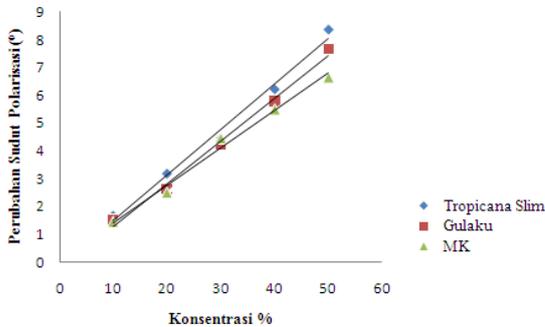
- b. Pengaruh konsentrasi larutan gula terhadap perubahan sudut putar jenis laser hijau  
 Didapat hasil bahwa perubahan sudut putar jenis terhadap konsentrasi larutan gula yaitu linier seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik Pengaruh Konsentrasi Ketiga Larutan Gula terhadap Perubahan Sudut putar jenis Laser Hijau

- c. Pengaruh konsentrasi larutan gula terhadap perubahan sudut putar jenis cahaya kuning

Didapat hasil bahwa perubahan sudut putar jenis terhadap konsentrasi larutan gula yaitu linier seperti pada gambar 6.

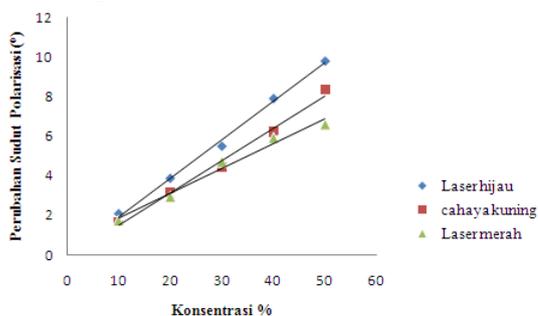


**Gambar 6.** Grafik Pengaruh Konsentrasi Ketiga Larutan Gula terhadap Perubahan Sudut putar jenis Cahaya Kuning

Dari data yang diperoleh menunjukkan adanya kenaikan perubahan sudut putar jenis ( $\theta$ ) secara linier terhadap kenaikan konsentrasi gula. Peristiwa ini akibat adanya atom C pada molekul gula sehingga larutan gula bersifat optis aktif yaitu dapat memutar bidang polarisasi tanpa pengaruh medan. Larutan gula yang merupakan larutan optis aktif berfungsi untuk membelokkan cahaya yang telah melalui polarisator. Untuk menemukan sinar yang telah dibelokkan oleh larutan gula, digunakan analisator yang sudutnya dapat diubah-ubah. Besarnya sudut yang ditunjukkan analisator setelah menemukan sinar dengan intensitas paling kecil disebut sudut putar atau perubahan sudut putar jenis.

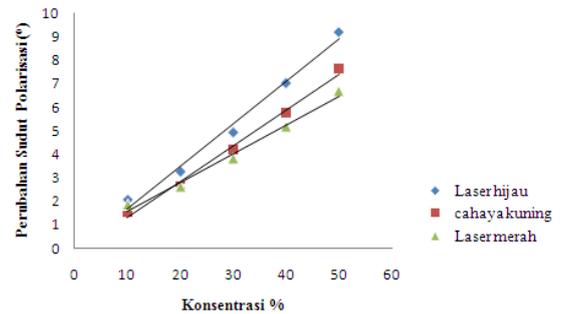
**Pengaruh panjang gelombang sumber cahaya terhadap perubahan sudut putar jenis berbagai larutan gula**

- a. Pengaruh panjang gelombang sumber cahaya terhadap perubahan sudut putar jenis pada larutan gula Tropicana Slim



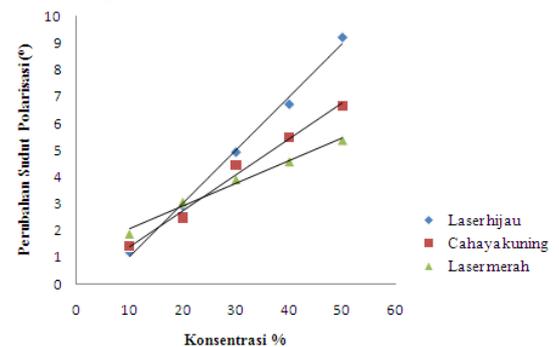
**Gambar 7.** Grafik Pengaruh Panjang Gelombang Sumber Cahaya terhadap Perubahan Sudut putar jenis pada Larutan Gula Tropicana Slim

- b. Pengaruh panjang gelombang sumber cahaya terhadap perubahan sudut putar jenis pada larutan gula Gulaku



**Gambar 8.** Grafik Pengaruh Panjang Gelombang Sumber Cahaya terhadap Perubahan Sudut putar jenis pada Larutan Gula Gulaku

- c. Pengaruh panjang gelombang sumber cahaya terhadap perubahan sudut putar jenis pada larutan gula MK



**Gambar 9.** Grafik Pengaruh Panjang Gelombang Sumber Cahaya Terhadap Perubahan Sudut putar jenis pada Larutan Gula MK

Jika dibandingkan,  $\theta$  yang dihasilkan oleh laser hijau lebih besar dibandingkan yang dihasilkan oleh laser merah dan cahaya kuning. Penyebabnya adalah panjang gelombang laser hijau lebih kecil daripada panjang gelombang laser merah dan cahaya kuning sehingga frekuensi yang dimiliki oleh laser hijau lebih besar daripada yang dimiliki oleh laser merah dan cahaya kuning. Sesuai dengan persamaan gelombang

$$f = \frac{v}{\lambda} \tag{6}$$

dimana frekuensi dan panjang gelombang saling berbanding terbalik.

Penggunaan laser merah menghasilkan perubahan sudut putar jenis paling kecil dibanding yang lain, karena laser merah mempunyai panjang gelombang paling besar dibanding laser hijau dan cahaya kuning sehingga frekuensi yang dimiliki laser merah paling kecil dibandingkan yang lain. Sedangkan ketika menggunakan cahaya kuning, efek perubahan sudut putar jenis yang terjadi lebih besar dibanding saat

menggunakan laser merah dan lebih kecil dibandingkan saat menggunakan laser hijau. Penyebabnya ialah cahaya kuning yang ditransmisikan ke polarisator dan kemudian mengenai larutan gula memiliki panjang gelombang diatas panjang gelombang laser hijau dan dibawah panjang gelombang laser merah yaitu 560-590 nm. Karena panjang gelombang cahaya kuning diantara dua gelombang yang lain maka frekuensi cahaya kuning juga berada diantara frekuensi dari panjang gelombang yang lain.

#### 4. Kesimpulan

Berdasar hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh konsentrasi larutan gula yaitu sebanding dengan besarnya perubahan sudut putar jenis. Semakin besar konsentrasi larutan gula semakin besar perubahan sudut putar jenisnya.
2. Pengaruh panjang gelombang terhadap perubahan sudut putar jenis yaitu berbanding terbalik dimana semakin kecil nilai panjang gelombang sumber cahaya maka perubahan sudut putar jenisnya semakin besar. Besarnya nilai perubahan sudut putar jenis berturut-turut dari yang paling besar terjadi pada sumber cahaya laser hijau, cahaya kuning dan laser merah. Ini disebabkan panjang gelombang laser hijau paling kecil yaitu 532 nm, cahaya kuning 560-590 nm dan laser merah 650 nm.

#### Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Dr. Moh. Toifur M. Si. yang telah membimbing dan membantu penelitian dan kepada widodo S.Kom. yang telah membantu diskusi serta pembuatan alat penelitian

#### Daftar Pustaka

- Agustina, E. 2010. *Penentuan Kemurnian Minyak Kayu Putih dengan Teknik Analisis Perubahan Sudut Putar Polarisasi Cahaya Akibat Medan Listrik Luar*. Neutrino.
- C., A. L. 2012. Comparative Analysis of Monosaccharide and Disaccharide Using Different Instrument Refractometer and Polarimeter. *Okonkwo et al. Int. J. Res. Chem. Environ.*, 270-274.
- Finn, M. A. 1994. *Dasar-Dasar Fisika Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Muhammad Lailia Nurafik, S. A. 2013. *Pengaruh Kadar Gula Dalam Darah Manusia Terhadap Sudut Putar Sumbu Polarisasi Menggunakan*

*Alat Polarmeter Secara Non-Invasive*. Artikel Skripsi Mahasiswa. Malang: Program Studi Fisika Universitas Negeri Malang.

- Nunik Sri Ritasari. 2014. "*Pengembangan Materi Praktikum Penentuan Sudut Polarisasi Cahaya pada Minuman Kemasan Berbasis Data Logging*", Tesis. Yogyakarta: Program Magister Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan.
- Nuraniza. 2013. Uji Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Perubahan Sudut Polarisasi Cahaya Menggunakan Alat *Semiautomatic Polarymeter*. *Prima Fisika*, 87-91.
- Sutrisno. 1979. *Fisika Dasar: Gelombang dan Optik*. Bandung: ITB
- Wierna Yusanti. 2011. "*Perubahan Sudut putar jenis Cahaya Terhadap Variasi Medan Listrik pada Madu*", Skripsi. Semarang: Program Studi Fisika Universitas Diponegoro

