

Original paper

## **PENENTUAN MUTU MINYAK GORENG MENGGUNAKAN ANALISATOR DIGITAL**

**Gema Nuran U., Sumariyah, dan K. Sofjan Firdausi\***

Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

Email : [k.sofjanfirdausi@yahoo.co.id](mailto:k.sofjanfirdausi@yahoo.co.id)

Received: 19 November 2021; revised: 2 Januari 2022; accepted: 5 Januari 2022

### **ABSTRACT**

*Based on previous studies, the optical properties or the polarization angle used as an indicator of the quality of edible oil are relatively low. Therefore, a more thorough analyzer is needed to avoid parallax errors and increase the effectiveness of their measurements. In this study, the quality of cooking oil has been determined using a digital analyzer instrument as a result of the design. The control center and data processing of this instrument use the ATmega 328P microcontroller and Oled as an angle display device. The results of the Digital Analyzer test with a laser wavelength of 532 nm and using Malus' Law produced the smallest scale of  $0.1^\circ$ . In this work, a digital analyzer is used to measure the polarization angle of the edible oil. The instrument uses a stepper motor as an actuator and is connected to three gears that intersect with a certain radius ratio. For the control center and data processing, an ATmega 328P microcontroller is used. After the instrument has been realized, the OLED display is calibrated to the bow scale on the instrument. Testing the instrument with a laser wavelength of 532 nm using the law of Malus gave the smallest scale of  $0,1^\circ$ . For the first and second tests using sucrose solution, the linearity was  $R^2 = 0,9999$  and  $R^2 = 0,9997$ . When checking the edible oil quality, it can be distinguished from the mean value of the change in the polarization angle whether the oil has expired and is still suitable for consumption.*

**Keywords :** Polarization angle, digital analyzer, edible oil

### **ABSTRAK**

*Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, sifat optis atau sudut polarisasi yang digunakan sebagai indikator mutu minyak goreng nilainya relatif sangat kecil, sehingga diperlukan instrumen analisator yang lebih teliti untuk menghindari kesalahan paralaks dan meningkatkan efektivitas dalam pengukurannya. Pada penelitian ini telah dilakukan penentuan mutu minyak goreng menggunakan instrumen analisator digital hasil rancang bangun. Pusat pengendalian dan pemroses data instrument ini digunakan mikrokontroler ATmega 328P dan Oled sebagai piranti tampilan sudut. Hasil uji Analisator Digital dengan panjang gelombang laser sebesar 532 nm dan menggunakan Hukum Malus menghasilkan skala terkecil  $0,1^\circ$ . Untuk pengujian pertama dan kedua menggunakan larutan sukrosa menghasilkan linieritas masing-masing  $R^2 = 0,9999$  dan  $R^2 = 0,9997$ . Adapun pada uji mutu minyak goreng, dapat dibedakan*

minyak yang sudah kadaluarsa dan masih layak konsumsi berdasarkan nilai rerata perubahan sudut polarisasinya.

**Kata kunci:** Sudut polarisasi, analisator digital, minyak goreng

## PENDAHULUAN

Metode untuk menentukan mutu minyak goreng yang mencakup berbagai parameter menjadi satu parameter telah diteliti melalui sifat optis minyak goreng [1]. Meskipun semua parameter terkait langsung tidak secara eksplisit, setidaknya sifat optis pada minyak goreng dapat mengakomodasi berbagai parameter yang dianggap menyebabkan terjadinya penurunan mutu minyak goreng. Pada penelitian sebelumnya, metode tersebut telah berhasil membedakan minyak goreng yang masih layak konsumsi dengan minyak goreng yang mutunya sudah terdegradasi. Selain itu, metode tersebut telah digunakan sebagai *preliminary test* untuk menentukan tingkat kehalalan suatu bahan makanan yang berasal dari lemak hewani [2].

Keuntungan menggunakan metode tersebut adalah instrumen yang digunakan lebih praktis, efektif, dan hasil cenderung akurat [2]. Namun, perlu diketahui pada hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, sudut polarisasi atau sifat optis minyak goreng terlalu kecil sehingga diperlukan instrumen yang lebih teliti untuk menghindari kesalahan paralaks dalam melakukan pengukurannya. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini merupakan hasil rancang bangun yang mampu menghasilkan nilai sudut yang kecil dan teliti menggunakan prinsip roda-roda gigi (*gear*) yang bersinggungan.

Pada penelitian ini telah dilakukan penentuan mutu minyak goreng menggunakan Analisator digitalisasi. Instrumen analisator digital ini menggunakan pengolah data mikrokontroler.

Kelebihan penggunaan mikrokontroler pada penelitian ini karena perangkat tersebut telah mampu menghasilkan efektivitas penggunaan dan ketelitian pengukuran yang cukup tinggi pada penelitian sebelumnya seperti pengukuran konduktivitas larutan elektrolit berbasis mikrokontroler [4], pembuatan prototipe instrumen pres tahu [5], dan pembuatan detektor gerak dengan inframerah berbasis mikrokontroler [6].

## DASAR TEORI

Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang mampu merambat dalam ruang hampa (*vacuum*). Cahaya tampak, gelombang radio, sinar-x, sinar gamma, ultraviolet, inframerah, dan gelombang mikro termasuk gelombang elektromagnetik yang masing-masing memiliki nilai panjang gelombang ( $\lambda$ ). Gelombang elektromagnetik memiliki kecepatan sebesar  $c$  pada ruang hampa, hubungan frekuensi ( $f$ ) dengan panjang gelombang ( $\lambda$ ) elektromagnetik tertentu secara matematis ditulis pada Persamaan (1).

$$v = f \cdot \lambda \quad (1)$$

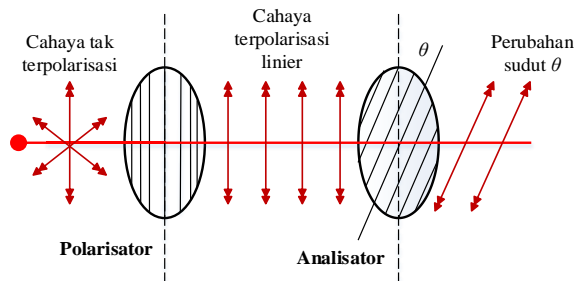
dengan  $v$  merupakan cepat rambat gelombang elektromagnetik didalam *vacuum* yang nilainya sama dengan  $c$ . Salah satu sifat dari gelombang elektromagnetik adalah dapat mengalami polarisasi karena termasuk gelombang transversal.

Perangkat untuk menganalisa sudut putar dari gelombang elektromagnetik terpolarisasi oleh suatu zat atau medium yang bersifat optis aktif adalah polarimeter. Gelombang tersebut merambat dengan arah getar secara acak yang kemudian

dipolarisasikan menjadi satu arah getar. Pada Gambar 1, dapat dilihat bahwa gelombang elektromagnetik akan terpolarisasi dan memenuhi Hukum Malus ketika merambat dengan arah getar secara acak melalui polarisator yang intensitasnya sebesar  $I_0$ , dilanjutkan melalui analisator intensitasnya akan menjadi lebih kecil berdasarkan persamaan (2).

$$I = I_0 \cos^2 \theta \quad (2)$$

dengan  $\theta$  sebagai nilai sudut pada analisator. Sudut polarisasi yang diukur dari suatu zat bergantung pada banyaknya konsentrasi senyawa zat tersebut, panjang lintasan ( $l$ ) yang dilalui gelombang elektromagnetik, panjang gelombang ( $\lambda$ ) dari sinar yang digunakan, dan temperatur saat pengukuran. Pengukuran sudut polarisasi mengacu pada besaran sudut putar jenis ( $\alpha$ ) yang dihasilkan dari 1 gram senyawa dalam 1 mL dengan panjang lintasan sejauh 1 dm [7].



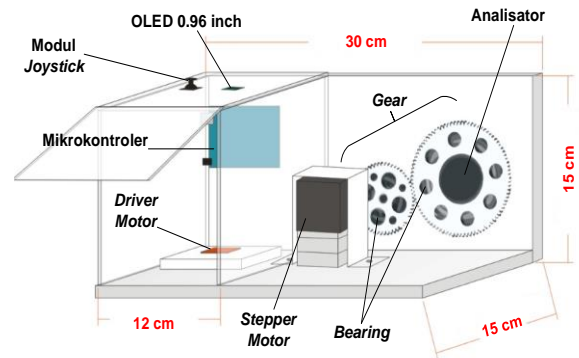
Gambar 1. Skema kerja Hukum Malus [7].

## METODE PENELITIAN

### Instrumen Analisator Digital

Instrumen analisator digital yang telah dapat direalisasikan berukuran 30 cm x 15 cm x 15 cm dengan case berbahan akrilik seperti terlihat pada Gambar 2. Bagian mekanik pada instrumen ini meliputi bearing bertipe 6202-Z dan 6910-ZZ yang berfungsi sebagai poros putar, selain itu terdapat tiga gear dengan jari-jari masing-masing 6 mm, 27 mm, dan 44 mm yang saling bersinggungan.

Gear berjari-jari 6 mm dipasang pada Stepper Motor NEMA 17 dengan 400 langkah per revolusi ( $0,9^\circ$  per langkah) yang akan menghasilkan rasio perputaran  $0,2^\circ$  pada gear berjari-jari 27 mm dan  $0,1^\circ$  pada gear berjari-jari 44 mm.

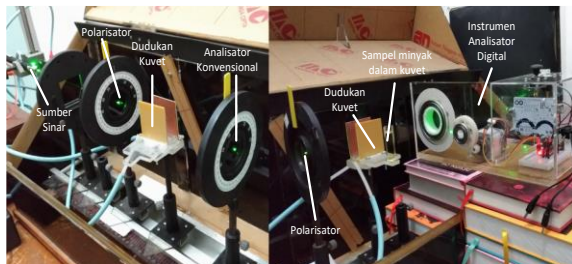


Gambar 2. Bentuk instrumen analisator digital.

Adapun komponen atau modul elektronik dari instrumen ini meliputi Modul Joystick KY-023, OLED SPI 0,96 inch, Mikrokontroler ATmega328P, Driver Motor, dan Stepper Motor Bipolar NEMA 17. Perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram instrumen ini agar mampu dikendalikan sesuai rasio perputaran gearnya adalah Arduino IDE v1.8.7 yang sudah terintegrasi dengan mikrokontroler ATmega328P.

Mikrokontroler ATmega328P memproses nilai sudut dengan menjumlah atau mengurangi setiap 1 langkah stepper motor. Setiap 1 langkah stepper motor menghasilkan sudut sebesar  $0,1^\circ$  berdasarkan rasio perputaran gear, kemudian data tersebut diinformasikan kepada user melalui OLED 0,96 inchi yang telah dihubungkan pada mikrokontroler, OLED 0,96 inchi yang dihubungkan menggunakan serial SPI dengan paket pemrograman (library) yang telah tersedia.

Besaran yang dikendalikan dengan program tersebut adalah kecepatan putar dari *stepper motor* yang digunakan. Nilai kelajuan dan arah perputaran *stepper motor* diatur berdasarkan nilai waktu (*delay*) yang dapat ditentukan melalui perintah terprogram pada mikrokontroler. Pergerakan *stepper motor* dipicu oleh nilai ADC yang diperoleh dari perubahan posisi *joystick*. *Joystick* tersebut menerapkan prinsip resistor variabel (nilai resistansi dapat berubah). Apabila posisi *joystick* tersebut digeser, maka nilai tegangan ikut berubah dan mempengaruhi nilai ADC yang terbaca pada mikrokontroler. *Joystick* KY-023 yang digunakan memiliki tegangan referensi maksimal 5 V yang diwakilkan oleh nilai ADC 10 bit dari mikrokontroler ATmega328P pada rentang 0 sampai 1.023. Gambar 3 menunjukkan instrumen analisator digital yang telah dipasang pada instrumen yang telah tersedia.



**Gambar 3.** Analisator Digital dalam Instrumen Polarimeter.

**Prosedur Penelitian**

Sebelum melakukan penentuan minyak goreng, dilakukan terlebih dahulu penentuan hubungan sudut keluaran analisator digital terhadap konsentrasi pada larutan sukrosa. Hasil uji linieritas pada tahap awal ini akan digunakan sebagai pengkalibrasi tahap selanjutnya yaitu tahap penentuan mutu minyak goreng.

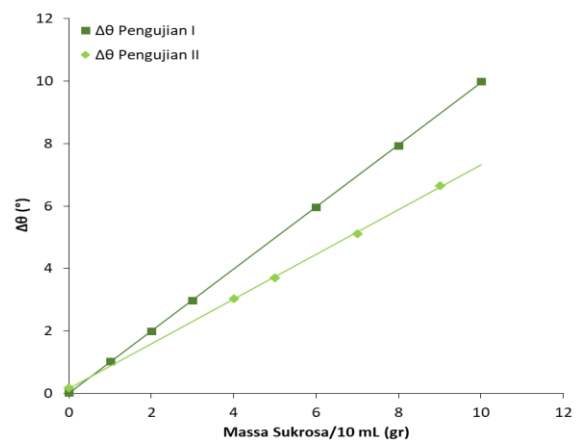
Tahap penentuan mutu minyak goreng didahului dengan melakukan

preparasi minyak goreng, kemudian melakukan pengukuran rerata sudut polarisasi minyak goreng yang telah dipilih menggunakan instrumen analisator digital dengan laser *pointer* yang memiliki panjang gelombang sebesar 532 nm secara bergantian. Setelah itu diperoleh data pengujian dari instrumen tersebut. Kemudian, menganalisis (membandingkan) data tersebut berdasarkan hubungan sebab-akibat yang berlaku.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Uji Linieritas Konsentrasi Larutan Sukrosa terhadap Perubahan Sudut Analisator Digital**

Uji linieritas konsentrasi larutan sukrosa terhadap perubahan sudut analisator digital dilakukan dua kali. Adanya bagian pertama dan kedua dikarenakan pengujian ini dilakukan pada hari yang berbeda dan larutan sukrosa tersebut dilakukan pengenceran sebelum pengukuran. Pengujian dilakukan sampai 20 kali pengukuran untuk setiap larutan sukrosa dan menggunakan laser dengan panjang gelombang 532 nm pada suhu ruang sebesar 16°C. Hasil uji linieritas seperti diperlihatkan pada Gambar 4.

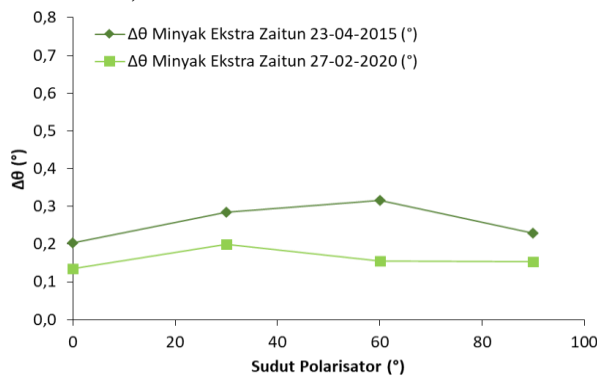


**Gambar 4.** Rata-rata perubahan sudut analisator digital terhadap konsentrasi larutan sukrosa.

Hasil uji linieritas pertama menghasilkan fungsi regresi sebesar ( $y = 0,9923x + 0,0203$ ) dengan nilai  $R^2$  adalah 0,9999, adapun hasil fungsi regresi pada pengujian kedua sebesar ( $y = 0,7163x + 0,1562$ ) dengan  $R^2$  yakni 0,9997. Pengujian yang pertama menunjukkan rata-rata perubahan sudut analisator digital per konsentrasi larutan sukrosa lebih besar dibanding pengujian yang kedua, dugaan sementara hal ini terjadi karena kurang telitinya dalam melakukan proses pengenceran larutan sukrosa.

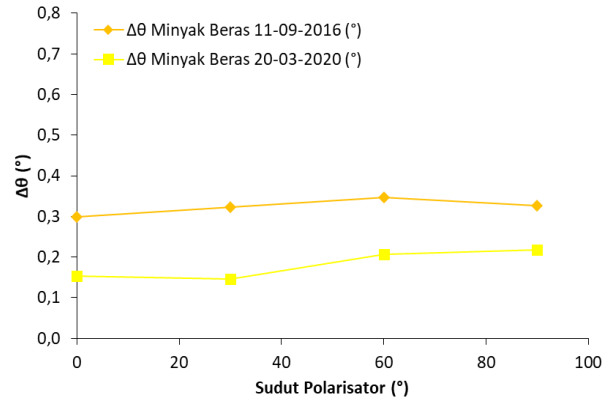
**Hasil Uji Mutu Minyak Goreng**

Minyak goreng yang digunakan dalam pengujian ini adalah minyak ekstra zaitun dengan tanggal kadaluarsa 23 April 2015 dan 27 Februari 2020, minyak beras dengan tanggal kadaluarsa 11 September 2016 dan 20 Maret 2020, serta minyak sawit dengan tanggal kadaluarsa 7 Oktober 2016 dan 19 November 2019. Adapun suhu ruangan yang dijaga konstan selama pengujian sebesar 16°C. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali pengukuran menggunakan laser dengan panjang gelombang 532 nm untuk setiap posisi sudut polarisator sebesar 0°, 30°, 60°, dan 90°. Data hasil pengukuran ketiga jenis minyak goreng tersebut secara berturut-turut diinterpretasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 5, 6 dan 7.

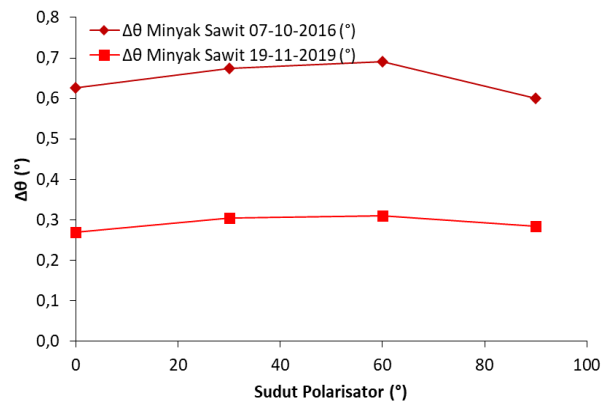


**Gambar 5.** Rata-rata perubahan sudut analisator digital terhadap posisi sudut

polarisator menggunakan minyak ekstra zaitun.



**Gambar 6.** Rata-rata perubahan sudut analisator digital terhadap posisi sudut polarisator menggunakan minyak beras.



**Gambar 7.** Rata-rata perubahan sudut analisator digital terhadap posisi sudut polarisator menggunakan minyak sawit.

Ketiga jenis minyak goreng (minyak ekstra zaitun, beras, dan minyak sawit) yang telah melewati masa kadaluarsa menghasilkan rerata perubahan sudut polarisasi yang lebih besar dibanding minyak goreng sejenis yang belum melewati masa kadaluarsa. Hal tersebut mengindikasikan bahwa minyak goreng yang telah melewati masa kadaluarsa mengalami penurunan mutu [9]. Penurunan mutu minyak goreng tersebut diduga karena



telah mengalami hidrolisis, pirolisis, oksidasi, ataupun polimerisasi yang secara umum menghasilkan asam lemak bebas dan molekul polar [9].

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Penerapan instrumen analisator digital pada uji liniertitas larutan sukrosa yang pertama menghasilkan sudut  $\theta = (0,9923 \pm 0,0203)^\circ$  dan yang kedua sebesar  $\theta = (0,7163 \pm 0,1562)^\circ$  untuk setiap kenaikan 1 gram sukrosa dalam 10 mL pelarut.
2. Untuk penerapan pada minyak goreng, instrumen analisator digital dapat membedakan mutu minyak goreng sejenis yang telah melewati masa kadaluarsa dan yang belum melewati masa kadaluarsa berdasarkan nilai rata-rata perubahan sudut polarisasinya.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Firdausi KS, Sugito H, Amidasari R & Murni S. Metode Elektrooptis sebagai Pendeteksi Radikal Bebas dan Prospek untuk Evaluasi Total Mutu Minyak Goreng. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 2013;3(1): 72-78.
- [2] Yulianti E, Indriyani Y, Husna A, et al. Deteksi Dini Kualitas Minyak Goreng dan Studi Awal Tingkat Kehalalannya

Menggunakan Polarisasi Alami. *Berkala Fisika*. 2014;17(3): 79-84.

- [3] Wibowo BA, Rivai M & Tasripan. Alat Uji Madu Menggunakan Polarimeter dan Sensor Warna. *Jurnal Teknik ITS*. 2016;5(1): 28-33.
- [4] Sumariyah, Yulianto T. & Priyono J. Rancang Bangun Sistem Pengukur Konduktivitas Larutan Elektrolit menggunakan Mikrokontroler AT89C51. *Berkala Fisika*. 2006;9(3): 157-163.
- [5] Sumariyah, Jatmiko ES & Purwanto J. Rancang Bangun Prototipe Alat Pres Tahu Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Berkala Fisika*. 2007;10(4): 193-200.
- [6] Sumariyah & Widiyatmoko A. Rancang Bangun Detektor Gerak menggunakan Infra Merah dengan memanfaatkan Layanan SMS pada Telepon Seluler Berbasis Mikrokontroler AT89S52. *Berkala Fisika*. 2009;12(1): 15-20.
- [7] Amidasari R, Istiyawan W, Sugito H, et al. Review Pengujian Hukum Malus dan Sifat Optis Aktif Larutan Gula Menggunakan Sistem Deteksi Cahaya. *Berkala Fisika*. 2013;16(1): 1-4.
- [8] Widyastuti N, Azam M & Firdausi KS, Studi Efek Elektrooptis pada Minyak Goreng. *Berkala Fisika*. 2009;12(2): 63-68.
- [9] Firdausi KS, Triyana K & Susan AI. An Improvement of New Test Method for Determination of Frying Oil Quality Based on Electrooptics Parameter. *Berkala Fisika*. 2012;15(3): 77-86.