

PERANCANGAN ALAT UJI KANDUNGAN PEROKSIDA (H₂O₂) PADA MINYAK GORENG MENGGUNAKAN *LIGHT DEPENDENT RESISTOR****THE DESIGN OF INSTRUMENT OF PEROXIDE (H₂O₂) CONTENT TEST IN COOKING OIL BY LIGHT DEPENDENT RESISTOR*****Budi Yasri, Kharoma Nur Hikmah, dan Oviliananda Meilandari Rosandhi**Program Studi DIII Metrologi dan Instrumentasi, Akademi Metrologi dan Instrumentasi
Kementerian Perdagangan

Jalan Daeng M. Ardiwinata km 3,4 Cihanjuran, Parongpong, Bandung Barat 40559

Surel : budiyasri@yahoo.com**ABSTRAK**

Penggunaan minyak goreng untuk mengolah makanan sudah tidak dapat lagi terpisahkan dari kehidupan manusia. Penggunaan minyak goreng lebih disukai dibanding rebus, karena makanan akan berasa lebih gurih dan renyah. Hal ini disebabkan minyak goreng yang digunakan sebagai penghantar panas membuat gorengan memiliki cita rasa yang lebih gurih dan nikmat. Pakar kesehatan menyatakan bahwa penggunaan minyak goreng dengan pemanasan yang berulang kali yaitu lebih dari dua kali pada suhu tinggi diatas 160 °C sampai dengan 180°C akan mengakibatkan gangguan kesehatan. Berdasarkan kondisi penggunaan minyak goreng di masyarakat saat ini, diperlukan pembuatan alat pengujian kualitas minyak goreng guna memastikan minyak goreng yang digunakan para pedagang tidak membahayakan konsumen. Oleh karena ini, dengan adanya prototipe ini diharapkan dapat membantu pengawasan terhadap minyak goreng di lapangan.

Prototipe ini memanfaatkan laser dioda hijau sebagai sumber cahaya yang ditembakkan ke sampel. Sampel yang digunakan adalah sampel minyak goreng yang dicampur dengan *reagent*. Pencampuran tersebut menyebabkan sampel berubah warna menjadi kebiruan. Semakin besar bilangan peroksida, maka warna sampel menjadi semakin biru gelap. Cahaya yang tidak diabsorpsi akan ditransmisikan ke *light dependent resistor*. Data transmisi cahaya tersebut akan dimasukkan ke dalam arduino dalam bentuk tegangan, kemudian dikonversi menjadi bilangan peroksida dan hasilnya ditampilkan pada LCD 16x2.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, prototipe dapat digunakan untuk mengukur kadar peroksida dengan cukup baik pada rentang ukur 1,631 hingga 10,875 mek O₂/kg. Alat uji ini memiliki akurasi yaitu 93,32%, presisi yaitu 90,31% dan kesalahan yaitu 6,68%.

Kata Kunci : Warna, Peroksida, Laser Dioda Hijau**ABSTRACT**

The use of cooking oil to process food can no longer be separated from human life. The use of cooking oil is preferred over boiled, because the food will taste more savory and crispy. This is because cooking oil which is used as a conduit of heat makes fried food have a more savory and delicious taste. Health experts claim that the use of cooking oil with repeated heating that is more than twice at high temperatures above 160 °C to 180 °C will cause health problems. Based on the current condition of the use of cooking oil in the community, it is necessary to make a cooking oil quality measuring device to ensure cooking

oil used by traders does not endanger consumers. Because of this, the existence of this prototype is expected to help control cooking oil in the field.

This prototype utilizes a green diode laser as a light source that is fired at the sample. The sample used is a sample of cooking oil mixed with reagents. Mixing causes the sample to turn bluish in color. The greater the peroxide number, the darker the color of the sample. Unabsorbed light will be transmitted to the light dependent resistor. The light transmission data will be entered into Arduino in the form of voltage, then converted to a peroxide number and the results are displayed on a 16x2 LCD.

Based on the results of tests that have been carried out, the prototype can be used to measure peroxide levels quite well in the measuring range 1.631 to 10.875 m² O₂ / kg. This measuring instrument has an accuracy of 93.32%, a precision of 90.31% and an error of 6.68%.

Keywords: *Color, Peroxide, Green Diode Laser*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara terbesar produsen kelapa sawit dunia. Kementerian Perindustrian mencatat, Indonesia berkontribusi sebesar 48% dari produksi *Crude Palm Oil* (CPO) dunia dan menguasai 52% pasar ekspor minyak sawit. (Kahfi, 2019). Pengolahan makanan yang banyak dilakukan adalah menggoreng dengan menggunakan minyak goreng. Penggunaan minyak goreng untuk mengolah makanan sudah tidak dapat lagi terpisahkan dari kehidupan manusia. (Weldy, 2010 dalam Syahrida, dkk. 2018). Penggunaan minyak goreng lebih disukai dibanding rebus, karena makanan akan berasa lebih gurih dan renyah. (Aminah, 2010 dalam Syahrida, dkk. 2018). Hal ini disebabkan minyak goreng yang digunakan sebagai penghantar panas membuat gorengan memiliki cita rasa yang lebih gurih dan

nikmat. (Bangun, 2010 dalam Noriko, dkk. 2012).

Konsumsi minyak goreng berdasarkan Survei Sosial Ekonomi Nasional – Badan Pusat Statistik (SUSENAS-BPS) di tingkat rumah tangga di Indonesia selama tahun 2002-2017 mengalami peningkatan 4,88% per tahun. Konsumsi minyak goreng pada tahun 2018 sebesar 10,79 liter per kapita per tahun dan meningkat menjadi sebesar 11,09 liter per kapita per tahun pada tahun 2019. (Kementerian Pertanian, 2018). Total pasar minyak goreng di Indonesia pada tahun 2018 mencapai 4,6 juta ton dan sekitar 73% yaitu sebesar 3,4 juta ton dijual dalam bentuk minyak goreng curah (Yuniartha, dkk. 2018).

Disamping penggunaan minyak goreng yang tinggi tersebut juga harga minyak goreng yang terus melambung, sehingga masyarakat menggunakan minyak goreng secara berulang kali.

Makanan yang dikonsumsi dengan minyak jelantah atau minyak goreng yang sudah berulang kali dipakai menimbulkan berbagai macam penyakit dalam tubuh. Bahaya minyak jelantah bagi kesehatan dapat meningkatkan resiko kanker dan degeneratif. Minyak jelantah menjadi sumber bakteri dan radikal bebas, radikal bebas terserap ke dalam makanan yang digoreng dan masuk ke dalam tubuh manusia. Radikal bebas tersebut akan menyerang sel-sel dalam tubuh dan menjadi karsinogen, yaitu penyebab kanker. Menurut penelitian para ahli di University of the Basque Country di Spanyol, minyak jelantah mengandung senyawa organik aldehyd. Senyawa ini dapat memicu penyakit degeneratif kronis seperti penyakit jantung, Alzheimer, Parkinson. (Anindyaputri, dkk. 2017). Minyak goreng yang digunakan secara berulang-ulang berpotensi mengandung asam lemak trans yang beresiko memunculkan penyakit diabetes dan jantung koroner. (Asyari, 2017). Setelah terserang penyakit jantung, maka akan dimungkinkan timbul permasalahan darah tegang dan kaku akan memicu penyakit stroke dan kelumpuhan. (Fenny, 2016).

Hasil kajian Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM RI Mataram) serta kajian dari pakar kesehatan menyatakan bahwa pemanasan minyak goreng yang berulang kali yaitu lebih dari

dua kali pada suhu tinggi diatas 160 °C sampai dengan 180°C akan mengakibatkan minyak goreng menjadi tengik dan membentuk asam lemak trans yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan. (Tangkudung, dkk. 2013). Berdasarkan syarat mutu minyak goreng, dalam mengetahui kualitas minyak goreng ditentukan oleh beberapa kriteria uji, salah satunya adalah nilai bilangan peroksida. (Standar Nasional Indonesia 3741:2013).

Berdasarkan kondisi penggunaan minyak goreng di masyarakat saat ini, diperlukan pembuatan alat pengujian kualitas minyak goreng guna memastikan minyak goreng yang digunakan para pedagang tidak membahayakan konsumen. Telah dibuat alat pengujian kualitas minyak goreng sebelumnya, namun perlu dilakukan pengembangan alat. BPOM dalam kegiatan pengawasannya membutuhkan waktu, biaya serta tenaga yang besar, beberapa sampel dari para pedagang yang diambil sebagai sampel minyak goreng kemudian diuji ke laboratorium. Oleh karena itu, pada projek akhir ini dibuat prototipe portabel yaitu alat pengujian nilai bilangan peroksida pada minyak goreng. Diharapkan dengan adanya prototipe tersebut dapat membantu BPOM dalam melakukan kegiatan pengawasan di lapangan.

TINJAUAN PUSTAKA

Minyak Goreng

Minyak merupakan campuran dari ester asam lemak dengan gliserol. Jenis-jenis minyak yang umumnya dipakai untuk menggoreng yaitu minyak sawit, minyak kelapa, minyak kacang tanah, minyak wijen dan sebagainya. Produksi komponen-komponen di dalam minyak selama penggorengan ditransfer dari bahan makanan yang digoreng, beberapa dari komponen tersebut dapat menurunkan daya terima konsumen dan memberikan efek yang merugikan kesehatan. Salah satu fenomena yang dihadapi dalam proses penggorengan adalah menurunnya kualitas minyak goreng setelah digunakan secara berulang-ulang pada suhu yang relatif tinggi. Paparan oksigen dan suhu tinggi pada minyak goreng akan memicu terjadinya reaksi oksidasi. Parameter kualitas minyak goreng di Indonesia telah diatur di dalam SNI 3741:2013 untuk minyak goreng selain minyak goreng sawit dan SNI 7709:2012 untuk minyak goreng sawit. Di dalam SNI 3741:2013 dan SNI 7709:2012 salah satu parameter kualitas minyak goreng adalah bilangan peroksida, dimana minyak goreng memiliki kualitas yang baik apabila nilai dari bilangan peroksida tidak lebih dari 10 mek O₂/kg.

Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida merupakan cara untuk mengetahui tingkat kerusakan minyak. Peroksida adalah senyawa organik yang tidak stabil yang terbentuk dari trigliserida. Bilangan peroksida adalah metode untuk menentukan tingkat oksidasi minyak dan mengukur pembentukan hidroperoksida dalam miliekuivalen oksigen aktif per kilogram sampel. Perubahan nilai peroksida terhadap waktu menunjukkan tahap induksi, dimana terjadinya peningkatan bilangan peroksida, dan penurunan sebagai hasil oksidasi lipid.

Spektrum Cahaya Tampak

Spektrum cahaya tampak merupakan suatu bagian yang terkecil dari spektrum gelombang elektromagnetik. Panjang gelombang cahaya tampak terpanjang adalah 700 nm yang menimbulkan warna merah, sedangkan yang paling pendek yaitu 400 nm yang memberikan kesan warna ungu atau violet. Di luar rentang 400 nm hingga 700 nm, mata manusia tidak mampu melihat karena keterbatasan syaraf-syaraf neuron pada retina manusia. Beberapa sifat cahaya meliputi cahaya merambat, cahaya dapat dipantulkan, cahaya dapat dibiaskan, dan absorpsi.

Hukum Lambert-Beer

Hukum *Lambert- Beer* adalah hubungan linier antara absorbansi dan konsentrasi suatu spesies yang menyerap cahaya. Hukum Beer, berbunyi: “jumlah radiasi cahaya tampak (ultraviolet, inframerah dan sebagainya) yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan”. Di dalam Hukum *Lambert-Beer* disebutkan bahwa nilai absorpsi berbanding lurus dengan konsentrasi larutan. Hukum

Lambert-Beer dirumuskan dengan Persamaan 1.

$$A = \epsilon \cdot l \cdot C \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

A = nilai absorpsi

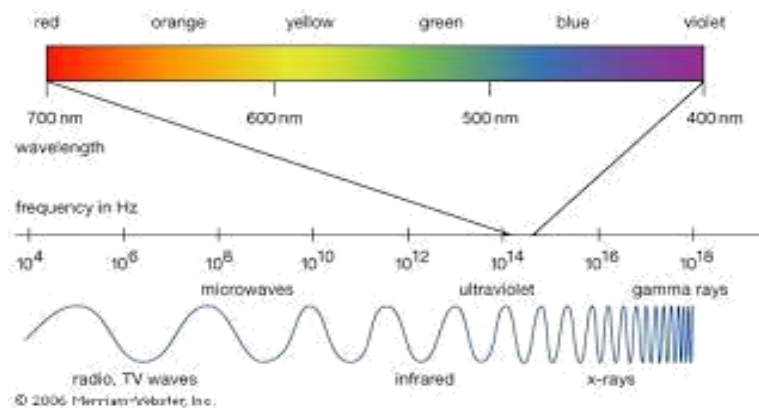
ϵ = absorptivitas molar (L/ g cm)

l = panjang dari jalur cahaya (cm)

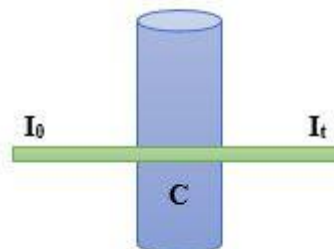
C = konsentrasi bahan dalam larutan

Absorbansi cahaya oleh larutan mengikuti Hukum *Lambert-Beer* yaitu

$$A = \log (I_0/I_t) = \epsilon \cdot l \cdot C \dots\dots\dots(2)$$



Gambar 1. Spektrum Gelombang Elektromagnetik. Sumber : Husaini, 2019



Gambar 2. Ilustrasi Hukum *Lambert-Beer*

Laser Dioda Hijau

LASER merupakan singkatan dari *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* yang artinya adalah mekanisme dari suatu alat yang memancarkan radiasi elektromagnetik melalui proses pancaran terstimulasi. Radiasi Elektromagnetik tersebut ada yang dapat dilihat oleh mata normal, ada juga yang tidak dapat dilihat. Laser Diode adalah komponen semikonduktor yang dapat menghasilkan radiasi koheren yang dapat dilihat oleh mata ataupun dalam bentuk spektrum infra merah (Infrared/IR) ketika dialiri arus listrik. Yang dimaksud dengan Radiasi Koheren adalah radiasi dimana semua gelombang berasal dari satu sumber yang sama dan berada pada frekuensi dan fasa yang sama juga.

Light Dependent Resistor (LDR)

Light Dependent Resistor (LDR) merupakan jenis resistor yang nilainya berubah berdasarkan intensitas cahaya yang diterima dan digunakan sebagai detektor cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya. Cahaya redup LDR

menjadi konduktor yang buruk atau dapat dikatakan bahwa LDR memiliki resistansi yang lebih besar pada saat gelap atau cahaya redup dibandingkan saat terang atau terkena cahaya.

Prinsip kerja LDR yaitu adanya jalur melengkung di permukaan LDR yang terbuat dari bahan kadmium sulfida, bahan tersebut sangatlah sensitif terhadap pengaruh dari cahaya. Jalur cadmium sulphida yang terdapat pada LDR dapat dilihat pada Gambar 3. Pada Gambar 3 jalur kadmium sulfida dibuat melengkung menyerupai kurva agar jalur tersebut dapat dibuat panjang dalam ruang (area) yang sempit. Kadmium sulfida (CdS) merupakan bahan semi-konduktor yang memiliki gap energi antara elektron konduksi dan elektron valensi. Energi proton dari cahaya akan diserap ketika cahaya mengenai kadmium sulfida dan terjadi perpindahan yang mengakibatkan hambatan dari kadmium sulfida berkurang. Hambatan yang berkurang berarti bahwa intensitas cahaya yang dimasuk semakin banyak.



Gambar 3. *Light Dependent Resistor*. Sumber: Kho, 2018

Relay

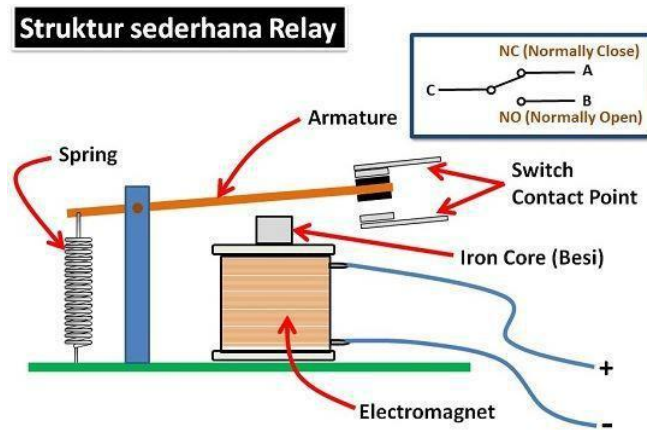
Relay adalah saklar yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

Berdasarkan Gambar 4, sebuah besi (*iron core*) yang dililit oleh sebuah kumparan *coil* yang berfungsi untuk mengendalikan besi tersebut. Apabila kumparan *coil* diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet yang kemudian menarik *armature* untuk berpindah dari posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana *armature* tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, *armature* akan kembali lagi ke posisi awal (NC).

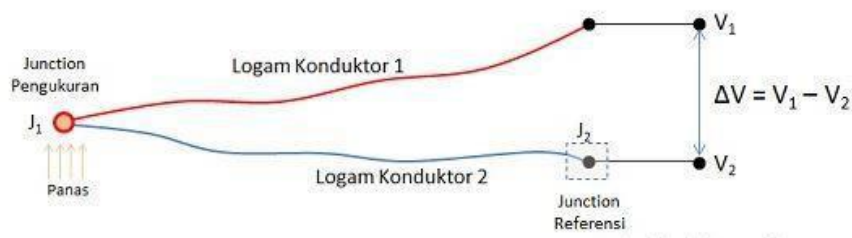
Termokopel

Termokopel (*Thermocouple*) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek *thermo-electric*, dimana sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara gradient akan menghasilkan tegangan listrik.

Berdasarkan Gambar 5, ketika kedua persimpangan atau *junction* memiliki suhu yang sama, maka beda potensial atau tegangan listrik yang melalui dua persimpangan tersebut adalah “NOL” atau $V_1 = V_2$. Akan tetapi, ketika persimpangan yang terhubung dalam rangkaian diberikan suhu panas atau dihubungkan ke obyek pengukuran, maka akan terjadi perbedaan suhu diantara dua persimpangan tersebut yang kemudian menghasilkan tegangan listrik yang nilainya sebanding dengan suhu panas yang diterimanya atau $V_1 - V_2$. Tegangan listrik yang ditimbulkan ini pada umumnya sekitar $1 \mu\text{V} - 70 \mu\text{V}$ pada tiap derajat Celcius. Tegangan tersebut kemudian dikonversikan sesuai dengan tabel referensi yang telah ditetapkan sehingga menghasilkan nilai pengukuran.



Gambar 4. Struktur Sederhana Relay. Sumber : Kho, 2018



Gambar 5. Prinsip Kerja Termokopel. Sumber : Kho, 2018

Pemanas/Heater

Cara kerja cangkir pemanas untuk prototipe yaitu cairan yang bersuhu normal ditampung di cangkir kemudian terdapat elemen pemanas dimana suhu dipanaskan oleh elemen yang dialiri listrik tersebut.

Kontroler Temperatur

Kontroler Temperatur atau kontrol suhu adalah proses di mana perubahan suhu ruang dapat diukur atau terdeteksi,

dan bagian dari energi panas yang ke dalam atau keluar dari ruang disesuaikan untuk mencapai suhu rata-rata yang diinginkan.

Mikrokontroler Arduino Uno

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program, dan terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti

Analog-to-Digital Converter (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin masukan dari keluaran digital dimana 6 pin masukan tersebut dapat digunakan sebagai keluaran PWM dan 6 pin masukan analog. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan yaitu dengan menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

METODE PENELITIAN

Dalam pembuatan jurnal ini penulis menggunakan metode pengukuran peroksida yaitu metode iodine. Berdasarkan metode tersebut sampel minyak goreng ditambahkan reagent A, B, C, dan D. Reagent A berfungsi untuk melarutkan sampel karena minyak goreng termasuk golongan lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam serta tidak larut dalam air sehingga warnanya akan berubah menjadi pucat . Reagent B berfungsi untuk membebaskan iodin yang ditandai terbentuk warna kuning pada sampel. Reagent D berfungsi sebagai indikator sehingga akan menyebabkan perubahan warna menjadi biru. Setelah semua reagent dimasukkan maka

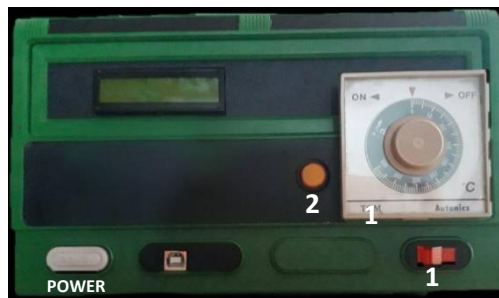
tambahkan aquades untuk mengencerkan sampel. Sampel standar yang digunakan yaitu berupa larutan H_2O_2 dengan nilai 1,631; 3,262; 4,621; 6,253; 7,884; 9,243; 10,875 mek O_2/kg .

Metode iodine menyatakan untuk mengetahui nilai bilangan peroksida dalam mili ekivalen oksigen aktif dengan jumlah peroksida yang terkandung dalam 1000g bahan. Sampel minyak goreng yang dibutuhkan 1g ditimbang ke dalam labu takar 250ml kemudian menambahkan campuran asam asetat glasial dan kloroform dengan perbandingan volume 3:2 dilakukan pengkocokan kuat untuk melarutkan sampel minyak goreng supaya terlarut dengan larutan lainnya.

Beberapa parameter yang dioptimasi berdasarkan metode yang digunakan yaitu waktu pembentukan kompleks dan waktu oksidasi iodida selama 10 menit, konsentrasi optimum KI 100ppm, H_2SO_4 $5 \times 10^{-2}M$ dan amilum 0,05%.

Sampel uji yang digunakan yaitu minyak goreng yang telah dipanaskan 5 kali dengan sekurang-kurangnya pada suhu $150^\circ C$ setiap pemanasan. Sampel minyak goreng tersebut ditimbang sebesar 1 g dan letakkan ke labu takar serta tambahkan *reagent* A, B, C dan D secara berurutan kemudian tambahkan aquades hingga tanda batas. Ukur bilangan peroksida dengan menggunakan prototipe alat uji kualitas minyak goreng.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 6. Prototipe Alat Uji Kualitas Minyak Goreng

Prototipe ini memiliki 3 tombol yang terdiri atas tombol power, tombol 1, dan tombol 2. Selain itu terdapat layar berwarna hijau yang berfungsi untuk menampilkan nilai bilangan peroksida dan kontroler temperatur untuk mengatur suhu minyak goreng. Tampak atas dari prototipe terdapat lubang untuk memanaskan minyak goreng dan untuk meletakkan sampel minyak goreng dan juga terlihat kipas angin untuk mengeluarkan panas dari dalam ke luar. Prototipe dapat menghitung kadar bilangan peroksida pada minyak goreng berdasarkan intensitas cahaya yang ditransmisikan sampel ke LDR. Besar transmisi cahaya tersebut tergantung pada konsentrasi sampel yang diuji. Transmisi cahaya yang dikeluarkan oleh sensor berupa tegangan sehingga semakin tinggi konsentrasi sampel maka tegangan yang dikeluarkan oleh sensor juga akan

semakin tinggi. Besar tegangan yang dihasilkan dikonversikan menjadi nilai bilangan peroksida pada arduino.

PENUTUP

Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil penulisan ini adalah

1. Alat penguji kualitas minyak goreng berdasarkan kandungan nilai bilangan peroksida yang telah dibuat bekerja dengan baik pada rentang ukur 1,63-10,88 meq O₂/kg.
2. Konversi perubahan tegangan menjadi kadar peroksida diperoleh dari persamaan $x=8,5616y-6,8536$, x merupakan kadar peroksida (meq O₂/kg) dan y merupakan tegangan keluaran sensor.
3. Hasil uji sampel standar menunjukkan nilai koefisien determinasi R² sebesar 0,9947 ini menunjukkan data hasil

pengujian memiliki linearitas yang sangat baik artinya 99,47% tegangan keluaran dipengaruhi oleh kadar bilangan peroksida. Dapat diartikan bahwa semakin besar nilai bilangan peroksida yang terkandung dalam minyak, tegangan keluaran sensor akan semakin besar.

4. Alat penguji kualitas minyak goreng memiliki nilai akurasi rata-rata sebesar 93,32% dan nilai presisi rata-rata sebesar 90,31%.
5. Kesalahan rata-rata sebesar 6,68%, yang disebabkan oleh kesalahan paralaks yang dilakukan saat pembuatan *reagent*.

Saran

Pengerjaan proyek akhir ini masih jauh dari sempurna, banyak hal-hal yang perlu dikaji dan dikembangkan. Saran yang perlu dilakukan pada proyek pengembangan lebih lanjut yaitu perlu adanya perubahan metode pembuatan *reagent*. Pada perancangan alat perlu dibuat lebih kecil dan ringan sehingga mudah untuk dibawa. Prototipe pada bagian alat pengkondisian perlu ditambahkan tempat untuk menampung minyak goreng sehingga mudah untuk dikeluarkan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Dr. Suprijanto, MT dari Departemen Teknik Fisika ITB dan Bapak Dr. Handajaya Rusli, M.Si dan Ibu Oentari Agustin Dwi Hartini, S.TP dari Departemen Kimia ITB yang telah memberikan dukungan dan membantu memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Anindyaputri, I dan Firdaus, Y. 2017, Oktober 4. *Suka Menggoreng dengan Minyak Jelantah? Ini 4 Bahaya yang Mengintai Anda*. <https://hellosehat.com/hidup-sehat/fakta-unik/bahaya-minyak-jelantah/>.
- Asyari, Y. 2017, Maret 12. *Mahasiswa IPB Temukan Bahaya Penggunaan Minyak Goreng secara Berulang*. <https://www.jawapos.com/kesehatan/health-issues/12/03/2017/mahasiswa-ipb-temukan-bahaya-penggunaan-minyak-goreng-secara-berulang/>.
- Fenny, C. D. 2016, November 15. *16 Bahaya Minyak Goreng untuk Kesehatan*. <https://halosehat.com/makanan/makanan-berbahaya/bahaya-minyak-goreng>.
- Husaini, A.A. 2019, Juli 3. *Apakah Semua Warna yang Kita Lihat ada dalam Spektrum Cahaya Tampak*. <https://saintif.com/warna-cahaya-tampak/>.
- Kahfi. 2019, Januari 31. *Industri Sawit, Penguatan Teknologi Pengolahan Perlu Dilakukan*. <https://ekonomi.bisnis.com/read/20190131/257/884169/industri-sawit-penguatan-teknologi-pengolahan-perlu-dilakukan>.
- Kementrian Pertanian. 2018, Desember 4. *Buletin Konsumsi Pangan*. Jakarta, 41-42.

- http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/buletin/konsumsi/2017/Buletin_Konsumsi_Pangan_Semester_2_2017/files/assets/basic-html/page50.html.
- Kho, D. 2018. *Pengertian Relay dan Fungsinya*.
<https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>.
- Kho, D. 2018. *Pengertian Termokopel (Thermocouple) dan Prinsip Kerjanya*.
<https://teknikelektronika.com/pengertian-termokopel-thermocouple-dan-prinsip-kerjanya/>.
- Noriko, N. Elfidasari, D. Analekta, T. P. Wulandari, N. Wijayanti, W. 2012, Maret. *Analisis Penggunaan dan Syarat Mutu Minyak Goreng pada Penjaja Makanan di Food Court UAI. Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*. 1(3). 1-8.
- Syahrida, D A, Lamsiyah. 2018. *Tingkat Pengetahuan Pedagang Warung Tenda di Jalan Yos Sudarso Palangkaraya tentang Bahaya Penggunaan Minyak Goreng Jelantah bagi Kesehatan. Jurnal of Surya Medika*. 3(2). 1-9.
- Tangkudung, M. Kadir S. Sri, M. P. 2013. *Perubahan Kadar Asam Lemak Bebas pada Minyak Goreng Curah, Minyak Jagung dan Minyak Zaitun setelah Proses Penggorengan Berulang*.
- Taufiq, M. 2015, Juni 2. *Moringa Oliefera Lamk*. http://magisterkimiaub14-15.blogspot.com/2015/06/penurunan-kadar-asam-lemak-bebas-alb_2.html.
- Yudea, S. 2018, August 19. *Bagaimana Manusia Bisa Melihat Warna ?*. <https://teknikelektronika.com/pengertian-dioda-laser-aplikasi-simbol-laser-diode/>.
- Yuniartha, L. Hidayat, K. 2018, September 16. *Tahun ini, 20% minyak goreng curah sudah dijual dalam bentuk kemasan*. <https://nasional.kontan.co.id/news/tahun-ini-20-minyak-goreng-yang-dijual-sudah-dalam-bentuk-kemasan>.