

ARTIKEL RISET

Potensi Cahaya Laser sebagai Sensor Kadar Asam Lemak Jenuh pada Minyak Jelantah

Nike Dwi Grevika Drantantiyas^{*}, Okky Fajar Tri Maryana, Idra Herlina and Prio Santoso

Received: June 29, 2020 | Accepted: Aug. 05, 2020 | Published: Dec. 21, 2020 | DOI: 10.22146/jfi.v24i3.57418

Ringkasan

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan panjang gelombang cahaya yang selektif sebagai sensor kadar asam lemak pada minyak jelantah. Minyak jelantah diperoleh dari limbah konsumsi rumah tangga dan pedagang kaki lima. Sampel minyak jelantah terbagi menjadi jumlah konsumsi yaitu 3 kali penggunaan, 6 kali penggunaan dan 9 kali penggunaan. Detektor cahaya yang digunakan adalah light dependent resistance yang dikendalikan oleh Arduino. Sumber cahaya adalah laser dengan tiga panjang gelombang yaitu merah, hijau dan biru. Hasil yang diperoleh adalah perbedaan besar resistansi antara cahaya yang melewati material dan cahaya tanpa melewati material. Berdasarkan hasil, akan dijelaskan interaksi cahaya yang melewati minyak jelantah dan panjang gelombang cahaya. Kadar asam lemak bebas pada minyak jelantah diukur dengan uji asam lemak bebas laboratorium. Berdasarkan kedua hasil pengukuran akan dikonversikan sehingga mendapat model sistem pengukuran. Berdasarkan model tersebut, panjang gelombang biru lebih sensitif sebagai sensor daripada panjang gelombang merah dan hijau.

Kata Kunci : minyak jelantah, sensor, cahaya, panjang gelombang dan asam lemak bebas.

Abstract

This study aims to determine and determine the wavelength of selective light as a sensor of fatty acid levels in used cooking oil. Used cooking oil is obtained from household consumption waste and street vendors. Used cooking oil samples are divided into the amount of consumption that is 3 times of use, 6 times of use and 9 times of use. The light detector used is light dependent resistance which is controlled by Arduino. Light source is a laser with three wavelengths, namely red, green and blue. The result obtained is a large difference in resistance between light passing through the material and light without passing through the material. Based on the results, the interaction of light passing through used cooking oil and the wavelength of light will be explained. The level of free fatty acids in used cooking oil is measured by laboratory free fatty acid test. Based on the two measurements, the results will be converted to get a measurement system model. Based on this model, blue wavelengths are more sensitive as sensors than red and green wavelengths.

Keywords: wasted cooking oil; sensors, light; wavelength; free fatty acids.

1 PENDAHULUAN

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan dalam rumah tangga untuk memasak. Minyak goreng yang digunakan haruslah memiliki kualitas yang baik yaitu kandungan gizi yang baik. Namun pemakaian minyak goreng memiliki batasan yaitu hanya boleh dipakai maksimal tiga kali [1]. Minyak goreng yang

telah dipakai berkali-kali (bekas) disebut minyak jelantah akan menjadi limbah rumah tangga. Akibat harga minyak goreng sangat mahal, maka masyarakat masih menggunakan minyak jelantah untuk memasak [2]. Padahal minyak jelantah sangat berbahaya untuk kesehatan namun banyak masyarakat tidak peduli maupun menyadarinya [3, 4].

Minyak jelantah memiliki asam lemak bebas akibat proses degradasi pada temperature 160-200 °C [5]. Ada tiga reaksi degradasi pada pemakaian minyak goreng. Reaksi pertama adalah proses hidrolisis terhadap trigliserida menghasilkan asam lemak bebas,

^{*}Correspondence: nike.drantantiyas@tf.itera.ac.id

Program Studi Teknik Fisika, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

Full list of author information is available at the end of the article

[†]Equal contributor

digliserida, monogliserida dan gliserol yang memiliki kadar asam yang tinggi [6]. Reaksi kedua adalah rekasi oksidasi yang menghasilkan momomerik, dimeric dan oligomeric triglycerides seperti aldehid dan ketone. Reaksi ketiga adalah polimerisasi yang menyebabkan dimeric dan polymeric triglycerides akibat dua reaksi tersebut dan tempertaur tinggi. Akibat ketiga reaksi ini memiliki dampak negartif pada kesehatan. Menurut Rukmini dkk, konsumsi minyak jelantah dengan atau tanpa penjernihan memberikan efek buruk pada organ jantung, hati dan pembuluh darah [4]). Efek negatif tersebut diperkuat oleh penelitian Armansyah yang menghasilkan adanya pengaruh negatif yaitu kerusakan pada hati akibat konsumsi pemakaian berulang pada minyak jelantah [3].

Selain memiliki dampak negatif pada kesehatan, juga memiliki negatif pada lingkungan yaitu pencemaran lingkungan. Penelitian Kusumaningtyas melaporkan penerapan menyak jelantah diubah menjadi sabun cuci [7]. Penelitian Sarno juga melaporkan limbah minyak dapat diubah menjadi biodiesel [8]. Namun, kualitas produk dari minyak jelantah perlu penjernihan terlebih dahulu untuk mengurangi kadar asam lemak bebas yang terlalu tinggi. Untuk penjernihan, dibutuhkan material katalis atau media penjernihan yang cukup mahal dan waktu durasi yang lama karena ada batas kadar asam lemak bebas. Untuk mengukur kadar asam lemak bebas, paling umum menggunakan uji laboratorium yaitu uji FFA (*Free Fatty Acid*) yang cukup mahal. Untuk itu, butuh metode lain, yang akurat, fleksibel dan murah untuk mengukur kadar asam lemak bebas tersebut.

Salah satu metode dalam pengukuran kadar asam lemak bebas adalah metode optik. Uji karakterisasi material cair, misal minyak goreng, dapat dilakukan dengan metode *spectrophotometer*. Namun, metode ini memiliki kelemahan yaitu material harus memiliki konsentrasi tertentu karena sulitnya transmisi yang ditangkap. Untuk itu, perlu adanya sumber cahaya yang cukup kuat sehingga cahaya mampu menembus material ditangkap oleh detektor.

Laser (*Light Amplification by Stimulations Emission of Radiations*) merupakan piranti semikonduktor yang menghasilkan suatu berkas cahaya oleh emisis terstimulasi dengan panjang gelombang tertentu dalam spektrum cahaya elektromagnetik [9]. Laser memiliki sifat yang merupakan kelebihan dari piranti semikonduktor berkas cahaya yang lain adalah monokromatis, koheren dan terarah [10]. Laser didesign dapat memiliki energi cahaya yang besar, yang dapat disesuaikan dengan fungsional.

Berdasarkan hal ini, penelitian ini bertujuan untuk menentukan potensi cahaya laser dalam pengukuran kadar asam lemak bebas pada minyak jelantah

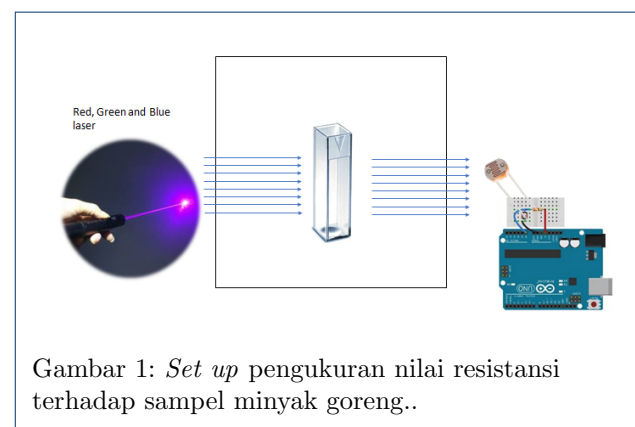
berdasarkan panjang gelombang. Penentuan panjang gelombang ini akan dapat memberikan informasi tentang kesensitifan kadar asam lemak bebas sehingga dapat dilakukan perancangan alat ukur kadar asam lemak bebas berbasis optik.

2 METODE PENELITIAN

Minyak goreng sebagai sampel diambil dari minyak goreng murni (umum) dan minyak goreng jelantah konsumsi rumah tangga dan pedagang kaki lima. Sampel minyak jelantah ditentukan dengan jumlah konsumsi penggunaan yaitu tiga kali penggunaan, enam kali penggunaan dan 9 kali penggunaan. Sebelum digunakan sebagai sampel, minyak jelantah disaring untuk memisahkan kotoran (bahan makanan) dari minyak goreng.

Sumber cahaya yang digunakan adalah laser dengan tiga macam panjang gelombang yaitu merah ($650\pm 0.1\text{nm}$), hijau ($532\pm 0.5\text{nm}$) dan biru ($410\pm 0.5\text{nm}$) (Menurut produksi Laser). Detektor cahaya yang digunakan adalah *Light Dependent Resistance* (LDR) yaitu detektor cahaya yang akan memberikan nilai resistansi. Jika cahaya mengenai LDR, maka nilai resistansi akan mengecil sedangkan jika cahaya tidak melewati LDR, maka nilai resistansi akan besar.

Tahapan pengukuran sifat optik sampel dengan penyinaran laser. Sifat optik yang diukur adalah sifat penyerapan cahaya dengan mengaplikasikan hukum Lambert-Beer. *Set up* alat untuk pengukuran sifat optik tersebut ditunjukkan pada Gambar 1. Sensor cahaya menggunakan *light dependent resisitance* yaitu sensor cahaya yang bergantung pada resistansi. Hasil pengukuran besar resistansi ini akan dibandingkan dnegan nilai pengukuran asam lemak bebas yang diperoleh dari pengujian FFA di Laboratorium Kimia Terpadu, UNILA.



Gambar 1: *Set up* pengukuran nilai resistansi terhadap sampel minyak goreng..

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengukuran FFA ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil tersebut, semakin banyak konsumsi penggorengan maka semakin besar nilai konsentrasi asam lemak bebas dalam minyak goreng.

Tabel 1: Hasil Kadar Asam Lemak Bebas Laboratorium

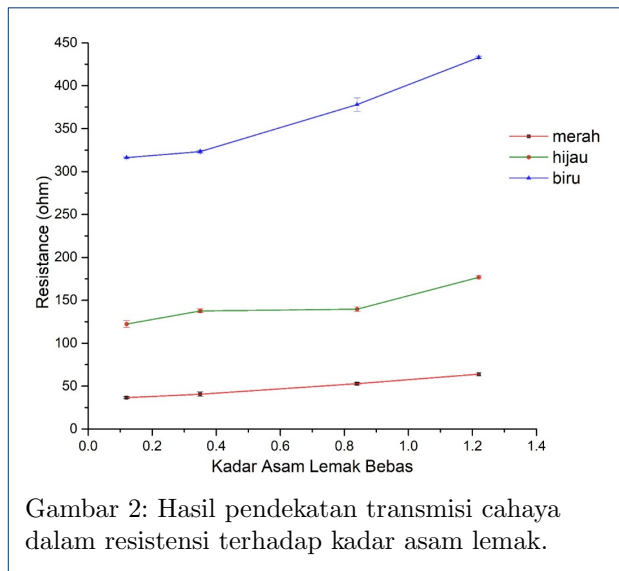
type	FFA	Method
pured	0.12	SNI7709;2012
3x	0.35	SNI7709;2012
6x	0.84	SNI7709;2012
9x	1.22	SNI7709;2012

Pengukuran sifat optik minyak goreng dapat dilakukan dengan menggunakan Hukum Lambert-Beer. Hasil metode lambert-Beer yaitu berdasarkan resisitansi terhadap kadar asam lemak bebas ditunjukkan pada Gambar 2. Berdasarkan model linieritas yang ditunjukkan pada Tabel 2, panjang gelombang hijau lebih tidak linier ($R^2 = 85.2\%$) dibandingkan dengan panjang gelombang merah ($R^2 = 99.7\%$) maupun panjang gelombang biru ($R^2 = 98.3\%$) ketika melewati minyak goreng yang terbaca oleh sensor cahaya LDR. Ketidaklinieran dari perambatan panjang gelombang hijau yaitu ketika melewati minyak goreng dnegan penggorengan $6\times$ yaitu mengalami penurunan resistansi, yang seharusnya mengalami kenaikan nilai resistansi. Berdasarkan hasil tersebut, panjang gelombang hijau dan merah dapat menjadi acuan sensor minyak jelantah yaitu sifat kelinieran antara jumlah asam lemak bebas dan nilai resistansi. Interaksi panjang gelombang cahaya biru yang lebih besar dibandingkan dengan panjang gelombang merah dan hijau. Hal ini berbeda dengan penelitian Oyem bahwa asam lemak bebas ketika disimpan dalam panjang gelombang hijau lebih sensitif daripada panjang gelombang merah maupun biru yang ditunjukkan besar kandungan asam lemak bebas [11]. Sedangkan, hasil penelitian lain absorbansi asam lemak bebas memiliki sensitive di area panjang gelombang biru – UV [12, 13]. Namun, penelitian Leong dkk, panjang gelombang 360 – 600 nm sangat sensitif untuk material minyak [14].

Tabel 2: Model Linieritas Resistensi terhadap kadar asam lemak bebas

Jenis laser	Model linier	R^2
Merah	$Y=24.25 x + 33.27$	0.99
Hijau	$Y=45.23 x + 117.17$	0.85
Biru	$Y = 104.81 x +302$	0.98

Ketika cahaya melewati minyak goreng murni, cahaya dapat menembus dengan mudah melewati



Gambar 2: Hasil pendekatan transmisi cahaya dalam resistensi terhadap kadar asam lemak.

minyak goreng, dengan panjang gelombang hijau maupun merah. Ketika cahaya melewati minyak goreng $3\times$, terdapat seberkas garis cahaya lurus yang melewati sampel menuju ke sensor. Warna berkas garis lurus itu lebih kemudahan dari panjang gelombang. Namun ketika melewati minyak goreng $6\times$ dan $9\times$, terdapat hamburan cahaya. Menurut penjelasan Renfu, hamburan cahaya yang mengenai minyak goreng merupakan hamburan Mie yaitu hamburan yang diakibatkan oleh perambatan cahaya yang melewati partikel yang lebih besar daripada panjang gelombangnya [15]. Berdasarkan pengamatan pula, ada kemungkinan terjadinya polarisasi cahaya pada minyak goreng selama hamburan cahaya berlangsung [16].

4 KESIMPULAN

Berdasarkan model linieritas dan besar absorbansi cahaya terhadap kadar asam lemak bebas, Cahaya biru memiliki kesensitifan lebih besar dibandingkan dengan cahaya merah dan hijau. Berdasarkan hasil seperti itu, cahaya biru dapat digunakan sebagai modalitas sensor FFA. Namun akan lebih baik jika data atau sampel yang diperoleh lebih banyak dan detail agar diperoleh model linieritas yang baik serta dapat pula menjadi rancang bangun alat ukur kadar asam lemak bebas pada minyak goreng.

PENULIS

- 1 Nike Dwi Grevika Drantantiyas

Dari :

- (1) Program Studi Teknik Fisika, Institut Teknologi Sumatera

- 2 Okky Fajar Tri Maryana
Dari :
(2) Program Studi Fisika, Institut Teknologi Sumatera
- 3 Idra Herlina
Dari :
(3) Program Studi Kimia, Institut Teknologi Sumatera
- 4 Prio Santoso
Dari :
(3) Program Studi Kimia, Institut Teknologi Sumatera

Pustaka

1. Nainggolan B, Susanti N, Juniar A. Uji Kelayakan Minyak Goreng Curah dan Kemasan yang Digunakan Menggoreng Secara Berulang. *Jurnal Pendidikan Kimia*. 2016;8(1):45–57. Available from: <https://doi.org/10.24114/JPKIM.V8I1.4424>.
2. Ardhan SD, Lamsiyah L. Tingkat Pengetahuan Pedagang Warung Tenda di Jalan Yos Sudarso Palangkaraya tentang Bahaya Penggunaan Minyak Jelantah bagi Kesehatan. *Jurnal Surya Medika (JSM)*. 2018;3(2):62–68.
3. Armansyah T. Efek Pemberian Minyak Jelantah Terhadap Gambaran Histopatologis Hati Tikus Putih (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Medika Veterinaria* Vol. 2015;9(1). Available from: <https://doi.org/10.21157/j.med.vet.v9i1.2989>.
4. Rukmini A. Regenerasi minyak goreng bekas dengan arang sekam menekan kerusakan organ tubuh. In: *Seminar Nasional Teknologi*. vol. 24; 2007. p. 1–9.
5. Kalapathy U, Proctor A. A new method for free fatty acid reduction in frying oil using silicate films produced from rice hull ash. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2000;77(6):593–598. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11746-000-0095-4>.
6. Kulkarni MG, Dalai AK. Waste cooking oil an economical source for biodiesel: a review. *Industrial & engineering chemistry research*. 2006;45(9):2901–2913. Available from: <https://doi.org/10.1021/ie0510526>.
7. Kusumaningtyas RD, Qudus N, Putri RDA, Kusumawardani R. Penerapan Teknologi Pengolahan Limbah Minyak Goreng Bekas Menjadi Sabun Cuci Piring untuk Pengendalian Pencemaran dan Pemberdayaan Masyarakat. *Jurnal Abdimas*. 2019;22(2):201–208.
8. Sarno M, Luliano M. Biodiesel production from waste cooking oil. *Green Processing and Synthesis*. 2019;8(1):828–836. Available from: <https://doi.org/10.1515/gps-2019-0053>.
9. Csele M. *Fundamentals of light sources and lasers*. John Wiley & Sons; 2011.
10. Svelto O, Hanna DC. *Principles of lasers*. vol. 1. Springer; 2010. Available from: <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1302-9>.
11. Henry OH. Monitoring the free fatty acid level of crude palm oil stored under light of different wavelenghts. *American Journal of Food Technology*. 2011;6(8):701.
12. Baszanowska E, Otremba Z. Spectrum of light absorption as the indicator of lubricate oil dispersed in the natural water. *Journal of KONES*. 2016;23(1):61–66. Available from: <https://doi.org/10.5604/12314005.1213897>.
13. Ossia CV, Kong H. Novel chromatic technique based on optical absorbance in characterizing mineral hydraulic oil degradation. *Advances in Tribology*. 2012;2012. Available from: <https://doi.org/10.1155/2012/131956>.
14. Leong YS, Ker PJ, Jamaludin MZ, M Nomanbhay S, Ismail A, Abdullah F, et al. UV-vis spectroscopy: A new approach for assessing the color index of transformer insulating oil. *Sensors*. 2018;18(7):2175. Available from: <https://doi.org/10.3390/s18072175>.
15. Lu R. *Light scattering technology for food property, quality and safety assessment*. Crc Press; 2017.
16. Stover JC. *Optical scattering: measurement and analysis*. Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers; 2012. .