

IMPLEMENTASI SENSOR FIBER OPTIK DALAM MENGUKUR KUALITAS MINYAK GORENG SAWIT

¹⁾Nainunis Mutawakkillah, ²⁾Meta Yantidewi, ³⁾ Muhimmatul Khoiro

¹⁾ Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: nainunis.20059@mhs.unesa.ac.id

²⁾ Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya email: metayantidewi@unesa.ac.id

³⁾ Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: muhimmatulkhoiro@unesa.ac.id

Abstrak

Banyaknya penggunaan minyak kelapa sawit mengakibatkan kualitas minyak goreng sawit menurun mengakibatkan terjadinya penyakit seperti diabetes, jantung koroner, dan kanker. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh fiber optik *multimode* dalam mendeteksi kualitas minyak serta menganalisis karakteristik sensor fiber optik dalam mendeteksi kualitas minyak. Sensor fiber optik dibangun dari laser dioda merah 638 nm sebagai sumber cahaya, fiber optik plastik step index dengan jenis *multimode*, dan fotodioda yang dihubungkan pada Arduino Nano dengan hasil pengukuran berupa tegangan ditampilkan pada LCD. Fiber optik sepanjang 15 cm dikupas pada bagian tengahnya sepanjang 1,5 cm menggunakan metode *chemical etching* hingga cladding tidak tersisa yang akan digantikan oleh sampel saat proses pengujian. Sampel penelitian ini berupa 5 jenis minyak ber merek S, SC, SV, B, dan C dengan setiap jenis minyak digoreng dengan 3 kali penggorengan. Hasil penelitian ini menunjukkan sensor fiber optik *multimode* mempunyai pengaruh sebagai sensor deteksi dengan respon pengukuran tegangan berkisar >2500 mV. Jumlah pengulangan pemakaian minyak dengan sensor fiber optik dapat dilihat dari keluaran yang semakin besar atau berbanding lurus. Karakteristik sensor fiber optik dengan menggunakan perhitungan jangkauan kerja, sensitivitas, dan resolusi yang menggunakan rasio dalam perhitungannya. Hasil karakterisasi yang diperoleh jangkauan kerja paling baik dan sensitivitas terbaik pada fiber optik multimode adalah sampel B dengan nilai jangkauan kerja 0,120 sensitivitas sebesar 0,040 /pengulangan sedangkan jangkauan kerja dan sensitivitas paling rendah adalah jenis SC dengan jangkauan kerja bernilai 0,022 sensitivitas 0,007 /pengulangan. Resolusi terbaik yaitu jenis SC bernilai 1,358, untuk yang paling rendah jenis B yang bernilai 0,249.

Kata Kunci: Fiber Optik, Kelapa Sawit, Minyak, Multimode, Sensitivitas.

Abstract

The large amount of palm oil used causes the quality of palm cooking oil to decline resulting in deadly diseases. The aim of this research is to analyze the effect of multimode fiber optics in detecting oil quality and to analyze the characteristics of fiber optic sensors in detecting oil quality. The fiber optic sensor is built from a 638 nm red diode laser as a light source, step index plastic fiber optics with multimode type, and a photodiode connected to an Arduino Nano with the measurement results in the form of voltage displayed on the LCD. The 15 cm long optical fiber is peeled in the middle 1.5 cm long using the chemical etching method until no cladding remains which will be replaced by the sample during the testing process. The samples for this research were 5 types of oil branded S, SC, SV, B, and C with each type of oil fried in 3 fryers. The results of this research show that the multimode fiber optic sensor has an influence as a detection sensor with a voltage measurement response ranging >2500 mV. The number of repetitions of oil use with a fiber optic sensor can be seen from the output which is getting bigger or is directly proportional. Characteristics of fiber optic sensors using calculations of working range, sensitivity and resolution which use ratios in the calculations. The characterization results obtained by the best working range and the best sensitivity on multimode optical fiber were sample B with a working range value of 0.120, a sensitivity of 0.040/repetition, while the lowest working range and sensitivity was the SC type with a working range value of 0.022, a sensitivity of 0.007/repetition. The best resolution is type SC with a value of 1.358, while the lowest is type B with a value of 0.249.

Keywords: Fiber optic. Oil, Palm, Multimode, Sensitivation

I. PENDAHULUAN

Kelapa sawit adalah tanaman perkebunan yang menghasilkan minyak nabati dalam jumlah terbesar, menjadikannya komoditas dengan nilai ekonomi tinggi. Penggunaan minyak kelapa sawit meluas dalam industri disebabkan oleh keunggulan minyak kelapa sawit dibandingkan dengan minyak kedelai, jagung, dan bunga matahari. (Prayitno & Febriyastuti Widyawati, 2021). Berdasarkan data Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GABKI), konsumsi minyak sawit di Indonesia mencapai 2,18 juta ton per-Oktober 2023. Jumlahnya naik 10,21 % dibandingkan sebulan sebelumnya yang mencapai 1,98 juta ton. Seiring dengan semakin banyaknya penggunaan minyak kelapa sawit ini, kualitas minyak goreng sawit menurun diakibatkan proses pengolahan yang panjang dan penggunaan secara berulang (Nasir, 2020). Penggunaan minyak goreng yang berulang kali dapat menyebabkan proses oksidasi dan pencemaran, yang dapat menyebabkan minyak tersebut menjadi berwarna coklat kehitaman dan meningkatkan risiko karsinogenik. Minyak yang telah digunakan berulang kali cenderung mengandung impuritis, seperti endapan dan monomersiklik yang terbentuk akibat reaksi hidrolisis dengan air dari bahan pangan (Larasati dkk., 2020).

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, maka dibutuhkan metode pengukuran untuk mengontrol kualitas minyak. Hingga saat ini, uji kualitas minyak goreng sawit dilakukan dengan metode konvensional seperti metode polarisasi, metode Alkalimetri, metode spektrofotometri UV-Vis. Metode Iodine digunakan untuk mengetahui nilai bilangan peroksida pada minyak. Metode ini memiliki kemampuan untuk mengukur nilai bilangan peroksida dalam minyak goreng dengan cukup baik pada rentang ukur 1,631 hingga 10,875 mek O₂/kg. Tetapi terdapat potensi kesalahan paralaks yang dapat terjadi saat pembuatan reagen. Kesalahan paralaks dapat memengaruhi akurasi dan presisi hasil pengukuran bilangan peroksida pada minyak goreng (Yasri dkk., 2019). Terdapat juga Metode alkalimetri melibatkan reaksi netralisasi antara ion hidrogen dari asam dalam minyak dengan ion hidroksida dari larutan NaOH 0,05 N pada titrasi. Penggunaan indikator fenolftalein (PP) memudahkan dalam mendeteksi perubahan warna saat titrasi. Meskipun relatif sederhana, metode ini dapat memonitor kadar asam lemak bebas dalam minyak akibat penggorengan berulang. Namun, perlu diingat bahwa penggunaan NaOH 0,05 N memerlukan hati-hati karena sifat berpotensi berbahaya. Selain itu, peralatan laboratorium khusus diperlukan, yang mungkin tidak tersedia secara umum. Proses titrasi membutuhkan kehati-hatian dan ketelitian tinggi untuk menghindari kesalahan. Meskipun akurat, waktu analisis dengan metode ini mungkin lebih lama. Tetapi metode-metode tersebut memiliki kekurangan seperti memerlukan waktu lama, biaya yang cukup besar, dan menggunakan bahan kimia. Oleh karena itu, penelitian ini merespon kebutuhan akan pendekatan yang lebih efisien, akurat, dan ramah lingkungan dalam memantau kualitas minyak goreng sawit.

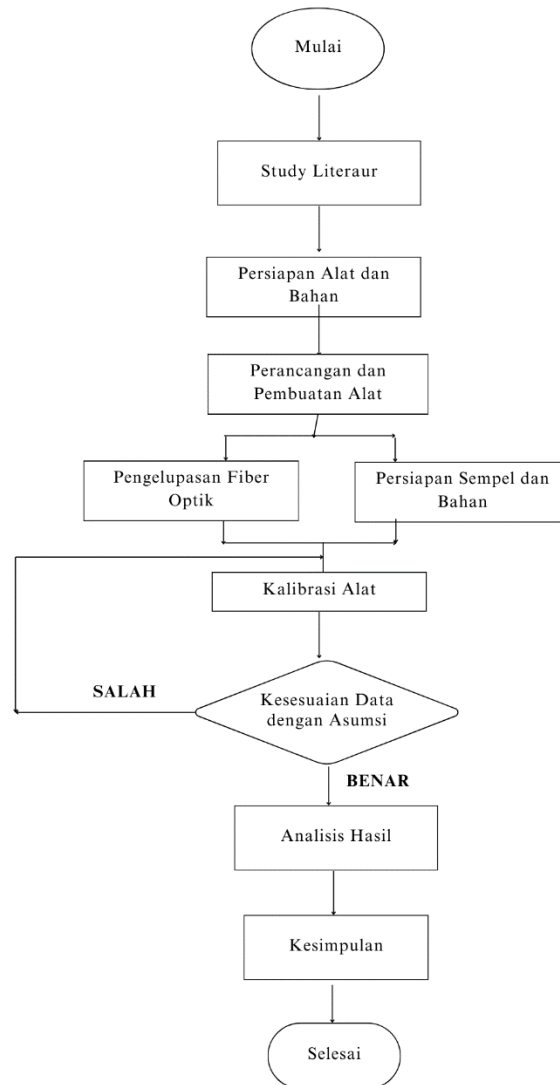
Teknologi sensor fiber optik telah dikembangkan untuk menggantikan sensor tradisional dalam berbagai aplikasi seperti rotasi, percepatan, medan listrik dan magnet, suhu, tekanan, akustik, getaran, posisi linier dan sudut, regangan, kelembapan, viskositas, dan pengukuran kimia (Yu & Yin, 2017). Potensi fiber optik dalam memantau kualitas minyak dapat dilakukan dengan menggunakan laser merah sebagai sumber cahaya. Laser merah memiliki narrow line width dan daya tinggi, memungkinkan pengukuran yang presisi dan sensitif terhadap perubahan kecil dalam larutan (Du, dkk., 2019). Penggunaan sensor fiber optik dalam deteksi kualitas minyak goreng sawit menawarkan berbagai keuntungan, termasuk kemampuan untuk mendeteksi perubahan kualitas secara real-time, pengukuran non-destruktif yang tidak memerlukan sampel besar, serta kemampuan untuk diintegrasikan ke dalam sistem otomatis untuk pemantauan kontinu. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi sensor fiber optik yang dapat menjadi solusi inovatif dalam industri pengolahan makanan, memberikan kontribusi dalam memastikan kualitas produk dan pengembangan teknologi deteksi kualitas minyak goreng sawit yang lebih efisien, akurat, dan ramah lingkungan, sehingga baik.

II. METODE

A. Rancangan Penelitian

penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimental karena terdapat kegiatan berupa eksperimen dan pengambilan data yang dilakukan di Laboratorium. Metode analisis data yang digunakan yaitu data kuantitatif. Terdapat beberapa tahap yang dilakukan dalam penelitian ini. Tahapan tersebut dapat digambarkan seperti pada Gambar 1.

IMPLEMENTASI SENSOR FIBER OPTIK DALAM MENGUKUR KUALITAS MINYAK GORENG SAWIT



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

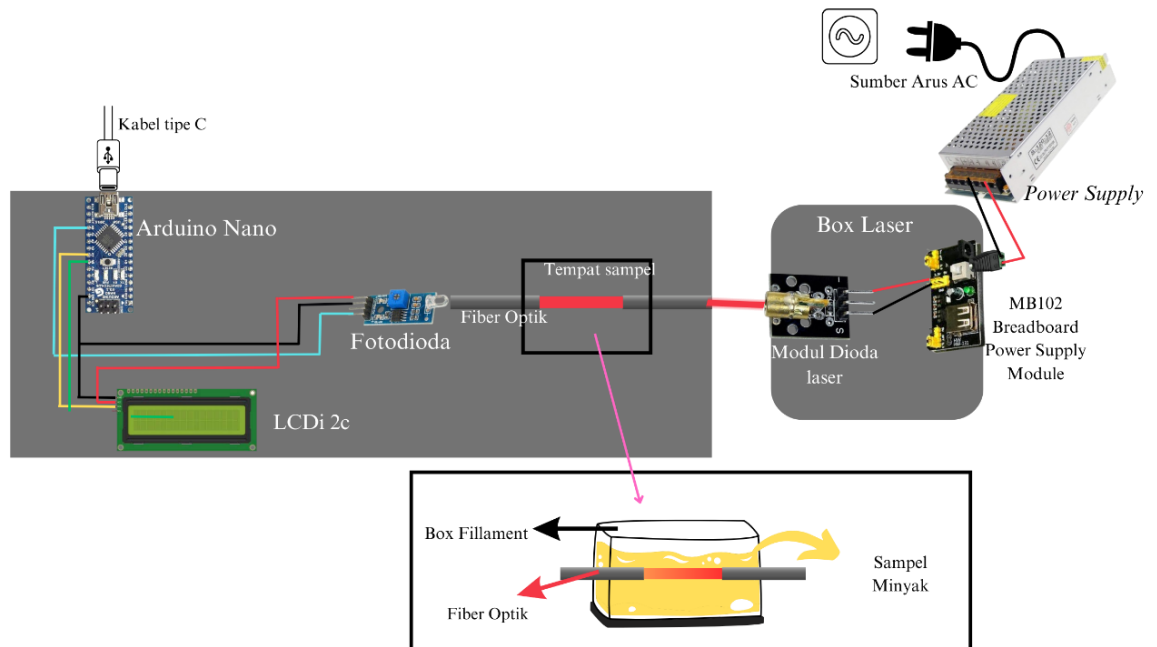
B. Variabel Operasional Penelitian

Penelitian ini menggunakan variabel kontrol, variabel manipulasi dan variabel respon. Variabel yang dikontrol adalah fiber optik *multimode* plastik *step indeks*, panjang gelombang laser merah sebesar 638 nm, suhu sampel dengan besar $28,8 \pm 0,1$ ° C, volume sampel sebanyak 20 ml, dan panjang fiber optik digunakan 15 cm dan dikupas pada bagian tengahnya sepanjang 1,5 cm. Variabel manipulasi yaitu jenis minyak (5 sampel) dan 3 kali jumlah pengulangan pemakaian minyak goreng. dan variabel respon merupakan tegangan awal dan tegangan akhir keluaran dari fotodiode dan waktu respon.

C. Teknik Pengumpulan Data

Fiber optik yang sudah dilakukan mengupas bagian luar dan cladding fiber optik dengan metode kimia. Kemudian sensor fiber optik tersebut dilakukan observasi menggunakan mikroskop optik untuk mengetahui bahwa sensor sudah mencapai bagian core dengan perbesaran 1600x. Selanjutnya dapat dilakukan pengujian sensor dengan merendam fiber optik kedalam sampel minyak dengan berbagai jenis dan 3 kali jumlah pengulangan pemakaian. Pengujian tersebut menggunakan alat yang sudah dirancang seperti Gambar 2. Hasil dari pengujian akan ditampilkan pada LCD berupa tegangan dalam satuan mV.

IMPLEMENTASI SENSOR FIBER OPTIK DALAM MENGUKUR KUALITAS MINYAK GORENG SAWIT



Gambar 2. rangkaian rancangan Alat eksperimen

Rancang desain instrumen pada Gambar 2. Memiliki alur pertama dengan pengaturan sumber cahaya, penginderaan sensor fiber optik, hingga pengukuran sensor dengan menggunakan modul fotodioda yang terhubung dengan Arduino Nano V3.0. Sedangkan Proses pemrograman dilakukan menggunakan aplikasi Arduino IDE untuk memastikan alat berfungsi dengan baik.

D. Teknik Pengolahan Data

Keluaran dari fotodioda berupa tegangan yang telah diubah oleh Arduino. Hasil tegangan yang bervariasi dapat memberikan informasi mengenai perubahan tegangan dari berbagai jenis sampel minyak dengan berbagai pengulangan. Rasio Tegangan pengambilan data dari masing-masing sampel akan digunakan untuk membuat grafik yang diregresikan supaya mendapatkan persamaan eksperimental. Data ini diplot untuk menganalisis hubungan antara kedua variabel, apakah linear atau proporsional. Grafik dibuat dengan sumbu X menunjukkan jumlah pengulangan minyak digoreng dan sumbu Y menunjukkan nilai rasio tegangan. Data dari berbagai sampel minyak pada setiap jenis dengan tiga kali pengulangan dibandingkan untuk mengetahui jenis minyak dengan reaktivitas terbaik.

Analisis data secara teori diperlukan dengan mengaitkan hasil penelitian dengan teori yang mendasari prinsip kerja sensor fiber optik. Sensor dikarakterisasi dengan menghitung rentang kerja, sensitivitas, dan resolusi dalam mendeteksi konsentrasi sampel minyak. Karakteristik sensor mempunyai sifat-sifat khusus yang menentukan bagaimana sensor merespon terhadap berbagai kondisi. Jangkauan kerja (ΔV) merupakan selisih dari nilai Rasio tertinggi (R_{max}) dan rasio terendah (R_{min}) yang terukur yang dirumuskan seperti pada persamaan berikut:

$$\Delta = R_{max} - R_{min} \quad (1)$$

Sensitivitas (S) sensor yang dihitung selain berdasarkan jangkauan kerja juga melibatkan jumlah pengulangan minyak seperti pada persamaan:

$$S = \frac{R_{max} - R_{min}}{\text{banyaknya pemakaian}} \quad (2)$$

pada resolusi (R) sensor diperoleh dari perbandingan antara besarnya skala paling kecil dari sensor (N) dengan sensitivitas (S) seperti yang ditunjukkan pada persamaan:

IMPLEMENTASI SENSOR FIBER OPTIK DALAM MENGUKUR KUALITAS MINYAK GORENG SAWIT

$$R = \frac{N}{S} \quad (3)$$

Evaluasi kinerja sensor dilakukan dengan menghitung jangkauan kerja, sensitivitas (S), dan resolusi (R) sesuai persamaan yang ada.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

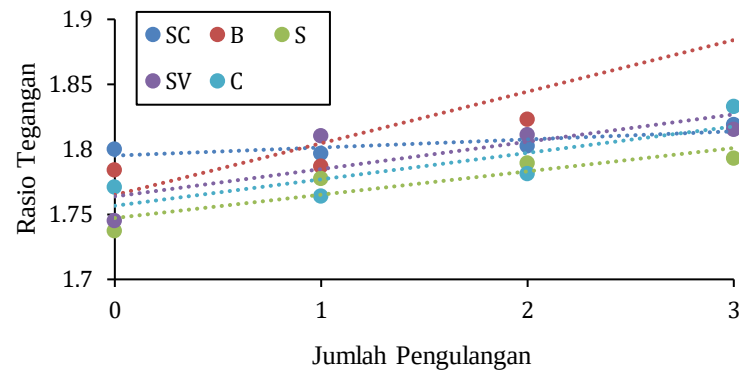
Tabel 1 menyatakan tegangan yang terukur pada penggunaan fiber optik multimode dengan jenis minyak yang berbeda serta 3 kali pengulangan pemakaian minyak. Pengambilan data diambil sebanyak tiga kali pengulangan. Namun data yang digunakan adalah data dengan nilai sensitivitas tertinggi dan memiliki *trendline* data terbaik.

Tabel 1. Hasil Pengujian Menggunakan Sensor Fiber Optik Jenis *Multimode*

Jenis Minyak	Jumlah pengulangan	Tegangan Awal (V)	Tegangan Akhir (V)	Rasio
SC	Baru	2,5	4,5	1,8
	1	2,51	4,51	1,797
	2	2,53	4,56	1,802
	3	2,54	4,62	1,819
S	Baru	2,51	4,36	1,737
	1	2,56	4,55	1,777
	2	2,56	4,58	1,789
	3	2,56	4,59	1,793
SV	Baru	2,55	4,45	1,745
	1	2,53	4,58	1,810
	2	2,54	4,6	1,811
	3	2,54	4,61	1,815
B	Baru	2,5	4,46	1,784
	1	2,58	4,61	1,787
	2	2,54	4,63	1,823
	3	2,51	4,78	1,904
C	Baru	2,53	4,48	1,771
	1	2,54	4,48	1,764
	2	2,56	4,56	1,781
	3	2,51	4,6	1,833

Pengujian sensor fiber optik dilakukan menggunakan 5 jenis minyak yang berbeda dengan setiap jenis 3 kali pemakaian. Pada setiap percobaan juga didapatkan nilai tegangan yang bervariasi sehingga didapatkan rasio tegangan. Data rasio tegangan diplot dengan jumlah pengulangan yang ditunjukkan pada Gambar 3.

IMPLEMENTASI SENSOR FIBER OPTIK DALAM MENGUKUR KUALITAS MINYAK GORENG SAWIT



Gambar 3 Hubungan Antara Jumlah pengulangan Pemakaian Pada Setiap Sampel dengan Rasio

Pada grafik hubungan antara jumlah pengulangan pemakaian pada setiap sampel dengan rasio yang mempunyai *trendline* linear pada setiap jenisnya. Persamaan *trendline* dan R^2 yang menunjukkan selisih data sebenarnya dengan garis *trendline* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil *trendline* setiap jenis sampel

Jenis Minyak	Persamaan Linier	R^2
SC	$y = 0,0062x + 1,7952$	0,6655
S	$y = 0,0179x + 1,7472$	0,8204
SV	$y = 0,021x + 1,7638$	0,6548
B	$y = 0,0397x + 1,7649$	0,8351
C	$y = 0,0203x + 1,7566$	0,7067

Berdasarkan data pengujian tersebut, nilai karakteristik sensor fiber optik dapat dihitung menggunakan persamaan (1), (2) dan (3). Hasil perhitungan karakteristik sensor fiber optik ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Data Karakterisasi Pengujian Fiber Optik *Singlemode*

Jenis Minyak	Jangkauan Kerja (dB)	<i>Sensitivitas</i> (/Pengulangan)	Resolusi
SC	0,022	0,007	1,358
S	0,056	0,019	0,536
SV	0,0698	0,023	0,429
B	0,120	0,040	0,249
C	0,069	0,023	0,435

B. Pembahasan

Ketika cahaya merambat melalui fiber optik, sebagian kecil dari gelombang cahaya dapat berinteraksi dengan medium di luar inti fiber, gelombang tersebut dinamakan gelombang *evenescent*. Perubahan *cladding* dengan sampel minyak mengubah intensitas cahaya yang dipropagasikan melalui fiber optik. Intensitas cahaya yang berubah diukur oleh fotodiode, yang mengubah sinyal optik menjadi sinyal listrik dan menampilkannya

IMPLEMENTASI SENSOR FIBER OPTIK DALAM MENGUKUR KUALITAS MINYAK GORENG SAWIT

sebagai tegangan output pada layar LCD. Pengukuran dilakukan pada berbagai jenis minyak dengan jumlah pengulangan pemakaian yang berbeda untuk menganalisis pengaruhnya terhadap tegangan yang terdeteksi.

Proses pengambilan data tegangan awal sebelum diberikan sampel mengalami kenaikan saat diberikan sampel. Hal ini terjadi karena fiber yang belum diberikan minyak tidak terdapat *cladding* sehingga cahaya tidak terpandu dengan baik. Setelah terdapat minyak, cahaya lebih terpandu karena *cladding* tergantikan oleh minyak. Sebelum diberikan sampel semakin jumlah pengulangan penggorengan semakin lama semakin naik. Begitu juga pada jenis minyak lainnya, setiap pengulangan pemakaian minyak nilai tegangan akhir yang dihasilkan semakin besar. Hal ini terjadi karena semakin jumlah pengulangan pemakaian maka partikel yang berada dalam minyak semakin banyak dan padat. Sehingga dalam menyalurkan cahaya lebih terpandu dan hasil yang didapatkan juga semakin bagus.

Pengujian kualitas minyak goreng menggunakan fiber optik jenis *multimode* dilakukan dengan tiga kali pengulangan, sehingga diperoleh tiga data percobaan yang tercantum pada lampiran. Setiap percobaan diperoleh data berupa tegangan awal (V_1) sensor fiber optik yang merupakan tegangan sebelum diberikan sampel, dan tegangan akhir (V_2) setelah sampel dituangkan pada bagian fiber optik yang telah dikupas. Pengukuran ini dilakukan pada berbagai jenis minyak yang sering digunakan. Setiap satuan jenis minyak juga dilakukan pengukuran dengan variasi 3 kali pengulangan. Hasil pengukuran berupa tegangan yang terdeteksi oleh fotodiode dan ditampilkan pada LCD. Data yang tercatat merupakan nilai keluaran tegangan pada saat stabil setelah minyak dituangkan. Adanya perubahan ini mempunyai dampak yang signifikan terhadap karakteristik perambatan cahaya dalam fiber optik, sehingga dapat diukur dan dianalisis. Hasil seluruh pengujian dapat dilihat dalam lampiran. Tabel 1 merupakan hasil salah satu dari 3 percobaan yang memiliki nilai sensitivitas terbaik.

Perbedaan tegangan yang terjadi pada pengambilan data ini terjadi karena adanya rugi-rugi yang terjadi. Rugi-rugi dalam fiber optik merupakan kerugian yang disebabkan oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik. Rugi-rugi intrinsik fiber optik terjadi seperti absorpsi (absorpsi loss) dan hamburan (Rayleigh *scattering* loss). Pada penelitian ini rugi-rugi intrinsik terjadi karena bahan dari fiber itu sendiri, dalam pembuatan fiber bisa jadi terdapat bagian yang tidak rata, selain itu saat pembelian fiber sudah dalam keadaan tergulung, dan juga disebabkan saat proses koplingan laser. Sedangkan rugi-rugi ekstrinsik terjadi akibat banyak faktor seperti *bending*, *splicing*, dan *coupling*. Dalam penelitian ini rugi-rugi ekstrinsik terjadi karena pengelupasan fiber dan *cladding* membuat cahaya yang terpandu hilang sebagian melalui permukaan *core* pada fiber optik. Berkurangnya nilai hasil tegangan pada fiber optik terjadi karena adanya kebocoran dari suatu fiber optik tersebut. Penyebab penurunan tegangan pada fiber optik adalah rugi-rugi absorpsi, hamburan, dan lentur (Latifah, dkk. 2023)

Pada tegangan awal semua pengambilan data didapatkan konstan dengan angka yang berbeda, sehingga dalam menganalisis grafik yang diambil yaitu hubungan antara rasio dengan jumlah pengulangan. Seperti pada Gambar 3. Rasio didapatkan dari perbandingan tegangan awal dengan tegangan akhir. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa hubungan antara jumlah pengulangan pemakaian pada setiap sampel dengan rasio adalah berbanding lurus. Selain itu diketahui bahwa minyak B memiliki kenaikan grafik paling tinggi dengan pemakaian minyak ke 3 berada pada rasio tertinggi dari jenis minyak yang lainnya sebesar 1,904 V. Sedangkan minyak yang memiliki nilai grafik paling bawah terdapat S dengan rasio pemakaian minyak ke 3 yang didapatkan nilai sebesar 1,793 V.

Tabel 2 memuat persamaan dan R^2 yang dihasilkan dari grafik pada Gambar 2. R^2 pada minyak B mendapatkan nilai yang lebih tinggi dengan nilai 0,8351, sedangkan nilai R^2 paling rendah adalah SV dengan nilai 0,6548. Rendahnya Nilai R^2 diakibatkan oleh peningkatan pada setiap sampel tidak besar dan nilai yang tidak jauh berbeda. Peningkatan V_2 seiring dengan jumlah pengulangan pemakaian minyak dapat lebih memandu cahaya yang melewati fiber optik karena indeks biasnya juga meningkat (Nasir, 2020). Meningkatnya indeks bias minyak goreng cenderung karena adanya perubahan kimia dan fisik yang terjadi pada minyak selama proses penggorengan.

Tabel 3 berisikan tentang rentang kerja (ΔV), sensitivitas (S), dan Resolusi (R). Adanya karakterisasi dapat memberikan penilaian kualitas dan kinerja sensor. Ketiga parameter diatas dapat diketahui melalui perhitungan menggunakan rumus yang telah dijelaskan pada kajian pustaka. Tetapi dalam menganalisis menggunakan rasio karena tegangan awal yang berubah maka pada perhitungan ini juga berpatokan pada rasio. Sehingga diperoleh hasil karakterisasi yang diperoleh jangkauan kerja paling baik dan sensitivitas terbaik pada fiber optik multimode adalah sampel B dengan nilai jangkauan kerja 0,120 sensitivitas sebesar 0,040 /pengulangan sedangkan jangkauan kerja dan sensitivitas paling rendah adalah jenis SC dengan

IMPLEMENTASI SENSOR FIBER OPTIK DALAM MENGUKUR KUALITAS MINYAK GORENG SAWIT

jangkauan kerja bernilai 0,022 sensitivitas 0,007 /pengulangan. Resolusi terbaik yaitu jenis SC bernilai 1,358, untuk yang paling rendah jenis B yang bernilai 0,249.

IV. PENUTUP

A. Simpulan

Penelitian yang sudah dilakukan sehingga didapatkan kesimpulan mengenai pengaruh jenis fiber optik terhadap kinerja sensor fiber optik dan karakteristik sensor fiber optik dalam mendeteksi kualitas minyak yaitu sensor fiber optik *multimode* mempunyai pengaruh sebagai sensor deteksi. Pengaruh pengulangan pemakaian minyak dengan sensor fiber optik dapat dilihat dari keluaran tegangan yang semakin banyak jumlah pengulangan tegangan yang didapatkan semakin besar atau berbanding lurus. Hasil pengukuran tegangan pada Multimode berkisar >2500 mV. Karakteristik fiber optik dapat dilihat dari perhitungan sensitivitas, resolusi, dan jangkauan kerja sensor. Dimana pada penelitian ini didapatkan hasil jangkauan kerja paling baik dan sensitivitas terbaik pada fiber optik multimode adalah sampel B dengan nilai jangkauan kerja 0,120 sensitivitas sebesar 0,040 /pengulangan sedangkan jangkauan kerja dan sensitivitas paling rendah adalah jenis SC dengan jangkauan kerja bernilai 0,022 sensitivitas 0,007 /pengulangan. Resolusi terbaik yaitu jenis SC bernilai 1,358, untuk yang paling rendah jenis B yang bernilai 0,249.

B. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya. Sensor fiber optik yang digunakan dalam penelitian ini hanya dapat mendeteksi perubahan tegangan (indeks bias) terhadap sampel minyak. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kandungan pada minyak tersebut. Berhenti menggunakan minyak yang berulang kali pakai hal ini tidak baik untuk kesehatan badan.

DAFTAR PUSTAKA

- Du, Y., Sun, B., Li, J., & Zhang, W. (2019). Fiber Laser Sensor. In *Optikal Fiber Sensing and Structural Health Monitoring Technology*. Springer. Singapore
- Larasati, C. P., Hartati, S., & Handayani, C. B. (2020). Studi Pengaruh Faktor Bumbu, Jenis Minyak Dan Frekuensi Penggorengan Terhadap Impuritis Minyak Goreng Pasca Penggorengan Tempe Kedelai: *The Effect of Speed Factors, Oil Type and Fried Frequency of Imported Fried Oil Post Fishing of Soybean Tempe*. *Pro Food*, 6(1), 591-598.
- Latifah, F., Taufiq, H., & Fitriyana, N. M. (2023). Uji Antioksidan Dan Karakterisasi Minyak Atsiri Dari Kulit Jeruk Purut (*Citrus hystrix* D. C). *J Pharm Sci*, 1(47), 46-62.
- Nasir, M. (2020). Perbandingan Kualitas Minyak Sawit Bermerk dan Minyak Kelapa Menggunakan Parameter Viskositas dan Indeks Bias. *Sainstek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 12(2), 36-43
- Prayitno, B., & Widyawati, R. F. (2021). Analisis Daya Saing Minyak Kelapa Sawit Indonesia. *Media Mahardhika*, 20(1), 96-105.
- Yasri, B., Hikmah, K. N., & Rosandhi, O. M. (2019). Perancangan Alat Uji Kandungan Peroksida (H_2O_2) Pada Minyak Goreng Menggunakan Light Dependent Resistor. *Agritepa: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 6(2), 1-12.
- Yu, F. T. S., & Yin, S. (2017). *Fiber Optik Sensors*. Marcel Dekker: New York.