

**UJI KUALITAS MINYAK GORENG YANG TELAH DIGUNAKAN
BERULANG-ULANG DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR
ULTRASONIK JSN SR04T**

(Skripsi)

Oleh
Ester Lusiana Siregar
1917041073



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

UJI KUALITAS MINYAK GORENG YANG TELAH DIGUNAKAN BERULANG-ULANG DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK JSN SR04T

Oleh

ESTER LUSIANA SIREGAR

Telah dilakukan penelitian uji kualitas minyak goreng yang telah digunakan berulang-ulang dengan menggunakan sensor ultrasonik JSN SR04T. Tujuan penelitian untuk menguji kualitas minyak goreng yang telah digunakan berulang-ulang dengan menggunakan sensor ultrasonik JSN SR04T. Minyak goreng merupakan bahan pangan penting yang sering digunakan berulang kali dalam proses memasak, yang dapat menyebabkan penurunan kualitas minyak dan berpotensi membahayakan kesehatan. Sensor ultrasonik JSN SR04T digunakan untuk mendeteksi perubahan intensitas serapan yang dapat menunjukkan tingkat kerusakan minyak goreng. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa jenis minyak goreng, termasuk minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak jagung, dan minyak bunga matahari yang telah diberikan perlakuan hingga perlakuan ketiga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sensor ultrasonik mampu mendeteksi perubahan spektrum dan intensitas serapan minyak goreng. Analisis spektrum frekuensi dengan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) menunjukkan korelasi perubahan intensitas serapan sinyal ultrasonik, pada penelitian ini menunjukkan minyak jagung memiliki intensitas serapan paling banyak dari minyak goreng yang lainnya dan menghasilkan spektrum yang kecil setelah mendapatkan perlakuan ketiga.

Kata Kunci : *Kualitas, Minyak, Sensor Ultrasonik, FFT.*

ABSTRACT

TEST THE QUALITY OF COOKING OIL THAT HAS BEEN USED REPEATEDLY USING THE JSN SR04T ULTRASONIC SENSOR

By

ESTER LUSIANA SIREGAR

A study has been conducted on the Quality Test of cooking oil that has been used repeatedly using the JSN SR04T ultrasonic sensor. The purpose of the study was to test the quality of cooking oil that has been used repeatedly using the JSN SR04T ultrasonic sensor. Cooking oil is an important food ingredient that is often used repeatedly in the cooking process, which can lead to a decrease in oil quality and potentially harm health. The JSN SR04T ultrasonic sensor is used to detect changes in absorption intensity that can indicate the degree of damage of cooking oil. The test was carried out using several types of cooking oil, including coconut oil, palm oil, corn oil, and sunflower oil that had been treated until the third treatment. The results showed that the use of ultrasonic sensors was able to detect changes in the spectrum and intensity of cooking oil absorption. Frequency spectrum analysis with the Fast Fourier Transform (FFT) method showed a correlation of changes in the intensity of ultrasonic signal absorption, in this study showed that corn oil had the most absorption intensity of other cooking oils and produced a small spectrum after receiving the third treatment.

Keywords: Quality, Oil, Ultrasonic Sensor, FFT.

**UJI KUALITAS MINYAK GORENG YANG TELAH DIGUNAKAN
BERULANG-ULANG DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR
ULTRASONIK JSN SR04T**

Oleh

Ester Lusiana Siregar

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : Uji Kualitas Minyak Goreng yang Telah Digunakan Berulang-ulang dengan Menggunakan Sensor Ultrasonik JSN SR04T

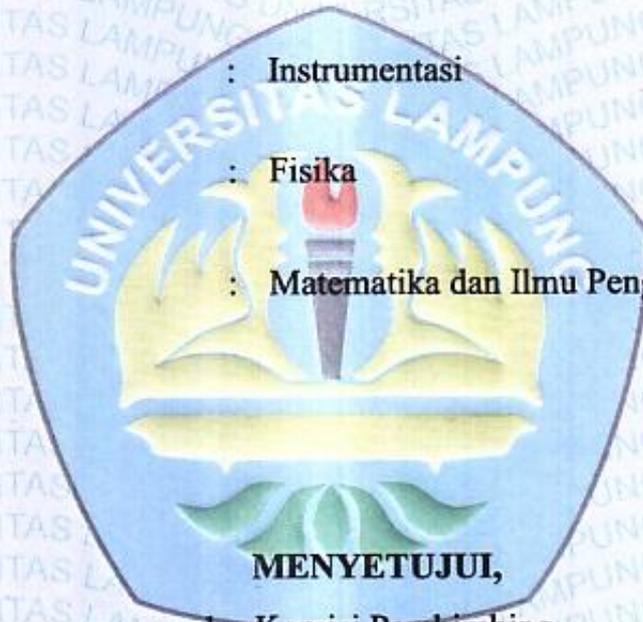
Nama Mahasiswa : Ester Lusiana Siregar

Nomor Pokok Mahasiswa : 1917041073

KBK : Instrumentasi

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. **Komisi Pembimbing**

Dr. Sri Wahyu Suciwati S.Si., M.Si.
NIP. 197108291997032001

Dr. Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.
NIP. 198010102005011002

2. **Ketua Jurusan Fisika**

Dr. Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.
NIP. 198010102005011002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

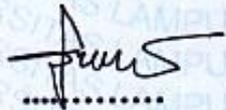
Ketua

: Dr. Sri Wahyu Suciyati S.Si., M.Si.



Sekretaris

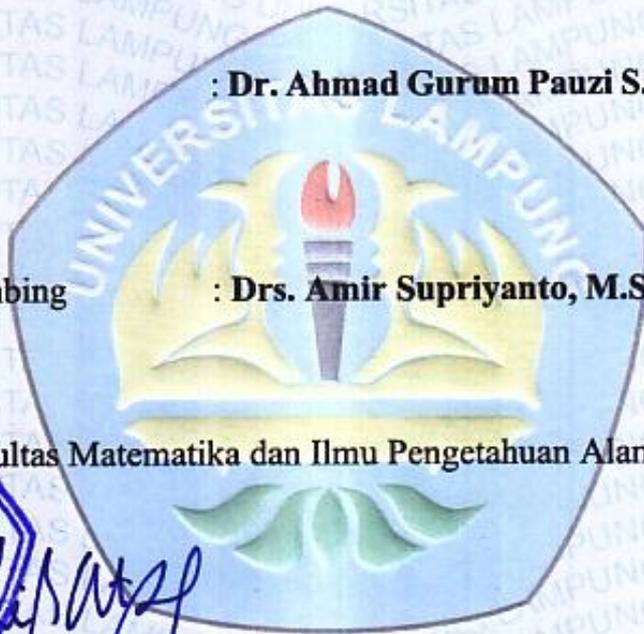
: Dr. Ahmad Gurum Pauzi S.Si., M.T.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Drs. Amir Supriyanto, M.Si.



Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.

NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 09 September 2024

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain dan sepanjang pengetahuan saya tidak ada karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis dicantumkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 09 September 2024



Ester Lusiana Siregar
NPM. 1917041073

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Ester Lusiana Siregar, dilahirkan pada tanggal 25 September 2001 di Prabumulih. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Adel Robert Siregar dan Ibu Juria Norita Aruan. Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-Kanak Santa Maria Prabumulih pada tahun 2007, dilanjutkan Sekolah Dasar di Santa Maria Prabumulih pada tahun 2013, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 5 Prabumulih pada tahun 2016 dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 2 Prabumulih pada tahun 2019.

Penulis diterima di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung pada tahun 2019. Selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung, penulis aktif tergabung Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) sebagai anggota Kesekretariatan tahun 2020 dan anggota Minat dan Bakat tahun 2021, sebagai anggota Danus Paduan Suara Mahasiswa (PSM) Universitas Lampung pada tahun 2021, Bendahara Umum Paduan Suara Mahasiswa (PSM) Universitas Lampung tahun 2022 dan Dewan Pendamping (DP) Paduan Suara Mahasiswa (PSM) Universitas Lampung tahun 2023.

Selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung, penulis mendapat prestasi *Silver Medal* pada kompetisi *4th World Virtual Choir Festival 2021*, silver medal pada kategori *Foklor Song* dan *Mixed Choir* pada kompetisi *12th Bali International Choir Festival 2023*.

Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT Semen Baturaja (Persero) bertempat di Baturaja Ogan Komering Ulu (OKU) pada tahun 2022 dan menyelesaikan laporan PKL dengan judul “Mengukur Jumlah Kapasitas *Raw Meal Silo* di PT Semen Baturaja (Persero) TBK dengan menggunakan Sensor Micropilot FMR57 Hart.” Penulis pernah melakukan pengabdian masyarakat dengan mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Lampung tahun 2022

di Pekon Sumberejo, Kecamatan Sumberejo, Kabupaten Tanggamus. Penulis juga menyelesaikan penelitian skripsi di Jurusan Fisika dengan Judul **“Uji Kualitas Minyak Goreng yang Telah Digunakan Berulang-ulang dengan Menggunakan Sensor Ultrasonik JSN SR 04T”**.

MOTTO

“Tuhanmu tak akan memberi ular beracun pada yang minta roti
Cobaan yang engkau alami tak melebihi kekuatanmu
Tangan tuhan sedang merenda suatu karya yang agung mulia
Saatnya kan tiba nanti, kau lihat pelangi kasihnya”

PERSEMBAHAN

Terpujilah Nama Tuhan

Dengan penuh rasa syukur kepada Tuhan Yesus atas segala berkat kemurahan dan penyertaanNya, kupersembahkan skripsi ini untuk semua orang yang ku sayangi dan cintai

Bapak Adel Robert Siregar dan Ibu Juria Norita Aruan

Kedua orang tuaku yang telah melahirkan, membesarkan, mendidik, mendukung, dan mendoakanku, serta menjadi penyemangatku sehingga aku mampu menghadapi pergumulan dan menyelesaikan pendidikan S1

Albert Andriano Setia Oloan Siregar S.H dan Grysen Stevanus Siregar

Terimakasih atas doa, dukungan serta kasih sayang hingga saat ini

Bapak/Ibu Dosen Fisika FMIPA Unila

Terima kasih telah memberikan bekal ilmu pengetahuan, nasihat serta saran yang membangun kepadaku

Almamater Tercinta

Universitas Lampung

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yesus Kristus, yang telah memberikan kesehatan, berkat kemurahan dan kasihNya sehingga penulis dapat menyelesaikan kuliah serta skripsi yang berjudul “Uji Kualitas Minyak Goreng yang Telah Digunakan Berulang-ulang dengan Menggunakan Sensor Ultrasonik JSN SR04T”. Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kesalahan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan untuk memperbaiki skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini bermanfaat bukan hanya untuk penulis, tapi juga untuk para pembaca.

Bandar Lampung, 09 September 2024

Penulis,

Ester Lusiana Siregar

NPM. 1917041073

SANWACANA

Terpujilah nama Tuhan, penulis menyadari bahwa selama penulisan skripsi ini tentunya mendapat banyak dukungan dari berbagai pihak yang telah mendukung, memberikan motivasi dan membimbing penulis. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati dan ketulusan, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Dr Sri Wahyu Suciwati, S.Si., M.Si. selaku pembimbing 1 yang telah senantiasa merelakan waktunya untuk memberikan bimbingan, saran dan mengarahkan penulis dalam menyusun skripsi.
2. Bapak Dr Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T. selaku pembimbing 2 dan Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah membimbing, memberikan saran, masukan dan mengarahkan penulis dalam menyusun skripsi.
3. Bapak Drs. Amir Supriyanto M.Si. selaku penguji yang telah memberikan masukan berupa kritik dan saran kepada penulis dalam penulisan skripsi.
4. Ibu Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan kepada penulis selama masa kuliah.
5. Seluruh Bapak/Ibu dosen di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan banyak ilmu selama menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.
6. Seluruh tenaga kependidikan di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah membantu penulis memenuhi kebutuhan administrasi.
7. Kedua orang tuaku Bapak Adel Robert Siregar dan Ibu Juria Norita Aruan yang senantiasa memberikan doa, semangat, nasihat, motivasi, pengorbanan, ketulusan kasih sayang kepada penulis.
8. Kedua saudara saya Albert Andriano Setia Oloan Siregar S.H dan Grysen Stevanus Siregar selalu memberikan semangat dan doa kepada penulis.

9. Yohan Anugrah Simamora yang telah menemani penulis serta mendukung penulis selama menyelesaikan skripsi
10. Rifqi Rosyarifuddin S. Sos., Andreas Novendra D Marbun S.T., Adelia Utami dan Dian Khodijah Rospyantin yang telah memberikan semangat dan membentuk kenangan selama berada di Paduan Suara Mahasiswa Universitas Lampung.
11. Teman-teman dekat penulis, Ruth Sanilawati Sipangkar S.Si, Lidya Listra S.Si, Rifki Mohamad K, S.Si, Haposan LH Sihombing S.Si dan Razka Wildan yang telah memberikan semangat dan membentuk kenangan selama perkuliahan bersama penulis.
12. Teman-teman fisika angkatan 2019 dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi penulis.
13. *Last but not least*, terimakasih kepada diri saya sendiri yang mampu bangkit dalam setiap keadaan agar dapat berusaha menyelesaikan skripsi ini dan selalu berpikiran positif dalam setiap keadaan yang tidak berpihak dan berusaha mempercayai diri sendiri, hingga akhirnya mampu membuktikan bahwa penulis mampu bertahan.

Semoga Tuhan Yesus Kristus senantiasa memberikan berkat dan balasan atas segala kebaikan yang telah dilakukan oleh berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat selesai dan bermanfaat.

Bandar Lampung, 09 September 2024
Penulis,

Ester Lusiana Siregar

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
HALAMAN JUDUL	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
MOTTO	x
PERSEMBAHAN	xi
KATA PENGANTAR	xii
SANWACANA	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Batasan Masalah Penelitian	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terkait	9
2.2 Gelombang Ultrasonik	11
2.3 Sensor Ultrasonik	13
2.3.1 Sensor JSN-SR 04T	14

2.4	Osiloskop.....	16
2.5	Minyak Goreng.....	17
2.6	Kualitas Minyak Goreng	22
2.7	Densitas	24
2.8	Fast Fourier Transform (FFT)	25
III. METODE PENELITIAN		
3.1	Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	26
3.2	Alat dan Bahan	27
3.3	Prosedur Penelitian.....	28
3.4	Pengambilan Data dan Analisis.....	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Perangkat Keras.....	33
4.2	Pengujian Sensor Pada Larutan	34
4.3	Hasil Penelitian.....	42
4.3.1	Perubahan Fisis Minyak Goreng	42
4.3.2	Uji Ultrasonik pada Minyak Setelah Mengalami Perlakuan	46
4.3.3	FFT pada Minyak Goreng setelah Mendapatkan Perlakuan.....	55
4.3.4	Analisis Hubungan Densitas Dengan Intensitas Serapan	71
V. SIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Simpulan.....	73
5.2	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Ilustrasi Sensor Ultrasonik.....	14
Gambar 2. 2 Sensor JSN-SR04T	15
Gambar 2. 3 (a) Osiloskop Analog dan (b) Osiloskop Digital	16
Gambar 2. 4 Kelapa dan minyak kelapa.....	20
Gambar 2. 5 Minyak Jagung.	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 3. 2 Desain Alat Uji Kualitas Minyak Goreng Menggunakan Sensor JSN.....	28
Gambar 3. 4 Grafik Data Pengamatan Amplitudo	32
Gambar 3. 5 Grafik Data Pengamatan Densitas	32
Gambar 4. 1 Rangkaian Keseluruhan Alat	33
Gambar 4.2 Bahan-bahan Pengujian.	34
Gambar 4.3 Grafik Density Karakterisasi Sensor	35
Gambar 4.4 Hasil Gelombang pada Air	36
Gambar 4.5 Hasil Gelombang pada Minyak Goreng	36
Gambar 4.6 Hasil Gelombang pada Jelantah	37
Gambar 4.7 Grafik Amplitudo Karakterisasi Sensor ultrasonik pada	38
Gambar 4. 8 FFT Pengujian Sensor Ultrasonik.....	39
Gambar 4. 9 Grafik FFT Uji Sensor Ultrasonik	41
Gambar 4.10 Grafik Densitas Minyak Goreng yang Telah digunakan Berulang- ulang.....	45
Gambar 4.11 Hasil Osiloskop Minyak Kelapa.....	47
Gambar 4.12 Hasil Osiloskop Minyak Bunga Matahari	49
Gambar 4.13 Hasil Osiloskop Minyak Kelapa Sawit.....	51

Gambar 4.14 Hasil Osiloskop Minyak Jagung.....	53
Gambar 4. 15 Grafik FFT Minyak Kelapa	56
Gambar 4. 16 Grafik Data FFT Minyak Kelapa.....	57
Gambar 4. 17 Grafik FFT Minyak Bunga Matahari.....	59
Gambar 4. 18 Grafik Data FFT Minyak Bunga Matahari	60
Gambar 4. 19 Grafik FFT Minyak Kelapa Sawit	61
Gambar 4. 20 Grafik Data FFT Minyak Kelapa Sawit.....	63
Gambar 4. 21 Grafik FFT Minyak Jagung	64
Gambar 4. 22 Grafik Data FFT Minyak Jagung.....	65
Gambar 4. 23 Grafik FFT Minyak tanpa Perlakuan.....	66
Gambar 4. 24 Grafik FFT Minyak setelah Mendapatkan Perlakuan Pertama.....	67
Gambar 4. 25 Grafik FFT Minyak setelah Mendapatkan Perlakuan Kedua	69
Gambar 4. 26 Grafik FFT Minyak setelah Mendapatkan Perlakuan Ketiga.....	70

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Standar Kualitas Minyak Goreng	26
Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	26
Tabel 3. 2 Alat – Alat Penelitian	27
Tabel 3. 3 Bahan - Bahan Penelitian	27
Tabel 3. 4 Software yang Digunakan Pada Penelitian	27
Tabel 3. 5 Uji Sensor JSN SR04T	29
Tabel 3. 6 Data Hasil Pengukuran Gelombang Ultrasonik	31
Tabel 3. 7 Hasil Data Densitas	31
Tabel 4. 1 Densitas Sampel Pengujian Sensor Ultrasonik	35
Tabel 4. 2 Data FFT Pengujian Gelombang Ultrasonik	40
Tabel 4. 3 Hasil Perubahan Fisis Minyak Goreng.....	43
Tabel 4. 4 Data VPP Minyak Kelapa	47
Tabel 4. 5 Data Amplitudo Minyak Kelapa	47
Tabel 4. 6 Data Waktu Perambatan Amplitudo Minyak Kelapa.....	48
Tabel 4. 7 Data Waktu Antar Amplitudo Minyak Kelapa.....	48
Tabel 4. 8 Data VPP Minyak Bunga Matahari.....	49
Tabel 4. 9 Data Amplitudo Minyak Bunga Matahari.....	50
Tabel 4. 10 Data Waktu Perambatan Amplitudo Minyak Bunga Matahari	50
Tabel 4. 11 Data Waktu Antar Amplitudo Minyak Bunga Matahari	51
Tabel 4. 12 Data VPP Minyak Kelapa Sawit	52
Tabel 4. 13 Data Amplitudo Minyak Kelapa Sawit	52
Tabel 4. 14 Data Waktu Perambatan Amplitudo Minyak Kelapa Sawit.....	52
Tabel 4. 15 Data Waktu Antar Amplitudo Minyak Kelapa Sawit	53
Tabel 4. 16 Data VPP Minyak Jagung	54
Tabel 4. 17 Data Amplitudo Minyak Jagung	54
Tabel 4. 18 Data Waktu Perambatan Amplitudo Minyak Jagung.....	55

Tabel 4. 19 Data Waktu Antar Amplitudo Minyak Jagung.....	55
Tabel 4. 20 Data FFT Minyak Kelapa.....	57
Tabel 4. 21 Data FFT Minyak Bunga Matahari	59
Tabel 4. 22 Data FFT Minyak Kelapa Sawit.....	62
Tabel 4. 23 Data FFT Minyak Jagung.....	64

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia minyak goreng termasuk dalam Sembilan bahan pokok Masyarakat Indonesia. Data *Nutrion Foundation For Food Fortification* pada tahun 2014 menyatakan bahwa jumlah kebutuhan minyak goreng di dunia mencapai 3,2 M/T per tahun. Data tersebut menunjukkan bahwa tidak dapat dipungkiri lagi tingginya tingkat penggunaan minyak goreng oleh Masyarakat (Rusmaliana,2019). Pada tahun 2018, total kebutuhan minyak goreng diseluruh Indonesia diperkirakan mencapai 1.1 juta ton. Data ini menunjukkan bahwa konsumsi minyak goreng Masyarakat Indonesia tergolong tinggi dan berpotensi meningkat terus setiap tahun (Nasir dkk, 2020).

Minyak goreng merupakan bahan pangan dengan komposisi utama trigliserida yang berasal dari bahan nabati dengan atau tanpa perubahan kimiawi termasuk hidrogenasi serta pendinginan dan telah melalui proses rafinasi atau pemurnian yang digunakan untuk menggoreng (SNI, 2013). Minyak goreng merupakan bahan pangan non-eesensial dan berfungsi sebagai bahan pangan komplemen. Fungsi minyak goreng sangat penting dalam menciptakan aroma, rasa, warna dan penambahan nilai gizi termasuk vitamin A dan kalori (Mujadin dkk, 2015). Minyak goreng adalah salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia pada umumnya untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari. Minyak goreng yang kita konsumsi sangat berdampak bagi kesehatan tubuh kita. Minimnya pengetahuan masyarakat tentang penggunaan minyak goreng yang baik membuat masyarakat menggunakan minyak goreng secara tidak tepat. Sering kita lihat penggunaan minyak goreng yang terlalu lama menyebabkan perubahan warna, bau dan sifat-

sifat fisika maupun kimia lainnya dari minyak goreng itu sendiri. Perubahan sifat fisika dan kimia dari minyak goreng mengakibatkan lamanya penggunaan berpengaruh terhadap nilai gizi yang terkandung di dalam minyak goreng itu sendiri dan secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi sistem kesehatan tubuh yang mengkonsumsi minyak goreng tersebut. Untuk itu ingin dilakukan penelitian tentang kualitas minyak goreng berdasarkan lama pemanasan atau lama penggunaan (Susan, 2019).

Pemanasan minyak goreng dengan suhu tinggi, serta digunakan secara berulang akan mengakibatkan minyak mengalami kerusakan karena adanya oksidasi yang mampu menghasilkan senyawa aldehida, keton dan senyawa aromatis yang mempunyai bau tengik atau tidak sedap. Selain itu dapat mengakibatkan polimerasi asam lemak tidak jenuh, sehingga komposisi medium minyak berubah. Penggunaan minyak goreng berulang kali dengan pemanasan yang tinggi beserta kontak oksigen akan mengakibatkan minyak mengalami kenaikan asam lemak bebas. Pemanasan berulang pada minyak akan membentuk asam lemak trans didalam minyak (Marofi dkk, 2017). Selama penggorengan, minyak dalam kondisi suhu tinggi, mengalami kontak dengan udara dan air yang ada pada bahan. Air yang ada pada bahan akan menguap dan minyak goreng akan masuk ke dalam bahan menggantikan kandungan air pada bahan. Peristiwa tersebut, menyebabkan minyak terserap pada bahan dan minyak mengalami hidrolisis yang memutuskan asam lemak sehingga minyak dapat mengalami kerusakan yang ditandai dengan meningkatnya kandungan asam lemak bebas (ALB).

Selain itu, minyak goreng tercampur dengan komponen lain dari bahan yang larut dalam minyak membuat minyak goreng mengalami penurunan kualitas dan perubahan bau. Perubahan fisik minyak goreng dapat dijadikan sebagai indikator perubahan minyak goreng segar menjadi minyak yang tidak layak pakai, seperti minyak goreng yang telah hitam, terlalu banyak asap, bau tengik, menjadi lebih kental atau menimbulkan buih pada minyak yang digunakan (Budiyanto, 2012). Kandungan asam plamintat yang tinggi pada minyak dapat memicu penyakit kolestrol, kandungan asam plaminat tersebut dimiliki oleh minyak goreng

kemasan maupun curah. Peningkatan kandungan asam plamintat dan kerusakan pada minyak dapat terjadi sesuai dengan perlakuan terhadap minyak tersebut. Kerusakan minyak goreng dapat diketahui dari parameter yang meliputi sifat fisik dan sifat kimia. Sifat fisik minyak meliputi warna, bau, odor dan flavor, kelarutan, titik cair dan polymorphsin, titik didih, titik lunak, slipping point, shot melting point; bobot jenis, indeks bias, titik asap, titik nyala dan titik api, titik kekeruhan (*turbidity point*). Minyak goreng yang sudah terkontaminasi dan mengalamikerusakan masih dapat dilakukan pemurnian agar diperoleh minyak dengan mutu yang bagus. Asam lemak bebas pada minyak goreng dapat diturunkan dengan aktivasi zeolite pada minyak dengan menggunakan NaOH dan HCl (Rosmalinda, 2019).

Zahra dkk (2013) melakukan penelitian pengaruh penggunaan minyak goreng berulang terhadap perubahan nilai gizi dan mutu hedonic pada ayam goreng mendapatkan hasil bahwa penggunaan minyak goreng berulang tidak hanya merusak mutu minyak goreng, tetapi juga menurunkan mutu bahan pangan yang digoreng. Hal tersebut dapat dilihat dari meningkatnya kandungan kolesterol pada minyak goreng berulang, menurunnya nilai gizi yaitu protein dan kadar air serta meningkatnya kadar lemak sehingga jika terus terjadi dapat mengganggu Kesehatan Masyarakat yang mengkonsumsinya. Hasil uji *organoleptic* juga menunjukkan adanya peningkatan intensitas warna dan kerenyahan produk pangan yang digoreng menggunakan minyak goreng berulang dan menyarankan untuk pemakaian minyak goreng tidak lebih dari empat kali.

Nainggolan dkk (2016) menguji kadar asam lemak bebas dan penentuan bilangan peroksida sebagai parameter untuk menentukan tingkat kerusakan minyak yang teroksidasi oleh pemanasan dan pemakaian yang berulang, karena asam lemak bebas pada dasarnya juga terbentuk karena proses oksidasi dan menyebabkan flavor yang tidak enak dan juga dapat meracuni tubuh, bilangan peroksida dan FFA merupakan nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak atau lemak, dimana FFA tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk peroksida.

Ilmi (2015) melakukan penelitian untuk menguji kualitas minyak goreng dan produk gorengan selama penggorengan rumah tangga Indonesia. Menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu jenis perlakuan, melakukan pengulangan pemakaian minyak goreng yang sama hingga empat kali pengulangan. Menggunakan minyak goreng sebanyak 2 liter dengan pemanasan terlebih dahulu selama 30 menit pada suhu 180°-185 °C. Pada saat penggorengan, suhu selalu dijaga agar tetap konstan dengan cara memonitoringnya menggunakan *thermometer*. Perlakuan berlangsung selama dua hari, sehingga dengan minyak goreng yang sama akan mengalami empat siklus penggorengan. Minyak goreng diambil 200 ml di setiap titik setelah pemberian perlakuan satu siklus penggorengan. Minyak goreng 200 ml disimpan dalam botol gelap dan dianalisis. Minyak goreng yang tidak diambil didiamkan tetap didalam penggorengan, kemudian disaring endapannya dan digunakan untuk menggoreng pada siklus penggorengan berikutnya. Pada siklus penggorengan berikutnya tidak dilakukan penambahan minyak goreng.

Penelitian mengenai kualitas minyak goreng terus dikembangkan oleh berbagai akademis. Penggunaan minyak goreng ditengah-tengah masyarakat tidak sesuai dengan ketentuan penggunaannya. Dimana penggunaan minyak goreng hanya satu kali pemakaian, tetapi digunakan berkali-kali oleh Masyarakat. Sehingga penggunaan minyak goreng tersebut, akan memberikan efek buruk bagi Kesehatan. Penelitian ini penting guna menyadarkan Masyarakat bahwa kualitas minyak goreng yang baik untuk kesehatan dan kualitas yang buruk untuk kesehatan (Elmiati, 2020). Sudarmanto (2014) menyatakan nilai kerapatan dari minyak goreng mengalami penurunan pada minyak goreng yang belum dipakai dan pada minyak goreng yang pernah dipakai satu kali. Minyak goreng yang sudah dipakai satu kali nilai kerapatannya mengalami penurunan karena minyak goreng tersebut telah mengalami pemanasan sehingga ikatan antar molekulnya berkurang dan menyebabkan kerapatan minyak berkurang. Minyak goreng yang belum pernah dipakai mempunyai nilai kerapatan besar karena minyak goreng tersebut belum mengalami pemanasan, sehingga molekul-molekulnya tidak mengalami peregangan dan kerapatannya lebih besar. Jadi, minyak goreng

dengan kerapatan besar adalah pada minyak goreng yang belum pernah dipakai dan kerapatan mengalami penurunan yaitu pada minyak goreng yang sudah dipakai satu kali. Viskositas dalam cairan ditimbulkan oleh gesekan dalam lapisan-lapisan cairan, semakin besar gesekan yang terjadi maka viskositasnya semakin besar, begitu juga jika gesekan yang terjadi lebih kecil, maka viskositasnya juga kecil.

Viskositas adalah sifat properti dari sebuah fluida yang menggambarkan hambatan dari fluida tersebut saat mengalir. Semakin besar nilai koefisien viskositas maka, semakin besar daya hambatan dari fluida tersebut untuk mengalir. Untuk bahan makanan yang digoreng menggunakan minyak goreng maka, nilai viskositas dari minyak goreng kecil akan menjadi lebih baik karena artinya minyak tersebut akan menempel diatas permukaan bahan makanan yang akan digoreng. Namun dengan mengecilnya nilai viskositas, maka biasanya nilai titik didih dari fluida tersebut semakin rendah sehingga kerugian yang akan terjadi adalah minyak goreng tersebut akan menjadi lebih cepat habis. Terdapat nilai koefisien viskositas minyak goreng, dengan demikian penelitian terhadap nilai property viskositas dari minyak goreng setelah pemanasan dan pemakaian berulang menjadi penting diamati (Yusibani dkk, 2017). Rosalina (2017) menyatakan pengaruh suhu terhadap viskositas minyak goreng adalah eksponensial negative dan pengaruh suhu terhadap intensitas keluaran fiber optik yang dikupas jaketnya adalah eksponensial positif. Persamaan konversi skala intensitas menjadi viskositas adalah $\mu = 0.61 I + 6.98$. Pengukuran viskositas minyak goreng dapat dilakukan menggunakan viskometer, viskositas dapat diukur menggunakan fiber optik. Salah satu parameter kualitas minyak goreng dapat kita lihat dari massa jenisnya. Diperlukan sebuah alat untuk mengukur kualitas minyak goreng berdasarkan berat jenisnya. Massa jenis merupakan besarnya massa persatuan volume. Uji massa jenis telah dilakukan oleh sutiah dkk, namun Warsito dkk (2013) melakukan penelitian secara manual yakni, melakukannya dengan mengukur massa minyak goreng menggunakan timbangan, sedangkan volume minyak diukur dengan menggunakan gelas ukur. Kemudian massa minyak dibagi dengan volume minyak maka mendapatkan nilai masa jenisnya.

Era perkembangan teknologi saat ini banyak ditemukan alat-alat inovasi terbaru terutama pada penggunaan gelombang ultrasonik. Sensor ultrasonik merupakan temuan penting dalam bidang industri dan aplikasi ilmiah dalam pengukuran kecepatan fluida khususnya kecepatan udara (Suastika dkk, 2013). Sensor ultrasonik merupakan sensor yang bekerja dengan prinsip pantulan gelombang suara untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu yang berada didepannya (Hudati dkk, 2021). Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik dipermukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair, namun gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa (Frima Yudha dan Sani, 2017). JSN-SR04T merupakan sensor ultrasonik upgrade dari sensor HC-SR04, dengan fitur tahan air hingga rentang pengukuran 500 cm. sensor ini memiliki fitur tahan air, sehingga aman digunakan didalam air tanpa takut terjadi korsleting listrik.

Osiloskop merupakan instrumentasi laboratorium yang sangat berguna dalam banyak bidang ilmu pengetahuan murni dan ilmu pengetahuan terapan (Freedman, 2003). Keberadaan objek didepannya ditafsirkan dengan menggunakan gelombang ultrasonik yang dipancarkan oleh unit pemancar (*transmitter*) dan diterima kembali oleh unit penerima (*receiver*) setelah memantul mengenai permukaan objek didepannya. Gelombang pantul yang diterima mengindikasikan terdapat objek tertentu didepan sensor, pada saat gelombang yang dipancarkan tidak diterima kembali oleh receiver, maka terdapat kemungkinan tidak ada objek didepan sensor atau objek berada diluar jangkauan pengukuran (Yanel, 2023).

Berdasarkan penjelasan diatas, mendorong penulis untuk melihat karakteristik sensor ultrasonik dalam menguji kualitas minyak goreng yang digunakan berulang-ulang oleh masyarakat. Dalam penelitian ini akan menggunakan sensor ultrasonik JSN SR04T dan osiloskop sebagai alat pengujiannya, plat logam sebagai wadah untuk menampung larutan minyak yang akan diuji dan menggunakan beberapa jenis minyak yang sering digunakan oleh masyarakat indonesia yaitu minyak curah, minyak kelapa sawit, minyak kelapa dan minyak jagung yang telah digunakan berulang-ulang.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik sensor ultrasonik dalam menguji kualitas minyak goreng yang telah digunakan berulang-ulang oleh masyarakat pada osiloskop?
2. Bagaimana menguji kualitas minyak goreng menggunakan sensor ultrasonik?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengkarakterisasi sensor ultrasonik dalam menguji kualitas minyak goreng yang digunakan berulang-ulang oleh Masyarakat menggunakan osiloskop
2. Mengevaluasi efektifitas sensor ultrasonik dalam mendeteksi kualitas minyak goreng berdasarkan spektrum amplitudo

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui karakteristik sensor ultrasonik pada osiloskop dalam menguji kualitas minyak goreng yang telah digunakan berulang-ulang oleh masyarakat
2. Berkontribusi pada pengembangan teknologi sensor dan aplikasi ultrasonik dalam pengujian kualitas makanan

1.5 Batasan Masalah Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menggunakan sensor ultrasonik
2. Menggunakan arduino uno sebagai mikrokontroler
3. Menggunakan osiloskop sebagai alat uji karakterisasi sensor
4. Sampel yang digunakan yaitu minyak jelantah, minyak kelapa sawit, minyak jagung dan minyak kelapa
5. Menggunakan tempe,tahu dan ikan sebagai sampel penggorengan

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian untuk uji kualitas minyak goreng telah banyak dilakukan oleh peneliti, masing-masing melakukannya dalam berbagai bidang penelitian yang berbeda. Beberapa diantaranya digunakan sebagai dasar untuk mendukung penelitian ini.

Sutiah dkk (2008) melakukan uji kualitas minyak goreng pada penelitian didasarkan dengan parameter viskositas dan indeks bias dari larutan minyak goreng dan bekas. Empat macam larutan minyak yang di uji coba pada penelitian ini yakni larutan minyak goreng A, larutan minyak goreng B, larutan minyak goreng c dan larutan minyak goreng D. Masing-masing minyak tersebut divariasikan menjadi tiga jenis yaitu larutan minyak goreng yang belum dipakai, larutan minyak goreng satu kali pakai dan larutan minyak goreng dua kali pakai menggunakan parameter viskositas. Nilai kerapatan dari larutan minyak goreng yang paling kecil terletak pada suatu larutan minyak goreng yang telah dipakai dua kali dan nilai kerapatan yang paling besar terletak pada larutan minyak goreng yang belum pernah dipakai.

Nilai viskositas yang paling kecil terdapat pada minyak goreng yang sudah terpakai dua kali dan nilai viskositas yang paling besar terdapat pada minyak goreng yang belum pernah dipakai. Nilai indeks bias pada suatu minyak goreng yang paling kecil terdapat pada larutan minyak goreng yang telah dipakai dua kali dan yang paling besar nilai indeks biasnya ialah pada larutan minyak goreng yang belum dipakai. Nilai transmitansi yang paling besar terdapat pada larutan minyak goreng yang sudah dipakai dua kali dan nilai transmitansi yang paling kecil terdapat pada larutan minyak goreng yang blom dipakai. Ramadhan (2021) membuat sistem deteksi kemurnian minyak goreng dengan menggunakan metode

gelombang ultrasonik. Perangkat ini menggunakan adaptor AC-DC 12 V 1 A sebagai sumber daya yang dapat menghasilkan tegangan sebesar 12 V dan dihubungkan ke modul osilator XR2206. Modul osilator XR2206 digunakan sebagai pembentuk gelombang sinus dengan frekuensi 40 kHz. Tegangan dari adaptor juga dihubungkan dengan regulator tegangan LM7805 agar dapat menghasilkan tegangan konstan 5V yang akan digunakan untuk mengoperasikan mikrokontroler. Teensy 3.2, IC penguat tegangan LM 3b6, IC komparator LM 393 dan LCD display.

Pada penelitian ini terlihat bahwa waktu tempuh gelombang akan meningkat seiring dengan menurunnya tingkat kemurnian minyak goreng curah sehingga kecepatan rambat gelombang mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa gelombang akan semakin cepat merambat jika tingkat kemurniannya semakin tinggi. Kecepatan rambat gelombang pada objek uji ditentukan berdasarkan kalibrasi kecepatan gelombang pada air. Hubungan antar kecepatan gelombang dengan tingkat kemurnian pada minyak goreng curah ditentukan berdasarkan analisis grafik regresi linear. Nilai korelasi dari analisis yang didapat antara tingkat kemurnian memiliki korelasi yang cukup tinggi dengan nilai $R^2 = 0,978$. Kemudian hasil selanjutnya menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat kemurnian minyak goreng maka nilai viskositasnya akan semakin menurun. Analisis yang didapat antara tingkat kemurnian dengan nilai viskositas memiliki nilai korelasi yang tinggi dengan nilai $R^2 = 0,9999$. Dari hasil perhitungan kesalahan relative pengukuran viskositas menunjukkan hasil sebesar 0,026% dan tingkat akurasi sebesar 99,97%.

Mulyono dan Ariyanti (2010) membuat otomatisasi pengukuran koefisien viskositas zat cair menggunakan gelombang ultrasonik. Pembuatan otomatisasi alat pengukur zat cair ini memanfaatkan sistem pantulan dari gelombang ultrasonik (dibangkitkan oleh sensor ultrasonik) yang dipancarkan pada sampel oleh transduser *transmitter* dan hasil pantulan gelombangnya ditangkap kembali oleh transduser *receiver*. Melalui sistem pantulan gelombangnya ini maka akan diketahui besarnya waktu yang dibutuhkan gelombang dalam menempuh

perambatannya. Dalam pembuatan alat dibutuhkan beberapa komponen elektronika lain seperti *tone decoder* sebagai pencacah sinyal, rangkaian-rangkaian penguat sinyal, mikrokontroler yang berfungsi sebagai pewaktu otomatis sekaligus sebagai pusat pengolah program yang mengkalibrasi nilai dari pewaktu menjadi nilai viskositas serta perangkat lunak assembler sebagai bahasa pemrograman dan hasil pendeteksi alat akan ditampilkan pada LCD. Kemudian penentuan tingkat keakuratan dari alat pengukur viskositas zat cair dilakukan melalui perbandingan nilai viskositas yang didapatkan dari pengukuran pada alat ukur viskositas yang sudah ada dengan nilai hasil pengukuran pada alat ukur viskositas menggunakan gelombang ultrasonik.

Kadarmanto (2007) melakukan penelitian memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk mengukur viskositas oli. Data yang didapat adalah amplitudo tegangan dari gelombang ultrasonik. Amplitudo tegangan dibandingkan dengan masing-masing oli yang didapat dengan melakukan percobaan menggunakan hukum stokes sehingga dapat diketahui hubungan antara amplitudo dan viskositas. Gelombang ultrasonik yang merambat melalui medium oli, akan mengalami penurunan intensitas yang disebabkan karena adanya pemantulan gelombang, penyebaran gelombang dan adanya absorpsi oleh medium yang dilaluinya. Besarnya penurunan intensitas tergantung pada jenis medium dan dapat dipengaruhi oleh besarnya frekuensi.

2.2 Gelombang Ultrasonik

Gelombang bunyi merupakan getaran molekul-molekul zat dan saling beradu satu sama lain tetapi zat tersebut terkoordinasi menghasilkan gelombang serta mentransmisikan energi bahkan tidak pernah terjadi perpindahan partikel. Gelombang bunyi timbul dari terjadinya perubahan mekanik terhadap gas, zat cair, ataupun zat padat yang merambat dengan nilai kecepatan tertentu. Kecepatan ultrasonik memiliki nilai yang berbeda jika melalui medium yang berbeda juga (Suastika dkk, 2013). Sifat ultrasonik sama dengan gelombang suara pada

umumnya, memiliki sifat memantul, merambat pada media padat dan udara dengan energi yang rendah (Chobir dkk, 2017). Gelombang ultrasonik berguna untuk mendeteksi dan mengevaluasi objek pada berbagai media seperti gas, cair atau padat, tetapi tidak pada ruang vakum. Gelombang ultrasonik telah dijadikan alat yang praktis dan berguna selama beberapa dekade, terutama untuk diagnosis medis di rumah sakit dan tes non-destructive di dunia industri, karena gelombang elektromagnetik terserap dengan cepat pada tubuh manusia dan object logam. Keamanan ultrasonik jauh dibandingkan dengan sinar-X pada praktik pengukuran dan imaging. Bahkan ultrasonik bisa memberikan harga yang lebih murah dari pada metode lainnya. Sensor ultrasonik mempunyai dua bagian penting, sebuah transmitter yang mengirimkan sinyal keluar (berupa gelombang ultrasonik) yang tidak dapat didengar manusia. Dan sebuah penerima atau receiver yang menerima sinyal setelah gelombang tersebut memantul dari sebuah objek. Sensor ultrasonik bekerja dengan cara mengirimkan suara dari satu sisi (yang berbentuk seperti speaker) dan menerimanya kembali pada sisi satunya (Darojat dan Sutikno, 2017)

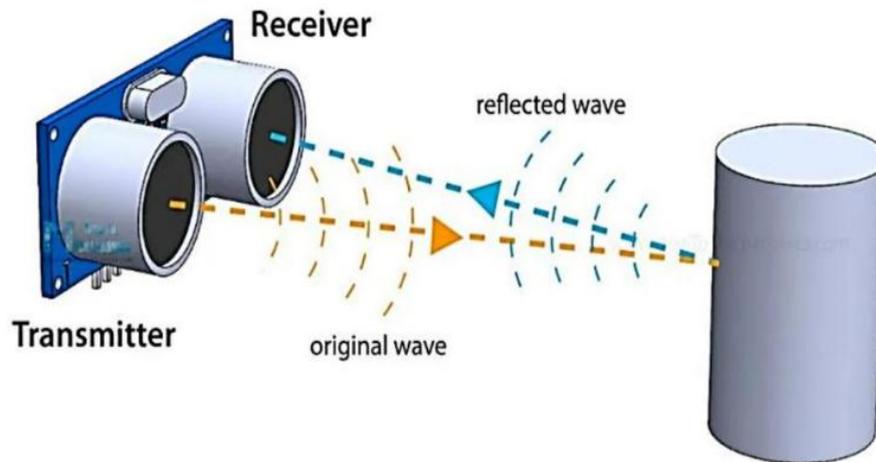
Karakteristik gelombang ultrasonik yang melalui medium mengakibatkan getaran partikel dengan medium amplitud sejajar dengan arah rambat secara longitudinal, sehingga menyebabkan partikel medium membentuk rapatan (*strain*) dan tegangan (*stress*). Proses kontinu yang menyebabkan terjadinya rapatan dan renggangan di dalam medium disebabkan oleh getaran partikel secara periodik selama gelombang ultrasonik melaluinya. Gelombang ultrasonik merambat di udara dengan kecepatan 344 m/s mengenai objek dan memantul kembali ke sensor. Panjang gelombang menentukan ukuran objek terkecil yang dapat terdeteksi oleh sensor gelombang ultrasonik. Semakin besar frekuensi yang digunakan, semakin kecil ukuran objek yang dapat terdeteksi. Jarak antara penerima dan pemancar gelombang ultrasonik menentukan jarak terjauh objek yang dapat dideteksi oleh sensor gelombang ultrasonik (Masturi dan Sujarwata, 2011).

2.3 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik merupakan alat elektronika yang kemampuannya bisa mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik (Purwanto dkk, 2019). Sensor ultrasonik merupakan sensor yang menggunakan gelombang suara sehingga sensor dapat dipakai ditempat-tempat dengan intensitas cahaya rendah (Budiarso dan Prihandono, 2015). Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Bunyi ultrasonik tidak dapat didengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik dipermukaan zat cair namun, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa (Zainal dkk, 2017). Sensor ultrasonik mampu mengkonversi gelombang bunyi ke dalam beberapa satuan seperti jarak, ketinggian dan kecepatan. Teknik pengukuran jarak, ketinggian dan kecepatan. Teknik pengukuran jarak/Panjang ini menggunakan gelombang ultrasonik di udara termasuk metode echo pulsa, pancaran pulsa dikirim ke media transmisi dan dipantulkan oleh sebuah objek pada jarak tertentu. Waktu yang diambil dari pemancar ke penerima sebanding dengan jarak objek (Puspasari dkk, 2019).

Sensor ultrasonik bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek atau benda tertentu didepan frekuensi kerja pada daerah diatas gelombang suara dari 20 kHz hingga 2 MHz (Yoski dan Mukhaiyar, 2020). Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu (Santoso, 2015). Sangat sederhana, sebuah kristal piezoelectric dihubungkan dengan diafragma penggetar tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 20 kHz hingga 2 Mhz. struktur atom dari kristal piezoelectric menyebabkan berkontraksi mengembang atau menyusut, sebuah polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek piezoelectric pada sensor ultrasonik. Besar amplitude sebuah sinyal elektrik yang dihasilkan sensor

penerima tergantung dari jauh dekatnya sebuah objek yang akan dideteksi serta kualitas dari sensor pemancar dan sensor penerima (Pasaribu, 2019).



Gambar 2. 1 Ilustrasi Sensor Ultrasonik (Munawar dkk, 2023).

2.3.1 Sensor JSN-SR 04T

Sensor JSN-SR04T dilengkapi dengan kabel 2,5m yang menghubungkan ke papan breakout yang mengontrol sensor dan melakukan semua pemrosesan sinyal. Perlu diperhatikan bahwa hanya sensor dan kabelnya yang tahan air, jika papan Pelepas terkena air, sensor dapat berhenti bekerja. Sensor JSN-SR04T memiliki kabel *built-in* yang terhubung ke modul dengan Panjang 2,5m dan rentang tegangan 3-5 volt untuk pemrosesan sinyal. Prinsip kerja sensor ini mengandalkan hukum pemantulan dengan menggunakan gelombang suara yang dipancarkan dan memerlukan benda untuk memantulkan sinyal yang kemudian diterima kembali oleh sensor (Hasna dkk, 2022). Sensor jarak ultrasonik bekerja dengan mengirimkan gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik tersebut memantul kembali saat terkena objek dan sensor ultrasonik mendeteksinya. Dengan menghitung berapa lama waktu yang berlalu antara mengirim dan menerima gelombang suara, dapat dihitung jarak antara sensor dan objek.

$$v = \frac{s \cdot t}{2} \quad (2.1)$$

Dengan v merupakan cepat rambat gelombang (m/s^2), s merupakan jarak (m) dan t merupakan waktu (s) yang merupakan waktu antara mengirim dan menerima gelombang suara dalam mikrodetik. Perbedaan antara sensor JSN-SR04T dan HC-SR04 selain tahan air, yakni sensor JSN-SR04T ini hanya menggunakan satu transduser ultrasonik. Transduser ini berfungsi baik sebagai pemancar dan penerima gelombang ultrasonik.



Gambar 2. 2 Sensor JSN-SR04T

Spesifikasi sensor JSN-SR04T dapat dilihat pada **Tabel 2.1**

Tabel 2. 1 Spesifikasi Sensor JSN-SR04T

Operating voltage	Pulse width output / serial output DC 3.0-5.5V
Working current	Less than 8mA
Probe frequency	40kHz
Farthest range	600 cm
Recent range	20 cm
Distance accuracy	+ - 1 cm
Resolution	1 mm
Measuring angle	75 degree
Enter the trigger signal	1, 10 μ s above the TTL pulse 2, the serial port to send instructions 0X55
Output the echo signal	Output pulse width level signal, or TTL
Wiring	3-5.5V (power positive) Trig (RX) RX Echo (Output) TX GND (power supply negative)
Product size	L42 * W29 * H12 mm
Operating temperature	-20°C to 70°C
Product color	PCB board is blue

(Purwanto,2019).

2.4 Osiloskop

Osiloskop merupakan salah satu alat ukur besaran listrik yang dapat memproyeksikan atau menampilkan bentuk tegangan listrik terhadap perubahan waktu. Secara umum osiloskop diklasifikasikan menjadi dua yakni osiloskop analog dan osiloskop digital. Berdasarkan prinsip kerjanya keduanya sama-sama menerima sinyal input yang berupa tegangan listrik kemudian ditampilkan ke sebuah display. Pada osiloskop analog sinyal input yang masuk hanya melewati bagian vertical dan langsung dikondisikan ke bagian sistem display, sementara itu osiloskop digital harus melalui proses pengubahan sinyal ke kode-kode biner, penyimpanan dalam memori dan proses rekonstruksi bentuk gelombang ke sistem display. Karena proses yang dilalui oleh sinyal input pada osiloskop digital sedikit Panjang dan harus melalui proses digitalisasi maka, jika ditinjau dari segi *fidelity*, osiloskop analog akan lebih unggul daripada osiloskop digital (Atmega dkk, 2017).

Proses pengubahan sinyal input agar dapat ditampilkan ke dalam display keduanya memiliki cara yang berbeda. Osiloskop digunakan sebagai alat ukur yang dapat memberikan gambar berbentuk gelombang yang terdapat pada bagian yang diukur, biasanya untuk menentukan jalur atau fungsi tidaknya komponen (Hidayat, 2009). Dengan menggunakan osiloskop, kita dapat mengamati dan menganalisa bentuk gelombang dari sinyal listrik atau frekuensi dalam suatu rangkaian. Osiloskop analog menggunakan teknologi CRT (tabung katoda) untuk menampilkan sinyal listrik bentuk gelombangnya dan osiloskop digital menggunakan LCD untuk menampilkan sinyal listrik bentuk gelombangnya.



Gambar 2. 3 (a) Osiloskop Analog dan (b) Osiloskop Digital

Pengukuran berbasis tegangan yaitu amplitudo merupakan ukuran besarnya suatu sinyal atau tingginya puncak gelombang. Pengukuran dari puncak tertinggi ke puncak terendah (V_{pp}), mengukur salah satu puncaknya saja baik yang tertinggi maupun yang terendah dengan sumbu X dan tegangan rata-rata. Pengukuran berbasis waktu yaitu frekuensi (jumlah getaran dalam satu detik), periode (waktu untuk satu getaran), *duty cycle* (siklus kondisi ON dengan kondisi OFF pada setiap periode), *rise-time* (waktu perubahan sinyal terendah ke tertinggi), *fall time* (waktu perubahan sinyal tertinggi dan ke terendah) (Lastera, 2019).

2.5 Minyak Goreng

Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau lemak hewan yang dimurnikan dan berbentuk cair pada suhu ruang dan biasanya digunakan untuk menggoreng makanan (Ariani dkk, 2017). Minyak goreng merupakan minyak yang telah mengalami proses pemurnian yang meliputi degumming, netralisasi, pemucatan dan deodorisasi. Menurut SNI (2013) minyak goreng merupakan bahan pangan dengan komposisi utama trigliserida yang berasal dari bahan nabati dengan atau tanpa perubahan kimiawi, termasuk hidrogenasi, pendinginan dan telah melalui proses rafinasi atau pemurnian yang digunakan untuk menggoreng (Chairunnisa, 2013).

Minyak goreng berfungsi sebagai penghantar panas, penambah rasa gurih dan juga penambah nilai kalori bahan pangan. Mutu minyak goreng dapat ditentukan dari titik asapnya, yakni suhu pemanas minyak. Minyak goreng yang baik merupakan minyak goreng yang tidak berbau dan enak rasanya, jernih dan disukai warnanya, serta stabil pada cahaya dan tahan terhadap panas (Rusdiana, 2015). Minyak goreng digunakan untuk memasak seperti menumis dan menggoreng dalam jumlah yang sedikit maupun banyak. Minyak goreng dapat memberikan aroma yang sedap, cita rasa yang lebih lezat, gurih, membuat makanan menjadi renyah atau *crispy*, serta penampilan yang lebih menarik memberikan warna keemasan dan kecoklatan daripada makanan yang dikukus,

direbus atau dipanggang (Nasution, 2021). Sifat minyak goreng dapat dibagi menjadi sifat fisik dan kimia. Sifat fisik meliputi warna, odor dan flavour, kelarutan, titik cair dan polymorphism, titik didih, titik lunak, sliping point, titik leleh, bobot jenis, titik asap dan titik kekeruhan. Sedangkan sifat kimia meliputi : hidrolisa, oksidasi, hidrogenasi dan esterifikasi (Fanani dan Ningsih, 2019).

Minyak adalah komponen membrane sel bersama-sama dengan protein dan karbohidrat. Sumber energi minyak berbeda dengan karbohidrat dan protein, dimana keduanya menghasilkan 4 kalori/gram, namun minyak menghasilkan 9 kkal/gram. Minyak dari tumbuhan yang biasa dimanfaatkan sebagai minyak goreng ialah minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak zaitun, minyak bunga matahari dan lain-lain. Asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak goreng dapat menjadi petunjuk mutu minyak. Jika asam lemak bebas yang terkandung tinggi, maka mutu minyak rendah karena terjadi hidrolisis lemak atau minyak. Hidrolisis minyak menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas penyusunnya. Hal ini akan menurunkan kualitas minyak goreng. Demikian juga dengan bilangan peroksida yang menggambarkan kerusakan minyak yang disebut dengan ketengikkan. Ketengikkan terjadi karena radikal asam lemak atau minyak mengalami autooksidasi. Pembentukan radikal bebas ini dapat dipicu oleh faktor cahaya, pemanasan dengan suhu tinggi dan adanya logam-logam berat seperti Cu, Fe, Co dan Mn (Megavitry dkk., 2022).

2.5.1 Minyak Bunga Matahari

Minyak biji bunga matahari adalah salah satu jenis minyak nabati yang pengembangannya masih terbatas di Indonesia. Beberapa industri di Indonesia masih harus mengimpor minyak biji bunga matahari, tingginya impor minyak biji bunga matahari di Indonesia disebabkan kurangnya

pasokan dari dalam negeri, kualitas yang belum memadai dan kontinuitas hasil yang belum dapat diandalkan (Katja, 2012).

2.5.2 Minyak Kelapa Sawit

Bagian yang paling utama untuk diolah dari kelapa sawit adalah buahnya. Bagian daging buah menghasilkan minyak kelapa sawit mentah yang diolah menjadi bahan baku minyak goreng. Kelebihan minyak baku dari sawit adalah harga yang murah, rendah kolesterol dan memiliki kandungan protein tinggi (Ulfindrayani dan Q. A'yuni, 2018). Minyak goreng dari minyak sawit merupakan fraksi *Refined Bleached Deodorized Palm Oil* (RBDPO) dan disebut juga olein normal (bilangan iod minimum 56). Sedangkan minyak goreng hasil fraksinasi dua tahap dari RBDPO disebut olein super dengan bilangan iod minimum 60. Umumnya produk yang dijadikan sebagai minyak goreng curah adalah olein normal, sedangkan minyak goreng branded adalah olein super (Hasibuan, 2012).

Minyak sawit juga mempunyai keunggulan dalam hal susunan dan nilai gizi yang terkandung didalamnya. Kadar sterol dalam minyak sawit relative lebih rendah dibandingkan dengan minyak nabati lainnya yang terdiri dari sitosterol, campesterol, stigmasterol dan kolesterol. Bahkan ada hasil penelitian dinyatakan bahwa kandungan kolesterol dalam satu butir telur setara dengan kandungan kandungan kolesterol dalam 29 liter minyak sawit. Minyak sawit dapat dikatakan sebagai minyak goreng nonkolesterol (kadar kolesterolnya rendah) (kurniasih, 2020). Minyak sawit mengandung banyak lemak jenuh, sehingga termasuk stabil saat dipanaskan dan cocok digunakan untuk menggoreng. Di sisi lain, kandungan lemak jenuh tersebut juga bisa berdampak buruk bagi Kesehatan (Pusat data dan analisis tempo, 2020). Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 7709: 2012 minyak goreng sawit adalah bahan pangan dengan komposisi utama trigliserida berasal dari

minyak sawit, dengan atau tanpa perubahan kimia, termasuk hidrogenasi, pendinginan dan telah melalui proses pemurnian dengan penambahan vitamin A (Juniarto dan Isnasia, 2021).

2.5.3 Minyak Kelapa

Minyak kelapa termasuk real food karena secara tradisional telah diturunkan dari generasi ke generasi dan bahan bakunya dibudidayakan secara organik (Subroto, 2008). Minyak kelapa masuk dalam kategori asam lemak jenuh, sangat stabil dan tahan oksidasi, sehingga sulit menjadi tengik kalau pembuatannya memenuhi persyaratan modern. Minyak kelapa yang diproduksi secara modern tanpa dipanaskan, disebut minyak kelapa perawan yang dikenal sebagai *Virgin Coconut Oil* (VCO). Minyak kelapa merupakan salahsatu minyak goreng, memiliki komposisi yang didominasi oleh asam lemak jenuh (90-92%). Minyak kelapa memiliki keunggulan pada asam lemak jenuh sama seperti kelapa sawit, sehingga lebih stabil dan tidak mudah teroksidasi pada suhu tinggi. Diperoleh dari buah kelapa yang cukup tua baik secara basah, yakni secara ekstrasi dari santan maupun dengan cara kering, yakni dengan pengepresan kopra. Minyak kelapa umumnya terdiri dari 90% asam lemak jenuh dan 10% asam lemak tidak jenuh (Rengga dan Waradyah pita, 2020).



Gambar 2. 4 Kelapa dan minyak kelapa (Rengga dan Waradiyah, 2020).

Dalam pembuatan *Virgin Coconut Oil* (VCO) dapat dilakukan dengan metode pengadukkan. Dalam metode pengadukan yakni dengan mengaduk

terus menerus, maka molekul protein yang berfungsi sebagai emulsifier dapat rusak sehingga minyak dapat terpisah (Maradesa dkk, 2014).

2.5.4 Minyak Jagung

Minyak jagung merupakan Trigliserida yang disusun oleh gliserol dan asam-asam lemak. Minyak jagung termasuk dalam kelompok minyak kualitas tinggi (Suardi, 2019). Minyak jagung merupakan minyak yang diekstraksi atau diperas dari biji jagung, bersifat setengah kering, berwarna kekuningan dan digunakan untuk membuat sabun dan pelumas. Minyak ini mulai mengeluarkan asap pada kisaran suhu 204°-213 °C. karena tahanan dalam suhu tinggi tanpa mengeluarkan asap, minyak jagung cocok digunakan untuk memasak banyak jenis makanan. Minyak jagung sering kali digunakan sebagai alternatif pengganti minyak sawit karena diduga memiliki kandungan asam lemak yang hambar (Apriyanto, 2022).



Gambar 2. 5 Minyak Jagung (Apriyanto, 2022).

Tidak seperti jagung biasanya, minyak jagung tidak mengandung karbohidrat sama sekali. Minyak jagung yang juga sering disebut minyak sayur kaya akan asam lemak takjenuh tunggal dan ganda yang sangat baik untuk menjaga kadar kolesterol, mencegah penyakit jantung dan stroke. Selain itu, minyak jagung juga mengandung fitosterol dan vitamin E yang dapat bertindak sebagai antioksidan, meningkatkan sistem kekebalan tubuh, serta mencegah kerusakan akibat radikal bebas (Widyaningrum, 2017).

Kandungan lemak jenuh pada minyak jagung relative rendah dengan jumlah asam palmitat 11% dan asam stearat 2%. Sedangkan asam lemak tak jenuhnya cukup tinggi terutama linoleat minyak jagung relatif lebih stabil karena kandungan asam linoleatnya kecil. Minyak jagung mengandung antioksidan alami yang tinggi. Mutunya pun lebih tinggi karena distribusi asam lemaknya berimbang, terutama oleat dan linoleat (Rizki, 2013).

Minyak jagung mengandung asam lemak linoleat (59%), asam linoleat (0,8%) dan asam oleat (27%). Kandungan asam lemak esensial pada jagung, dapat dimanfaatkan untuk mencegah penyakit arteriosclerosis, yaitu semacam penyakit penyempitan pembuluh darah. Minyak dalam jagung juga tergolong dalam jenis lemak tidak jenuh yang diduga berguna untuk menurunkan kolesterol darah. Asam lemak yang paling dominan dalam minyak jagung adalah asam linolenat. Asam linolenat disebut juga sebagai Omega-3. Asam linolenat (Omega-3) merupakan asam lemak tak jenuh berantai panjang yang dapat diubah menjadi DHA. DHA sangat penting bagi Kesehatan manusia (Gardjito, 2013).

2.6 Kualitas Minyak Goreng

Kualitas minyak goreng dapat ditentukan dari komponen asam lemak penyusunnya, yaitu golongan asam lemak jenuh ataupun tidak jenuh. Asam lemak tidak jenuh mengandung ikatan rangkap. Sebaliknya, asam lemak yang memiliki semakin banyak ikatan rangkap akan semakin reaktif terhadap oksigen sehingga cenderung mudah teroksidasi. Sementara itu, asam lemak yang rantainya dominan mengandung ikatan rangkap yang cenderung lebih mudah terhidrolisis. Kedua proses kerusakan tersebut dapat menurunkan kualitas minyak. Reaksi penting lain adalah hidrogenasi, yakni penjumlahan ikatan rangkap oleh hydrogen.

Kualitas minyak yang lain yakni terlihat dari kemampuan minyak untuk tidak terurai pada suhu tinggi. Beberapa studi telah dilakukan untuk mengkaji hubungan minyak goreng bekas pakai dengan Kesehatan, yakni keamanan bagi makhluk hidup. Pada minyak jelantah terdapat material tak berguna yaitu senyawa peroksida yang menyebabkan meningkatnya resiko terhadap beberapa penyakit, antara lain karsinoma. (Suroso, 2013). Paparan oksigen dan proses pemanasan dapat mempercepat terjadinya oksidasi minyak goreng membentuk peroksida, seterusnya menjadi aldehid dan komponen radikal bebas yang berpengaruh terhadap pertumbuhan sel kanker. Pemanasan minyak menyebabkan terjadinya oksidasi, hidrolisis dan dekomposisi minyak, yang dipengaruhi tingginya suhu dan lamanya pemanasan (Manurung dkk, 2018).



Gambar 2.6 Perbedaan warna minyak goreng sekali pakai dan berulang (Shoaliha, 2019).

Tabel 2. 1 Standar Kualitas Minyak Goreng

Kriteri	Persyaratan	
	Pustaka	SNI
Sifat Sensoris:		
Bau	Lemah	Normal
Rasa	Hambar	Normal
Warna (Lovibond, 5,25 inch cell)	Maks 2R	Merah/Kuning (maks 5,0/50)
Kadar Air %	Maks 0,05	Maks 0,1 (air + pengotor)
Asam linolenat (C _{18:3}) %	Maks 3,0	-
Asam Lemak Bebas %	Maks 0,1	Maks 0,3
Bilangan peroksida (mEq/Kg)	Maks 0,4	Maks 10 ^c
Vitamin A, IU/g	-	Min 45 ^c
Kadmium	-	Maks 0,2

Kriteri	Persyaratan	
	Pustaka	SNI
Minyak Kontaminan (mg/Kg)	Pelikan - Logam	Negative
Timbal	-	Maks 0,1
Timah	-	Maks 40,0 (maks 250,0)
Merkuri	-	Maks 0,05
Kontaminan (As)(mg/Kg)	Arsen -	Maks 0,1
Titik Asap °C	Min 200	-
Titik Nyala °C	Min 315	-

(Rihardjo, 2020).

2.7 Densitas

Salah satu sifat yang penting dari suatu bahan adalah densitas (density) yang didefinisikan sebagai masa persatuan volume. Bahan yang homogen memiliki densitas yang sama pada setiap bagiannya. Densitas menggunakan huruf Yunani ρ “roh”. Bahan yang materialnya homogen bermassa m memiliki volume V persamaandensitasnya ialah

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.2)$$

Keterangan;

ρ = densitas,

m = massa benda

V = volume

Densitas suatu bahan tidak sama disetiap bagiannya seperti atmosfer bumi, yang semakin tinggi akan semakin kecil densitasnya dan lautan yang semakin dalam akan semakin besar densitasnya. **Persamaan 2.4** memperlihatkan densitas rata-rata. Secara umum, densitas bahan tergantung pada faktor lingkungan seperti suhu dan tekanan (Young dan Roger, 2002).

Densitas merupakan ukuran kerapatan suatu benda. Secara matematis, densitas merupakan hasil bagi antara massa persatuan volume sesuai

dengan **persamaan 2.4** Secara teoritis, densitas merupakan ukuran massa benda dari tiap-tiap satuan volume. Hal ini berlaku bagi zat padat, cair, dan gas. Pengaruh suhu berbanding terbalik dengan nilai massa jenis yang dihasilkan. Semakin tinggi suhu dalam zat maka semakin rendah nilai massa jenis, begitupun sebaliknya. Pada saat suhu meningkat, pergerakan zat akan semakin cepat yang menyebabkan molekul pada zat akan bertumbukan, sehingga menyebabkan regangan molekul pada zat dan nilai massa jenis akan menurun jika minyak berada di suhu tinggi dalam jangka waktu cukup lama. Peningkatan nilai massa jenis juga dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung di dalam minyak jelantah setelah proses pemanasan yang dapat meningkatkan molekul berat minyak jelantah. Selain itu, kotoran yang terkandung dalam minyak juga mempengaruhi penentuan nilai massa jenis yang dapat meningkatkan massa jenis minyak (Nisa, 2021).

2.8 Fast Fourier Transform (FFT)

Fast Fourier Transform (FFT) merupakan Teknik perhitungan operasi matematika yang digunakan untuk mentransformasikan sinyal analog menjadi sinyal digital berbasis frekuensi. FFT membagi sebuah sinyal menjadi frekuensi yang berbeda-beda dalam fungsi eksponensial yang kompleks, fft merupakan algoritma untuk menghitung transformasi fourier diskrit dengan cepat dan efisien (Kusuma, 2021). FFT merupakan metode yang sangat efisien untuk menghitung koefisien dari fourier diskrit ke suatu finite sekuen dari data yang kompleks. Subtansi waktu yang tersimpan lebih dari pada metode konvensional (Sipasulta dkk, 2014).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan September 2024. Kegiatan penelitian ini terdiri dari *study literatur*, perancangan dan pembuatan alat uji sensor, karakterisasi sensor, pengambilan data dan analisis data. Jadwal pelaksanaan penelitian ini dapat ditunjukkan pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan									
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	
1.	Studi Literatur	■									
2.	Perancangan dan pembuatan alat uji sensor		■	■	■	■					
3.	Karakterisasi Sensor		■	■	■	■					
4.	Pengambilan data					■	■	■	■	■	■
5.	Analisis data									■	■

Tempat pelaksanaan perancangan dan pembuatan alat pendeteksi kualitas minyak goreng, pengujian alat pendeteksi minyak goreng dan pengambilan data dilakukan di ruang laboratorium elektronika dasar Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada **Tabel 3.2**

Tabel 3. 2 Alat – Alat Penelitian

No.	Nama	Fungsi
1.	Osiloskop	Untuk mengelola dan menampilkan sinyal gelombang
2.	Neraca Digital	Untuk mengukur massa larutan
3.	Gelas Ukur	Untuk mengukur volume larutan

Bahan – bahan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.3.**

Tabel 3. 3 Bahan - Bahan Penelitian

No.	Bahan	Fungsi
1.	Kabel Penghubung	Sebagai penghubung arus
2.	Larutan Minyak Kelapa	Sebagai bahan percobaan
3.	Larutan Minyak Jagung	Sebagai bahan percobaan
4.	Larutan Minyak Bunga Matahari	Sebagai bahan percobaan
5.	Larutan Minyak Kelapa Sawit	Sebagai bahan percobaan
6.	Air	Sebagai bahan karakterisasi sensor
7.	Minyak Jelantah	Sebagai bahan karakterisasi sensor
8.	Akrilik	Sebagai tempat Arduino uno dan protoboard sensor JSN SR04T
9.	Toples Bening 500 ml	Sebagai wadah Larutan dan sensor JSN SR04T
10.	Arduino Uno	Sebagai mikrokontroler
11.	Sensor Ultrasonik JSN SR 04T	Sebagai sumber penghantar gelombang ultrasonik

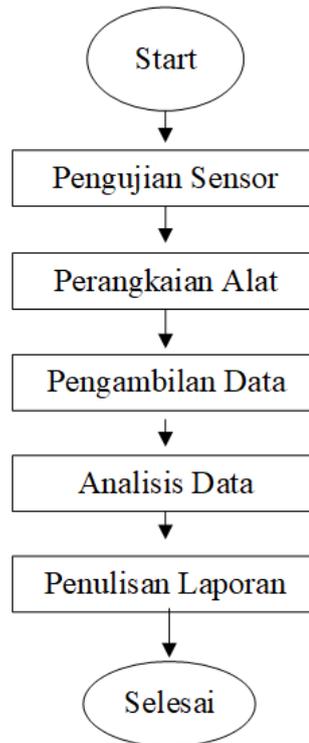
Software yang dipakai pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.4**

Tabel 3. 4 Software yang Digunakan Pada Penelitian

No.	Nama Software	Fungsi
1.	Autocad	Membuat desain alat
2.	<i>Fritzing</i>	Membuat sistem perancangan dan perangkaian
3.	Microsoft Office Word 2019	Menulis laporan penelitian
4.	Microsoft Office Excel 2019	Mengolah data penelitian
5.	Origin Lab	Mengolah data penelitian
6.	<i>Getdata Graph</i>	Mengolah data penelitian
7.	Matlab	Mengolah data penelitian

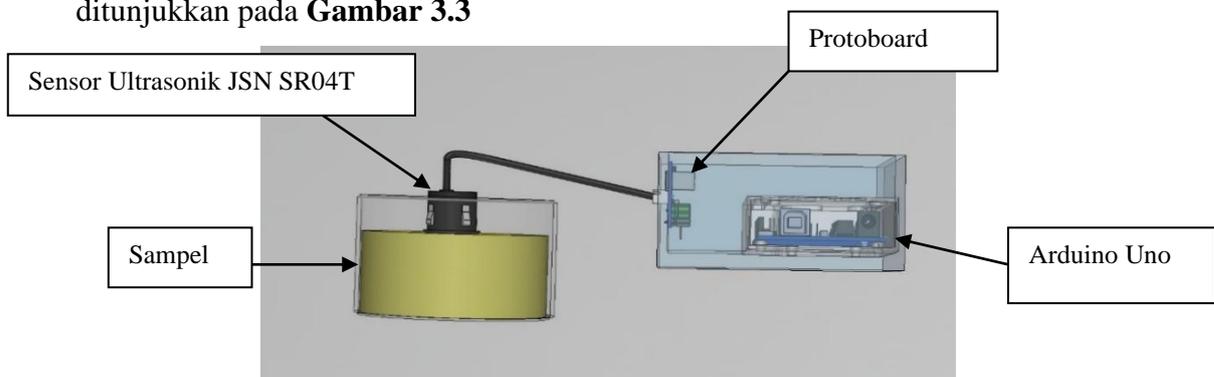
3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan antara lain perangkaian alat, pengambilan data, analisis data dan penulisan laporan. Secara umum prosedur penelitian ini seperti **Gambar 3.1**



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Tahap perangkaian alat dilakukan dengan merangkai sebuah wadah plat logam dengan sensor ultrasonik JSN SR04T. Adapun tampilan dari alat uji kualitas minyak goreng menggunakan sensor ultrasonik JSN SR 04T dan Arduino Uno ditunjukkan pada **Gambar 3.3**



Gambar 3. 2 Desain Alat Uji Kualitas Minyak Goreng Menggunakan Sensor JSN SR 04T

Gambar 3.2 menampilkan desain alat uji kualitas minyak goreng menggunakan sensor JSN SR04T. Pengujian dilakukan menggunakan sebuah toples berukuran 500 ml, sensor berada pada tutup toples sehingga pemancaran gelombang terjadi secara horizontal dan disambungkan pada arduino uno sesuai pin yang terdapat pada protoboard sensor JSN SR04T. Sensor ini terintegrasi dengan modul pengirim dan penerima gelombang ultrasonik, sehingga sensor ini mampu melakukan kedua fungsi tersebut.

Pada tahap pengambilan data akan dilakukan dengan menguji kualitas minyak goreng dari yang belum mendapatkan perlakuan hingga telah mendapatkan perlakuan sebanyak tiga kali pemakaian dan data yang diperoleh akan dianalisis.

3.2.1 Pengujian Sensor

Tahap pengujian dilakukan untuk melihat kesesuaian sensor ultrasonik dalam menghantarkan sinyal gelombang pada osiloskop. Pengujian dilakukan dengan menguji sinyal osiloskop menggunakan tiga sampel yang memiliki nilai viskositas yang berbeda-beda yakni air, minyak goreng dan minyak jelantah dan dilakukan sebanyak lima kali pengulangan. Pengujian sensor ultrasonik dengan melihat perubahan cepat rambat yang ditempuh sensor ultrasonik pada osiloskop yang dapat dilihat pada **Tabel 3.5**.

Tabel 3. 5 Uji Sensor JSN SR04T

Sampel	Pengulangan	Volt/div	Time/div	t_0	t_1	Vpp	A
Air	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
Minyak	1						
	2						
	3						
	4						
	5						

Sampel	Pengulangan	Volt/div	Time/div	t_0	t_1	V_{pp}	A
Jelantah	1						
	2						
	3						
	4						
	5						

Dengan t_0 sebagai waktu perambatan amplitudo, t_1 sebagai waktu antar amplitudo, V_{pp} merupakan tegangan puncak ke puncak dan A sebagai amplitudo.

t_0 merupakan perambatan amplitudo dan t_1 sebagai waktu perambatan antar amplitudo yang dapat dicari dengan menggunakan **persamaan 3.1**. A merupakan besar sinyal gelombang yang pertama-tama mencari nilai V_{pp} dengan menggunakan **persamaan 3.3**

$$t = \text{Panjang gelombang} \times \text{time/div} \quad (3.1)$$

$$V_{pp} = \text{Tinggi gelombang} \times \text{volt/div} \quad (3.2)$$

Dengan mencari amplitudo menggunakan **Persamaan 3.3**

$$A = \frac{V_{pp}}{2} \quad (3.3)$$

Dengan A adalah amplitudo (V) dan V_{pp} merupakan tegangan puncak ke puncak (V)

3.4 Pengambilan Data dan Analisis

Pada tahap pengambilan data ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem uji kualitas minyak goreng yang dilakukan dengan mengukur kualitas minyak goreng menggunakan sinyal gelombang ultrasonik yang dapat dilihat pada layar osiloskop. Pengujian dilakukan dengan empat jenis minyak yakni minyak curah, minyak kelapa, minyak kelapa sawit dan minyak jagung yang telah mengalami penggunaan berulang-ulang. Data hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 3.5**.

Tabel 3. 6 Data Hasil Pengukuran Gelombang Ultrasonik

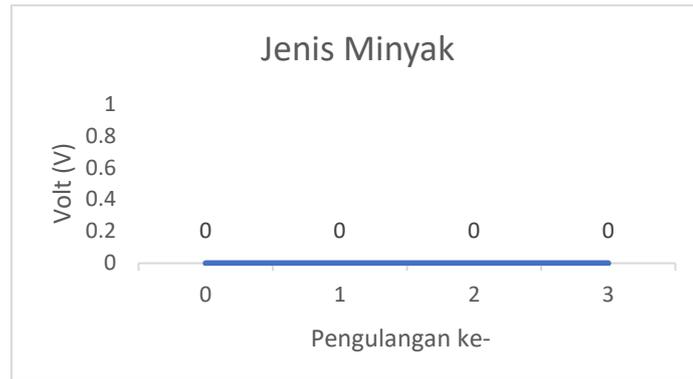
No.	Jenis Minyak	Perlakuan ke-	t_0	t_1	Vpp	A
1.	Minyak Curah	0				
		1				
		2				
		3				
2.	Minyak Kelapa Sawit	0				
		1				
		2				
		3				
3.	Minyak Kelapa	0				
		1				
		2				
		3				
4.	Minyak Jagung	0				
		1				
		2				
		3				

Kualitas minyak goreng dapat dipengaruhi oleh tingkat viskositas dan densitasnya. Uji densitas dilakukan dengan mengukur berat atau massa benda menggunakan neraca digital yang terdapat pada lab fisika dasar dan menggunakan gelas ukur untuk mengukur volume larutan minyak goreng kemudian dimasukkan ke dalam **Persamaan 2.6**. Tabel uji densitas dapat dilihat pada **Tabel 3.7**.

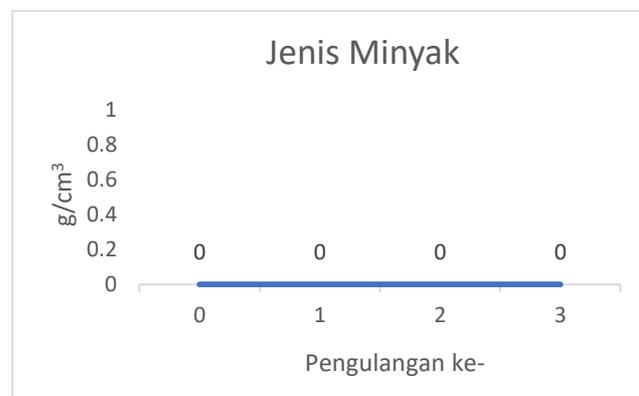
Tabel 3. 7 Hasil Data Densitas

No.	Jenis Minyak	Penggunaan ke-	V(ml)	M(g)	P
1.	Minyak Curah	1			
		2			
		3			
		4			
2.	Minyak Kelapa Sawit	1			
		2			
		3			
		4			
3.	Minyak Kelapa	1			
		2			
		3			
		4			
4.	Minyak Jagung	1			
		2			
		3			
		4			

Setelah mendapatkan data hasil sensor, viskositas dan densitas, maka dapat dibuat grafik data hasil tingkat kualitas minyak goreng yang telah digunakan berulang-ulang pada **Gambar 3.4**.



Gambar 3. 3 Grafik Data Pengamatan Amplitudo



Gambar 3. 4 Grafik Data Pengamatan Densitas

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Intensitas penyerapan gelombang pada minyak goreng yang sering digunakan berulang-ulang semakin meningkat penyerapan intensitasnya dan memiliki spektrum yang semakin rendah.
2. Setelah penggunaan berulang-ulang, minyak kelapa merupakan minyak yang memiliki kualitas terbaik diantara minyak yang lain, karena intensitas serapan yang lebih rendah dan minyak jagung merupakan minyak yang terburuk diantara minyak yang lain karena intensitas serapan yang lebih tinggi setelah mendapatkan perlakuan ketiga hal ini dapat dilihat pada **Gambar 4.26**, spektrum yang dihasilkan minyak kelapa paling tinggi dan spektrum amplitudo yang dihasilkan minyak jagung paling rendah.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Menggunakan sampel penggorengan yang sama untuk penggorengan berulang-ulang, mengukur suhu pada saat penggorengan, dan menambahkan parameter viskositas
2. Penelitian selanjutnya dapat mengukur dan menganalisis menggunakan *e-nose* untuk mendeteksi perubahan sinyal yang lebih halus dan sensitif untuk meningkatkan akurasi dalam karakterisasi pada osiloskop.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, S. (2010). Bilangan Peroksida Minyak Goreng Curah dan Sifat Organoleptik Tempe pada Pengulangan Penggorengan. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 01(01), 7–14.
- Apriyanto, Mulyono. (2022). *Pengetahuan Dasar Bahan Pangan*. CV AA Rizky. Banten
- Ariani, D., Yanti, S., dan Saputri, D. S. (2017). Studi Kualitatif Dan Kuantitatif Minyak Goreng Yang Digunakan Oleh Penjual Gorengan Di Kota Sumbawa. *Jurnal TAMBORA*, 2(3), 1–8.
- Atmega, A. V. R., Bachmid, A., Poekoel, V. C., Wuwung, J. O., Elektro, T., Sam, U., Manado, R., dan Manado, J. K. B. (2017). Osiloskop Portabel Digital Berbasis. *Teknik Elektro Dan Komputer*, 6(1), 15–26.
- Zainal, Bakti Y., Sambasri, S., dan Rusiana Iskandar, H. (2017). Kendali Temperatur Pada Rotary Kiln. *Seminar Nasional Peranan Ipteks Menuju Industri Masa Depan (PIMIMD-4)*, 286–290.
- Budiarso, Z., dan Prihandono, A. (2015). Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Panjang Gelombang Suara Berbasis Mikrokontroler. *Teknologi Informasi Dinamik*, 20(2), 1–7.
- Budiyanto. 2012. Ketahanan Minyak Goreng Kemasan dan Minyak Curah pada Penggorengan Kerupuk Jalin. *Jurnal Agroindustri*, Vol.2 No.1/35.
- Chairunnisa. (2013). Uji Kualitatif Minyak Goreng Pada Pedagang Gorengan Di Sekitar Kampus Uin Syarif Hidayatullah Jakarta. In *Skripsi Uin Syarif Hidayatullah*
- Chobir, A., Andang, A., dan Hiron, N. (2017). *Sistem Deteksi Elevasi Permukaan Air Sungai dengan Sensor. Intel*. 3(1), 149–155.
- Darojat dan Sutikno. (2017). Monitoring Jarak Kendaraan Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Android. *Masyarakat Informatika*, 9(2), 44–52.
- Fanani, N., dan Ningsih, E. (2019). Analisis Kualitas Minyak Goreng Habis Pakai

yang Digunakan oleh Pedagang Penyetan di Daerah Rungkut Surabaya Ditinjau dari Kadar Air dan Kadar Asam Lemak Bebas (ALB). *Jurnal IPTEK*, 22(2), 59–66.

Freedman dan Young. 2003. *Fisika Universitas*. Erlangga. Jakarta.

Frima Yudha, P. S., dan Sani, R. A. (2017). Implementasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino. *Jurnal Einstein*, 5(3), 19–26.

Gardjito, Murdijati, Anton Djuwardi, dan Eni Harmayani. (2013). *Pangan Nusantara Karakteristik dan Prospek untuk Percepatan Diversifikasi Pangan*. Kencana. Jakarta.

Hasibuan, H.A. (2012). Kajian Mutu Dan Karakteristik Minyak Sawit Indonesia Serta Produk Fraksinasinya. *J. Stand.* vol. 14, no. 1, Hal 13.

Hasna, G., Apsari, I., Pramono, S., dan Zen, N. A. (2022). Implementasi Regresi Linier Menggunakan Sensor JSN-SR04T Untuk Monitoring Ketinggian Air Pada Tandon Air Melalui Antares. *Journal of Electronic and Electrical Power Application*, 123–129.

Hidayat, A. (2009). *Metode Penelitian Keperawatan dan Teknik. Analisis Data*. Jakarta: Salemba Medika.

Hudati, I., Kusuma, D. Y., Permatasari, N. B., dan Pebriani, R. R. (2021). Sensor Ultrasonik Waterproof A02YYUW Berbasis Arduino Uno pada Sistem Pengukuran Jarak. *Jurnal Listrik, Instrumentasi Dan Elektronika Terapan (JuLIET)*, 2(2), 14–19.

Ilimi, I. M. B. (2015). Kualitas Minyak Goreng dan Produk Gorengan selama Penggorengan di Rumah Tangga Indonesia. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 04(02), 61–65.

Juniarto, T., dan Isnasia, I. D. (2021). Uji Kualitas Minyak Goreng Sawit Yang Beredar Di Entikong, Kalimantan Barat. *Food Scientia : Journal of Food Science and Technology*, 1(2), 117–130.

Kusuma, Dine Tiara.(2021). *Fast Fourier Transform (FFT) dalam Transformasi Sinyal Frekuensi Suara Sebagai Upaya Perolehan Average Energy (AE) Musik*. Jurnal Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika. Vol 14. No. 1.

Kadarmanto,A. (2007). Perancangan dan Pembuatan Alat UKur Viskositas Oli dengan Gelombang Ultrasonik. Skripsi. Fisika Fmipa Universitas Brawijaya. Malang.

Kadja, Dewa G. (2012). Kualitas MInyak Bunga Matahari Komersial dan Minyak

Hasil Ekstraksi Biji Bunga Matahari. *Jurnal Ilmiah Sains*. Vol. 12. No. 1.

- Kurniasih, E. Merancang Eneгри Masa Depan dengan Biodiesel ; Penerbit Andi: Yogyakarta, 2020. 2020 (2020)
- Lasmono, Y. A., Negara, A. K., dan Kurniawan, E. S. (2021). Rancang Bangun Alat Penentu Jarak Bawah Air dengan Menggunakan Prinsip USBL (Ultra Short Baseline). *Jurnal Hidropilar*, 7(2), 107–128.
- Lastera, I. W. (2019). Peningkatan Kapasitas Rentang Tegangan Uji Osiloskop Tipe Hm 203-7 dengan Pemanfaatan Alat Konverter. *Jurnal Spektrum*, 6(3), 154–158.
- Manurung, M. M., Suaniti, N. M., dan Dharma Putra, K. G. (2018). Perubahan Kualitas Minyak Goreng Akibat Lamanya Pemanasan. *Jurnal Kimia*, 59.
- Maradesa, R. P., Fatimah, F., dan Sangi, M. S. (2014). Kualitas Virgin Coconut Oil (VCO) Sebagai Minyak Goreng yang Dibuat dengan Metode Pengadukan dengan Adanya Penambahan Kemangi (*Ocimum sanctum L.*). *Jurnal MIPA*, 3(1), 44.
- Marofi, M. N., Syauqy, D., dan Fitriyah, H. (2017). Rancang Bangun Sistem Klasifikasi Frekuensi Penggunaan Minyak Goreng dengan Menggunakan Metode Bayes. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1(11), 1169–1177.
- Masturi, dan Sujarwata. (2011). Pemasangan Sensor Gelombang Ultrasonik Untuk Aplikasi Robot Anti-Bentur. *Jurnal ISTEK*, 5(1–2), 170–178.
- Megavitry, Rissa, Rosyid Ridlo Al Hakim, Suharyani Amperawati, Asmanur Jannah, Ismiasih, Siti Aisyah, Leni Marlina, Anna Permatasari Kamarudin, Lenni, Sutiharni. (2022). *Teknologi Pertanian*. PT Global Eksekutif Teknologi. Sumatera Barat.
- Mujadin, A., Jumianto, S., dan Puspitasari, R. L. (2015). Pengujian Kualitas Minyak Goreng Berulang Menggunakan Metoda Viskositas dan Perubahan Fisis. *JURNAL Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 2(4), 229.
- Mulyono, A., dan Ariyanti, E. S. (2010). Otomatisasi Pengukuran Koefisien Viskositas Zat Cair Menggunakan Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Neutrino*, 2(2), 183–192.
- Nainggolan, B., Susanti, N., dan Juniar, A. (2016). Uji Kelayakan Minyak Goreng Curah dan Kemasan yang Digunakan Menggoreng Secara Berulang. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPKim)*, 8(1), 45–57.
- Nasir, M., Syekh Abdur Rauf, J., Darussalam, K., Syiah Kuala, K., dan Aceh, B. (2020). Perbandingan Kualitas Minyak Sawit Bermerk dan Minyak Kelapa

Menggunakan Parameter Viskositas dan Indeks Bias Article History. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 12(2), 2580–278.

Nasution, A. (2021). Panic Buying Masyarakat Terhadap Kenaikan Harga Dan Kelangkaan Minyak Goreng Di Kota Medan. *Jurnal Bisnis Corporate*, 6(2), 113–120.

Nisa, K. (2021). Program studi teknik lingkungan fakultas teknik sipil dan perencanaan universitas islam indonesia. *Skripsi*.

Elmiati, Nur. (2020). Analisis Indeks Bias Beberapa Jenis Minyak Goreng Dengan Menggunakan Metode Difraksi Kisi. *Skripsi*.

Nurdiani, I., Suwardiyono, S., dan Kurniasari, L. (2021). Pengaruh Ukuran Partikel Dan Waktu Perendaman Ampas Tebu Pada Peningkatan Kualitas Minyak Jelantah. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 6(1).

Pasaribu, R. A. (2019). Perancangan dan Pembuatan Alat Peringatan Jarak Aman pada Kendaraan Bermotor Menggunakan Sensor Ultrasonik (HC-SR04) Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Skripsi*.

Purwanto, H., Riyadi, M., Astuti, D. W. W., dan Kusuma, I. W. An. W. (2019). *Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 DAN JSN-SR04T UNTUK*. 10(2), 717–724.

Pusat Data dan Analisis Tempo. (2020). Jakarta.

Puspasari, F., Fahrurrozi, I., Satya, T. P., Setyawan, G., Rifqi, M., Fauzan, A., dan Dwi, M. (2019). Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due untuk Sistem Monitoring Ketinggian. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 15(2), 2–5.

Rengga dan Waradyah Pita. (2020). *Karbon Aktif*. Deepublish. Yogyakarta.

Rizki dan Farah. (2013). *The Miracle of Vegetables*. Agro Media. Jakarta.

Rosalina, D. R. (2017). Pengukuran Viskositas Minyak Goreng Pada Berbagai Variasi Suhu Dengan Menggunakan Sensor Fiber Optik. *Skripsi Universitas Negri Yogyakarta*, 2(1), 1–10.

Rosmalinda, R. (2019). Analisis Viskositas dan Indeks Bias terhadap Kualitas Minyak Goreng Kemasan dan Curah. *Jurnal Hadron*, 1(02), 17–21.

Rusdiana, R. (2015). Analisis Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Parameter Viskositas dan Indeks Bias. *Eprints Walisongo*, 1–15.

Rusmalina, S. (2019). Studi Peninjauan Kualitas Minyak Goreng Hasil Pemanasan Berdasarkan Pada Bilangan Penyabunan. *Pena Medika Jurnal Kesehatan*, 9(2), 38-47.

- Santoso, Hari. (2015). *Panduan Praktis Arduino Uno untuk Pemula*. Elang Sakti.
- Shoaliha, K. (2019). Analisis Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Suhu Pemanasan Dengan Metode Koefisien Viskositas Falling Ball. Skripsi. Universitas Islam Negeri Mataram. Mataram.
- Sibuea, P., Tambunan, D. O., dan Pandiangan, M. (2021). Efektivitas Ekstrak Andaliman (*Zanthoxylum Acanthopodium* Dc.) untuk Meningkatkan Daya Tahan Oksidatif Minyak Goreng. *Jurnal Riset Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian (RETIPA)*, 1(April), 49–55.
- Sipasulta, Reonaldo Yohanes, Arie.S.M. Lumenta ST, MT., Sherwin R.U.A dan Sompie. ST. MT. (2014). Simulasi Sistem Pengacak Sinyal dengan Metode FFT (Fast Fourier Transform). E-Journal Teknik Elektro dan Komputer.
- SNI.2009.Syarat Mutu Tempe.Badan Standar Nasional Indonesia.Jakarta
- Standar Nasional Indonesia (SNI), 01-3741- 2013. *Minyak Goreng*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Suardi, S. S. (2019). Analisa Penggunaan Biodiesel Minyak Jagung Sebagai Campuran Bahan Bakar Alternatif Mesin Diesel. *Inovtek Polbeng*, 9(2),
- Suastika, K. G., Nawir, M., dan Yunus, P. (2013). Sensor Ultrasonik Sebagai Alat Pengukur Kecepatan Aliran Udara Dalam Pipa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 9, 163–172.
- Subroto, Muhammad Ahkam. (2008). *Real Food, True Health*. Agro Media. Jakarta.
- Sudarmanto, A. (2014). Pembuatan Alat Uji Kekentalan Minyak Goreng Dengan Menggunakan Metode Viskositas Stokes. *Phenomenon*, 4(2), 51–62.
- Supriyono, J. (2022).Sejarah Kelapa Sawit Indonesia. sejarah- kelapa-sawit-indonesia, diakses 31 Maret 2022.
- Suroso, A. S. (2013). Kualitas Minyak Goreng Habis Pakai Ditinjau dari Bilangan Peroksida , Bilangan Asam dan Kadar Air. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, Vol 3(2), 77–88.injau dari Bilangan Peroksida , Bilangan Asam dan . *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, Vol 3(2), 77–88.
- Surtono. (2017). Aplikasi Sensor Fotodioda Pada Viskometer Metode Bola Jatuh Berbantuan Komputer. *J Sains MIPA*, 13(3), 251–256.
- Susan I. (2019) Studi Uji Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Perubahan Sudut

Polarisasi Cahaya. Skripsi.

- Sutiah, Firdaus, K. S., dan Budi, W. S. (2008). Parameter Viskositas Dan Indeks Bias. *Berkala Fisika*, 11(2), 53–58.
- Ulfindrayani, I F and Q. A'yuni. (2018). Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas Dan Kadar Air Pada Minyak Goreng Yang Digunakan Oleh Pedagang Gorengan Di Jalan Manyar Sabrangan, Mulyorejo, Surabaya., J. PHarm. Sci., vol. 3, no. 2, pp. 17–22, 2018.
- Warsito, Pauzi, G. A., dan Jannah, M. (2013). Analisis Pengaruh Massa Jenis terhadap Kualitas Minyak Goreng Kelapa Sawit Menggunakan Alat Ukur Massa Jenis dan Akuisisinya pada Komputer. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung, 35–41.
- Warsito, Suciwati, S. W., dan Isworo, D. D. (2012). Desain dan Analisis Pengukuran Viskositas dengan Metode Bola Jatuh Berbasis Sensor Optocoupler dan Sistem Akuisisinya pada Komputer. *Jurnal Natur Indonesia*, 14(143), 230235.
- Warsito, Ahmad Pauzi, G., & Jannah, Miftahul. 2013. Analisis Pengaruh Massa Jenis Terhadap Kualitas Minyak Goreng Kelapa Sawit Menggunakan Alat Ukur Massa Jenis dan Akuisisinya pada Komputer. Prosiding Semirata
- Widyaningrum, Karina Tyas. (2017). Rahasia Cantik Alami dan Awet Muda. Anak Hebat Indonesia. Yogyakarta.
- Yanel, K. (2023). Prototype Alat Pendeteksi Ketinggian Air Berbasis Arduino Dengan Sensor. *Juritek: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro Dan Komputer*, 3(1), 125–132.
- Yoski, M. S., dan Mukhaiyar, R. (2020). Prototipe Robot Pembersih Lantai Berbasis Mikrokontroler dengan Sensor Ultrasonik. *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 158–161.
- Young, Hugh D. dan Roger A. Freedman. (2002). *Fisika Universitas* (Terjemahan: Endang Juliastuti). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Yusibani, E., Hazmi, N. Al, dan Yufita, E. (2017). Pengukuran Viskositas beberapa Produk Minyak Goreng Kelapa Sawit setelah Pemanasan. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 9(1), 28–32.
- Zahra, S.L.; B. Dwiloka ; S. Mulyani. (2013). Pengaruh Penggunaan Minyak Goreng Berulang terhadap Perubahan Nilai Gizi dan Mutu Hedonik pada Ayam Goreng. *Animal Agriculture journal*, vol.2. No.1; Page : 253-260.
- Zulfikar, Z., Rustana, C. E., dan Indrasari, W. (2020). Pengembangan Alat Pengukur Cepat Rambat Bunyi Menggunakan Sensor Ultrasonik Sebagai

Media Pembelajaran Fisika Sma. *Prosiding Seminar Nasional Fisika, IX*, 33–38.