

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian-penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian yang dilakukan oleh Rakha Saputra, Gusfianang, dan Frida Agung Rakhmadi yang dipublikasikan di jurnal tahun 2019 dengan judul *Torsion Dynamometer Application for Detecting Water Was Contaminated by Detergent*. Penelitian tersebut bertujuan menguji tegangan permukaan air terkontaminasi detergen menggunakan alat ukur tegangan permukaan *Torsion Dynamometer*. Penelitian ini menggunakan metode dan alat ukur yang sama. Yaitu menggunakan alat ukur tegangan permukaan *Torsion Dynamometer*, yang membedakan adalah sampel yang digunakan. Sampel penelitian tersebut yaitu air dan air terkontaminasi detergen sedangkan peneliti yang akan dilakukan yaitu minyak goreng terkontaminasi plastik.
2. Penelitian yang dilakukan Ni Putu A, I Gusti Ayu A, dan Apliana Priskila R dipublikasi tahun 2019 dengan judul Penentuan tegangan Permukaan Dengan metode cincin *Du-Nouy*. Penelitian ini hampir sama dengan percobaan yang akan dilakukan peneliti kali ini yaitu mengukur tegangan permukaan, tapi metode dan objek yang diukur berbeda. Berdasarkan penelitian tersebut alat ukur tegangan permukaan dapat membedakan tegangan permukaan dari campuran air-minyak, air-kloroform, air-detergen dan air-minyak-detergen. Perbedaannya yaitu metode yang digunakan,

penelitian yang sudah dilakukan tersebut menggunakan 2 metode. Metode pertama kenaikan kapiler yaitu tegangan permukaan diukur dengan melihat ketinggian air/cairan yang naik melalui suatu kapiler, dan Metode ke dua tersiometer *Du-Nouy*, metode cincin *Du-Nouy* bisa digunakan untuk mengukur tegangan permukaan ataupun tegangan antar muka. Alat yang digunakan penelitian ini yaitu *Tensiometer Du-Nouy*.

3. Penelitian yang dilakukan Khusnul Khotimah, Asmaidi, Adrianus Inu N, dan Supriyanto dipublikasikan tahun 2022 dengan judul Aplikasi Analisis Perubahan Sifat-sifat Fisis (Viskositas, Kerapatan, Tegangan Permukaan dan Koefisien Laju Penurunan Suhu) Minyak Kelapa (*Coconut Oil*) dengan Beberapa Kali Pemanasan. Penelitian ini menggunakan sampel yang sama dengan percobaan yang akan dilakukan peneliti, menggunakan sampel minyak goreng sebagai objek yang diteliti. Metode yang digunakan berbeda, penelitian dilakukan dengan pemanasan minyak kelapa (*Coconut Oil*) berkali-kali dan ditentukan perubahan nilai viskositas, kerapatan, tegangan permukaan dan koefisien laju penurunan suhunya (tetapan *Newton cooling*). Penentuan nilai viskositas menggunakan metode bola jatuh, penentuan nilai kerapatan menggunakan metode pengukuran massa dan volume, penentuan tegangan permukaan menggunakan metode kenaikan cairan dalam pipa kapiler, dan penentuan koefisien laju penurunan suhu menggunakan metode *Newton cooling*. Alat yang digunakan penelitian ini yaitu panik yang sudah diisi sampel dipanaskan secara berulang.

4. Penelitian yang dilakukan Ahmad Farid Azizi yang dipublikasikan tahun 2014 dengan judul Aplikasi LED dan Photodiode Sebagai Sistem Deteksi Minyak Goreng Tercampur Plastik. Penelitian ini hampir sama yang akan dilakukan peneliti menggunakan sampel minyak goreng dan minyak goreng terkontaminasi plastik yang membedakan adalah alat dan metode yang digunakan. Alat yang digunakan peneliti tersebut yaitu LED dan photodiode serta metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu LED sebagai sumber cahaya, photodiode sebagai sensor, dan mikrokontroler ATmega8 sebagai pengolah data untuk membedakan minyak goreng murni dan minyak goreng tercampur plastik.

2.2 Landasan Teori

2.1.1 Pengertian Minyak dan Jenis-jenisnya

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman perkebunan yang dapat tumbuh baik di Indonesia, terutama di daerah-daerah dengan ketinggian kurang dari 500 meter dari permukaan laut. Kelapa sawit adalah tumbuhan industri atau perkebunan yang berguna sebagai penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar. Kelapa sawit termasuk tumbuhan pohon, tingginya dapat mencapai 24 meter. Bunga dan buahnya berupa tandan, serta bercabang banyak. Buahnya kecil, apabila masak berwarna merah kehitaman. Daging dan kulit buah kelapa sawit mengandung minyak. Minyak kelapa sawit digunakan sebagai bahan minyak goreng, sabun, dan lilin.

Minyak kelapa sawit juga merupakan salah satu bagian dari minyak nabati, contoh minyak sawit bisa dilihat gambar 2.2. Secara ilmiah minyak sawit adalah makan bebas lemak trans dengan kandungan nutrisi yang dapat mengurangi berbagai resiko penyakit. Proses pembuatan minyak kelapa sawit yaitu buah kelapa sawit yang sudah matang dipanen kemudian melalui beberapa tahap pemrosesan hingga menghasilkan minyak yang disebut minyak kelapa sawit. Minyak kelapa sawit atau bisa disebut juga minyak goreng harus memenuhi standar kesehatan sehingga dapat dikonsumsi tanpa menimbulkan efek negatif bagi kesehatannya. Standar minyak goreng di Indonesia mengacu pada Badan Standardisasi Nasional sekalipun masih mengalami perluasan berdasarkan tingkatannya penurunan kualitas seperti kedaluwarsa dan bau anyir. Minyak sawit adalah sumber yang kaya akan beta-betakaroten dan mengandung tokofrol dan tokotrienol. Komponen ini mengandung peran penting dalam Vitamin E yang berperan sebagai antioksidan untuk memperkuat sistem kekebalan tubuh, mencegah penyakit jantung dan degenerasi saraf, serta menurunkan resiko kanker. (Smart Agribusiness and Food, 2023). Berikut gambar minyak sawit:



Gambar 2.1. Minyak kelapa sawit

Minyak kelapa sawit juga mempunyai beberapa karakter yang mendekati minyak solar (bahan bakar diesel). Dengan demikian minyak sawit menarik untuk digunakan sebagai bahan bakar diesel alternatif. Nilai kalor *Low Heat Value* (LHV) dari minyak nabati sangat dekat dengan bahan bakar diesel (Baquero et al. 2010). Meskipun demikian terdapat beberapa perbedaan sifat fisika dan kimia, yang akan berpengaruh terhadap kualitasnya. Misalnya angka setana, angka setana (*Catane Number*), adalah variabel yang mempengaruhi kualitas pengapian dan kemudahan terbakar dari bahan bakar diesel (Sidibe´ et al. 2010). Sebagai minyak nabati minyak sawit dari sisi kualitas tidak serta merta dapat digunakan sebagai bahan bakar.

2.1.2 *Torsion Dynamometer*

Torsion dynamometer adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur gaya torsi atau momen torsi yang diterapkan pada suatu objek. Prinsip dasar dari *Torsion dynamometer* adalah berdasarkan pada hukum Hooke, yaitu bahwa gaya torsi (momennya) sebanding dengan sudut torsi

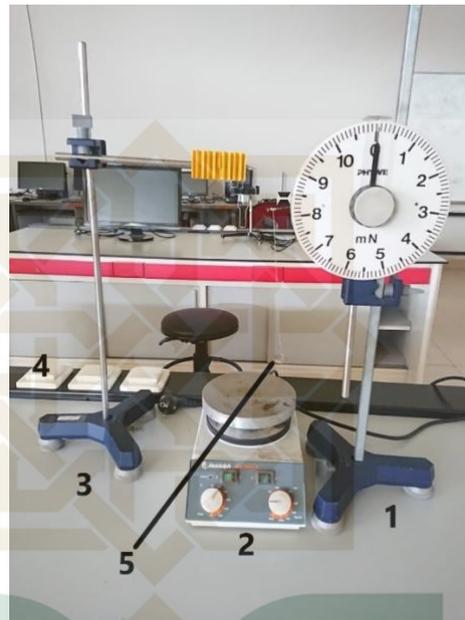
(putarannya). Jadi, alat ini akan mengukur deformasi yang terjadi pada elemen torsi (biasanya berbentuk batang silinder) dan mengonversikannya menjadi nilai gaya torsi. (Sayuti, M., Abdullah, S., & Saad, N. 2013). Prinsip kerja tersebut dapat dijelaskan besarnya gaya yang diperlukan untuk melepaskan cincin yang besarnya gaya sebanding lurus dengan tegangan permukaan zat cair. (M Nur F.2018).

Torsion dynamometer menerapkan beberapa prinsip antara lain:

1. Prinsip *Hooke Torsion dynamometer* menyatakan bahwa gaya yang diterapkan pada suatu objek elastis akan menyebabkan deformasi yang sebanding dengan gaya yang diberikan. Dalam konteks gaya torsi, prinsip Hooke mengatakan bahwa momen torsi yang dihasilkan pada suatu objek elastis (seperti batang silinder) akan sebanding dengan sudut torsi yang diberikan.
2. *Elastisitas Material* merupakan penggunaan materi yang memiliki sifat elastis (biasanya logam) pada elemen torsi penting untuk memastikan bahwa deformasi yang terjadi bersifat *reversible*. Artinya, ketika momen torsi dihilangkan, elemen torsi akan kembali ke bentuk aslinya.
3. Pengukuran Torsi dapat diukur dengan mengamati deformasi pada elemen torsi menggunakan mekanisme pengukuran yang tepat. Beberapa metode pengukuran yang umum digunakan termasuk penggunaan *strain gauge*, *optical encoder*, *torsion dynamometer* dan metode elektrik lain-lain. *Strain Gauge* adalah alat yang digunakan untuk mengukur tegangan atau

berat pada suatu objek dan *Encoder optic (optical encoder)* adalah transduser yang biasa digunakan untuk mengukur gerakan rotasi.

Berikut contoh alat ukur *Torsion Dynamometer* :



Gambar 2.2: Alat ukur *Torsion Dynamometer*

Pada gambar 2.2, alat ukur tegangan permukaan *Torsion Dynamometer* ditunjukkan pada bagian nomer 1 hasil akhir dari alat tersebut adalah nilai gaya (F) tegangan permukaan, alat pemanas (*Hotplat*) ditunjukkan pada bagian nomer 2 yaitu untuk memanaskan sampel pada suhu tertentu, pada bagian nomer 3 yaitu tripot penyanggah termometer untuk mengetahui suhu sampel, pada bagian nomer 4 yaitu catu daya sebagai sumber listrik untuk menyalakan *Hotplat*, dan bagian nomer 5 yaitu cincin yang dikaitkan dengan *Torsion Dynamometer* kemudian dicelupkan ke permukaan sampel.

2.1.3 Tegangan permukaan

Tegangan permukaan suatu cairan adalah banyaknya gaya yang dibutuhkan untuk memperluas permukaan cairan per satu satuan luas. Satuan tegangan permukaan (γ) dalam cgs dinyatakan dalam erg cm^{-1} atau dyne cm^{-1} , sedangkan dalam satuan SI dinyatakan dalam Nm . Tegangan permukaan cairan adalah gaya persatuan panjang pada permukaan yang melawan ekspansi dari luas permukaan.

Molekul pada permukaan suatu cairan ditarik ke dalam rongga cairan karena ada gaya tarik dari molekul dibawahnya yang lebih besar dari pada tarikan oleh molekul uap yang ada pada bagian lain permukaan tarikan kedalam ini bila mungkin menyebabkan permukaan berkonsentrasi dan menyebabkan terbentuknya tetesan bulat, kenaikan air dalam kapiler, dan gerak cairan lewat zat padat berpori. Zat padat juga mempunyai tegangan permukaan, tetapi lebih sukar untuk ditentukan. Kristal cenderung untuk membentuk bidang-bidang dengan tegangan permukaan terendah (Alberty, Robert, 1992: 239-240).

Besarnya tegangan permukaan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis cairan, suhu, dan, tekanan, massa jenis, konsentrasi zat terlarut, dan kerapatan. Jika cairan memiliki molekul besar seperti air, maka tegangan permukaannya juga besar. salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya tegangan permukaan adalah massa jenis/ densitas (D), semakin besar densitas berarti semakin rapat muatan – muatan atau partikel-partikel

dari cairan tersebut. Kerapatan partikel ini menyebabkan makin besarnya gaya yang diperlukan untuk memecahkan permukaan cairan tersebut. Hal ini karena partikel yang rapat mempunyai gaya tarik menarik antar partikel yang kuat. Sebaliknya cairan yang mempunyai densitas kecil akan mempunyai tegangan permukaan yang kecil pula (Universitas Stekom.2023).

Konsentrasi zat terlarut (solut) suatu larutan biner mempunyai pengaruh terhadap sifat-sifat larutan termasuk tegangan muka dan adsorpsi pada permukaan larutan. Telah diamati bahwa solut yang ditambahkan kedalam larutan akan menurunkan tegangan muka, karena mempunyai konsentrasi dipermukaan yang lebih besar daripada di dalam larutan. Sebaliknya solut yang penambahannya kedalam larutan menaikkan tegangan muka mempunyai konsentrasi dipermukaan yang lebih kecil daripada di dalam larutan (Universitas Stekom.2023). Contoh fenomena tegangan permukaan dalam kehidupan sehari-hari pada Gambar 2.2. Binatang tersebut mengambang dan bisa berjalan diatas permukaan air karena adanya tegangan permukaan. Hal ini bisa terjadi dikarenakan tekanan yang keluar dari kaki serangga saat di atas permukaan air juga lebih rendah dari tegangan permukaan air. Sehingga kaki serangga tidak “mematahkan” selaput dari air yang tarik-menarik itu.



Gambar 2.3: Fenomena tegangan permukaan tidak menyebabkan binatang tidak tenggelam dalam air

Menurut Antonius, (2008: 24-25) tegangan permukaan merupakan fenomena yang terjadi pada zat cair (fluida) yang berada dalam keadaan diam. Gaya ini biasanya dapat diketahui dengan melihat kenaikan cairan dalam pipa kapiler dan bentuk suatu tetesan kecil cairan. Tegangan antar permukaan merupakan hasil dari interaksi kohesi dan adhesi pada permukaan kontak antara dua material yang berbeda. Wetting umumnya dihubungkan antara benda padat dengan zat cair, wetting diartikan sebagai ukuran (besar/kecilnya) permukaan kontak antara dua material. Semakin rendah tegangan antar permukaan semakin besar efek dari wetting. Semakin kecil sudut kontak, butiran zat cair akan menyebar lebih baik sehingga akan membasahi permukaan secara sempurna (tipis dan merata). Oleh karena itu untuk mendapatkan hasil cetakan yang baik atau merata maka minyak harus mempunyai tegangan permukaan yang rendah. (Kumar, R., & Sharma, V. 2017).

Penentuan tegangan permukaan dalam penelitian kali ini menggunakan metode persamaan (Tim Praktikum Fisika Dasar, 2017):

$$\gamma = \frac{F}{l} \rightarrow \gamma = \frac{F}{2.\pi.d} \quad (2.1)$$

Penjelasan :

F = gaya oleh permukaan fluida (N).

l = panjang garis kontak antara permukaan fluida dan padatan (m).

γ = konstanta yang dikenal sebagai tegangan permukaan fluida (N/m²).

(Mikrajuddin Abdullah, 2016)

2.1.4 Presisi

Presisi merupakan kedekatan antara hasil uji individu dalam serangkaian pengukuran terhadap suatu sampel yang homogen (Sasongko dkk, 2017). Sedangkan menurut Morris dan Langari (2015), presisi kedekatan pembacaan keluaran ketika input yang sama diterapkan berulang-ulang dengan metode, tempat, waktu, dan alat sama. Dengan demikian, presisi dapat dikatakan sebagai ukuran kedekatan hasil pengukuran yang diperoleh dari serangkaian pengukuran berulang dengan sampel yang sama

Mengklasifikasikan presisi metode uji menjadi tiga jenis, yaitu keterulangan (*repeatability*), presisi antara (*intermediate precision*), dan ketiruan (*reproducibility*). Berikut penjelasan singkat mengenai ketiga jenis presisi tersebut (Menurut Riyanto 2014):

1. Keterulangan (*Repeatability*): Keterulangan metode uji merujuk pada tingkat ketepatan yang diperoleh dari pengulangan pengujian menggunakan operator, peralatan, dan laboratorium yang sama dalam waktu yang singkat.
2. Presisi antara (*Intermediate Precision*): Presisi antara metode uji merupakan bagian dari presisi yang diukur melalui pengulangan pengujian pada sampel yang sama dengan melibatkan operator yang berbeda, peralatan yang mungkin sama atau berbeda, rentang waktu pengujian yang lebih lama, dan dalam laboratorium yang sama.
3. Ketiruan (*Reproducibility*): Ketiruan metode uji mengacu pada tingkat ketepatan yang dihitung dari hasil pengujian ulang dengan melibatkan operator, peralatan, dan laboratorium yang berbeda dalam waktu pengujian yang lebih lama.

Presisi hasil pengukuran digambarkan dalam bentuk persentase Relative Standard Deviation (%RSD). %RSD ditentukan dengan mencari terlebih dahulu nilai standar deviasi (SD) yang diperoleh dari persamaan 2.2. Besarnya nilai presisi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh riyanto (2014):

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.2)$$

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100\% \quad (2.3)$$

$$\text{Presisi} = 100\% - \%RSD \quad (2.4)$$

Dimana :

SD = standar deviasi

n = pengulangan sampel

\bar{x} = nilai rata-rata

Alat ukur yang baik adalah alat ukur yang memiliki nilai presisi yang tinggi. Dengan begitu alat ukur akan memiliki nilai ketelitian yang baik. Namun, untuk mencapai nilai tersebut bukanlah hal yang mudah. Alat ukur dapat dikatakan baik jika memiliki nilai akurasi yang besar. Berdasarkan SNI ISO 17025, alat ukur dikatakan baik manakala nilai minimal presisinya sebesar 98% (Faridah dkk, 2018)

2.1.5 Plastik dan Jenisnya

Ada dua macam plastik berdasarkan ketahanan terhadap panas, yaitu plastik termoset dan plastik termoplastik. Plastik termoset adalah suatu polimer yang dapat dilebur pada keadaan tertentu tetapi menjadi keras selamanya, tidak melunak dan tidak dapat dicetak ulang. Plastik jenis termoplastik adalah polimer yang akan melunak apabila dipanaskan dan dapat dibentuk sesuai pola yang kita inginkan. Setelah dingin polimer ini akan mempertahankan bentuknya yang baru. Proses ini dapat diulang dan dapat diubah menjadi bentuk yang lain (Istadi, 2011:99). Hal ini sejalan dengan pendapat Surono (2013:33) plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu termoplastik dan termoseting. *Thermoplastik* adalah bahan

plastik yang jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan *thermosetting* adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan. Sedangkan menurut Stevens, (2001:33) menyimpulkan bahwa plastik dibagi menjadi dua klasifikasi utama berdasarkan pertimbangan-pertimbangan ekonomis dan kegunaannya yaitu plastik komoditi dan plastik teknik. Plastik-plastik komoditi dicirikan oleh volumenya yang tinggi dan harga yang murah. Plastik ini sering dipakai dalam bentuk barang yang bersifat pakai-buang (*disposable*) seperti lapisan pengemas. Plastik teknik lebih mahal harganya dan volumenya lebih rendah, tetapi memiliki sifat mekanik yang unggul dan daya tahan yang lebih baik.

Menurut Hardati et al., (2015:143) secara umum, kemasan plastik diberikan label-label sebagai berikut:



Gambar 2.5: Nomor Kode Plastik (Hardati et al., 2015: 143)

Keterangan:

- 1) PETE atau PET (*polyethylene terephthalate*) dengan berlabel angka 01 dalam segitiga biasa dipakai untuk botol plastik yang

jernih/transparan/tembus pandang seperti botol air mineral. Botol-botol dengan bahan ini direkomendasikan hanya sekali pakai. Jangan dipakai untuk menyimpan air hangat apalagipanas.

2) HDPE (*high density polyethylene*) berlabel angka 02 dalam segitiga biasa dipakai untuk botol susu yang berwarna putih susu. Direkomendasikan hanya untuk sekalipemakaian.

3) V atau PVC (*polyvinyl chloride*) berlabel angka 03 dalam segitiga adalah plastik yang paling sulit didaur ulang. Plastik ini bisa ditemukan pada plastik pembungkus (*cling wrap*) dan botol-botol. Kandungan dari PVC yaitu DEHA (*diethylhydroxylamine*) yang terdapat pada plastik pembungkus dapat bocor dan masuk ke makanan berminyak bila dipanaskan. PVC berpotensi berbahaya untuk ginjal, hati dan berat badan.

4) LDPE (*low density polyethylene*) berlabel angka 04 dalam segitiga biasa dipakai untuk tempat makanan dan botol-botol yang lembek. Barang-barang dengan kode ini dapat didaur ulang dan baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tetapi kuat. Barang ini bisa dibuang tidak dapat dihancurkan tetapi tetap baik untuk tempatmakanan.

5) PP (*polypropylene*) berlabel angka 05 dalam segitiga adalah pilihan terbaik untuk bahan plastik terutama yang berhubungan dengan makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan, botol minuman dan terpenting botol untuk bayi. Karakteristik botol ini transparan yang tidak jernih atau berawan.

6) PS (*polystyrene*) berlabel angka 06 dalam segitiga biasa dipakai sebagai bahan tempat makanan *Styrofoam*, tempat minuman sekali pakai, dll. Bahan *polystyrene* bisa membocorkan bahan *styrine* kedalam makanan ketika makanan tersebut bersentuhan. Bahan *styrine* berbahaya untuk otak dan system syaraf. Bahan ini harus dihindari dan banyak negara bagian di Amerika sudah melarang pemakaian tempat makanan berbahan *Styrofoam* termasuk Negara china.

7) Other (biasanya *polycarbonate*) berlabel angka 07 dalam segitiga bisa didapatkan ditempat makanan dan minuman seperti botol minuman olahraga. *Polycarbonate* bisa mengeluarkan bahan utamanya yaitu Bhispenol-A ke dalam makanan dan minuman yang berpotensi merusak sistemhormone.

Plastik merupakan bahan kemasan utama saat ini. Salah satu jenis plastik adalah *Polyethylene* (PE). Polietilen dapat dibagi menurut massa jenisnya menjadi dua jenis, yaitu: *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan *High Density Polyethylene* (HDPE). LDPE mempunyai massa jenis antara 0,91-0,94 gmL⁻¹, separuhnya berupa kristalin (50-60%) dan memiliki titik leleh 115°C. Sedangkan HDPE bermassa jenis lebih besar yaitu 0,95-0,97 gmL⁻¹, dan berbentuk kristalin (kristalinitasnya 90%) serta memiliki titik leleh diatas 127 °C (beberapa macam sekitar 135°C) (Bilmayer, 1971 dalam Kadir, 2012:224). Secara kimia, LDPE mirip dengan HDPE ,tetapi secara fisik LDPE lebih fleksi beldan kerapatannya lebih kecil dibandingkan HDPE.

LDPE kebanyakan dipakai sebagai pelapis komersial, plastik, lapisan pelindung sabun, dan beberapa botol yang fleksibel. Kelebihan LDPE sebagai material pembungkus adalah harganya yang murah, sifatnya fleksibel, dan proses pembuatan yang mudah. Kemudian menurut pendapat Budiyanoro (2010:60) menyimpulkan bahwa LDPE dibuat dalam reaktor yang bekerja secara kontinyu dengan suhu dibawah 100 °C dan tekanan antara 6 hingga 20 atm. LDPE mempunyai gabungan sifat tahan kejut, lentur, dan ulet, sehingga sangat tepat digunakan sebagai bahan plastik lembaran untuk kemasan. Dalam hal ini LDPE berfungsi sebagai lapisan penghalang uap air. Selain itu karena sifat kelistrikannya juga baik, maka LDPE juga banyak digunakan sebagai insulator listrik. LDPE diproses dengan polimerisasi radikal bebas dengan grup cabang alkyl. Panjang cabang umumnya hingga empat karbon pada rantai cabang, dengan tekanan reaksi tinggi dihasilkan daerah kristalnya. Derajat Kristal yang dihasilkan berkisar antara 400 hingga 50000.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada waktu dan tempat sebagai berikut:

Waktu : Februari 2023 – Agustus 2023

Tempat : Lab Fisika Dasar Laboratorium Terpadu Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta dan Kos Pondokan Putra Jeruk Legi, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.2.1 Alat

Alat penelitian yang digunakan dalam pengambilan data untuk mengukur tegangan permukaan minyak goreng terkontaminasi plastik secara rinci dapat ditunjukkan pada tabel 3.1:

Tabel 3. 1 Daftar alat untuk mengukur tegangan permukaan minyak goreng terkontaminasi plastik

No	Jenis Alat	Jumlah
1.	Gelas beker	7 unit
2.	Termometer	1 unit
3.	Seperangkat <i>Torsion Dynamometer</i>	1 unit
4.	Timbangan digital	1 unit
5.	Wajan	1 unit
6.	Kompore	1 unit
7.	Spatula	1 unit

3.2.2 Bahan

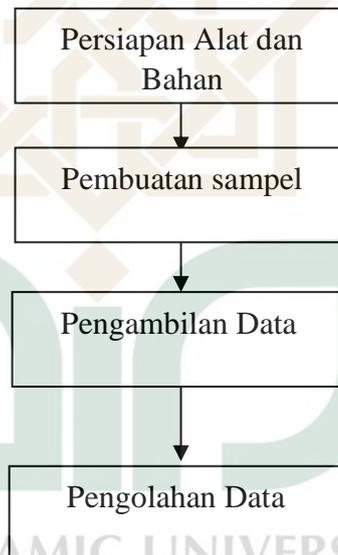
Bahan yang digunakan pada pembuatan minyak terkontaminasi plastik secara rinci pada tabel 3.2:

Tabel 3. 2 Daftar bahan pembuatan minyak goreng terkontaminasi plastik

No	Jenis Alat	Jumlah
1.	Minyak Goreng SunCo	250 ml
2.	Plastik <i>Polyvinyl Choride</i> (PVC)	1 gram

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dalam empat tahapan yakni persiapan alat dan bahan, pembuatan sampel, pengambilan data dan pengolahan data. Prosedur penelitian tersebut ditunjukkan oleh gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan

Tujuan dari persiapan alat dan bahan adalah untuk menyediakan segala kebutuhan mengenai alat maupun bahan yang akan dibutuhkan dalam memverifikasi metode deteksi minyak goreng terkontaminasi berbasis *Torsion dynamometer*. Tahapan ini memiliki target dalam bentuk tersedianya alat serta bahan yang dibutuhkan. Selain itu seluruh peralatan dan komponen yang nantinya digunakan ini dipastikan dapat bekerja dengan baik.

Tahapan dalam persiapan alat dan bahan yaitu mempersiapkan alat yang digunakan dalam proses verifikasi metode deteksi minyak goreng terkontaminasi berbasis *Torsion dynamometer*. Proses untuk pembuatan minyak terkontaminasi plastik dibutuhkannya minyak goreng dan plastik dengan membeli di toko sembako. kemudian alat pengukur tegangan permukaan (*Torsion dynamometer*) berada di Laboratorium Sains dan Teknologi lantai 4 diruang Lab Fisika Dasar UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Peneliti melakukan tinjauan langsung ke ruang Lab Fisika Dasar dan mengecek alat berfungsi dengan baik.

3.3.2 Pembuatan Sampel

Pembuatan sampel dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan sampel berupa minyak goreng terkontaminasi plastik yang akan digunakan sebagai verifikasi metode deteksi minyak goreng terkontaminasi plastik berbasis *Torsion dynamometer*. Target dilakukannya pembuatan sampel yaitu tersedianya sampel minyak goreng murni dan yang terkontaminasi plastik 0,1 gram, 0,3 gram, 0,5 gram masing-masing terdapat 3 sampel.

Berikut langkah-langkah dalam pembuatan sampel minyak goreng terkontaminasi plastik:

- 1) Mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan berdasarkan tabel 3.1.
- 2) Menakar minyak goreng sebanyak 250 ml dan menimbang 0,1 g, 0,3 g, dan 0,5 g plastik
- 3) Mencampurkan plastik kedalam minyak goreng yang sudah di panaskan sampai suhu lebih dari 100°C. Kemudian aduk hingga merata.

3.3.3 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh data dari sampel tersebut. Pengambilan data ini memiliki target akhir yakni mendapatkan nilai rata-rata gaya (F) *Torsion Dynamometer* pada minyak goreng tidak terkontaminasi plastik dan minyak goreng terkontaminasi plastik sebanyak 10 kali pengulangan dengan diameter cincin *Torsion Dynamometer* 1,95 cm. Pengambilan data pada suhu 80 °C dikarenakan partikel-partikel yang ada pada sampel akan mengalami perubahan karena faktor temperature/suhu.

Tahapan pengambilan data sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan sampel minyak goreng 100 ml tidak terkontaminasi plastik dan minyak goreng terkontaminasi plastik dengan variasi 0,1 g, 0,3 g, dan 0,5 g masing-masing 3 sampel
- 2) Menyambungkan alat *Torsion dynamometer* ke catu daya. Alat ukur di setting terlebih dahulu.
- 3) Menuangkan sampel ke gelas beker kemudian dipanaskan menggunakan hotplan.
- 4) Memutar alat ukur *Torsion Dynamometer* hingga cincin terlepas dari permukaan minyak goreng pada suhu 80 °C.
- 5) Mengulang kembali tahapan diatas pada tiap variasi dan sampel.
- 6) Memasukkan hasil data pengukuran gaya (F) pada Tabel 3.3 dalam format Microsoft Excel.

Tabel 3.3. Hasil nilai pengukuran gaya (F)

g	Variasi		F (10^{-3})N	
	Percobaan	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
0	1			
			
	10			
0,1	1			
			
	10			
0,3	1			
			
	10			
0,5	1			
			
	10			

3.3.4 Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data bertujuan mengolah data pada tabel 3.3 untuk mengetahui nilai tegangan permukaan dan presisi keterulangan metode deteksi. Tahapan ini memiliki target yaitu mengetahui nilai rata-rata tegangan permukaan minyak goreng tidak terkontaminasi plastik dan minyak goreng terkontaminasi plastik serta presisi keterulangan *Torsion Dynamomete* sebagai metode deteksi minyak goreng terkontaminasi plastik.

Pengolahan data ini dilakukan berdasarkan hasil data gaya (F) setiap variasi kontaminasi yang dituliskan pada Tabel 3.3. Data pada Tabel 3.3 diolah untuk mencari nilai rata-rata tegangan permukaan minyak goreng

tidak terkontaminasi plastik dan minyak goreng terkontaminasi plastik, kemudian hasil pengolahan data dimasukkan pada Tabel 3.4. Data pada Tabel 3.4 diolah untuk mencari nilai SD dengan menggunakan persamaan 2.2. Nilai SD tersebut digunakan untuk memperoleh nilai %RSD yang ditentukan menggunakan persamaan 2.3. Selanjutnya nilai presisi keterulungannya didapatkan dari nilai %RSD seperti pada persamaan 2.4. Setelah memperoleh nilai presisi keterulangan, dilakukan penghitungan rata-rata dari nilai-nilai presisi keterulangan yang dituliskan pada tabel 3.5:

Tabel 3.4: Hasil nilai rata-rata tegangan permukaan minyak goreng

Minyak goreng terkontaminasi plastik (gram)	Rata-rata nilai tegangan permukaan (10^{-3})Nm
0	
0,1	
0,3	
0,5	

Tabel 3.5. Hasil nilai rata-rata presisi keterulangan metode deteksi minyak goreng terkontaminasi plastik berbasis *Torsion Dynamometer*

Minyak goreng terkontaminasi plastik (gram)	Rata-rata Presisi keterulangan
0	
0,1	
0,3	
0,5	

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

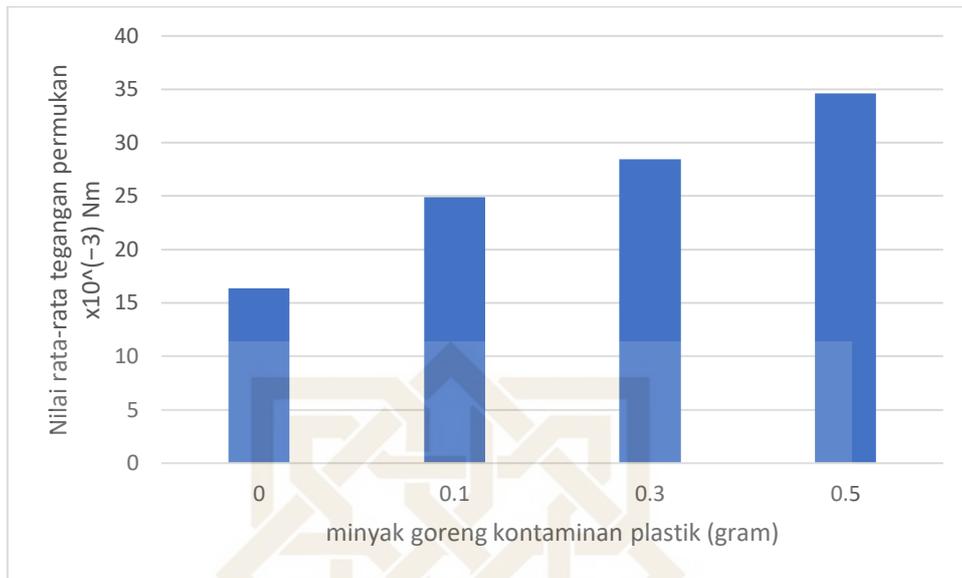
4.1 Hasil

4.1.1 Hasil Penerapan *Torsion Dynamometer* Sebagai Metode Deteksi Minyak Goreng Terkontaminasi Plastik.

Penerapan *Torsion Dynamometer* sebagai metode deteksi minyak goreng terkontaminasi plastik telah berhasil dilakukan. Hasil penerapan tersebut mendapatkan dan nilai rata-rata tegangan permukaan minyak goreng yang tidak terkontaminasi plastik dan yang terkontaminasi plastik dengan variasi kontaminan 0,1 gram, 0,3, dan 0,5 gram. Nilai rata-rata tegangan permukaan selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 4.1:

Tabel 4.1: Hasil nilai rata-rata tegangan permukaan minyak goreng

Minyak goreng terkontaminasi plastik (gram)	Rata-rata nilai tegangan permukaan (10^{-3})Nm
0	16,38
0,1	24,91
0,3	28,43
0,5	34,61



Gambar 4.1: Nilai rata-rata tegangan permukaan

4.1.2 Hasil Verifikasi Metode Deteksi Minyak Goreng Terkontaminasi Plastik Berbasis *Torsion Dynamometer*.

Verifikasi presisi keterulangan metode deteksi minyak goreng terkontaminasi plastik berbasis *Torsion Dynamometer* telah berhasil dilakukan. Hasil verifikasi presisi keterulangan tersebut disajikan pada Tabel 4.2, sedangkan pengolahan data presisi keterulangan ditunjukkan oleh Lampiran 4.

Tabel 4.2 Hasil nilai rata-rata presisi keterulangan metode deteksi minyak goreng terkontaminasi plastik berbasis *Torsion Dynamometer*.

Minyak goreng terkontaminasi plastik (gr)	Rata-rata Presisi keterulangan
0	99,61%
0,1	99,75%
0,3	99,80%
0,5	99,80%

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pembahasan Hasil Penerapan *Torsion Dynamometer* Sebagai Metode Deteksi Minyak Goreng Terkontaminasi Plastik

Prinsip dasar dari *Torsion dynamometer* adalah berdasarkan pada hukum Hooke, yaitu bahwa gaya torsi (momennya) sebanding dengan sudut torsi (putarannya). Jadi, alat ini akan mengukur deformasi yang terjadi pada elemen torsi (biasanya berbentuk batang silinder) dan mengonversikannya menjadi nilai gaya torsi. (Sayuti, M., Abdullah, S., & Saad, N. 2013). Prinsip *Hooke Torsion dynamometer* menyatakan bahwa gaya yang diterapkan pada suatu objek elastis akan menyebabkan deformasi yang sebanding dengan gaya yang diberikan. Dalam konteks gaya torsi, prinsip Hooke mengatakan bahwa momen torsi yang dihasilkan pada suatu objek elastis (seperti batang silinder) akan sebanding dengan sudut torsi yang diberikan. Prinsip kerja tersebut dapat dijelaskan besarnya gaya yang diperlukan untuk melepaskan cincin yang besarnya gaya sebanding lurus dengan tegangan permukaan zat cair tersebut.

Berdasarkan Tabel 4.1, pemberian plastik pada minyak goreng dapat mempengaruhi nilai tegangan permukaan. Nilai tegangan permukaan minyak goreng mengalami kenaikan seiring dengan penambahan massa plastik. Besarnya tegangan permukaan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis cairan, suhu, dan tekanan, massa jenis, konsentrasi zat terlarut, dan kerapatan. Jika cairan memiliki molekul besar seperti air, maka tegangan permukaannya juga besar. salah satu faktor yang mempengaruhi

besarnya tegangan permukaan adalah massa jenis/ densitas (D), semakin besar densitas berarti semakin rapat muatan – muatan atau partikel-partikel dari cairan tersebut. Kerapatan partikel ini menyebabkan makin besarnya gaya yang diperlukan untuk memecahkan permukaan cairan tersebut. Hal ini karena partikel yang rapat mempunyai gaya tarik menarik antar partikel yang kuat. Sebaliknya, cairan yang mempunyai densitas kecil akan mempunyai tegangan permukaan yang kecil pula. (Universitas Stekom. 2023). Diameter pada cincin yang dicelupkan pada saat pengukuran tegangan permukaan zat cair tidak berpengaruh terhadap besarnya nilai tegangan permukaan zat cair tetapi berpengaruh pada gaya yang diberikan oleh permukaan zat cair. Semakin besar diameter cincin maka gaya yang diberikan akan semakin besar.

Melihat dari Tinjauan Pustaka yang telah dilakukan Rakha S, Gusfianang, dan Frida A.R, 2019. Dengan judul *Torsion Dynamometer Application for Detecting Water Was Contaminated by Detergent*. Penelitian tersebut bertujuan menguji tegangan permukaan air terkontaminasi detergen menggunakan alat ukur tegangan permukaan *Torsion Dynamometer*. Hasil penelitian menunjukkan air yang tercemar deterjen memiliki karakteristik tegangan permukaan $\gamma \pm \Delta\gamma = (0,256 \times 10^{-1} \pm 1,354 \times 10^{-4}) \text{N/m}$ sedangkan air normal memiliki karakteristik tegangan permukaan $\gamma \pm \Delta\gamma = (0,490 \times 10^{-1} \pm 1,687 \times 10^{-4}) \text{N/m}$. Kedua nilai memiliki nilai yang berbeda dan tidak ada irisan yang terjadi. Data percobaan nilai F terukur pada air yang tercemar deterjen dengan nilai F terukur pada air

normal menunjukkan perbedaan yang tidak saling teriris. Nilai F pada air yang tercemar detergen lebih kecil dari nilai F pada air biasa. Perbedaan nilai F mempengaruhi perbedaan nilai tegangan permukaan γ . Pemberian detergen pada air mempengaruhi nilai tegangan permukaan. Nilai tegangan permukaan air mengalami penurunan setelah tercampur detergen. Hal ini terjadi karena konsentrasi detergen yang terlarut ke dalam air mengubah struktur partikel-partikel, massa jenis, dan kerapatan.

4.2.2 Pembahasan Verifikasi Metode Deteksi Minyak Goreng Terkontaminasi Plastik Berbasis *Torsion Dynamometer*.

Seperti yang terlihat dalam Tabel 4.1, rata-rata presisi keterulangan metode deteksi minyak goreng terkontaminasi plastik berbasis *Torsion Dynamometer* pada minyak goreng tidak terkontaminasi plastik sebesar 99,61%, sedangkan minyak goreng terkontaminasi plastik 0,1, 0,3, dan 0,5 g yaitu 99,75%, 99,80%, dan 99,80%. Presisi keterulangan (*Repeatability*) adalah Keterulangan metode deteksi minyak goreng terkontaminasi plastik berbasis *Torsion Dynamometer* merujuk pada tingkat ketepatan yang diperoleh dari pengulangan pengujian menggunakan operator, peralatan, dan laboratorium yang sama dalam waktu yang singkat. Rata-rata presisi metode deteksi minyak goreng tidak terkontaminasi plastik berbasis *Torsion Dynamometer* senilai 99,61% artinya tingkat ketepatan metode deteksi minyak goreng tidak terkontaminasi plastik berbasis *Torsion Dynamometer* yang diperoleh dari pengulangan pengujian menggunakan operator, peralatan, dan laboratorium yang sama dalam waktu yang singkat sebesar

99,61%, rata-rata presisi metode deteksi minyak goreng 0,1 g terkontaminasi plastik berbasis *Torsion Dynamometer* senilai 99,75% artinya tingkat ketepatan metode deteksi minyak goreng tidak terkontaminasi plastik berbasis *Torsion Dynamometer* yang diperoleh dari pengulangan pengujian menggunakan operator, peralatan, dan laboratorium yang sama dalam waktu yang singkat sebesar 99,75%, rata-rata presisi metode deteksi minyak goreng 0,3 g terkontaminasi plastik berbasis *Torsion Dynamometer* senilai 99,80% artinya tingkat ketepatan metode deteksi minyak goreng tidak terkontaminasi plastik berbasis *Torsion Dynamometer* yang diperoleh dari pengulangan pengujian menggunakan operator, peralatan, dan laboratorium yang sama dalam waktu yang singkat sebesar 99,80%, dan rata-rata presisi metode deteksi minyak goreng 0,3 g terkontaminasi plastik berbasis *Torsion Dynamometer* senilai 99,80% artinya tingkat ketepatan metode deteksi minyak goreng tidak terkontaminasi plastik berbasis *Torsion Dynamometer* yang diperoleh dari pengulangan pengujian menggunakan operator, peralatan, dan laboratorium yang sama dalam waktu yang singkat sebesar 99,80%.

Nilai presisi berdasarkan persyaratan nilai SNI ISO 17025, yaitu sebesar 98% (Faridah dkk, 2018). Nilai presisi metode deteksi minyak goreng tidak terkontaminasi plastik, minyak goreng 0,1, 0,3, dan 0,5 terkontaminasi plastik sebesar 99,61%, 99,75%, 99,80%, dan 99,80%. Sehingga nilai presisi metode deteksi minyak goreng terkontaminasi plastik berbasis *Torsion Dynamometer* telah mencapai persyaratan nilai SNI ISO

17025. Persentase presisi yang tinggi ini memperkuat *Torsion Dynamometer* dapat digunakan sebagai metode deteksi alternatif untuk mengukur tegangan permukaan mendeteksi minyak goreng terkontaminasi plastik.

4.2.3 Integrasi-Interkoneksi

Analisis saat ini merupakan salah satu kontribusi penting untuk mewujudkan visi Program Studi Fisika di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sunan Kalijaga di Yogyakarta, yaitu unggul dan terkemuka dalam pengembangan keilmuan fisika yang terpadu dengan wawasan dan nilai-nilai dasar Islam. Penelitian merupakan implementasi wawasan Islam sebagai salah satu cara mengetahui kebersihan/kelayakan sebuah makanan baik dikonsumsi atau tidak. Makanan yang halal dan *thayyib* adalah segala jenis makanan yang baik dan halal untuk dikonsumsi, baik dan tidak berbahaya bagi jiwa raga manusia, mengandung zat yang diperlukan tubuh, serta dikonsumsi dalam takaran yang cukup dan tidak berlebihan (Rahmaningrum dkk., 2020).

Adapun kriteria makanan *thayyib* dapat dilihat dari aspek kesehatan, proposional, dan aman untuk dikonsumsi. Kitab suci Al-Qur'an menekankan manusia untuk selalu mengonsumsi makanan yang halal dan *thayyib*. Mengonsumsi makanan yang halal dan *thayyib* adalah perintah Allah SWT. Salah satu ayat yang memuat tentang hal tersebut terdapat pada Al-Qur'an surat Al-Baqarah [2] ayat 168 yang berbunyi :

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ

مُبِينٌ

Artinya : “*Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah engkau mengikuti langkah-langkah syaitan; karena sesungguhnya itu adalah musuh yang nyata bagimu.*” (Kementrian Agama RI, 2010)

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Dialah Maha Pemberi nikmat yang ada di bumi (Abdullah dalam Ibnu Katsir 2004). Nikmat yang dimaksud seperti membolehkan manusia untuk memakan makanan yang halal, baik dan bermanfaat untuk tubuh serta tidak membahayakan bagi tubuh dan akal pikirannya. *Thayyib* pada dasarnya adalah “yang terbebas dari kekurangan dalam bidangnya” serta “bebas dari segala kekeruhan”. Di samping diperintahkan agar makanan itu *thayyib*, juga bersamaan itu dari segi kemanfaatannya agar makanan yang dikonsumsi bermanfaat bagi tubuh sesuai dengan kebutuhan tubuh seseorang dan menjauhi makanan yang dapat merusak kesehatan. Salah satu makanan yang dapat merusak kesehatan adalah makanan yang digoreng menggunakan minyak goreng terkontaminasi plastik.

Model keterpaduan yang terkandung dalam penelitian ini adalah informatif dan konfirmatif. Informatif berarti suatu disiplin ilmu yang perlu diperkaya dengan informasi yang dimiliki oleh disiplin ilmu lain sehingga wawasan civitas akademika semakin luas (Abdullah dkk., 2004). Penelitian ini terinspirasi oleh wawasan Islam mengenai *kethayyiban* makanan. Konfirmatif mengandung arti bahwa suatu disiplin ilmu tertentu untuk dapat membangun teori yang kokoh perlu memperoleh penegasan dari disiplin

ilmu yang lain (Abdullah dkk., 2004). Dalam penelitian ini, model keterpaduan konfirmatif mengandung makna bahwa penelitian ini merupakan penegasan terhadap wawasan Islam mengenai *kethayyiban* makanan. Penelitian ini merupakan upaya untuk mengurangi dan mencegah peredaran makanan seperti gorengan atau makanan yang digoreng menggunakan minyak goreng terkontaminasi plastik yang merupakan makanan yang tidak *thayyib* dan mengandung zat kimia berbahaya serta menyebabkan penyakit kanker dan lain-lain.

