

KAJIAN PENGARUH SUHU TERHADAP VISKOSITAS MINYAK GORENG SEBAGAI RANCANGAN BAHAN AJAR PETUNJUK PRAKTIKUM FISIKA

¹Yanisa Damayanti , ¹Albertus Djoko Lesmono , ¹Trapsilo Prihandono

²Program Studi pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember

Email @yannisadamayanti07@gmail.com

Abstract

Viscosity was the friction that occurs between layers in the fluid. There were several factors that affect the viscosity value of a fluid, one of them was temperature. But the effect of temperature on viscosity was still rarely discussed in the learning. This research aim to examine the effect of temperature on the cooking oil viscosity and made the design of physics practical work guideline based on the results of research. The fluid used in this research was oil palm packing oil consisting of Bimoli, Filma and Kunci Mas. In this research, the effect of temperature on the cooking oil viscosity was using the Stokes law. The result of the research was used as the basis for teaching material physics practical work guideline. Based on the results of the research showed that the viscosity of cooking oil decreased with increasing temperature. This was indicated by the declining mass of cooking oil. The design of physics practical work guideline of temperature effect on viscosity consists of several parts, the title, purpose, tools and materials, theoretical basis on the effect of temperature on viscosity, step experiment, experiment result tabel, and question.

Key word: *viscosity, temperature, cooking oil, teaching material.*

PENDAHULUAN

Sains dan teknologi menjadi dua hal penting pada abad 21 ini. Sains yang terdiri dari fisika, kimia dan biologi merupakan landasan penting dalam pembangunan. Fisika adalah ilmu yang mempelajari/mengkaji benda-benda yang ada di alam, gejala-gejala, kejadian-kejadian alam serta interaksi dari benda-benda di alam tersebut secara fisik dan mencoba merumuskannya secara matematis sehingga dapat di mengerti secara pasti oleh manusia untuk kemanfaatan umat manusia lebih lanjut (Prihandono, 2011).

Salah satu cabang ilmu fisika yang dipelajari di universitas adalah fluida (Departemen Pendidikan Nasional, 2003:6). Fluida memegang peranan penting dalam kehidupan manusia karena manusia meminum, menghirup bahkan berenang di dalam fluida.

Viskositas merupakan salah satu materi fluida statis yang dipelajari saat perkuliahan fisika dasar. Viskositas merupakan gesekan yang terjadi diantara lapisan-lapisan yang bersebelahan di dalam fluida. Viskositas pada gas diakibatkan oleh tumbukan antar molekul gas sedangkan viskositas pada zat cair terjadi akibat adanya gaya-gaya kohesi antar molekul zat cair (Giancoli, 2014).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi viskositas fluida salah satunya adalah suhu. Viskositas berbanding terbalik dengan suhu. Jika suhu naik maka viskositas akan turun dan begitu pula sebaliknya (Sani, 2010). Menurut Lumbantoruan dan Yulianti (2016), suhu berhubungan erat dengan viskositas dimana semakin tinggi suhu maka semakin kecil nilai viskositas. Dalam penelitian

sebelumnya telah diketahui pengaruh suhu terhadap viskositas beberapa sirup yang hasilnya: viskositas sirup Kokum, sirup Koronda, sirup apel Cashew, dan bubur mangga berkurang dengan cepat seiring dengan kenaikan suhu (Swami *et al.*, 2013). Namun pengaruh suhu terhadap viskositas masih jarang dibahas dalam pembelajaran.

Salah satu contoh fluida yang dapat digunakan untuk menjelaskan materi viskositas adalah minyak goreng. Minyak goreng merupakan salah satu contoh fluida yang erat kaitannya dengan kehidupan siswa sehari-hari sehingga diharapkan dapat membuat siswa lebih mudah memahami materi viskositas. Minyak goreng merupakan bahan pangan dengan komposisi utama trigliserida berasal dari bahan nabati kecuali kelapa sawit, dengan atau tanpa perubahan kimiawi, termasuk hidrogenasi, pendinginan dan telah melalui proses rafinasi/pemurnian yang digunakan untuk menggoreng (Badan Standarisasi Nasional, 2013). Minyak goreng banyak dimanfaatkan oleh masyarakat karena minyak goreng mampu menghantarkan panas, memberikan cita rasa (gurih), tekstur (renyah), warna (coklat), dan mampu meningkatkan nilai gizi (Aladedunye dan Przybylski 2009). Kualitas minyak goreng dapat diketahui salah satunya dengan perubahan viskositas minyak goreng sebelum dan sesudah digunakan untuk memasak. Proses pemanasan pada minyak goreng saat memasak dapat menurunkan viskositas minyak goreng tersebut. Semakin tinggi penurunan viskositas minyak goreng menunjukkan bahwa kualitas minyak goreng tersebut tidak cukup baik (Sutiah *et al.*, 2008).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Yudhitiara *et al.* (2017) diketahui bahwa tingkat tahu konsep siswa mengenai subbab viskositas dan satuannya sebesar 0%, tingkat tahu konsep tapi kurang yakin siswa sebesar 2%, tingkat miskonsepsi siswa sebesar 25,5% dan tingkat tidak tahu konsep siswa sebesar

72,5%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa masih kurang memahami materi viskositas dan satuannya. Hal ini disebabkan oleh faktor sistem pembelajaran, cara berpikir siswa, buku teks pembelajaran, pengalaman dan pengetahuan yang kurang mendalam (Yudiattara *et al.*, 2017:89).

Cara untuk mengatasi kesulitan mahasiswa dalam memahami konsep viskositas adalah dengan memberikan sumber belajar yang sesuai serta berbasis kontekstual. Johnson (2002) menyatakan bahwa pembelajaran kontekstual memungkinkan siswa untuk menghubungkan materi pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari untuk menemukan makna. Bahan ajar adalah segala bentuk bahan, informasi, alat dan teks yang digunakan untuk membantu guru/ dosen dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar (Majid, 2007: 174). Contoh dari bahan ajar tertulis misalnya buku, handout, modul, lembar kerja siswa, *wallchart*, *leaflet*, brosur atau gambar (Prastowo, 2014: 40). Risnawati *et al.* (2013) menyatakan bahwa penggunaan modul kontekstual lebih efektif meningkatkan keterampilan proses sains siswa yang dibuktikan dengan nilai N-gain kelas eksperimen lebih tinggi yaitu 0.60. Salah satu contoh bahan ajar yang dapat digunakan adalah bahan ajar petunjuk praktikum. Kinerja praktikum siswa dengan menggunakan buku petunjuk praktikum fisika berbasis laboratorium virtual dinyatakan baik karena dengan menggunakan buku petunjuk praktikum siswa akan lebih mudah dalam melaksanakan praktikum secara virtual dan dengan adanya ini pula siswa dapat melaksanakan kegiatan praktikum (Lesmono *et al.*, 2013). Hal tersebut menunjukkan bahwa buku petunjuk praktikum membantu siswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum.

Namun, bahan ajar materi viskositas terhadap pengaruh suhu berbasis kontekstual untuk siswa masih jarang ditemui. Oleh sebab itu peneliti tertarik

untuk melakukan penelitian mengenai pengaruh suhu terhadap viskositas minyak goreng. Data yang didapatkan dari hasil penelitian digunakan untuk menyusun rancangan bahan ajar petunjuk praktikum mengenai pengaruh suhu terhadap viskositas sehingga diharapkan mahasiswa dapat lebih mudah memahami materi viskositas.

METODE

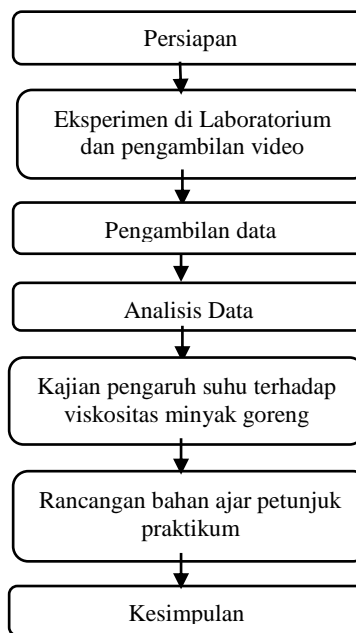
Metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan melakukan eksperimen di laboratorium. Peneliti akan mengobservasi nilai viskositas minyak goreng akibat pengaruh suhu menggunakan viskometer bola jatuh (metode hukum stokes). Viskometer bola jatuh terdiri atas gelas silinder dengan minyak goreng yang akan diteliti. Kecepatan terminal bola saat dijatuhkan ke dalam minyak dalam viskometer direkam menggunakan *handcam* dan dianalisis menggunakan *tracker video analysis* sedangkan massa jenis minyak diukur menggunakan hidrometer. *Tracker video analysis* merupakan software *open source* yang mampu menganalisis video terutama yang berkaitan dengan pembelajaran fisika. Kelebihan software *tracker* adalah mampu menganalisis video kejadian fisika yang berhubungan dengan kelajuan, kecepatan, gaya, percepatan, medan gravitasi, konversi dan konservasi energi (Habibulloh, 2014). Massa jenis dan viskositas minyak goreng diukur saat sebelum dipanaskan dan saat minyak goreng telah dipanaskan sebanyak 5 kali perubahan suhu (35°C, 40 °C, 45 °C, 50 °C, 55 °C). Perhitungan koefisien viskositas minyak goreng (η) dengan menggunakan persamaan:

$$\eta = \frac{2gr^2}{9V_T} (\rho_b - \rho_f)$$

Keterangan :

- η : koefisien viksositas minyak
- g : percepatan gravitasi bumi
- r : jari jari bola

- V_T : kecepatan terminal
- ρ_b : Massa jenis bola
- ρ_f : Massa jenis minyak



Gambar 1. Bagan tahapan alur penelitian

Gambar 1 merupakan bagan alur penelitian pengaruh suhu terhadap viskositas minyak goreng.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran kecepatan terminal dilakukan dengan menganalisis video menggunakan *tracker video analysis*. Kecepatan terminal diukur pada jarak $\pm 1,1$ m dari permukaan minyak goreng dan tinggi total minyak goreng pada viskometer bola jatuh adalah $\pm 1,35$ m. Data kecepatan terminal dihasilkan dari rata-rata nilai kecepatan terminal pada setiap perubahan suhu. Bola yang digunakan dalam penelitian ini adalah bola kelereng. Diameter bola terlebih dahulu diukur menggunakan jangka sorong sehingga dihasilkan data diameter bola sebesar 0,016 m. Massa bola diukur menggunakan neraca digital sehingga dihasilkan pengukuran massa bola sebesar 0,005 kg.

Tabel 1.Data massa, volume, dan massa jenis bola

Jenis benda	Massa (kg)	Volume (m ³)	Massa jenis (kg.m ⁻³)
Kelereng	0,005	2,144×10 ⁻⁶	2332,554

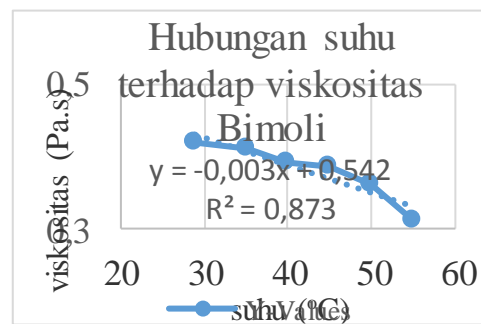
Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa massa jenis bola adalah sebesar

2332,554 kg.m³. Setelah mendapatkan data massa jenis bola, diukur massa jenis minyak goreng pada saat sebelum dipanaskan dan setelah dipanaskan menggunakan hidrometer. Data hasil percobaan pengaruh suhu terhadap viskositas minyak goreng adalah sebagai berikut

Tabel 2.Analisis data viskositas minyak goreng

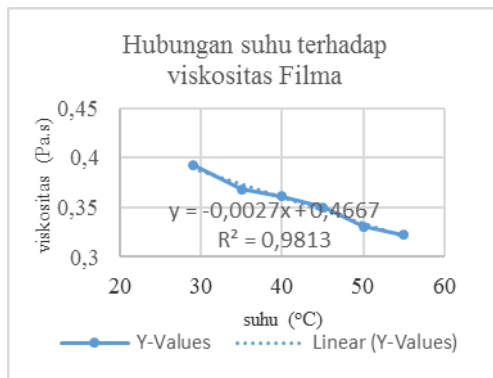
No	Massa Jenis Bola (kg.m ⁻³)	Minyak Goreng	Suhu (°C)	Massa Jenis Minyak (kg.m ⁻³)	Kecepatan Terminal (m.s ⁻¹)	Viskositas (Pa.s)
1	2332,55	Bimoli	29	900	0,486	0,419
			35	890	0,498	0,411
			40	885	0,526	0,391
			45	880	0,533	0,387
			50	875	0,573	0,361
			55	850	0,676	0,311
2	2332,55	Filma	29	900	0,518	0,393
			35	895	0,554	0,368
			40	890	0,568	0,361
			45	880	0,589	0,350
			50	877,5	0,625	0,331
			55	875	0,642	0,322
3	2332,55	Kunci Mas	29	900	0,509	0,400
			35	895	0,533	0,383
			40	892,5	0,579	0,353
			45	890	0,594	0,345
			50	880	0,622	0,332
			55	875	0,636	0,325

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa hubungan suhu terhadap nilai viskositas, massa jenis, dan kecepatan terminal bola. Ketika terjadi kenaikan suhu, massa jenis dan nilai viskositas minyak semakin menurun. Sebaliknya, ketiga merk minyak goreng pada suhu yang lebih tinggi memiliki kecepatan terminal yang lebih besar. Hubungan suhu terhadap viskositas disajikan dalam grafik sebagai berikut.



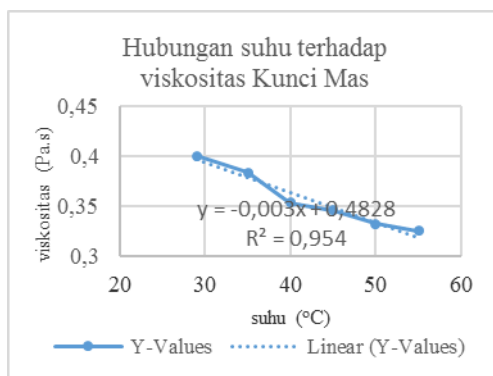
Gambar 2. Hubungan suhu terhadap viskositas Bimoli

Gambar 2 menunjukkan nilai viskositas minyak goreng berbanding terbalik terhadap suhu karena “X” bernilai negatif. Viskositas minyak goreng Bimoli menurun sebesar 0,0038 Pa.s setiap kenaikan suhu 1 derajat celcius. Nilai R pada Bimoli yaitu 0,934 sehingga dapat diketahui bahwa hubungan antara suhu terhadap viskositas sangat kuat karena nilai R mendekati 1.



Gambar 3. Hubungan suhu terhadap viskositas Filma

Gambar 3 menunjukkan nilai viskositas minyak goreng berbanding terbalik terhadap suhu karena “X” bernilai negatif. Viskositas minyak goreng Filma menurun sebesar 0,0027 Pa.s setiap kenaikan suhu 1 derajat celcius. Nilai R pada Filma yaitu 0,9813 sehingga dapat diketahui bahwa hubungan antara suhu terhadap viskositas sangat kuat karena nilai R mendekati 1.



Gambar 4. Hubungan suhu terhadap viskositas Kunci Mas

Gambar 4 menunjukkan nilai viskositas minyak goreng berbanding terbalik terhadap suhu karena “X” bernilai negatif. Viskositas minyak goreng Kunci Mas menurun sebesar 0,003 Pa.s setiap kenaikan suhu 1 derajat celcius. Nilai R pada Kunci Mas yaitu 0,954 sehingga dapat diketahui bahwa hubungan antara suhu terhadap viskositas sangat kuat karena nilai R mendekati 1.

Suhu mempengaruhi viskositas minyak goreng karena nilai viskositas minyak goreng erat kaitannya dengan nilai massa jenis minyak goreng. Besarnya viskositas berbanding lurus dengan massa jenis fluida (Sutiah *et al.* 2008). Peningkatan temperatur mengurangi kohesi molekuler dan diwujudkan dengan berkurangnya viskositas fluida (Olson, 1993). Setelah mengalami perubahan suhu, minyak goreng mengalami pemuaian sehingga menyebabkan partikel di dalam minyak goreng menjadi lebih renggang karena kohesi molekuler minyak goreng semakin berkurang. Hal tersebut menyebabkan massa jenis ketiga minyak goreng rendah. Kecepatan terminal bola ketika melewati minyak goreng dapat menunjukkan viskositas minyak goreng. Kecepatan terminal merupakan kecepatan konstan bola ketika mencapai keadaan setimbang yaitu saat gaya Archimedes ditambah gaya stokes sama dengan gaya berat bola (Sukardjo, 2004). Ketika terjadi peningkatan suhu, kohesi molekuler minyak goreng berkurang sehingga menyebabkan molekul yang awalnya tersusun rapat berubah menjadi lebih renggang sehingga memudahkan bola untuk melewati minyak goreng.

Hasil analisis data penelitian digunakan sebagai sumber untuk menyusun bahan ajar petunjuk praktikum untuk mahasiswa yang menempuh fisika dasar. Bahan ajar petunjuk praktikum pengaruh suhu terhadap viskositas terdiri dari beberapa bagian antara lain judul, tujuan, alat dan bahan, landasan teori mengenai pengaruh suhu terhadap viskositas, langkah percobaan, tabel hasil

percobaan, serta pertanyaan. Berikut rancangan bahan ajar petunjuk praktikum fisika pengaruh suhu terhadap viskositas:

PENGARUH SUHU TERHADAP VISKOSITAS MINYAK GORENG

a. Tujuan : Mengetahui pengaruh suhu terhadap viskositas minyak goreng

b. Alat dan bahan :

- Alat Pemalar:

 - Viskosimeter bola jatuh: digunakan untuk mengukur waktu bola melewati minyak goreng kelipa urut keaman.
 - Termometer: digunakan untuk mengukur suhu.
 - Hidrometer: digunakan untuk mengukur massa jenis minyak goreng.
 - Seneka digital: digunakan untuk mengukur massa bola.
 - Software tracker: digunakan untuk mengetahui kecepatan terminal bola jatuh.
 - Jangka sorong: digunakan untuk mengukur diameter bola.
 - Komper: digunakan untuk memanaskan minyak goreng.
 - Panci: digunakan sebagai tempat minyak goreng ketika dipanaskan dalam komper.
 - Hidrometer: digunakan untuk memeriksa percobaan viskositas bola jatuh yang nantinya akan dikur kecepatan terminalnya.

- Lapang nampan software tracker: digunakan untuk menganalisis video viskosimeter bola jatuh.
- Kalkulator: digunakan untuk menghitung koefisien viskositas minyak goreng.

2) Bahan Pemalaran

Minyak goreng (Bimoli, Filma, Kunci Mas) sebagai obyek yang diuji.

c. Landasan Teori

Viskositas merupakan besaran yang terjadi di antara lapisan-lapisan yang bersebelahan di dalam fluida. Viskositas pada gas dikontrolkan oleh tumbukan antar molekul gas sedangkan viskositas pada zat cair terjadi akibat adanya gaya-gaya kohesi antar molekul zat cair. Viskositas fluida dipengaruhi dengan η (ras). Untuk mengukur besaran viskositas diperlukan satuan ukuran. Dalam satuan standar internasional satuan viskositas ditunjukkan sebagai viskositas kinematik dengan satuan ukuran m^2/s atau cm^2/s ($1 \text{ cm}^2/\text{s} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$) (Stokes).

Gambar 5. Rancangan bahan ajar halaman 1
 Gambar 5 merupakan halaman pertama rancangan bahan ajar petunjuk praktikum fisika pengaruh suhu terhadap viskositas yang berisi tentang judul, alat dan bahan serta landasan teori pengaruh suhu terhadap viskositas minyak goreng.

Salah satu faktor yang mempengaruhi viskositas adalah suhu. Viskositas berbanding terbalik dengan suhu. Jika suhu naik maka viskositas akan turun dan begitu pula sebaliknya. Viskositas suatu gas bertambah dengan naiknya temperatur, karena semakin besar aktivitas molekul ketika temperatur meningkat. Sedangkan pada zat cair, jarak antar molekul jauh lebih kecil dibanding pada gas sehingga kohesi molekul sangat kuat. Peningkatan temperatur mengurangi kohesi molekul dan ini diwujudkan dengan berkurangnya viskositas fluida. Berikut salah grafik hubungan pengaruh suhu terhadap viskositas minyak goreng:

PERHATIKAN GRAFIK BERSEKUTU!

Oh! Grafik grafik tersebut menunjukkan hubungan yang terbalik viskositas. Dimana semakin tinggi suhu, maka viskositas semakin rendah.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menentukan nilai viskositas fluida adalah menggunakan hukum Stokes. Sebuah bola yang memiliki massa jenis (ρ_1) dan berjari-jari r

Gambar 6. Rancangan bahan ajar halaman 2
 Gambar 6 merupakan halaman kedua rancangan bahan ajar petunjuk praktikum fisika pengaruh suhu terhadap viskositas yang berisi tentang lanjutan materi pengaruh suhu terhadap viskositas minyak goreng.

diambilkan kedalam sebuah fluida kental akan mendapatkan pengaruh percepatan gravitasi namun setelah mencapai keadaan setimbang maka kecepatan bola akan konstan (kecepatan terminal (V_T)).

Gaya yang bekerja pada bola yang jatuh ke dalam fluida (Abdullah, 2016)

Gaya yang bekerja pada bola yakni gaya aksi-motus (F_1), gaya berat bola ($W = m \cdot g$) dan gaya tolak (F_b). Pada kecepatan terminal (V_T), resultan yang bekerja pada bola sama dengan nol.

$$\sum F = 0$$

$$F_1 + F_b - W$$

$$\rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g - \rho_1 V_1 g$$

$$6\pi \eta r v_T = \rho_1 V_1 g - \rho_2 V_2 g$$

$$\eta = \frac{2r^2 g (\rho_1 - \rho_2)}{9v_T}$$

Ketika fluida dipanaskan dan mengalami perubahan suhu, fluida mengalami pemalaran volume sehingga untuk bola yang berbentuk bola dan fluida yang telah mengalami perubahan suhu maka persamaan koefisien viskositas fluida

$$\eta = \frac{2r^2 g (\rho_1 - \rho_2)}{9v_T}$$

Untuk mencari viskositas fluida setelah dipanaskan maka digunakan persamaan :

$$\eta = \frac{2r^2 g (\rho_1 - \rho_2)}{9v_T}$$

Gambar 7. Rancangan bahan ajar halaman 3

Gambar 7 merupakan halaman ketiga rancangan bahan ajar petunjuk praktikum fisika pengaruh suhu terhadap viskositas yang berisi tentang lanjutan materi pengaruh suhu terhadap viskositas minyak goreng.

Keterangan:

- η : koefisien viskositas minyak
- F : percepatan gravitasi bumi
- r : jari-jari bola
- V_T : kecepatan terminal
- ρ_1 : Massa jenis bola
- ρ_2 : Massa jenis minyak setelah dipanaskan
- ρ_1 : Massa jenis minyak sebelum dipanaskan

4. Langkah Kerja

- Pengukuran massa bola (m) menggunakan neraca digital, massa jenis minyak goreng (ρ_1) menggunakan hidrometer, diameter bola (d), menggunakan jangka sorong
- Peluruhan volume bola (V_1), massa bola (m), untuk mengetahui nilai massa jenis bola (ρ_1)
- Pemanasan minyak goreng dari suhu awal minyak sebelum dipanaskan (20°C) hingga suhu 50°C .
- Memastikan minyak goreng yang telah dipanaskan ke dalam viskosimeter bola jatuh.
- Pengukuran suhu minyak goreng yang telah dipanaskan dan pengukuran massa jenis minyak goreng setiap pemanasan suhu 5°C menggunakan hidrometer sebanyak 5 kali perubahan suhu.
- Menjatuhkan kelenteng ke dalam minyak dalam viskosimeter setiap perubahan suhu 5°C sebanyak 5 kali perubahan suhu serta melakukan percobaan bola jatuh menggunakan handycam.
- Pengukuran kecepatan terminal (V_T) bola jatuh menggunakan software tracker.
- Peluruhan koefisien viskositas minyak goreng (η) dengan menggunakan persamaan:

$$\eta = \frac{2r^2 g (\rho_1 - \rho_2)}{9v_T}$$

Gambar 8. Rancangan bahan ajar halaman 4

Gambar 8 merupakan halaman keempat rancangan bahan ajar petunjuk praktikum fisika pengaruh suhu terhadap viskositas yang berisi tentang lanjutan materi pengaruh suhu terhadap viskositas minyak goreng serta langkah kerja praktikum.

Keterangan :

- η : koefisien viskositas minyak
- g : percepatan gravitasi bumi
- r : jari jari bola
- V_T : kecepatan terminal
- m_s : Massa jenis bola
- ρ_f : Massa jenis minyak

e. Tabel Hasil Percobaan

Data massa, volume, dan massa jenis bola

Jenis benda	Massa (kg)	Volume (m ³)	Massa jenis (kg/m ³)
Bola			

Data hasil observasi massa jenis minyak goreng

Minyak goreng	Suhu (°C)	Massa jenis (kg/m ³)	Kecepatan terminal (m/s ²)	Viskositas (Pa.s)
	20			
	35			
Minyak goreng (A)	40			
	45			
	50			
	55			

f. Pertanyaan

1. Bagaimana nilai massa jenis minyak goreng saat terjadi perubahan suhu?
2. Bagaimana kecepatan terminal bola ketika melewati minyak goreng pada setiap perubahan suhu?
3. Faktor apa saja yang mempengaruhi viskositas minyak goreng?
4. Bagaimana nilai viskositas minyak goreng ketika mengalami perubahan suhu?
5. Bagaimana hubungan suhu terhadap nilai viskositas minyak goreng?
6. Gambarkan grafik hubungan suhu terhadap viskositas minyak goreng!

Gambar 9. Rancangan bahan ajar halaman 5

Gambar 9 merupakan halaman kelima rancangan bahan ajar petunjuk praktikum fisika pengaruh suhu terhadap viskositas yang berisi tentang tabel hasil pengamatan serta pertanyaan

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh, dapat diambil kesimpulan : 1) Suhu berpengaruh terhadap viskositas minyak goreng. Semakin tinggi suhu maka viskositas minyak goreng semakin rendah. Penurunan nilai viskositas disebabkan oleh berkurangnya gaya kohesi molekular akibat kenaikan suhu; 2) Rancangan bahan ajar petunjuk praktikum pengaruh suhu terhadap viskositas disusun berdasarkan hasil kajian pengaruh suhu terhadap viskositas yang terdiri dari judul, tujuan, alat dan bahan, landasan teori mengenai pengaruh suhu terhadap viskositas, langkah percobaan, tabel hasil percobaan, serta pertanyaan.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, saran yang dapat diberikan antara lain: 1) Untuk mengukur massa jenis sebaiknya menggunakan hidrometer yang memiliki skala terkecil dibawah 5 kg.m⁻³ agar penelitian dapat lebih akurat. 2) Hasil kajian pengaruh suhu terhadap viskositas dapat dikembangkan untuk

meneliti kelayakan penggunaan minyak goreng menggunakan standar viskositas minyak; dan 3) Bahan ajar petunjuk praktikum dapat dikembangkan menjadi bahan ajar untuk diuji coba pada siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Aladedunye F.A., dan R. Przybylski. 2009. Degradation and nutritional quality changes of oil during frying. *J Am Oil Chem Soc.* 86(2): 149–156.

Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Standar Nasional Indonesia “Minyak Goreng”*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).

Departemen Pendidikan Nasional. 2003. *Standar Kompetensi Mata Pelajaran Sains Sekolah Dasar dan Madrasah Ibtidaiyah*. Jakarta: Pusat Kurikulum, Balitbang Depdiknas.

Giancoli, D.C. 2014. *Fisika: Prinsip dan Aplikasi Jilid 1 Edisi 7*. Jakarta: Erlangga.

Habibulloh. 2014. Penerapan metode analisis video software tracker dalam pembelajaran fisika konsep gerak jatuh bebas untuk meningkatkan keterampilan proses siswa kelas X SMAN 1 Sooko Mojokerto. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Aplikasinya.* 4(1): 16.

Johnson, E.B. 2002. *Contextual Teaching and Learning: What it is and Why it is Here to Stay*. California USA: Corwin Press. Inc.

Lesmono, A.D., S.Wahyuni, dan S. Fitriya. 2013. Pengembangan petunjuk praktikum fisika berbasis laboratorium virtual (*virtual laboratory*) pada pembelajaran fisika di SMP/MTS. *Jurnal Pembelajaran Fisika.* 1(3): 272-277.

- Lumbantoruan, P., dan E. Yulianti. 2016. Pengaruh suhu terhadap viskositas minyak pelumas (oli). *Sainmatika*. 13(2): 26-34.
- Majid, A. (2007). *Perencanaan Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya
- Olson, R. 1993. *Dasar Dasar Mekanika Fluida Teknik*. Edisi Kelima. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Prastowo, A. 2014. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Prihandono, T. 2011. Efektivitas metode belajar fisika tanpa rumus pada pembelajaran sains. *Jurnal Sainmatika*. 13(1): 56-67.
- Risnawati, I. Kaniawati, dan R. Efendi. 2013. Efektifitas penerapan model pembelajaran inkuiri berbasis fisika outdoor dengan menggunakan modul kontekstual untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa pada materi fluida dinamis. *Jurnal wahana pendidikan fisika*. 1(1): 66-75.
- Sani. 2010. *Pengaruh Pelarut Phenol Pada Reklamasi Minyak Pelumas*. Unesa University Press.
- Sukardjo. 2004. *Kimia Fisika*. Yogyakarta: Rineka Cipta.
- Sutiah, K. S. Firdausi, dan W. S. Budi. 2008. Studi kualitas minyak goreng dengan parameter viskositas dan indeks bias. *Jurnal Berkala Fisika UNDIP*. 11 (2): 53-58.
- Swami, S. B., N. J. Tahkor, dan S. S. Wagh. 2013. Effect of temperature on viscosity of kokum, koronda, mango pulp and cashew apple syrup. *Agric Eng Int: CIGR Journal*. 15(4):281-287.
- Yudhittiara, R.F., N. Hindarto., dan Mosik. 2017. Identifikasi miskonsepsi menggunakan cri dan penyebabnya pada materi mekanika fluida kelas xi sma. *Jurnal Pendidikan Fisika Unnes*. 6(2): 81-89.