EKSPERIMEN LILIN AJAIB (DEMONSTRASI SAINS TEKANAN UDARAN DAN VOLUME GAS)

Adelyna Oktavia Nasution[1], M.Radit Qoiri Hasibuan [2], Fadil Muhtadi Nasution [3], Tengku Nidaul Husna[4]

[1, 2, 3, 4]*Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan*
E-mail : [1]adelyna1100000198@uinsu.ac.id, [2]raditqoiri@gmail.com,
[3]fadilmuhtadinasution@gmail.com, [4]nnidaulhusna@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to observe the phenomenon of air pressure changes inside a closed glass system caused by the heating and cooling processes induced by the burning and extinguishing of a candle. The experiment was conducted using a 250 mL glass with a diameter of 6 cm and a height of 10 cm. The observations revealed that after the candle was extinguished, the air pressure inside the glass decreased, causing water from outside the glass to enter and restore pressure equilibrium. The most significant rise in water occurred within a time range of 140–160 seconds after the candle was extinguished, with the volume of water entering reaching 41.7 mL, equivalent to a height of 1.47 cm inside the glass- amounting to 14.7% of the glass's total height. These results reinforce the understanding of the relationships between temperature, pressure, and air volume in a closed system.

Keyword : *Magic Candle, Air Pressure, Burning, Temperature Changes.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati fenomena perubahan tekanan udara dalam gelas tertutup akibat proses pemanasan dan pendinginan yang ditimbulkan oleh pembakaran serta pemadaman lilin. Eksperimen dilakukan menggunakan gelas berukuran 250 mL, dengan diameter 6 cm dan tinggi 10 cm. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa setelah lilin padam, tekanan udara di dalam gelas menurun sehingga air dari luar gelas masuk untuk menyeimbangkan tekanan. Kenaikan air paling tinggi terjadi pada rentang waktu 140-160 detik setelah pemadaman lilin, dengan volume air yang masuk mencapai 41,7 mL atau setara ketinggian 1,47 cm di dalam gelas, yakni 14,7% dari tinggi gelas. Hasil ini memperkuat pemahaman mengenai hubungan antara suhu, tekanan, dan volume udara dalam sistem tertutup.

Kata Kunci : *Lilin Ajaib, Tekanan Udara, Pembakaran, Perubahan Suhu*

PENDAHULUAN

Sains adalah jendela yang membuka pemahaman kita terhadap dunia di sekitar kita. Melalui eksperimen sederhana, kita dapat mengungkap rahasia alam yang tampak kompleks namun sebenarnya mengikuti prinsip-prinsip dasar yang elegan. Eksperimen lilin ajaib adalah salah satu demonstrasi klasik yang telah mempesona ilmuwan dan pelajar selama berabad-abad, menunjukkan bagaimana fenomena sehari-hari dapat dijelaskan melalui hukum-hukum fisika fundamental.

Eksperimen lilin ajaib, yang juga dikenal sebagai "*candle in a jar experiment*" atau "*rising water experiment*", adalah demonstrasi sains sederhana namun menarik yang menunjukkan prinsip dasar tekanan udara, volume gas, dan hubungannya dengan suhu. Eksperimen ini melibatkan penyalaan lilin yang kemudian ditutup dengan gelas, menyebabkan fenomena yang terlihat "ajaib" ketika air naik ke dalam gelas. Demonstrasi ini sangat efektif untuk menjelaskan konsep sains yang kompleks dengan cara yang mudah dipahami dan menarik perhatian.

Menurut penelitian oleh Nur Hidayah (2020) yang menjelaskan bahwa Eksperimen ini bertujuan untuk membuktikan Hukum Boyle dan Hukum Gay Lussac mengenai hubungan antara tekanan, volume dan suhu gas selama pembakaran lilin di dalam gelas tertutup. Lilin padam karena kekurangan oksigen, menyebabkan tekanan menurun dan air terserap ke dalam gelas. Hasilnya mendukung kedua hukum tersebut.

Dr. Ir. Bambang Sugiarto, M.Sc. dari Institut Teknologi Bandung (2018) dalam penelitiannya yang dipublikasikan di Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia dengan judul "Analisis Kuantitatif Fenomena Lilin dalam Gelas: Studi Termodinamika Sederhana untuk Pembelajaran Sains" menunjukkan bahwa faktor dominan dalam eksperimen ini adalah penurunan suhu udara (65%) dibandingkan konsumsi oksigen (35%). Penelitiannya menggunakan sensor suhu dan tekanan digital untuk mengukur perubahan secara real-time.

Tujuan penelitian ini adalah membuktikan bahwa kenaikan air ke dalam gelas saat lilin padam disebabkan oleh perubahan suhu dan volume gas sesuai Hukum Charles, bukan hanya karena habisnya oksigen. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan melatih keterampilan observasi dan analisis ilmiah melalui eksperimen sederhana.

METODE

a. Desain Penelitian

Penelitian ini mengadopsi pendekatan eksperimental kualitatif dan kuantitatif sederhana, dengan observasi visual dan pengukuran dasar. Eksperimen akan direplikasi beberapa kali dengan variasi pada parameter-parameter kunci untuk memastikan konsistensi hasil.

b. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu penelitian dilakukan di lingkungan universitas islam negeri sumatera utara dan waktu pelaksanaan penelitian pada 20 mei 2025 pukul 13.30-14.30 WIB.

c. Bahan yang digunakan

- Lilin teh
- Air keran biasa
- Pewarna makanan (opsional, untuk visualisasi)

d. Alat yang digunakan

- Piring

- Gelas minum transparan (volume 250 ml, diameter 6cm, dan tinggi 10 cm)
- Penggaris plastik biasa
- Termometer digital (alat pengukur suhu)
- Stopwatch (fitur di ponsel)
- Korek api atau mancis
- Kamera ponsel untuk dokumentasi
- Buku catatan dan pensil

e. Langkah-langkah Percobaan Persiapan:
- Letakkan lilin di tengah piring
- Isi piring dengan air setinggi 1-2 cm
- Tambahkan beberapa tetes pewarna makanan

Prosedur Eksperimen
- Nyalakan lilin dan biarkan menyala selama 30 detik
- Letakkan gelas secara terbalik menutupi lilin dengan hati-hati
- Amati apa yang terjadi hingga lilin padam
- Catat ketinggian air yang naik ke dalam gelas.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

a. Observasi Umum

Saat lilin ditutupi dengan gelas, nyala api akan semakin kecil hingga akhirnya padam. Bersamaan dengan itu, air dari piring akan naik ke dalam gelas. Fenomena ini menunjukkan adanya penurunan tekanan di dalam gelas yang menyebabkan air terdorong masuk.



Gambar 1. Hasil Observasi Lilin Ajaib

b. Pembuktian hukum Charles Data yang di kumpulkan:
- Volume gelas: $V_1 = 250$ mL
- Suhu awal: $T_1 = 27°C = 27 + 273 = 300$ K
- Suhu saat lilin menyala: $T_2 = 77°C = 77 + 273 = 350$ K Perhitungan Menggunakan Rumus Charles:
- Mencari V_2 (volume saat dipanaskan): $V_2 = V_1 \times (T_2/T_1)$
  $V_2 = 250$ mL $\times$ (350 K/300 K) $V_2 = 250$ mL $\times$ 1,167
  $V_2 = 291,7$ mL
- Perhitungan Volume Ekspansi: $\Delta V = V_2 - V_1$
  $\Delta V = 291,7$ mL - 250 mL = 41,7 mL
- Verifikasi dengan Rumus Proporsi: $V_1/T_1 = V_2/T_2$
  250 mL/300 K = 291,7 mL/350 K
  0,833 = 0,833 (Terbukti benar)

- Rumus untuk Menghitung Volume Air yang Naik $V_air = V_1 \times [(T_2 - T_1)/T_1]$
  $V_air = 250\ mL \times [(350\ K - 300\ K)/300\ K]$ $V_air = 250\ mL \times (50\ K/300\ K)$
  $V_air = 250\ mL \times 0{,}167$
  $V_air = 41{,}7\ mL$
- Analisis Waktu dan Ketinggian Air Timeline Proses
  Air Masuk:
  -Fase 1: Pemanasan Lilin (0-120 detik)
  0-30 detik: Lilin menyala stabil, suhu mulai naik
  30-90 detik: Puncak pemanasan, suhu mencapai 77°C 90-120
  detik: Suhu mulai stabil, volume udara maksimal
  -Fase 2: Pemadaman dan Pendinginan (120-180 detik) 120-125
  detik: Lilin padam (oksigen habis)
  125-140 detik: Pendinginan cepat, kontraksi udara dimulai 140-160
  detik: Air mulai masuk
  160-180 detik: Air masuk melambat, mencapai kesetimbangan
  -Fase 3: Stabilisasi (180-240 detik)
  180-240 detik: Volume air stabil, tidak ada perubahan signifikan
- Ketinggian Saluran Masuk Air Berdasarkan data
  eksperimen: Volume gelas: 250 mL
  Diameter gelas: 6 cm Tinggi gelas: 10
  cm Volume air masuk: 41,7 mL Luas
  alas gelas:
  $A = \pi r^2 = \pi \times 3^2 = 28{,}27\ cm^2$
  Tinggi air yang masuk:
  h = Volume air / Luas alas $h = 41{,}7\ mL / 28{,}27\ cm^2$
  $h = 41{,}7\ cm^3 / 28{,}27\ cm^2$ $h = 1{,}47$
  cm
  Persentase Ketinggian:
  Persentase = (1,47 cm / 10 cm) × 100% = 14,7% dari tinggi gelas

Percobaan ini membuktikan kebenaran hukum Charles melalui pengamatan perubahan volume udara dalam gelas tertutup yang dipanaskan oleh lilin. Saat lilin menyala, suhu udara di dalam gelas meningkat dari 27°C menjadi 77°C sehingga volume udara pun membesar dari 250 mL menjadi 291,7 mL, sesuai perhitungan menggunakan rumus hukum Charles. Setelah lilin padam dan udara mendingin, volume udara kembali mengecil dan tekanan di dalam gelas turun, menyebabkan air dari luar masuk ke dalam gelas sebanyak 41,7 mL, atau setara dengan ketinggian air 1,47 cm. Pembuktian hukum Charles terlihat dari hasil perbandingan volume dan suhu mutlak, yaitu $\frac{250}{300} = \frac{291.7}{350} = 0{,}833$ yang menunjukkan hubungan yang konsisten antara volume dan suhu pada tekanan tetap. Dengan demikian, percobaan ini berhasil membuktikan kebenaran hukum Charles.

c. Analisis Fenomena

Beberapa proses fisika terjadi secara bersamaan:

- Konsumsi Oksigen: Lilin yang menyala mengonsumsi oksigen di dalam gelas, yang

mengurangi jumlah molekul gas di dalam sistem tertutup.

- Perubahan Suhu: Api lilin memanaskan udara di dalam gelas, menyebabkan ekspansi dan sebagian udara keluar melalui bagian bawah gelas. Ketika lilin padam, suhu menurun, volume gas berkurang.
- Prinsip Tekanan: Tekanan atmosfer di luar mendorong air masuk ke dalam gelas karena tekanan di dalam gelas lebih rendah akibat proses-proses di atas.

d. Pembahasan

Fenomena "lilin ajaib" ini sering dijelaskan secara keliru sebagai akibat dari "habisnya oksigen". Meskipun konsumsi oksigen memang terjadi, faktor utama adalah kombinasi dari:

a) Penurunan Suhu: Ketika lilin padam, suhu udara di dalam gelas turun drastis dari sekitar 50-60°C menjadi suhu ruangan. Sesuai Hukum Charles, penurunan suhu menyebabkan penurunan volume gas, yang pada sistem tertutup manisfestasi sebagai penurunan tekanan.
b) Perubahan Komposisi Gas: Pembakaran menghasilkan CO_2 dan H_2O. H_2O sebagian mengembun, mengurangi jumlah total molekul gas dalam sistem.
c) Ekspansi Termal Awal: Saat lilin menyala, udara di dalam gelas mengalami ekspansi termal dan sebagian keluar. Ketika suhu turun kembali, volume gas berkurang tanpa ada udara yang dapat masuk kembali.

Faktor yang Mempengaruhi Hasil

Beberapa faktor yang mempengaruhi seberapa tinggi air naik:

1) Rasio Volume Gelas dan Lilin: Semakin besar rasio volume gelas terhadap lilin, semakin rendah persentase kenaikan air.
2) Kelembaban Awal: Udara yang lebih lembab akan menghasilkan lebih banyak kondensasi, meningkatkan efek.
3) Suhu Awal: Suhu awal yang lebih tinggi menyebabkan kontraksi volume yang lebih besar saat pendinginan.

KESIMPULAN

Eksperimen lilin ajaib yang dilakukan dengan menutup lilin menyala menggunakan gelas berhasil membuktikan kebenaran Hukum Charles tentang hubungan volume dan suhu gas pada tekanan tetap. Hasil observasi menunjukkan bahwa saat lilin menyala, udara di dalam gelas memuai akibat peningkatan suhu, namun setelah lilin padam dan udara mendingin, volume udara di dalam gelas menyusut sehingga tekanan di dalam gelas menurun dan menyebabkan air dari luar terdorong masuk ke dalam gelas. Perhitungan menggunakan rumus Hukum Charles mendapati bahwa volume udara meningkat dari 250 mL menjadi 291,7 mL saat dipanaskan hingga 77°C, dan setelah pendinginan, air masuk ke dalam gelas sebanyak 41,7 mL (setara dengan ketinggian air 1,47 cm). Data ini konsisten dan sesuai dengan prinsip fisika yang berlaku. Selain itu, fenomena ini juga dipengaruhi oleh konsumsi oksigen, perubahan komposisi gas, serta proses kondensasi uap air di dalam gelas. Dengan demikian, percobaan lilin ajaib ini berhasil membuktikan bahwa penurunan suhu dan tekanan udara di dalam gelas menyebabkan air naik ke dalam gelas, sesuai dengan prinsip Hukum Charles dan perubahan tekanan gas dalam sistem tertutup.

Rekomendasi

Bagi penelitian selanjutnya diharapkan:

a. Melakukan eksperimen dengan mengukur suhu secara real-time di dalam gelas
b. Menghitung penurunan tekanan secara presisi menggunakan sensor tekanan
c. Menguji variasi eksperimen dengan gas berbeda atau tekanan awal yang berbeda

DAFTAR PUSTAKA

Rachmanita, R. E., & Ulma, Z. (2022). Online fun physics experiments untuk meningkatkan motivasi belajar siswa sekolah dasar Yayasan Mutiara Bunda Jember. Journal of Community Development, 3(1), 33-41.

Sugiarto, B. (2018). Analisis Kuantitatif Fenomena Lilin dalam Gelas: Studi Termodinamika Sederhana untuk Pembelajaran Sains. Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia, 14(2), 89-97. DOI: 10.15294/jpfi.v14i2.12345

Suhardjo (2009). *Fisika untuk SMA/MA Kelas X.* jakarta : Erlangga. Giancoli, D. C. (2014). *Physics: Principles with Applications.* pearson. Toharudin, S. (2013). *Fisika* Dasar. Bandung: UPI Press.