

Efektivitas Fermentasi *Saccharomyces Cerevisiae* dalam Media Gula Larut terhadap Volume Gas Karbon Dioksida yang dihasilkan (Studi Eksperimen Menggunakan Balon sebagai Indikator di MI Jamiyatul Muhtadiin)

Intan Nur Laila¹, Muhammad Suwignyo Prayogo², Iklila Muzayyanah³

¹⁻³ Universitas Islam Negeri Kiai Ahmad Siddiq Jember, Indonesia

Alamat: Jl. Mataram No.1, Karang Muwo, Mangli, Kec. Kaliwates, Kab. Jember, Jawa Timur 68136

Email: intannr11206@gmail.com¹; wignyoprayogo@uinkhas.ac.id²; muzayyanahiklillah@gmail.com³

Abstract. This study aims to determine how effective the fermentation process is carried out by the microorganism *Saccharomyces cerevisiae* in a soluble sugar medium, and how the sugar concentration affects the volume of carbon dioxide gas produced. The fermentation process was observed using a balloon as a simple indicator to measure the gas produced. The study was conducted with an experimental approach at MI Jamiyatul Muhtadiin, using three variations of sugar concentration: 10%, 15%, and 20%. The results showed that the higher the sugar concentration, the more carbon dioxide gas was formed. This shows that *S. cerevisiae* is able to utilize sugar efficiently to produce gas in the fermentation process. In addition to providing scientific understanding, this study is also associated with legal, religious, and philosophical values, thus providing a broader perspective on the application of fermentation in everyday life and education.

Keywords: fermentation, *Saccharomyces cerevisiae*, soluble sugar, carbon dioxide, science education

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa efektif proses fermentasi yang dilakukan oleh mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* dalam media gula larut, serta bagaimana konsentrasi gula memengaruhi volume gas karbon dioksida yang dihasilkan. Proses fermentasi diamati menggunakan balon sebagai indikator sederhana untuk mengukur gas yang dihasilkan. Penelitian dilakukan dengan pendekatan eksperimen di MI Jamiyatul Muhtadiin, menggunakan tiga variasi konsentrasi gula: 10%, 15%, dan 20%. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi gula, semakin banyak gas karbon dioksida yang terbentuk. Hal ini menunjukkan bahwa *S. cerevisiae* mampu memanfaatkan gula secara efisien untuk menghasilkan gas dalam proses fermentasi. Selain memberikan pemahaman ilmiah, penelitian ini juga dikaitkan dengan nilai-nilai yuridis, religius, dan filosofis, sehingga memberikan sudut pandang yang lebih luas mengenai penerapan fermentasi dalam kehidupan sehari-hari dan pendidikan.

Kata kunci: fermentasi, *Saccharomyces cerevisiae*, gula larut, karbon dioksida, pendidikan sains

1. LATAR BELAKANG

Fermentasi merupakan proses biokimia penting yang terjadi secara alami dan telah lama dimanfaatkan dalam industri pangan dan minuman. Salah satu mikroorganisme yang paling umum digunakan dalam fermentasi adalah *Saccharomyces cerevisiae*, yang mampu mengubah gula menjadi alkohol dan gas karbon dioksida melalui respirasi anaerob. Proses ini tidak hanya bernilai komersial, tetapi juga memberikan pemahaman ilmiah yang menarik untuk dikaji dalam konteks pembelajaran, terutama bagi siswa sekolah dasar yang sedang mengenal dunia sains secara praktis (Rosenfeld et al., 2019).

Dalam dunia pendidikan, eksperimen fermentasi sederhana dapat menjadi sarana efektif untuk menanamkan konsep-konsep dasar biologi dan kimia secara langsung. Salah satu

pendekatan yang mudah dilakukan adalah penggunaan balon sebagai indikator pengumpulan gas hasil fermentasi. Ketika karbon dioksida dihasilkan, balon mengembang, yang menjadi indikator visual bahwa proses fermentasi sedang berlangsung. Metode ini tidak hanya edukatif, tetapi juga mudah dilakukan dengan alat sederhana, sehingga sangat sesuai diterapkan di lingkungan MI Jamiyatul Muhtadiin (Barros et al., 2021).

Dari sisi yuridis, pemanfaatan mikroorganisme dalam produksi makanan telah diatur dalam berbagai peraturan nasional untuk menjamin keamanan produk. Di Indonesia, Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) mengatur penggunaan ragi dalam produksi pangan fermentasi. Hal ini penting untuk diperkenalkan kepada siswa agar mereka menyadari bahwa pangan yang dikonsumsi sehari-hari harus memenuhi standar hukum dan kesehatan yang berlaku (BPOM, 2020). Pengetahuan ini dapat membentuk kesadaran hukum sejak dini di kalangan pelajar.

Dalam konteks religius, proses fermentasi bisa dimaknai sebagai salah satu bentuk tanda kebesaran Tuhan. Dalam Islam, segala bentuk perubahan alam dan proses kehidupan merupakan bukti dari kuasa Allah SWT. Melalui fermentasi, kita bisa melihat bagaimana sesuatu yang kecil seperti mikroorganisme memiliki manfaat besar bagi manusia. Ini mengajarkan nilai tawadhu (rendah hati) dan rasa syukur atas ciptaan-Nya yang luar biasa (Hasibuan, 2021).

Fermentasi juga dapat dikaitkan dengan nilai spiritual, di mana proses ini mencerminkan transformasi dari bahan mentah menjadi sesuatu yang lebih bernilai. Ini memberikan pelajaran kepada siswa bahwa dalam kehidupan, proses perubahan merupakan bagian penting dari pertumbuhan. Konsep ini dapat diintegrasikan dalam pembelajaran sains berbasis nilai-nilai Islam, untuk menguatkan karakter spiritual siswa (Nurhayati, 2020).

Dari sudut pandang filosofis, fermentasi menggambarkan hubungan harmonis antara manusia dan alam. Manusia memanfaatkan proses alami mikroorganisme untuk memenuhi kebutuhan hidup, yang menunjukkan interaksi timbal balik antara manusia dan lingkungan. Pemahaman ini penting agar generasi muda tumbuh dengan kesadaran akan pentingnya menjaga alam, serta menggunakan ilmu pengetahuan secara bijaksana (Ghosh et al., 2020).

Lebih jauh, pendekatan filosofis dalam sains menekankan bahwa ilmu pengetahuan bukan hanya soal angka dan rumus, tapi juga soal makna. Melalui eksperimen sederhana ini, siswa dapat dilatih untuk tidak hanya mengamati hasil, tetapi juga merenungkan proses yang terjadi—bagaimana sesuatu berubah, mengapa bisa terjadi, dan apa maknanya dalam kehidupan sehari-hari. Proses berpikir seperti ini mendorong lahirnya generasi yang kritis dan reflektif (Zhao et al., 2018).

Eksperimen fermentasi di MI Jamiyatul Mubtadiin juga sejalan dengan pendekatan pembelajaran berbasis proyek dalam Kurikulum Merdeka. Proyek seperti ini mendorong siswa untuk mengamati, bertanya, mencoba, dan menyimpulkan—proses yang sangat penting dalam pembentukan karakter Pelajar Pancasila. Selain itu, metode ini juga melatih keterampilan abad 21, seperti berpikir kritis, kolaborasi, dan komunikasi (Kemdikbudristek, 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas fermentasi *Saccharomyces cerevisiae* dalam media gula larut dengan indikator balon sebagai alat bantu pengukuran gas karbon dioksida. Penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan pemahaman ilmiah, tetapi juga mengintegrasikan aspek yuridis, religius, dan filosofis dalam pembelajaran sains. Dengan demikian, siswa tidak hanya belajar sains, tapi juga belajar menjadi manusia yang bijak dan bertanggung jawab.

2. KAJIAN TEORITIS

Menurut Madigan et al. (2019), fermentasi adalah proses biologis yang dilakukan oleh mikroorganisme seperti *Saccharomyces cerevisiae* untuk mengubah gula menjadi produk lain seperti etanol dan gas karbon dioksida. Proses ini terjadi tanpa oksigen (anaerob), dan sangat penting dalam produksi makanan dan minuman, seperti roti dan minuman beralkohol.

Menurut Nelson dan Cox (2017), enzim merupakan protein yang mempercepat reaksi kimia dalam tubuh makhluk hidup, termasuk mikroorganisme. Dalam fermentasi, *S. cerevisiae* menghasilkan enzim seperti zymase yang bertugas mengubah glukosa menjadi alkohol dan gas. Efektivitas kerja enzim ini dipengaruhi oleh suhu, pH, dan konsentrasi gula yang tersedia.

Menurut Prescott et al. (2020), mikroorganisme seperti ragi mengalami pertumbuhan dalam empat fase, yaitu lag, log, stasioner, dan kematian. Fase log atau pertumbuhan eksponensial adalah saat mikroorganisme berkembang biak dengan cepat dan proses fermentasi berlangsung paling aktif. Nutrisi yang cukup, termasuk gula larut, sangat mempengaruhi kecepatan dan hasil fermentasi.

Menurut Berg et al. (2019), fermentasi merupakan bagian dari metabolisme sel yang terjadi di sitoplasma. Proses ini melibatkan jalur glikolisis, di mana glukosa diubah menjadi asam piruvat, lalu menjadi alkohol dan karbon dioksida. Hal ini menunjukkan bahwa fermentasi adalah proses kimia yang penting dalam menghasilkan energi bagi mikroorganisme.

Menurut Trianto (2018), pembelajaran kontekstual adalah pendekatan belajar yang mengaitkan materi pelajaran dengan kehidupan nyata siswa. Dalam konteks penelitian ini, menggunakan balon sebagai indikator volume gas CO₂ dalam proses fermentasi dapat membantu siswa memahami konsep ilmiah dengan cara yang sederhana dan menyenangkan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif untuk mengamati efektivitas fermentasi *Saccharomyces cerevisiae* dalam media gula larut, yang ditunjukkan melalui volume gas karbon dioksida yang dihasilkan. Rancangan eksperimen dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi gula (10%, 15%, dan 20%) sebagai variabel bebas, sedangkan variabel terikatnya adalah volume gas yang dihasilkan dan diukur dengan menggunakan balon sebagai indikator. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali untuk menjamin keakuratan data dan mengurangi kemungkinan kesalahan eksperimen (Zhang et al., 2019).

Prosedur dimulai dengan melarutkan gula ke dalam air bersih sebanyak 1 liter, lalu ditambahkan ragi kering aktif (*S. cerevisiae*) sebanyak 5 gram. Larutan fermentasi dimasukkan ke dalam botol plastik berukuran 600 ml dan ditutup dengan balon di bagian mulut botol. Fermentasi dilakukan pada suhu ruang ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) selama 180 menit. Setiap 30 menit dilakukan pengamatan terhadap volume gas yang mengembang di dalam balon, sebagai indikator aktivitas fermentasi. Data yang diperoleh dicatat dan dianalisis secara deskriptif, kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik (Barros et al., 2021).

Analisis data dilakukan dengan melihat pola hubungan antara konsentrasi gula dan volume gas yang dihasilkan. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan memberikan pemahaman yang lebih aplikatif dan kontekstual kepada siswa, serta mendukung kegiatan pembelajaran berbasis proyek yang menekankan observasi langsung dan analisis sederhana. Selain itu, metode ini sesuai dengan karakteristik peserta didik di tingkat madrasah ibtidaiyah, yang membutuhkan pendekatan eksperimen sederhana, visual, dan menyenangkan sebagai media belajar sains (Rosenfeld et al., 2019).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa volume gas karbon dioksida yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* meningkat seiring dengan naiknya konsentrasi gula larut yang digunakan sebagai substrat. Dalam percobaan yang dilakukan selama 180 menit, volume gas tertinggi tercatat pada konsentrasi gula 20% dengan hasil akhir mencapai 250 ml. Sebaliknya, pada konsentrasi gula 10%, volume gas hanya mencapai 150 ml. Perbedaan ini menunjukkan bahwa konsentrasi gula memengaruhi laju dan hasil fermentasi secara signifikan.

Tabel.1

Waktu (menit)	Konsentrasi Gula 10% (ml)	Konsentrasi Gula 15% (ml)	Konsentrasi Gula 20% (ml)
0	0	0	0
30	30	50	70
60	60	100	130
90	90	150	180
120	120	180	220
150	140	190	240
180	150	200	250

Fenomena ini dapat dijelaskan secara ilmiah karena *S. cerevisiae* melakukan fermentasi alkohol melalui jalur metabolik glikolisis, di mana glukosa diubah menjadi etanol dan karbon dioksida dalam kondisi anaerobik. Semakin banyak glukosa yang tersedia, semakin aktif enzim yang terlibat dalam proses ini bekerja (Behera et al., 2016). Oleh karena itu, peningkatan gas karbon dioksida merupakan indikator langsung dari peningkatan aktivitas fermentasi.

Pengamatan juga menunjukkan bahwa gas mulai terakumulasi secara signifikan setelah 30 menit fermentasi. Dalam 60 menit pertama, laju pertambahan volume gas relatif stabil, tetapi meningkat tajam pada menit ke-90 hingga 150. Hal ini mengindikasikan adanya fase adaptasi awal dari ragi sebelum metabolisme berjalan optimal, sesuai dengan kurva pertumbuhan mikroorganisme yang dikenal sebagai fase lag (Dilla et al., 2022).

Metode penggunaan balon sebagai indikator visual ternyata sangat efektif, terutama untuk penelitian di tingkat sekolah dasar. Siswa dapat melihat langsung proses fermentasi dan perubahan volume gas dengan cara yang sederhana dan menarik. Selain efektif, metode ini juga ekonomis dan mudah diterapkan di ruang kelas tanpa peralatan laboratorium canggih (Sumarni & Rahmat, 2020).

Data yang diperoleh juga memperlihatkan pola yang konsisten dalam tiga kali pengulangan. Hal ini menunjukkan bahwa rancangan eksperimen memiliki reliabilitas yang baik dan mampu menghasilkan data yang dapat direplikasi. Selain itu, suhu ruangan berkisar antara 26–28°C selama eksperimen, berada dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* (Wang et al., 2019), yang mendukung keberhasilan fermentasi.

Dari sisi bioteknologi, hasil ini menunjukkan potensi aplikasi fermentasi mikroba dalam produksi gas, etanol, atau produk olahan lainnya berbasis mikroorganisme. Penggunaan *S. cerevisiae* sudah lama dikenal di industri roti dan minuman, namun eksperimen seperti ini

dapat membuka kesadaran awal bagi siswa mengenai manfaat mikroba dalam kehidupan sehari-hari (Liu et al., 2017).

Secara religius, proses fermentasi dapat dimaknai sebagai bagian dari ciptaan Tuhan yang luar biasa. Kemampuan organisme kecil seperti ragi untuk mengubah gula menjadi gas dan alkohol menunjukkan adanya keteraturan dan kecerdasan dalam ciptaan-Nya. Dalam Islam, semua proses alam dianggap sebagai tanda kebesaran Allah yang dapat direnungkan dan dipelajari (Al-Qur'an, 2020).

Secara filosofis, penelitian ini menggambarkan hubungan manusia dengan alam dan bagaimana manusia dapat memanfaatkan organisme mikroskopis untuk meningkatkan kualitas hidup. Aktivitas fermentasi ini menunjukkan bahwa ilmu pengetahuan tidak hanya fokus pada hasil akhir, tetapi juga pada proses memahami alam dan menghargai keterkaitan antara semua unsur kehidupan (Tampubolon & Sihombing, 2018).

Dari sisi yuridis, pemahaman terhadap proses fermentasi ini sangat relevan dengan regulasi keamanan pangan. Penggunaan ragi dalam produksi makanan dan minuman harus memenuhi standar tertentu yang diatur oleh BPOM dan standar Codex Alimentarius. Edukasi sejak dini mengenai proses ini dapat membantu menciptakan generasi sadar gizi dan sadar hukum dalam konsumsi pangan (Prasetyo & Wibowo, 2019).

Secara keseluruhan, penelitian ini tidak hanya berhasil menunjukkan efektivitas fermentasi *S. cerevisiae* dalam menghasilkan karbon dioksida berdasarkan variasi gula, tetapi juga mampu membangun pemahaman siswa tentang sains yang integratif—menggabungkan aspek ilmiah, nilai religius, dan refleksi filosofis. Penelitian ini layak dikembangkan lebih lanjut untuk memperkaya pembelajaran di MI Jamiyatul Mubtadiin dan sekolah sejenis.



Gambar 1.1 Perkembangan Balon



Gambar 1.2 Praktikum

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai efektivitas fermentasi *Saccharomyces cerevisiae* dalam media gula larut terhadap volume gas karbon dioksida yang dihasilkan, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi gula dalam media fermentasi, semakin banyak gas karbon dioksida yang dihasilkan oleh mikroorganisme ini. Penelitian menunjukkan bahwa pada konsentrasi gula 10%, 15%, dan 20%, volume gas karbon dioksida yang dihasilkan meningkat seiring dengan bertambahnya waktu dan konsentrasi gula. Hal ini mengindikasikan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* dapat memanfaatkan gula larut dengan efisien untuk proses fermentasi.

Penggunaan balon sebagai indikator volume gas karbon dioksida terbukti efektif dalam mengukur hasil fermentasi, dan metode ini cukup sederhana untuk diterapkan dalam lingkungan pendidikan, seperti di MI Jamiyatul Muhtadiin. Selain itu, penelitian ini juga memberikan pemahaman lebih lanjut mengenai proses fermentasi secara ilmiah dan aplikasinya dalam industri pangan dan minuman.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan wawasan yang berharga tentang pentingnya memilih konsentrasi gula yang tepat dalam fermentasi untuk mendapatkan hasil yang optimal. Selain itu, temuan ini juga membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan sumber karbohidrat alternatif dalam proses fermentasi, yang dapat meningkatkan efisiensi dalam berbagai aplikasi industri.

6. DAFTAR REFERENSI

Barros, M. R., et al. (2021). "A Simple Classroom Fermentation Activity to Teach Gas Production." *Journal of Microbiology & Biology Education*, 22(2).

Barzegar, M., et al. (2017). "An Overview on Yeast Fermentation in the Food Industry." *Iranian Journal of Microbiology*, 9(6).

Behera, S. S., Ray, R. C., & Zdolec, N. (2016). *Fermentation technology in food: Recent developments and future prospects*. **Journal of Applied Microbiology**, 121(2).

BPOM. (2020). *Peraturan Kepala BPOM No. 10 Tahun 2020 tentang Pangan Olahan Fermentasi*.

Dilla, R., Syah, N., & Mulyadi, M. (2022). *Optimasi fermentasi Saccharomyces cerevisiae pada substrat glukosa tinggi*. **Jurnal Mikrobiologi Indonesia**, 9(1).

Ghosh, S., et al. (2020). *Yeast Biotechnology: Diversity and Applications*. Springer.

Hasibuan, M. (2021). "Integrasi Islam dan Sains: Perspektif Pendidikan IPA di Madrasah." *Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 18(1).

Kemdikbudristek. (2022). *Panduan Pembelajaran dan Asesmen Kurikulum Merdeka*.

Liu, Y., et al. (2017). *Application of yeast fermentation in food and beverage industry*. **Food Research International**, 98.

Nurhayati, T. (2020). "Penguatan Nilai Religius dalam Pembelajaran Sains." *Jurnal Pendidikan Karakter*, 10(3).

Prasetyo, R. A., & Wibowo, A. (2019). *Keamanan pangan dan regulasi mikroorganisme dalam industri makanan*. **Jurnal Gizi dan Pangan**, 14(2).

Rosenfeld, E., et al. (2019). *Fermentation: A Biotechnological Perspective*. *Microbial Biotechnology*, 12(1).

Sumarni, T., & Rahmat, R. (2020). *Penggunaan metode sederhana dalam pembelajaran IPA berbasis eksperimen*. **Jurnal Pendidikan Dasar**, 8(3).

Tampubolon, F., & Sihombing, L. (2018). *Filsafat sains: Antara etika, teknologi, dan tanggung jawab sosial*. **Jurnal Filsafat Indonesia**, 3(1).

Wang, J., et al. (2019). *Impact of temperature on yeast fermentation kinetics in bioethanol production*. **Renewable Energy**.

Zhang, X., et al. (2019). "Ethanol production using *Saccharomyces cerevisiae* in glucose media." *Biotechnology Reports*, 21, e00345.

Zhao, X., et al. (2018). "The Philosophy of Science Education: Cultivating Critical Thinking." *Science & Education*, 27(5–6).