ANALISIS PERBEDAAN HASIL FERMENTASI ALKOHOL DENGAN MEDIA WICKERHAM DAN MEDIA ALAMI SARI BUAH

Aura Apma Patria[1], Niluh Putu Sekar Ayu[2], Nila Oktavia[3], Bayu Saputra Tri Kusuma[4], Sumardi[5], Berti Yolida[6], Nadya Meriza[7]
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Lampung
[1]auraapmapatria1@gmail.com, [2]niluhputusekarayu13@gmail.com,
[3]nilaoktavia76@gmail.com, [4]bayusaputraajj567@gmail.com,
[5]sumardi.1965@fmipa.unila.ac.id, [6]berti.yolida@fkip.unila.ac.id,
[7]nadya.meriza@fkip.unila.ac.id,

ABSTRACT

This study aimed to analyze the differences in alcohol fermentation results between Wickerham synthetic medium and natural fruit juice medium using Saccharomyces cerevisiae isolates. The research was conducted on April 29, 2026, at the Microbiology Laboratory, University of Lampung, with a one-week anaerobic fermentation period. Ethanol concentration was measured using the oxidation-titration method with $K_2Cr_2O_7$ solution followed by back-titration using 0.05 N Na-thiosulfate. Results showed that Wickerham medium produced a higher ethanol concentration of 3.04 mg/mL compared to orange juice medium at 2.80 mg/mL. The higher yield in Wickerham medium is attributed to its standardized and complete nutrient composition, particularly the organic nitrogen sources (yeast extract and peptone) that optimally support glycolytic enzyme synthesis required for sugar-to-ethanol conversion. In contrast, the natural fruit juice medium contained unstandardized nutrients, had lower buffering capacity, and potentially contained compounds such as tannins and flavonoids that may inhibit yeast activity. Both media successfully supported anaerobic fermentation as evidenced by the color change of $K_2Cr_2O_7$ from orange to blue-green. These findings confirm that fermentation medium composition is a critical variable determining ethanol production efficiency by S. cerevisiae.

Keywords: alcohol fermentation, Wickerham medium, fruit juice, Saccharomyces cerevisiae, ethanol

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis perbedaan hasil fermentasi alkohol antara medium sintetis Wickerham dan medium alami sari buah menggunakan isolat *Saccharomyces cerevisiae*. Penelitian dilaksanakan pada 29 April 2026 di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Lampung, dengan masa fermentasi anaerob selama satu minggu. Kadar etanol diukur menggunakan metode oksidasi-titrasi dengan larutan $K_2Cr_2O_7$ dan titrasi balik menggunakan Na-tiosulfat 0,05 N. Hasil penelitian menunjukkan bahwa medium Wickerham menghasilkan kadar etanol

lebih tinggi sebesar 3,04 mg/mL dibandingkan medium sari buah jeruk sebesar 2,80 mg/mL. Kadar etanol yang lebih tinggi pada medium Wickerham disebabkan oleh komposisi nutrisi yang lengkap dan terstandar, khususnya sumber nitrogen organik (yeast extract dan peptone) yang mendukung sintesis enzim glikolitik secara optimal. Sebaliknya, medium sari buah alami memiliki komposisi nutrisi yang tidak terstandar, kapasitas buffer yang lebih rendah, serta berpotensi mengandung senyawa seperti tanin dan flavonoid yang dapat menghambat aktivitas khamir. Kedua medium berhasil mendukung fermentasi anaerob, terbukti dari perubahan warna larutan $K_2Cr_2O_7$ dari jingga menjadi biru kehijauan. Temuan ini mengonfirmasi bahwa komposisi medium fermentasi merupakan variabel kritis yang menentukan efisiensi produksi etanol oleh *S. cerevisiae*.

Kata Kunci: fermentasi alkohol, medium Wickerham, sari buah, Saccharomyces cerevisiae, etanol

A. Pendahuluan

Fermentasi alkohol merupakan proses bioteknologi penting yang memanfaatkan aktivitas metabolisme khamir untuk mengubah substrat karbohidrat menjadi etanol dan karbon dioksida dalam kondisi anaerob. Proses ini berlangsung melalui jalur glikolisis yang mengubah glukosa menjadi asam piruvat, selanjutnya asam piruvat mengalami dekarboksilasi menjadi asetaldehida, dan akhirnya direduksi menjadi etanol dengan bantuan enzim alkohol dehidrogenase serta kofaktor NADH (Onesiforus et al., 2021). *Saccharomyces cerevisiae* merupakan mikroorganisme yang paling banyak digunakan dalam fermentasi alkohol karena memiliki kemampuan fermentasi yang tinggi, toleran terhadap kadar alkohol tinggi dan kondisi asam, serta mudah diperoleh (Onesiforus *et al.*, 2021). Produk utama fermentasi ini berupa etanol yang terbukti memiliki beragam manfaat, mulai dari industri pangan, farmasi, hingga pengembangan bioetanol sebagai energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar fosil (Cahyaningtiyas & Sindhuwati, 2021). Dengan demikian, pemahaman mendalam mengenai proses fermentasi alkohol dan faktor-faktor yang memengaruhinya menjadi landasan penting dalam pengembangan produk berbasis bioteknologi.

Salah satu faktor yang paling menentukan keberhasilan fermentasi alkohol adalah jenis dan komposisi

medium yang digunakan sebagai substrat pertumbuhan khamir. Medium Wickerham merupakan medium sintetis yang dirancang dengan komposisi nutrisi terstandar, termasuk keseimbangan sumber karbon dan nitrogen yang mendukung pertumbuhan optimal khamir di lingkungan laboratorium. Penelitian Ismaryana et al. (dalam Onesiforus et al., 2021) membuktikan bahwa jenis medium berpengaruh signifikan terhadap kemampuan fermentasi *S. cerevisiae*, di mana perbedaan kandungan nutrisi antar media menghasilkan kadar alkohol yang berbeda secara statistik. Penelitian lain oleh Mardiani et al. (dalam Onesiforus et al., 2021) juga menunjukkan bahwa kekurangan sumber nitrogen seperti asam amino alanin, arginin, asparagin, glutamin, dan glisin dalam medium dapat menurunkan kemampuan fermentasi *S. cerevisiae* karena nitrogen berperan penting dalam membangun cadangan intraselular yang dibutuhkan ketika nutrisi eksternal habis selama proses berlangsung. Sementara itu, sari buah sebagai medium alami mengandung berbagai komponen aktif seperti glukosa, fruktosa, vitamin, dan mineral yang secara alami mendukung aktivitas fermentasi khamir, meskipun komposisinya tidak dapat distandarisasi seperti medium sintetis (Ronaldi et al., 2022). Oleh karena itu, komposisi medium fermentasi tidak sekadar memengaruhi pertumbuhan sel khamir, tetapi secara langsung menentukan kuantitas etanol yang dihasilkan pada akhir proses.

Fenomena perbedaan hasil fermentasi berdasarkan jenis medium telah dilaporkan di berbagai penelitian, namun perbandingan langsung antara medium sintetis terstandar seperti Wickerham dengan medium alami berbasis sari buah masih memerlukan kajian lebih lanjut, khususnya dalam konteks praktikum mikrobiologi. Fermentasi etanol dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu kualitas mikroba yang mencakup densitas dan viabilitas sel khamir, kondisi lingkungan fermentasi meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut, serta kualitas medium fermentasi yang digunakan (Mardiani et al., dalam Onesiforus et al., 2021). Data dari praktikum fermentasi alkohol yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Lampung pada 29 April 2026 menunjukkan adanya perbedaan kadar etanol

antara kelompok yang menggunakan medium berbeda, yaitu kadar etanol produk sebesar 3,04 mg/mL pada medium Wickerham dan 2,8 mg/mL pada medium sari buah. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa komposisi medium berperan sebagai variabel kritis yang menentukan efisiensi konversi gula menjadi etanol, sejalan dengan hasil penelitian Cahyaningtiyas dan Sindhuwati (2021) yang menyatakan bahwa semakin optimal kondisi substrat dan nutrisi bagi *S. cerevisiae*, semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan. Fenomena ini mempertegas perlunya analisis sistematis terhadap perbedaan medium fermentasi guna memahami dinamika produksi etanol secara optimal.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini berfokus pada analisis perbedaan hasil fermentasi alkohol menggunakan medium Wickerham sebagai medium sintetis terstandar dan medium alami sari buah sebagai substrat berbasis bahan alam. Tujuan penelitian ini adalah mengamati pembentukan alkohol oleh isolat khamir pada kedua jenis medium, dan menganalisis perbedaan kadar etanol yang dihasilkan dari medium fermentasi yang berbeda. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat teoritis berupa pemahaman mendalam tentang pengaruh komposisi medium terhadap efisiensi fermentasi alkohol, serta manfaat praktis sebagai rujukan dalam optimalisasi medium fermentasi untuk produksi etanol yang lebih efisien, baik dalam skala laboratorium maupun aplikasi bioteknologi yang lebih luas.

B. Metode Penelitian (Huruf 12 dan Ditebalkan)

Penelitian dilaksanakan pada hari Rabu, 29 April 2026 pukul 13.00–15.30 WIB di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Pengukuran kadar alkohol dilakukan pada 6 Mei 2026 setelah masa inkubasi fermentasi selama satu minggu selesai.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi erlenmeyer 300 mL dan 50 mL, gelas ukur, pipet volumetri 10 mL, pipet tetes, bulb, buret, pengaduk, lampu spiritus, selang bening, plastik wrap, plastisin, waterbath, dan kertas saring. Bahan yang digunakan adalah isolat khamir

Saccharomyces cerevisiae, medium Wickerham cair (komposisi: glukosa 1%, yeast extract 0,3%, malt extract 0,3%, peptone 0,5%), cairan sari buah segar, larutan $K_2Cr_2O_7$, asam sulfat pekat, larutan Na-tiosulfat 0,05 N, kalium iodin (KI), larutan amilum 1%, dan akuades.

Isolat khamir yang telah tersedia diambil sebanyak 3 ose menggunakan jarum ose steril, kemudian diinokulasikan secara aseptik ke dalam dua medium yang berbeda, yaitu medium Wickerham cair dan medium sari buah, masing-masing dalam erlenmeyer terpisah. Proses inokulasi dilakukan di dekat nyala lampu spiritus untuk meminimalkan risiko kontaminasi dari udara sekitar. Setelah diinokulasi, erlenmeyer ditutup dengan kapas steril dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu kamar. Inkubasi selama 24 jam bertujuan untuk memberikan waktu yang cukup bagi khamir beradaptasi dengan medium sekaligus mengalami fase pertumbuhan aktif sehingga siap digunakan sebagai starter dengan kepadatan sel yang optimal.

Starter yang telah diinkubasi selama 24 jam selanjutnya diinokulasikan secara aseptik ke dalam medium fermentasi baru, masing-masing sebanyak 10% dari volume total medium yang digunakan. Penambahan starter sebesar 10% (v/v) dimaksudkan untuk memastikan jumlah inokulum yang memadai sehingga proses fermentasi dapat berlangsung secara efisien sejak awal. Setelah inokulasi, erlenmeyer ditutup rapat menggunakan plastik wrap yang diperkuat dengan plastisin pada bagian tepinya guna menciptakan kondisi anaerobik yang diperlukan oleh *Saccharomyces cerevisiae* dalam memproduksi etanol. Selang bening kecil dipasang sebagai jalur keluarnya gas CO_2 hasil fermentasi agar tekanan tidak terakumulasi di dalam erlenmeyer. Fermentasi dibiarkan berlangsung pada suhu kamar selama 1 minggu atau 7 hari tanpa pengadukan, sesuai dengan prosedur fermentasi statis yang memungkinkan khamir bekerja secara optimal dalam mengonversi gula menjadi etanol pada kondisi anaerobik.

Sampel hasil fermentasi diambil sebanyak 5 mL menggunakan pipet volumetri yang telah dibilas terlebih dahulu dengan akuades steril untuk menghindari kontaminasi silang antar sampel. Sampel tersebut kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer

bersih, lalu ditambahkan 5 mL larutan kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) yang berfungsi sebagai agen pengoksidasi etanol. Kedua larutan dihomogenkan secara perlahan dengan cara menggoyang erlenmeyer agar tercampur merata sebelum tahap berikutnya dilakukan. Selanjutnya, ditambahkan 5 mL asam sulfat (H_2SO_4) pekat secara perlahan dan hati-hati sambil terus digoyang, karena penambahan asam sulfat pekat bersifat eksotermis dan dapat menimbulkan panas yang berlebihan apabila dilakukan terlalu cepat. Penambahan asam sulfat pekat bertujuan untuk menciptakan suasana asam kuat yang diperlukan agar reaksi oksidasi etanol oleh $K_2Cr_2O_7$ dapat berlangsung secara sempurna, di mana ion dikromat ($Cr_2O_7^{2-}$) berwarna jingga akan mengoksidasi etanol menjadi asam asetat sambil tereduksi menjadi ion kromium (Cr^{3+}) berwarna hijau.

Campuran yang telah terbentuk kemudian diinkubasi di dalam waterbath pada suhu 60°C selama 15 menit agar reaksi oksidasi berlangsung secara optimal dan menyeluruh. Setelah masa inkubasi selesai, erlenmeyer diangkat dari waterbath dan dibiarkan dingin pada suhu kamar hingga tidak terasa panas saat dipegang. Larutan yang telah dingin kemudian dipindahkan seluruhnya ke dalam erlenmeyer 250 mL yang bersih dan kering untuk persiapan tahap titrasi. Ke dalam larutan tersebut ditambahkan 3 gram kalium iodin (KI) yang berfungsi untuk mereduksi kelebihan $K_2Cr_2O_7$ yang tidak bereaksi dengan etanol, sehingga menghasilkan iodin (I_2) bebas yang dapat dititrasi. Larutan kemudian diaduk hingga KI larut sempurna, setelah itu ditambahkan 3 tetes indikator amilum 1% yang akan membentuk kompleks berwarna biru-hitam dengan iodin bebas sebagai penanda dimulainya proses titrasi.

Titrasi dilakukan menggunakan larutan natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) 0,05 N yang diteteskan secara perlahan dari buret sambil larutan dalam erlenmeyer terus digoyang secara konstan. Titrasi dihentikan ketika warna biru-hitam dari kompleks amilum-iodin tepat berubah menjadi bening atau tidak berwarna, yang menandakan bahwa seluruh iodin bebas telah habis bereaksi dengan natrium tiosulfat sebagai titik akhir titrasi. Volume natrium tiosulfat yang digunakan dicatat dan dibandingkan dengan volume titran blanko, yaitu

perlakuan yang sama tanpa sampel fermentasi, untuk menghitung jumlah etanol yang teroksidasi. Selisih antara volume titran blanko dan volume titran sampel uji digunakan sebagai dasar perhitungan kadar alkohol dalam produk fermentasi.

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan (Huruf 12 dan Ditebalkan)

Berdasarkan praktikum fermentasi alkohol yang telah dilakukan, diperoleh data kadar etanol dari dua kelompok praktikum yang menggunakan medium berbeda, yaitu medium Wickerham (Kelompok IV) dan medium sari buah jeruk (Kelompok III). Hasil pengamatan dan perhitungan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Kadar Alkohol Fermentasi pada Dua Medium Berbeda

Pengukuran	Medium	
	Wickerham	***Sari Buah Jeruk***
Vol. Titran Blanko (mL)	5,0	5,0
Vol. titran Uji (mL)	1,2	1,5
Vol. $K_2Cr_2O_7$ (mL)	3,8	3,5
Massa Etanol (mg)	15,2	14,0
Kadar Etanol Enceran (mg/mL)	0,304	0,28
Kadar Etanol Produk (mg/mL)	3,04	2,8

Hasil fermentasi alkohol menunjukkan bahwa kedua medium berhasil menghasilkan etanol, yang dibuktikan oleh perubahan warna larutan $K_2Cr_2O_7$ dari jingga/oranye menjadi biru kehijauan pada saat pengujian. Perubahan warna tersebut terjadi karena etanol mengalami reaksi oksidasi oleh kalium dikromat dalam suasana asam, di mana ion $Cr_2O_7^{2-}$ berwarna jingga tereduksi menjadi Cr^{3+} berwarna hijau seiring dengan teroksidasi etanol menjadi asam asetat. Medium Wickerham menghasilkan kadar etanol produk sebesar 3,04 mg/mL, sedangkan medium sari buah jeruk menghasilkan 2,8 mg/mL. Perbedaan ini menunjukkan bahwa jenis medium fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar etanol yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae*.

Kadar etanol yang lebih tinggi pada medium Wickerham dibandingkan medium sari buah jeruk disebabkan oleh ketersediaan nutrisi yang lebih lengkap dan terstandar pada medium sintetis tersebut. Medium Wickerham mengandung yeast extract dan peptone sebagai sumber nitrogen organik, malt extract sebagai sumber karbohidrat kompleks, serta glukosa sebagai

sumber karbon langsung yang mudah dimetabolisme oleh khamir. Beberapa faktor penting yang memengaruhi efisiensi produksi etanol adalah kondisi fisiologis inokulum, kondisi lingkungan selama fermentasi, dan kualitas medium atau bahan baku yang digunakan, di mana kondisi fisiologis sangat bergantung pada ketersediaan nutrisi yang mendukung pertumbuhan optimal khamir (Fitriyah et al., 2022). Sumber nitrogen yang cukup berperan krusial dalam mendukung sintesis enzim glikolitik yang diperlukan untuk konversi gula menjadi etanol, sehingga medium yang kaya nitrogen organik seperti Wickerham mampu mendorong aktivitas fermentatif khamir secara lebih optimal dibandingkan medium alami. Beberapa faktor penting yang memengaruhi efisiensi produksi etanol adalah kondisi fisiologis inokulum, kondisi lingkungan selama fermentasi, dan kualitas medium atau bahan baku yang digunakan, di mana kondisi fisiologis sangat bergantung pada ketersediaan nutrisi yang mendukung pertumbuhan optimal khamir(Cecilia et al., 2023).

Pada medium sari buah jeruk, kadar etanol yang dihasilkan sedikit lebih rendah, yaitu 2,8 mg/mL. Hal ini berkaitan dengan komposisi nutrisi sari buah yang tidak terstandar dan lebih bervariasi. Fermentasi alkohol menggunakan substrat sari buah oleh *S. cerevisiae* memerlukan kondisi optimal, dan penelitian menunjukkan bahwa kandungan tanin, flavonoid, dan alkaloid yang terdapat dalam sari buah tertentu dapat bersifat toksik bagi khamir sehingga menghambat aktivitas fermentasi (Ronaldi et al., 2022). Selain itu, penurunan pH akibat terbentuknya asam-asam organik selama fermentasi sari buah berlangsung lebih cepat dan lebih besar dibandingkan medium Wickerham yang memiliki kapasitas buffer lebih baik. Penelitian mengonfirmasi bahwa *S. cerevisiae* menggunakan strategi regulasi yang kompleks untuk mentoleransi kondisi pH rendah selama produksi etanol, dan kestabilan pH berperan penting dalam mempertahankan aktivitas enzim glikolitik (Wu et al., 2022).

Meskipun terdapat perbedaan kadar etanol, kedua medium terbukti mendukung berlangsungnya fermentasi alkohol secara anaerob oleh *S. cerevisiae*. Proses fermentasi diawali dengan glikolisis di mana satu molekul glukosa dikonversi menjadi dua molekul asam piruvat, kemudian

asam piruvat mengalami dekarboksilasi oleh enzim piruvat dekarboksilase menghasilkan asetaldehida dan CO_2, dan akhirnya asetaldehida direduksi oleh enzim alkohol dehidrogenase menggunakan NADH menjadi etanol (Fitriani et al., 2024). Keberhasilan fermentasi pada kedua medium ini sesuai dengan prinsip bahwa *S. cerevisiae* memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap berbagai kondisi medium selama faktor-faktor utama seperti suhu, pH, dan ketersediaan substrat gula berada dalam kisaran yang dapat ditoleransi oleh khamir (Tefa et al., 2023). Dengan demikian, profil nitrogen yang terstandar pada media Wickerham memberikan kondisi optimal bagi *S. cerevisiae* untuk menyelesaikan fermentasi secara tuntas, sementara defisiensi nitrogen pada sari buah alami berisiko menyebabkan fermentasi yang tidak sempurna.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa jenis media fermentasi berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan oleh Saccharomyces cerevisiae. Media wickerham menghasilkan kadar etanol yang lebih tinggi yaitu sebesar 3,04 mg/ml dibandingkan medium alami sari jeruk yang menghasilkan 2,80 mg/ml. Tinggi nya produksi etanol pada media wickerham disebabkan oleh komposisi nutrisi yang lebih lengkap. Meskipun demikian, hasil penelitian menunjukan kedua media ini terbukti mampu mendukung keberlangsungan fermentasi secara anaerob dan komposisi media fermentasi merupakan merupakan faktor penting yang menentukan efisiensi konversi gula menjadi etanol oleh Saccharomyces cerevisiae.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah ulangan yang lebih banyak, serta melakukan penelitian parameter pendukung seperti pH, jumlah sel khamir dan kadar gula selama fermentasi. Selain itu perlu dilakukan pengujian pada beberapa media sari buah untuk mengetahui potensi media alami untuk menghasilkan etanol yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Cahyaningtiyas, A., & Sindhuwati, C. (2021). PENGARUH PENAMBAHAN KONSENTRASI SACCHAROMYCES CEREVISIAE PADA

PEMBUATAN ETANOL DARI AIR TEBU. *DISTILAT: Jurnal Tekonologi Separasi*, *7*(2), 89–94.

Cecilia, M., Cecilia, M., Paola, M., Ponsone, M. L., Lucía, M., Maribel, L., Analía, L., Martín-arranz, V., Rodríguez-g, F., & No, F. (2023). Heliyon Evaluation of different nitrogen sources on growth and fermentation performance for enhancing ethanol production by wine yeasts. *Heliyon*, *9*(1), 1–11. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22608

Fitriani, A. F., Bina, P., Kendari, H., Teknologi, D., Medis, L., Bina, P., Kendari, H., Teknologi, D., & Medis, L. (2024). IDENTIFIKASI BAKTERI ASAM LAKTAT (BAL) DAN KADAR ALKOHOL PADA PENDAHULUAN Salah satu makanan di Indonesia berbahan dasar beras ketan hitam adalah tape ketan hitam (Fermentated Black Glutinous Rice) yang mengandung antosianin , fenol dan aktivitas anti. *Journal of Nursing & Health*, *9(3)*, 393–398.

Fitriyah, A., Cika, P., Uztamila, Y., A, S. E., Syarif, A., Hajar, I., Studi, P., Energi, T., Kimia, J. T., & Sriwijaya, P. N. (2022). Pengaruh pH Fermentasi dan Putaran Pengadukan pada Fermentasi Molasses terhadap Produksi Bioetanol Effect of Fermentation pH and Stirring Rate of Molasses Fermentation on Bioethanol Production. *Jurnal Pendidikan Dan Tekonologi Indonesia (JPTI)*, *2*(1), 41–47.

Onesiforus, B. Y., Rinihapsari, E., Yarangga, T. F. D., & Pradistya, R. (2021). PERBANDINGAN KEMAMPUAN FERMENTASI KHAMIR Saccharomyces cerevisiae DARI BERBAGAI MEDIA KULTUR. *BIOMA: Jurnal Biologi Indonesia*, *17*(2), 65–73. https://doi.org/10.21009/Bioma17(2).3

Ronaldi, R., Atmojo, P. K., & Sidharta, B. R. (2022). POTENSI BERENUK (CRESCENTIA CUJETE L) UNTUK BAHAN PRODUKSI ALKOHOL SECARA FERMENTASI. *Prosiding Seminar Nasional Instiper*, *1*(1), 306–313.

Tefa, P., Ledo, M. E. S., & Nitsae, M. (2023). *Variasi Konsentrasi Saccharomyces cerevisiae dalam Pembuatan Wine Buah Dilak (Limonia acidissima)*. *4*(1), 32–38.

Wu, Y., Li, B., Miao, B., Xie, C., & Tang, Y. Q. (2022). *Saccharomyces cerevisiae employs complex regulation strategies to tolerate low pH stress during ethanol production*. 1–16. https://doi.org/10.1186/s12934-022-01974-3