



Research Article



Aktivitas Antioksidan Kombucha Buah Jongi (*Dillenia serrata*) dan Implementasinya sebagai Sumber Belajar Biologi Berbasis Infografis

Pingky Canetsya¹, Isdaryanti², Yusrianto Nasir³

Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Sulawesi Barat, Majene, Sulawesi Barat, Indonesia

Email: pingkycanetsya04@gmail.com, isdaryanti@unsulbar.ac.id

Penerbit	ABSTRACT
Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri	<i>Kombucha is a naturally fermented beverage based on SCOBY culture rich in antioxidants, while Jongi fruit (<i>Dillenia serrata</i>), locally known as Dengen, is a native plant of Sulawesi rich in secondary metabolites to scavenge free radicals. This study aimed to examine the antioxidant activity of combined ingredients using the DPPH method and implement the findings into an infographic medium for high school biology on biotechnology topic. The method integrated laboratory experiments with Research and Development (R&D) using the 4-D model (Define, Design, Develop, Disseminate) involving variations in jongi fruit concentration (5%, 10%, 20%, 30%) and fermentation periods. Antioxidant data were analyzed using parametric statistical tests via SPSS version 26 software, while the media's feasibility was evaluated through expert validation. The results showed that all formulations possessed very strong antioxidant activity, with the percentage of inhibition ranging from 80.96% to 97.63%. The Two-Way ANOVA test indicated that variations in concentration, fermentation duration, and their interaction had a statistically significant effect (Sig. 0.000; $p < 0.05$). The Tukey HSD post-hoc test confirmed the KJ5% H10 treatment (5% fruit extract concentration with a 10-day fermentation period) as the most optimal formula, achieving the highest antioxidant activity value of 97.63%. The findings were implemented into an infographic for the Phase F Class XII biotechnology topic, which was declared valid by material and media experts, making it highly feasible for use as a biology learning resource.</i> Key words: Kombucha; Jongi fruit (<i>Dillenia serrata</i>); Antioxidant activity; DPPH assay; Biotechnology learning infographic.
	ABSTRAK Kombucha merupakan minuman fermentasi alami berbasis kultur SCOBY yang kaya antioksidan, sedangkan buah Jongi (<i>Dillenia serrata</i>) atau Dengen adalah tumbuhan lokal Sulawesi yang kaya senyawa metabolit sekunder penangkal radikal bebas. Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antioksidan kombinasi kedua bahan tersebut dengan metode DPPH serta mengimplementasikannya sebagai media infografis biologi SMA materi bioteknologi. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dipadukan dengan penelitian pengembangan (R&D) model 4-D (<i>Define, Design, Develop, Disseminate</i>) menggunakan variasi konsentrasi buah jongi (5%, 10%, 20%, 30%) dan lama fermentasi. Data aktivitas antioksidan dianalisis melalui uji statistik parametrik menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS versi 26, sedangkan kelayakan media diukur menggunakan lembar validasi. Hasil penelitian menunjukkan seluruh formula kombucha jongi memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat dengan rentang persentase inhibisi mencapai 80,96%–97,63%. Uji <i>Two-Way ANOVA</i> menunjukkan bahwa variasi konsentrasi buah jongi, lama fermentasi, serta interaksi keduanya berpengaruh nyata secara signifikan (Sig. 0,000; $p < 0,05$). Hasil Uji Lanjut <i>Tukey HSD</i>

mengonfirmasi perlakuan KJ5% H10 (konsentrasi ekstrak buah 5% dengan lama fermentasi 10 hari) sebagai formula paling optimal dengan capaian nilai aktivitas antioksidan tertinggi sebesar 97,63%. Hasil riset diimplementasikan menjadi media infografis materi bioteknologi fase F kelas XII yang dinyatakan valid oleh ahli materi dan ahli media, sehingga sangat layak digunakan sebagai sumber belajar biologi di sekolah.

Kata kunci: Kombucha; Buah Jongi (*Dillenia serrata*); Aktivitas antioksidan; Metode DPPH; Infografis pembelajaran bioteknologi.

PENDAHULUAN

Penyakit degeneratif saat ini menjadi salah satu permasalahan kesehatan yang terus meningkat dan banyak mendapat perhatian dalam bidang kesehatan masyarakat. Kemunculan penyakit degeneratif salah satunya dipicu oleh paparan radikal bebas yang berlebihan dalam tubuh (Widiasriani et al., 2024). Radikal bebas merupakan senyawa yang memiliki elektron tidak berpasangan pada lapisan terluarnya sehingga bersifat sangat reaktif dan mampu memicu reaksi berantai yang berlangsung terus-menerus (Sayakti et al., 2022). Akumulasi radikal bebas dalam jumlah tinggi dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan sistem pertahanan antioksidan tubuh yang mengakibatkan stres oksidatif (Taslima et al., 2025). Kondisi tersebut dapat memicu kerusakan sel dan meningkatkan risiko berbagai penyakit degeneratif seperti diabetes mellitus, stroke, jantung koroner, dan penyakit kardiovaskular (Setyawati et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan upaya pencegahan melalui konsumsi pangan fungsional yang mengandung senyawa antioksidan alami.

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang sangat besar dan berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber bahan pangan fungsional yang mengandung berbagai senyawa bioaktif bermanfaat bagi kesehatan. Salah satu senyawa yang banyak ditemukan pada bahan pangan alami adalah antioksidan yang berperan dalam menghambat proses oksidasi akibat radikal bebas (Maharani et al., 2021). Antioksidan bekerja dengan cara menangkap radikal bebas sehingga dapat melindungi sel tubuh dari kerusakan oksidatif yang berpotensi menyebabkan berbagai penyakit kronis, kanker, penyakit jantung, dan penuaan dini (Membri et al., 2021; Hati et al., 2024). Berdasarkan berbagai penelitian dalam sepuluh tahun terakhir, sumber antioksidan tidak hanya diperoleh dari tanaman segar, tetapi juga dapat dihasilkan melalui proses fermentasi pangan. Proses fermentasi diketahui mampu meningkatkan ketersediaan senyawa bioaktif seperti fenolik dan flavonoid melalui aktivitas metabolisme mikroorganisme. Penelitian Khoiriyah dan Prima (2023) menunjukkan bahwa lama fermentasi pada minuman sari kulit singkong berpengaruh terhadap peningkatan total fenolik dan aktivitas antioksidan.

Beberapa tahun terakhir, minuman kombucha mengalami peningkatan popularitas seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya konsumsi pangan sehat (Idris et al., 2025). Kombucha merupakan minuman hasil fermentasi yang mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti vitamin, enzim, mineral, asam organik, serta metabolit sekunder lain yang bermanfaat bagi kesehatan (Alfina et al., 2026; Lusian et al., 2024). Kombucha diketahui memiliki berbagai aktivitas biologis seperti antioksidan, antibakteri, dan antikanker sehingga memiliki nilai tinggi sebagai pangan fungsional (Priyono dan Riswanto, 2021). Dibandingkan dengan teh biasa, kombucha mengandung kadar asam organik, vitamin, dan asam amino yang lebih tinggi akibat proses fermentasi (Nasution dan Nurul, 2022). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa penambahan berbagai jenis buah pada proses fermentasi kombucha dapat meningkatkan kualitas produk baik dari segi karakteristik sensori maupun

kandungan senyawa bioaktifnya. Hasil penelitian Shanzet et al. (2023) menunjukkan bahwa jenis buah yang ditambahkan pada pembuatan kombucha memberikan pengaruh nyata terhadap rasa, warna, aroma, serta kualitas produk yang dihasilkan.

Salah satu buah lokal yang berpotensi dimanfaatkan dalam pengembangan minuman kombucha adalah buah jongi (*Dillenia serrata*). Buah jongi termasuk famili Dilleniaceae yang tumbuh di wilayah Sulawesi dan diketahui mengandung berbagai metabolit sekunder yang berpotensi sebagai penangkal radikal bebas (Irnawati et al., 2017). Masyarakat Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat, khususnya di Desa Burana Kabupaten Mamasa, mengenal tanaman ini dengan nama dengan. Buah jongi diketahui memiliki berbagai manfaat kesehatan seperti antiinflamasi, antioksidan, antimikroba, dan imunoprotektif karena mengandung senyawa polifenol seperti tanin dan flavonoid (Pratama et al., 2023). Kandungan senyawa bioaktif tersebut menunjukkan bahwa buah jongi berpotensi dikembangkan sebagai bahan tambahan pada minuman fermentasi untuk meningkatkan nilai fungsional produk.

Berdasarkan kajian berbagai penelitian sebelumnya, telah banyak penelitian yang mengkaji aktivitas antioksidan pada kombucha dengan penambahan berbagai jenis bahan alami, namun penelitian mengenai pemanfaatan buah jongi (*Dillenia serrata*) sebagai bahan tambahan dalam fermentasi kombucha masih sangat terbatas. Penelitian terdahulu umumnya berfokus pada penggunaan buah-buahan populer sebagai bahan suplemen fermentasi, sedangkan pemanfaatan buah lokal khas Sulawesi yang memiliki kandungan antioksidan tinggi belum banyak dikembangkan. Selain itu, penelitian yang menghubungkan hasil pengembangan produk pangan fungsional berbasis potensi lokal dengan pemanfaatannya sebagai sumber belajar di sekolah juga masih jarang dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki keunikan pada integrasi dua aspek sekaligus, yaitu pengembangan produk kombucha berbasis buah lokal kaya antioksidan dan pengembangan hasil penelitian sebagai sumber belajar berbasis infografis pada materi bioteknologi.

Kombinasi fermentasi teh dengan buah jongi diperkirakan dapat menghasilkan produk kombucha dengan nilai fungsional lebih tinggi dibandingkan kombucha konvensional. Sinergi antara aktivitas mikroorganisme fermentasi dan kandungan senyawa fenolik buah jongi diperkirakan dapat meningkatkan pembentukan metabolit bioaktif seperti asam organik dan senyawa antioksidan hasil fermentasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai potensi buah jongi sebagai bahan tambahan kombucha serta menghasilkan inovasi pangan fungsional berbasis sumber daya lokal. Penelitian ini juga diarahkan untuk menghasilkan produk hasil penelitian yang dapat diintegrasikan dalam pembelajaran biologi di sekolah.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru biologi SMA Negeri 1 Tabulahan tahun 2025 diketahui bahwa proses pembelajaran masih mengalami keterbatasan media pembelajaran sehingga proses pembelajaran belum berjalan optimal. Media yang digunakan umumnya berupa buku paket dan sesekali pengamatan lingkungan sekitar sekolah sehingga minat belajar siswa masih relatif rendah. Kondisi tersebut terlihat dari kurangnya keterlibatan siswa dalam pembelajaran, seperti tidak memperhatikan penjelasan guru, tidak mencatat materi, keluar masuk kelas, hingga tidak mengikuti pembelajaran. Hasil wawancara juga menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis infografis belum pernah digunakan dalam proses pembelajaran. Materi bioteknologi, khususnya pembahasan mengenai metabolisme mikroorganisme dan pangan fungsional, dinilai sesuai untuk dikembangkan dalam bentuk infografis berbasis hasil penelitian karena memiliki keterkaitan langsung dengan penelitian yang dilakukan (Hutasoit et al., 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi penambahan buah jongi (*Dillenia serrata*) pada pembuatan kombucha terhadap peningkatan aktivitas antioksidan dan karakteristik produk yang dihasilkan, serta mengembangkan hasil penelitian sebagai sumber belajar berupa media infografis pada materi bioteknologi kelas XII SMA. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan minuman fermentasi berbasis bahan lokal serta memberikan kontribusi edukatif melalui penyediaan bahan ajar yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran di sekolah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimen laboratoris yang dikombinasikan dengan penelitian pengembangan media pembelajaran. Pendekatan kuantitatif digunakan karena data penelitian berupa angka yang diperoleh melalui hasil pengukuran aktivitas antioksidan dan hasil validasi media pembelajaran. Penelitian eksperimen dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan buah jongi (*Dillenia serrata*) terhadap aktivitas antioksidan pada kombucha hasil fermentasi. Sementara itu, penelitian pengembangan dilakukan untuk mengimplementasikan hasil penelitian laboratorium menjadi media pembelajaran berupa infografis. Hasil penelitian laboratorium digunakan sebagai dasar dalam pengembangan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan siswa. Pendekatan ini dipilih agar penelitian tidak hanya menghasilkan produk pangan fungsional, tetapi juga menghasilkan sumber belajar yang dapat dimanfaatkan dalam proses pembelajaran.

Rancangan penelitian yang digunakan pada tahap eksperimen adalah True Experimental Design menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dua faktor. Faktor pertama yaitu konsentrasi penambahan buah jongi yang terdiri atas enam taraf perlakuan yaitu kontrol buah jongi tanpa fermentasi, kontrol kombucha tanpa penambahan jongi, serta konsentrasi 5%, 10%, 20%, dan 30%. Faktor kedua yaitu lama fermentasi yang terdiri atas tiga taraf yaitu hari ke-5, hari ke-7, dan hari ke-10. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan sehingga diperoleh data yang lebih akurat dan reliabel. Pada tahap pengembangan media pembelajaran digunakan model pengembangan 4-D yang meliputi tahap Define, Design, Develop, dan Disseminate, namun pelaksanaannya hanya dibatasi sampai tahap Develop karena mempertimbangkan keterbatasan waktu dan sumber daya penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai April 2026 di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Terpadu Universitas Sulawesi Barat. Tahap penelitian diawali dengan pengambilan bahan baku berupa buah jongi dari Desa Burana, Kabupaten Mamasa. Setelah pengambilan sampel, penelitian dilanjutkan dengan proses persiapan alat dan bahan, sterilisasi alat, pembuatan ekstrak buah jongi, fermentasi kombucha, serta pengujian aktivitas antioksidan. Tahapan selanjutnya berupa pengolahan dan analisis data hasil eksperimen laboratorium. Hasil perlakuan terbaik kemudian digunakan sebagai bahan dalam pengembangan media pembelajaran berupa infografis.

Populasi penelitian ini adalah seluruh buah jongi (*Dillenia serrata*) yang terdapat di Desa Burana Kabupaten Mamasa. Sampel penelitian berupa buah jongi yang digunakan sebagai bahan tambahan dalam fermentasi kombucha. Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling karena pemilihan sampel didasarkan pada kriteria tertentu yang sesuai dengan tujuan penelitian. Kriteria sampel yang digunakan yaitu buah jongi yang telah matang secara fisiologis, memiliki kondisi fisik yang baik, tidak mengalami kerusakan, dan memiliki tingkat kematangan yang seragam. Penggunaan teknik

tersebut bertujuan untuk menjaga konsistensi kualitas bahan baku yang digunakan selama penelitian berlangsung.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui observasi laboratorium, pengukuran, dokumentasi, dan pemberian angket validasi media pembelajaran. Data aktivitas antioksidan diperoleh melalui pengukuran nilai absorbansi menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) dengan alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 515–517 nm. Instrumen yang digunakan dalam penelitian laboratorium meliputi timbangan analitik untuk menimbang bahan, blender untuk menghaluskan buah, toples kaca sebagai wadah fermentasi, gelas ukur dan labu ukur untuk mengukur volume bahan, mikropipet untuk memindahkan larutan secara presisi, tabung reaksi sebagai wadah pencampuran, vortex mixer untuk menghomogenkan larutan, serta spektrofotometer UV-Vis untuk mengukur nilai absorbansi sampel. Bahan penelitian yang digunakan meliputi buah jongi, kultur SCOBY, teh, gula, DPPH, metanol, vitamin C sebagai kontrol positif, alkohol 70%, dan air. Data pengembangan media diperoleh menggunakan instrumen angket validasi ahli materi dan ahli media dengan skala Likert lima tingkat yang terdiri atas skor 1 sampai 5. Instrumen validasi ahli materi digunakan untuk menilai aspek isi, penyajian materi, kesesuaian konsep, dan keterpahaman materi, sedangkan instrumen ahli media digunakan untuk menilai aspek tampilan, desain visual, keterbacaan, bahasa, dan kelayakan penggunaan media.

Prosedur penelitian diawali dengan persiapan alat dan bahan yang meliputi sterilisasi alat, persiapan kultur SCOBY, serta pembuatan ekstrak buah jongi. Tahap berikutnya yaitu pembuatan kombucha dengan cara menyeduh teh, menambahkan gula, melakukan pendinginan, kemudian menambahkan ekstrak buah jongi sesuai konsentrasi perlakuan. Setelah itu dilakukan proses inokulasi menggunakan starter kombucha dan SCOBY kemudian difermentasi selama 5, 7, dan 10 hari sesuai perlakuan penelitian. Sampel hasil fermentasi selanjutnya diuji aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH dengan cara mencampurkan larutan sampel dengan larutan DPPH kemudian dihomogenkan menggunakan vortex. Campuran sampel diinkubasi selama 30 menit pada kondisi gelap untuk menghindari degradasi radikal DPPH sebelum dilakukan pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Teknik analisis data pada penelitian ini dilakukan secara kuantitatif menggunakan perangkat lunak SPSS. Data hasil pengukuran absorbansi terlebih dahulu dihitung menjadi persentase inhibisi menggunakan rumus persentase penghambatan radikal bebas berdasarkan selisih antara absorbansi kontrol dan absorbansi sampel. Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, data diuji menggunakan uji normalitas dan homogenitas sebagai syarat analisis parametrik. Data yang memenuhi syarat kemudian dianalisis menggunakan uji Two-Way ANOVA untuk mengetahui pengaruh konsentrasi buah jongi, lama fermentasi, serta interaksi kedua faktor terhadap aktivitas antioksidan. Apabila diperoleh hasil yang menunjukkan pengaruh signifikan pada taraf signifikansi 5% ($p < 0,05$), maka dilakukan uji lanjut Tukey untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan secara spesifik. Sementara itu, data hasil validasi media pembelajaran dianalisis menggunakan perhitungan rata-rata skor dan persentase validitas untuk menentukan tingkat kelayakan media infografis yang dikembangkan.

Kriteria bahan ajar yang dikembangkan dalam penelitian ini mengacu pada hasil temuan penelitian yang menunjukkan bahwa produk fermentasi kombucha dengan penambahan buah lokal harus memenuhi aspek keterpahaman konsep, kesesuaian dengan capaian pembelajaran, keterpaduan antara data eksperimen dan visualisasi, serta relevansi dengan konteks kearifan lokal. Selain itu, bahan

ajar juga harus bersifat kontekstual, ilmiah, dan mampu menyajikan hubungan kausal antara variabel penelitian, khususnya hubungan antara waktu fermentasi dan aktivitas antioksidan yang dihasilkan. Dengan demikian, bahan ajar tidak hanya bersifat informatif, tetapi juga analitis dan aplikatif bagi peserta didik.

Adapun kriteria validitas bahan ajar yang digunakan dalam penelitian ini mencakup tiga aspek utama, yaitu validitas isi (*content validity*), validitas konstruk (*construct validity*), dan validitas bahasa (*language validity*) (Vela, 2021). Validitas isi dilihat dari kesesuaian materi dengan konsep ilmiah bioteknologi dan hasil penelitian yang diperoleh. Validitas konstruk menekankan pada keterpaduan penyajian infografis, alur informasi, serta kesesuaian dengan model pembelajaran yang digunakan. Sementara itu, validitas bahasa menilai keterbacaan, kejelasan istilah, dan kesesuaian bahasa dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik SMA.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Antioksidan melalui Nilai Absorbansi dan % Inhibisi

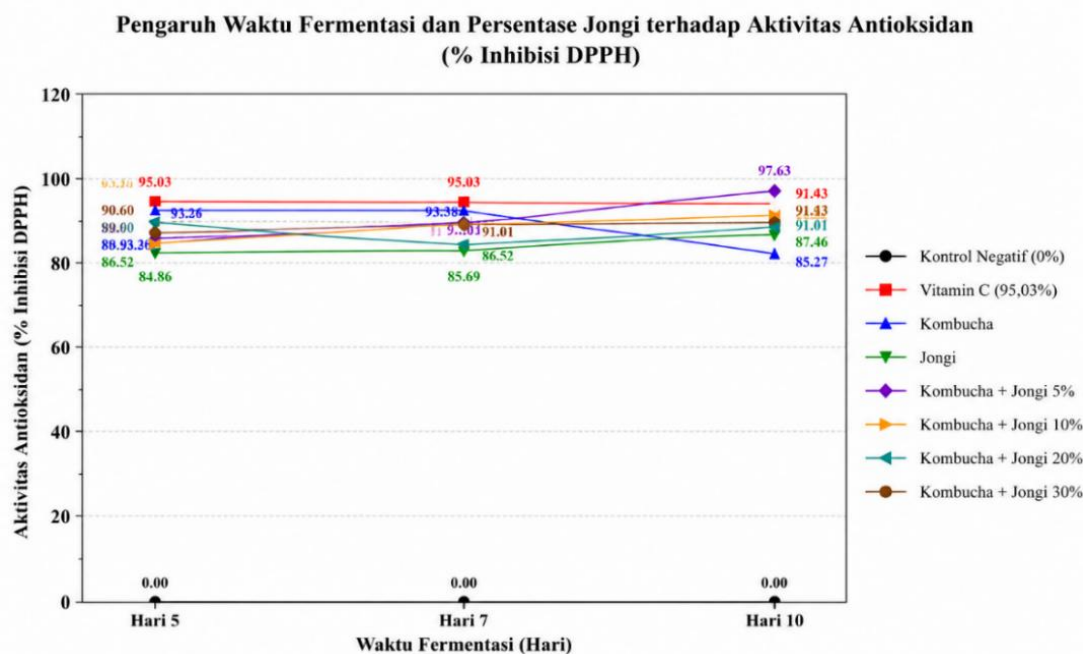
Bahan baku utama berupa sampel yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil fermentasi kombucha dengan penambahan buah lokal jongi (*Dillenia serrata*) yang diambil dari desa Burana, Kabupaten Mamasa, di mana buah yang dipilih berada dalam kondisi yang telah matang secara fisiologis. Parameter aktivitas antioksidan diuji menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis dengan metode penangkapan radikal bebas DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Nilai absorbansi serta persentase inhibisi (% inhibisi) dari seluruh perlakuan variasi konsentrasi buah jongi dan interval lama waktu fermentasi (hari ke-5, hari ke-7, dan hari ke-10), beserta kelompok kontrol negatif dan kontrol positif disajikan secara rinci pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Hasil Pengukuran Absorbansi dan Nilai % Inhibisi pada Perlakuan dan Kontrol

No	Konsentrasi	Nilai Absorbansi	% Inhibisi
1	K. hari.5	0,114	93,26
2	K. hari 7	0,112	93,38
3	K. hari 10	0,249	85,27
4	J. hari 6	0,256	84,86
5	J. hari 7	0,242	85,69
6	J. hari 10	0,212	87,46
7	KJ5%. hari 5	0,198	88,29
8	KJ5%. hari 7	0,152	91,01
9	KJ5%. hari 10	0,040	97,63
10	KJ10%. hari 5	0,228	86,52
11	KJ10%. hari 7	0,152	91,01
12	KJ10%. hari 10	0,145	91,43
13	KJ20%. hari 5	0,186	89,00
14	KJ20%. hari 7	0,228	88,52
15	KJ20%. hari 10	0,152	91,01
16	KJ30%. hari 5	0,159	90,60
17	KJ30%. hari 7	0,153	90,95
18	KJ30%. hari 10	0,150	91,13
19	Kontrol negatif	1,691	0%
20	Kontrol positif	0,084	95,03%

Keterangan: K = Kombucha; J = Jongi; KJ = Kombucha Jongi.

Berdasarkan data kuantitatif pada Tabel 1, seluruh perlakuan menunjukkan aktivitas antioksidan yang tergolong ke dalam kategori sangat kuat dengan nilai persen inhibisi berada pada kisaran 84,86% s.d. 97,63%. Aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh pada perlakuan Kombucha Jongi 5% dengan lama fermentasi 10 hari (KJ 5% hari 10) yaitu sebesar 97,63%. Sebaliknya, aktivitas antioksidan paling rendah dijumpai pada perlakuan buah jongi murni tanpa fermentasi pada hari ke-5 (J. hari 5) yaitu sebesar 84,86%. Perolehan nilai absorbansi yang sangat rendah pada formula perlakuan KJ 5% hari 10 yaitu sebesar 0,040 menunjukkan kemampuan yang tinggi dalam meredam radikal bebas DPPH, karena semakin rendah nilai absorbansi maka semakin tinggi aktivitas antioksidan sampel. Nilai absorbansi yang diperoleh dari pengujian DPPH selanjutnya dikonversi menjadi nilai persen inhibisi (% inhibisi). Diagram batang aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memiliki kemampuan penangkapan radikal bebas yang tinggi dengan nilai inhibisi di atas 80%. Grafik perbandingan nilai % Inhibisi dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Kurva Perbandingan Nilai % Inhibisi Perlakuan dan Kontrol (Sumber: Data Primer, 2026)

Berdasarkan grafik, perlakuan Kombucha Jongi 5% hari ke-10 menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi yaitu 97,63%, bahkan lebih tinggi dibandingkan kontrol positif vitamin C yang memiliki aktivitas antioksidan sebesar 95,03%. Sebaliknya, aktivitas antioksidan terendah diperoleh pada perlakuan Jongi hari ke-5 sebesar 84,86%. Secara umum terlihat secara deskriptif bahwa penambahan buah jongi pada fermentasi kombucha mampu mempertahankan bahkan meningkatkan aktivitas antioksidan selama fermentasi. Peningkatan paling nyata terjadi pada perlakuan kombucha Jongi 5% yang mengalami kenaikan dari 88,29% pada hari ke-5 menjadi 97,63% pada hari ke-10. Sementara itu, pada kombucha tanpa penambahan Jongi terjadi penurunan aktivitas antioksidan dari 93,38% pada hari ke-7 menjadi 85,27% pada hari ke-10.

Metode pengujian DPPH dipilih karena didasarkan pada kemampuan senyawa antioksidan dalam menangkap radikal bebas secara cepat dan akurat. Secara visual, kekuatan antioksidan ditandai

dengan perubahan warna larutan dari ungu menjadi kuning. Kondisi pergeseran warna dari ungu menjadi kuning ini terjadi karena adanya reaksi reduksi oleh senyawa antioksidan sampel. Pada kondisi awal, elektron bebas tidak berpasangan yang terdelokalisasi pada molekul DPPH memancarkan warna ungu pekat. Ketika sampel ditambahkan, antioksidan bertindak sebagai donor atom hidrogen untuk menstabilkan elektron bebas tersebut menjadi bentuk non-radikal DPPH-H, yang mengubah struktur kimianya hingga menyisakan warna kuning pucat dari gugus pikril (Baliyan et al., 2022). Penurunan absorbansi yang paling menonjol pada formula KJ 5% hari 10 mengindikasikan bahwa pada komposisi dan durasi tersebut, terjadi sinergi yang sangat efektif antara senyawa bioaktif teh, hasil metabolisme koloni SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*), dan kandungan kimia alami dari buah jongi.

Perlakuan Kombucha Jongi 5% pada hari ke-10 menunjukkan aktivitas antioksidan paling maksimal karena pada konsentrasi 5%, rasio antara pasokan nutrisi dari buah jongi dan populasi mikroba SCOBY berada pada kondisi paling seimbang. Melalui keseimbangan ini, proses biotransformasi senyawa polifenol kompleks menjadi metabolit sekunder yang lebih aktif dapat berlangsung secara optimal tanpa terhambat oleh tekanan osmotik media yang tinggi. Kondisi ini diperkuat oleh pendapat Zubaidah et al. (2018) yang menyatakan bahwa penambahan sari buah memengaruhi karakteristik kimiawi dan mikrobiologi secara signifikan, di mana dalam penelitiannya pada kombucha salak diperoleh angka aktivitas antioksidan berkisar antara 70% hingga 85%. Pencapaian angka 97,63% pada penelitian ini membuktikan bahwa penambahan buah jongi memberikan hasil yang lebih efektif dalam menangkap radikal bebas. Peningkatan aktivitas pada hari ke-10 berkaitan erat dengan kematangan proses fermentasi, di mana mikroba telah memecah komponen fenolik kompleks menjadi senyawa aglikon bebas yang lebih stabil dan kuat (Savitri et al., 2021). Sebaliknya, pada konsentrasi yang lebih pekat (10%–30%), aktivitas antioksidan cenderung menurun karena lingkungan cairan yang terlalu jenuh nutrisi menciptakan cekaman osmotik yang mampu menghambat aktivitas enzimatik mikroba dalam memproduksi metabolit sekunder poten (Riany et al., 2022).

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penggabungan bahan menghasilkan nilai absorbansi yang lebih rendah dibandingkan hanya bahan tunggal, yang membuktikan bahwa kombinasi tersebut meningkatkan kandungan senyawa potensial melalui efek sinergis. Ketika berdiri sendiri, kombucha murni atau buah jongi murni memiliki keterbatasan jumlah gugus hidroksil aktif untuk mendonorkan hidrogen. Namun, ketika digabungkan, aktivitas metabolik bakteri dan khamir dalam kombucha menghasilkan enzim hidrolitik yang mampu memecah senyawa polifenol kompleks pada buah jongi menjadi bentuk bebas (aglikon) yang jauh lebih aktif dalam menangkap radikal bebas DPPH (Hur et al., 2014). Selain itu, kondisi asam pada lingkungan kombucha berfungsi sebagai pelarut alami yang mengoptimalkan ekstraksi dan menjaga stabilitas senyawa antioksidan sensitif dari buah jongi, sehingga konsentrasi total senyawa penangkap radikal di dalam larutan meningkat drastis (Villarreal et al., 2018).

Nilai Statistik Pengaruh Variasi Konsentrasi Penambahan Buah Jongi dan Lama Fermentasi Terhadap Aktivitas Antioksidan

Untuk membandingkan pengaruh dari faktor variasi konsentrasi penambahan buah jongi dan faktor lama fermentasi terhadap tingkat aktivitas antioksidan, data hasil penelitian dianalisis menggunakan statistik parametrik. Sebelum melakukan pengujian hipotesis inti menggunakan *Two-Way ANOVA*,

terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat formal melalui uji normalitas sebaran data (Shapiro-Wilk) dan uji homogenitas varians kelompok (Levene Test). Hasil kalkulasi pengujian prasyarat statistik tersebut dirangkum secara ringkas pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Prasyarat Normalitas dan Homogenitas

Parameter	Nilai Statistik	Sig.	Keterangan
<i>Shapiro-wilk</i>	0,981	0,572	Normal
<i>Levene Test</i>	0,021	0,999	Homogen

Berdasarkan parameter pengujian pada Tabel 2, hasil uji normalitas menunjukkan data berdistribusi normal yang ditunjukkan oleh nilai probabilitas signifikansi pada bagian Shapiro-Wilk sebesar 0,572, di mana nilai tersebut berada di atas taraf signifikansi 0,05 ($\text{Sig.} > 0,05$). Sementara itu, hasil uji homogenitas varians mengonfirmasi bahwa sebaran data antarkelompok bersifat homogen. Hal tersebut dibuktikan melalui perolehan nilai signifikansi pada bagian Levene Test sebesar 0,999 yang bernilai lebih besar dari taraf 0,05 ($\text{Sig.} > 0,05$), sehingga syarat mutlak analisis inferensial parametrik telah terpenuhi. Data eksperimen yang telah dinyatakan lolos uji prasyarat formal tersebut kemudian dilanjutkan ke tahap analisis pengujian hipotesis menggunakan metode *Two-Way ANOVA* (Analisis Varians Dua Jalur) guna mengetahui pengaruh dari dua faktor independen serta interaksi di antara keduanya (Mulyanti et al., 2024). Matriks hasil perhitungan analisis varians dua arah tersebut disajikan pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil Uji Anova Two Way

Sumber Keragaman	df	JK	KT	Fhitung	Sig.
Perlakuan	5	211,605	42,321	189,37	0,000
Waktu fermentasi	2	32,526	16,263	72,77	0,000
Perlakuan x Waktu	10	321,372	32,137	143,80	0,000
Galat	36	8,045	0,223		
Total	53	573,548			

Merujuk pada keputusan output *Two-Way ANOVA* pada Tabel 3, diperoleh nilai signifikansi untuk faktor jenis perlakuan sebesar 0,000 ($\$p < 0,05\$$), faktor interval waktu fermentasi sebesar 0,000 ($\$p < 0,05\$$), serta interaksi resiprokal antara perlakuan dan waktu fermentasi sebesar 0,000 ($\$p < 0,05\$$). Hasil statistik ini membuktikan secara ilmiah bahwa kapasitas penangkalan radikal bebas pada produk kombucha jongi ini sangat ditentukan secara simultan oleh ketepatan takaran formulasi ekstrak buah dan durasi waktu pemeraman fermentasinya. Signifikannya nilai interaksi tersebut membuktikan bahwa respons fluktuasi aktivitas antioksidan tidak berjalan terpisah, melainkan pengaruh lama fermentasi berbeda nyata pada setiap variasi konsentrasi buah jongi yang digunakan. Guna mengidentifikasi perbedaan nilai rata-rata antar-seluruh kombinasi kelompok perlakuan secara spesifik serta melihat kelompok mana saja yang berbeda nyata, analisis data dilanjutkan dengan Uji Lanjut *Tukey HSD* (*Honestly Significant Difference*) yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Tukey

Perlakuan	Rata-rata	Kelompok
KJ 5% hari10	97,63	a
K hari ke 7	93,38	b
K hari ke 5	93,26	b
KJ 10 % hari ke 10	91,43	c
KJ 30% hari ke 10	91,13	cd
KJ 5% hari ke 7	91,01	cd
KJ 10% hari 7	91,01	cd
KJ 20% hari 10	91,01	cd
KJ 30% hari 7	90,95	cd
KJ 30% hari 5	90,60	d
KJ 20% hari 5	89,00	e
KJ 5% hari 5	88,29	ef
J hari 10	87,46	fg
J hari 7	85,69	gh
KJ 10% hari 5	86,52	gh
KJ 20% hari 7	86,52	gh
K. hari 10	85,27	h
J hari 5	84,86	h

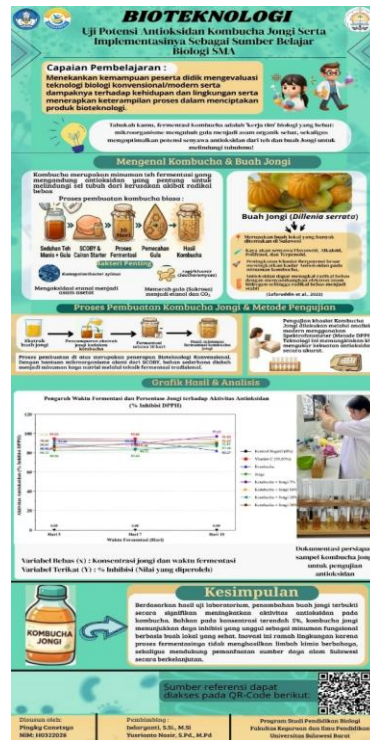
Berdasarkan hasil uji lanjut Tukey HSD pada Tabel 4, kelompok formula kombucha jongi perlakuan KJ 5% hari 10 sukses menempati notasi kelompok tertinggi yaitu huruf "a" dengan rata-rata persentase aktivitas antioksidan paling optimal mencapai 97,63%. Kelompok perlakuan ini terbukti berbeda nyata secara signifikan dengan sebagian besar variasi kelompok perlakuan kombinasi lainnya. Data statistik dari uji Tukey ini mempertegas bahwa peningkatan konsentrasi buah jongi di atas 5% (seperti 10% s.d. 30%) atau perpanjangan/pengurangan masa fermentasi di luar 10 hari tidak memberikan lonjakan aktivitas antioksidan yang searah. Hal ini dikarenakan sistem fermentasi telah mencapai titik jenuh optimal pada formula KJ 5% hari 10, di mana rasio substrat dan aktivitas enzimatis berada pada keseimbangan mekanis yang paling efisien, sehingga penggunaan kombucha buah jongi 5% mampu secara efektif mempertahankan stabilitas senyawa fungsional hingga akhir masa pemeraman.

Pengembangan Sumber Belajar Berupa Infografis

Data kuantitatif hasil pengujian potensi aktivitas antioksidan kombucha buah jongi ini selanjutnya ditransformasikan ke dalam media pembelajaran berupa produk sumber belajar biologi berbentuk media infografis kontekstual. Proses perancangan mengadopsi model pengembangan R&D (*Research and Development*) model 4-D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) yang batasan operasionalnya disesuaikan hingga pada tahapan validasi instrumen ahli (*Develop*). Menurut Taufik et al. (2022), kelebihan dari model 4-D adalah kerangka uraiannya yang lebih lengkap, sistematis, serta melibatkan penilaian ahli secara iteratif, sehingga sebelum layak digunakan sumber belajar telah melalui revisi berdasarkan evaluasi saran dan masukan dari validator. Pada fase pendefinisian (*Define*), dilakukan identifikasi masalah konteks pembelajaran materi Bioteknologi Kelas XII SMA (Fase F) di SMA Negeri 1 Tabulahan, di mana pola pengajaran dinilai monoton karena sebatas menyalin buku teks wajib utama sekolah dan menggunakan metode ceramah sehingga memerlukan inovasi visual fungsional.

Fase berikutnya adalah perancangan (*Design*) yang menghasilkan draf produk awal infografis menggunakan platform desain digital Canva. Isi materi dalam infografis tersebut merangkum proses fermentasi bioteknologi konvensional secara sistematis, mulai dari persiapan teh manis, peran krusial

SCOBY dalam mengekskresikan senyawa bermanfaat seperti probiotik dan vitamin, hingga memperkenalkan potensi lokal tanaman buah jongi/dengen yang kaya fitokimia sebagai bahan penguat khasiat minuman. Melalui grafik hasil uji laboratorium yang disajikan, siswa dapat dengan mudah memahami hubungan antara durasi waktu fermentasi dengan tingkat inhibisi antioksidan sampel. Struktur visualisasi draf rancangan awal produk infografis yang diimplementasikan dari hasil penelitian ini disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Infografis Implementasi Hasil Penelitian (Sumber: Data Primer, 2026)

Pada fase pengembangan (*Develop*), draf media sumber belajar infografis yang telah selesai disusun kemudian diuji kelayakannya melalui instrumen penilaian angket lima skala Likert oleh tim validator ahli untuk memeriksa kelayakan sumber belajar sebelum digunakan di kelas. Akumulasi perolehan skor hasil penilaian instrumen oleh tim validator dicantumkan secara ringkas pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Validasi Infografis

No	Validator	Hasil penilaian	Keterangan
1	Validator I	4,2	Valid
2	Validator II	3,9	Valid

Berdasarkan hasil validasi baik oleh validator I dan validator II diperoleh nilai yaitu 4,2 dan 3,9 yang mengartikan bahwa sumber belajar yang dibuat dinyatakan valid dan layak untuk digunakan. Infografis tersebut disusun berdasarkan capaian pembelajaran yang menuntut siswa untuk mampu mengevaluasi produk bioteknologi konvensional dan dampaknya bagi kehidupan. Pada penelitian Tanjung dan Fitriani (2024) menyatakan kelebihan infografis adalah dapat lebih mudah dipahami dan juga diminati oleh siswa atau peserta didik. Ia juga menyatakan bahwa infografis adalah representasi visual yang mengintegrasikan informasi yang berasal dari data dan grafik untuk menyampaikan pesan.

Menurut Dunlap et al. (2016) infografis sendiri merupakan salah satu cara untuk menyajikan informasi dalam bentuk visual dan grafis.

Agar kualitas dan ketepatan visualisasi materi bioteknologi lokal tersebut, proses perancangan media ini menerapkan model pengembangan 4D (Define, Design, Develop, Disseminate). Menurut Taufik et al. (2022) kelebihan dari model 4D adalah uraiannya lebih lengkap dan sistematis serta melibatkan penilaian ahli sehingga sebelum layak digunakan sumber belajar telah dilakukan revisi berdasarkan evaluasi saran dan masukan dari validator. Kemudian dalam penelitian oleh Hakli et al. (2022) infografis yang juga dibuat dengan metode R&D model 4D berdasarkan nilai yang diberikan oleh validator ahli dinyatakan sangat valid dan layak untuk digunakan sebagai sumber belajar.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa seluruh formula minuman kombucha dengan penambahan buah jongi (*Dillenia serrata*) memiliki aktivitas antioksidan yang tergolong sangat kuat dengan persentase inhibisi berada pada rentang 80,96%–97,63%. Tingginya aktivitas antioksidan tersebut diduga dipengaruhi oleh adanya efek sinergis antara senyawa bioaktif yang terkandung dalam buah jongi seperti flavonoid dan polifenol dengan metabolit hasil fermentasi SCOBY berupa asam organik yang mampu meningkatkan kemampuan penangkapan radikal bebas. Hasil analisis menggunakan uji Two-Way ANOVA menunjukkan bahwa variasi konsentrasi buah jongi, lama fermentasi, serta interaksi antara kedua faktor tersebut memberikan pengaruh yang signifikan terhadap aktivitas antioksidan dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 (Sig < 0,05). Hasil uji lanjut Tukey HSD menunjukkan bahwa perlakuan KJ5% H10 yaitu kombinasi konsentrasi buah jongi sebesar 5% dengan lama fermentasi 10 hari merupakan perlakuan terbaik dengan nilai persen inhibisi tertinggi sebesar 97,63%. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi buah jongi yang lebih rendah justru menghasilkan keseimbangan substrat yang lebih optimal bagi aktivitas mikroorganisme fermentasi dibandingkan konsentrasi yang lebih tinggi. Selain itu, hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa produk kombucha jongi berpotensi diimplementasikan sebagai sumber belajar biologi kontekstual pada materi Bioteknologi Kurikulum Merdeka Fase F Kelas XII SMA. Pengembangan media infografis menggunakan model 4-D yang dibatasi sampai tahap develop dinyatakan valid dan layak berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung pemahaman konsep fermentasi dan pemanfaatan potensi pangan lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ungkapan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada pembimbing I penulis yang telah banyak membantu selama proses penelitian hingga penyusunan hasil penelitian serta pembimbing II penulis yang juga senantiasa membimbing dan mengarahkan penulis hingga boleh menyelesaikan artikel penelitian ini.

RUJUKAN

Alfina, A., Witanto, A. B., Sya'bana, A. S., & Daniarsih, A. (2026). Pengembangan kombucha cengkeh dan pandan wangi serta uji aktivitas antidepresan secara in vivo terhadap mencit jantan. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya (JB&P)*, 13(1), 146–162. <https://doi.org/10.29407/jbp.v13i1.27467>

- Astuti, I., & Mulyati, I. (2024). Implementasi desain 4D dalam konseling kelompok dengan teknik bibliokonseling untuk meningkatkan literasi sains siswa. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 17(1), 1–10. <https://doi.org/10.31800/jtp.v17i1.123>
- Dafit, F., & Mustika, D. (2021). Pengembangan bahan ajar membaca berbasis Higher Order Thinking Skills pada siswa sekolah dasar. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(6), 4889–4903. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i6.1565>
- Dunlap, J. C., & Lowenthal, P. R. (2016). Getting graphic about infographics: Design lessons learned from popular infographics. *Journal of Visual Literacy*, 35(1), 42–59. <https://doi.org/10.1080/1051144>
- Hakli, A. F., Mansur, H., & Satrio, A. (2022). Pengembangan media infografis animasi mata pelajaran biologi materi ekosistem untuk kelas X. *Journal of Instructional Technology*, 3(1), 96–102. <https://doi.org/10.32585/jkp.v4i1.443>
- Hutasoit, D. P., Gultom, E. S., & Hafzari, R. (2025). Pengembangan bahan ajar buku saku digital berbasis Socio-Scientific Issues (SSI) pada materi bioteknologi kelas IX SMP. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya (JB&P)*, 12(2), 216–228. <https://doi.org/10.29407/jbp.v12i2.25813>
- Idris, S. A., Wulandari, P. K., Firdayani, Angriani, F., Agung, W. M. Y., Darmayanti, W., Susanti, Zeptiono, & Alisha, D. (2025). Pembuatan I kombucha dengan tambahan herbal sebagai minuman probiotik di Desa Soropia. *Jurnal Pengabdian Masyarakat: Pemberdayaan, Inovasi dan Perubahan*, 5(6), 178–205. <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.59818/jpm.v5i6.2226>
- Indah, N., Prihartini, N., Salahuddin, & Marselia, M. (2025). Pembuatan infografis data strategis sebagai media visualisasi statistik pada Badan Pusat Statistik Kabupaten Sambas. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 3(12), 88–117. <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.62281/jma.v3i12>
- Isdaryanti, Amaliah, N., & Nursyamsi, S. Y. (2023). Profiling kandungan senyawa hasil fermentasi kombucha langsung dengan metode GC-MS. *Artikel BIOMA*, 39–46. <https://doi.org/10.62281/>
- Khoiriyah, I., & Wikandari, P. R. (2023). Potensi minuman sari kulit singkong fermentasi dengan kultur starter *Lactobacillus plantarum* B1765 sebagai antioksidan. *UNESA Journal of Chemistry*, 12(3), 120–128. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/uic/article/view/26002>
- Maharani, A. I., Ferix, R., Intan, F., Kaprian, A., Natasya, A. R., Nurul, F. I., & Siska, A. F. (2021). Peran antioksidan alami berbahan dasar pangan lokal dalam mencegah efek radikal bebas. *Prosiding SEMNAS BIO 2021*, 390–398. <https://www.google.com/search?q>
- Membri, D. K., Yudistira, A., & Abdullah, S. S. (2021). Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol spons *Liosina paradoxa* yang dikoleksi dari Pulau Mantehage. *PHARMACON*, 10(2), 774–779. <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.35799/pha.10.2021>
- Nasution, I. W., & Nasution, N. H. (2022). Peluang minuman I kombucha dan potensinya sebagai minuman kesehatan pencegah dan penyembuh aneka penyakit. *Journal of Comprehensive Science*, 1(1), 9–16. <https://jcs.greenpublisher.id/index.php/jcs/article/view/2>
- Pratama, M., Baits, M., & Ananda, S. (2023). Penetapan kadar flavonoid total ekstrak etanol daun tanaman jongi (*Dillenia serrata*) menggunakan metode spektrofotometri UV-VIS. *Makassar Pharmaceutical Science Journal*, 1(3), 224–232. <https://journal.farmasi.umi.ac.id/index.php/mpsi/article/view/101>

- Priyono, & Riswanto, D. (2021). Studi kritis minuman I kombucha: Manfaat bagi kesehatan, kadar alkohol dan sertifikasi halal. *IJMA: International Journal Mathla'ul Anwar of Halal Issues*, 1(1), 125–311. <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.30653/ijma.v1i1.40>
- Riany, M., Santoso, B., & Wijaya, A. (2022). Aktivitas antioksidan dan sifat sensoris kombucha berbagai jenis buah tropis. *Jurnal Technology Pangan dan Hasil Pertanian*, 17(1), 25–34. <https://doi.org/10.26623/jtphp.v17i1.4851>
- Savitri, I. K. W., & Sastiti, N. G. A. M. D. A. (2021). Pengaruh lama fermentasi terhadap total fenol dan aktivitas antioksidan kombucha buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 5(1), 1–12. <https://doi.org/10.26877/jiphp.v5i1.8243>
- Setyawati, T., Putrie, I. R., Walanda, R. M., Oktafiani, D., Listawati, Zahid, S. R., Saleh, A. K. I., & Esa, M. B. (2024). Pemahaman penyakit degeneratif pada masyarakat di Kelurahan Talise. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 7(8), 3374–3383. <https://doi.org/10.56338/jks.v7i8.5928>
- Tanjung, J. H., & Fitriani, L. (2024). Penggunaan infografis sebagai media pembelajaran terhadap kemampuan menulis teks deskripsi. *Gule Kita*, 8(4), 709–714.
- Taslina, T. Z., Oktoba, Z., Ulandari, A. S., & Iqbal, M. (2025). Analisis aktivitas antioksidan ekstrak daun katang-katang (*Ipomea pes caprae*) dengan metode DPPH: Literature review. *Jurnal Riset Ilmu Kesehatan Umum dan Farmasi*, 3(1), 203–212. <https://doi.org/10.57213/jrikuf.v3i1.594>
- Taufik, M., Dwijayanti, I., & Rasiman. (2022). Pengembangan media pembelajaran aplikasi android berbasis problem posing untuk meningkatkan hasil belajar pada materi bangun ruang bagi siswa kelas VI. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 7(2), 908–917. <https://share.google/y0PmlR7yE2lcDSaWn>
- Uțoiu, E., Matei, F., Toma, A., Diguță, C. F., Ștefan, L. M., Mănoiu, S., Văjmașu, V. V., Moraru, I., Oancea, A., Israel-Roming, F., Cornea, C. P., Constantinescu-Aruxandei, D., Moraru, A., & Oancea, F. (2018). Bee collected pollen with enhanced health benefits, produced by fermentation with a kombucha consortium. *Nutrients*, 10(10), 1365. <https://doi.org/10.3390/nu10101365>
- Wati, A. E., Prasetya, F., & Junisa, F. S. (2022). Uji aktivitas antioksidan ekstrak ethanol buah belimbing wulu. *Jurnal Mulawarman Pharmaceutical Conference*, 12(2), 23–24. <https://doi.org/10.25026/mpc.v16i1.666>
- Wibawa, I. P. A. H., Lugrayasa, I. N., & Sutomo. (2021). Potential study of *Dillenia serrata* Thunb. Fruit extract from Bali Botanical Garden's collection. *Berkala Penelitian Hayati (Journal of Biological Researches)*, 26(2), 73–78. <https://doi.org/10.23869/bphjbr.26.2>
- Widiasriani, I. A. P., Ni Nyoman, W. U., Ginza Afriyanchika, P. T., Ni Putu, E. M. K. D., Ni Luh, W. E. W., & Anak Agung, S. S. P. (2024). Artikel review: Peran antioksidan flavonoid dalam menghambat radikal bebas. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)*, 6(2), 122–147. <https://doi.org/10.37311/jsscr.v6i2.27055>
- Vela, L. V. (2021). Validitas media pembelajaran e-learning berbasis Edmodo dalam pembelajaran biologi pada sekolah menengah atas. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya (JB&P)*, 8(1), 26–31. <https://doi.org/10.29407/jbp.v8i1.15780>
- Zubaidah, E., Ifadloh, N. L., & Afgani, C. A. (2018). Perubahan karakteristik kimia dan mikrobiologi selama fermentasi kombucha sari buah salak (*Salacca zalacca*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 19(1), 45–54. <https://doi.org/10.21776/ub.itp.2018.019.01.5>