

**Karakteristik Fisika dan Biokimia Pada Larutan Ecoenzym Sebagai Sumber  
Belajar SMA/Sederajat**



**SKRIPSI**

Diajukan guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan  
pada Program Studi Pendidikan Biologi

oleh:

**Fadhillah Marta**

**NIM 2251600002**

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS VETERAN BANGUN NUSANTARA**

**2026**

## ABSTRAK

FADHILLAH MARTA. NIM 2251600002. Karakteristik Fisika dan Biokimia Pada Larutan Ecienzym Sebagai Sumber Belajar SMA/Sederajat. Pembimbing: Dr. Ratna Dewi Eskundari, M.Si. Skripsi. Sukoharjo: Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Sukoharjo. 2026.

Kurikulum Merdeka menekankan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan berbasis eksperimen dengan memanfaatkan lingkungan sekitar sebagai sumber belajar kontekstual. Penelitian ini menganalisis karakteristik fisika (pH, warna, dan aroma) serta sifat biokimia (metabolit primer dan sekunder) dari larutan ecoenzym yang dibuat menggunakan molase dan gula aren. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan data kuantitatif deskriptif untuk mengidentifikasi perbedaan karakteristik fisika dan biokimia antara kedua larutan tersebut. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi pada nilai pH, intensitas aroma, warna, dan kandungan metabolit, yang mengindikasikan bahwa jenis bahan baku memengaruhi sifat ecoenzym yang dihasilkan. Temuan ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar kontekstual bagi siswa SMA dan SMK Kesehatan dalam pembelajaran biologi dan kimia sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Selain itu, analisis metabolit primer (gula reduksi, protein, asam organik, dan lipid) serta metabolit sekunder (alkaloid, saponin, tanin, flavonoid, dan kumarin) memberikan bukti ilmiah yang bermakna dalam mengaitkan proses fermentasi dengan perubahan kimia yang dapat diamati. Integrasi antara investigasi laboratorium dan pemanfaatan bahan lingkungan nyata ini mendukung pengembangan literasi sains, kemampuan berpikir kritis, serta keterampilan eksperimen peserta didik melalui kegiatan pembelajaran kontekstual dan berbasis inkuiri.

**Kata kunci :** Biokimia, ecoenzym , karakteristik fisika dan biokimia, Kurikulum Merdeka, metabolit, pembelajaran kontekstual.

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Mata pelajaran Biologi pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) memiliki peran strategis dalam membekali peserta didik dengan pemahaman ilmiah tentang makhluk hidup, lingkungan, serta proses biologis yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Pembelajaran biologi tidak hanya bertujuan untuk menanamkan konsep, tetapi juga mengembangkan kemampuan berfikir ilmiah, ketrampilan sains, serta sikap peduli terhadap lingkungan (Rustaman, 2018). Oleh karena itu, pembelajaran biologi perlu dirancang secara kontekstual agar peserta didik mampu mengaitkan konsep teoritis dengan fenomena nyata yang dijumpai di lingkungan sekitar.

Pembelajaran yang kontekstual dan berbasis pengalaman langsung terbukti dapat meningkatkan motivasi belajar serta pemahaman konsep peserta didik. Melalui kegiatan praktikum sederhana dan pengamatan lingkungan, siswa dilatih untuk mengamati, mengumpulkan data, menganalisis hasil, serta menarik kesimpulan secara ilmiah (Widodo & Jasmandi, 2019). Pendekatan ini sejalan dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan ketrampilan berfikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi, yang penerapannya sangat bergantung pada ketersediaan sumber belajar yang relevan dan aplikatif (Sani, 2020).

Implementasi kurikulum merdeka ini semakin menegaskan pentingnya pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan berbasis proses ilmiah. Kurikulum ini mendorong pemanfaatan sumber belajar yang berasal dari lingkungan sekitar serta menekankan pembelajaran berbasis dan eksperimen sebagai sarana penguatan pemahaman konsep (Salsabila, 2025). Akan tetapi, dalam praktek pembelajaran biologi di SMA maupun SMK sering didominasi oleh metode ceramah dan penggunaan buku teks sehingga, keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran belum optimal khususnya pada sekolah kejuruan bidang kesehatan dan pertanian yang seharusnya menekankan aspek

aplikatif. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya sumber belajar yang bersifat kontekstual, mudah diterapkan, dan berbasis lingkungan, sehingga peserta didik dapat terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran melalui kegiatan praktikum dan eksperimen sederhana yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (Yolanda, 2023).

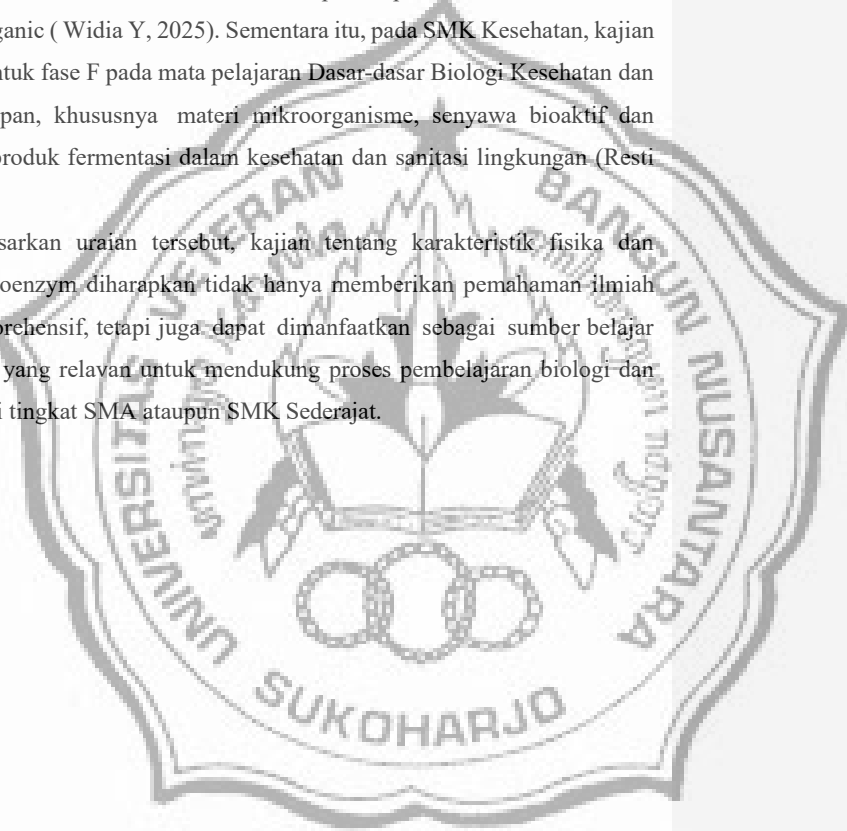
Fermentasi bahan organik dengan penambahan gula aren atau molase sudah banyak diterapkan oleh masyarakat. Terutama oleh masyarakat yang peduli terhadap lingkungan. Bahan organik yang umum digunakan dalam proses fermentasi biasanya berupa sisa buah, sayuran, bahkan bunga yang kemudian dicampurkan dengan air serta sumber gula untuk mendukung aktivitas mikroorganisme selama proses fermentasi. Proses tersebut menghasilkan cairan kompleks yang dikenal sebagai ecoenzym (Eskundari et al., 2022). Dalam penelitian ini, larutan ecoenzym dibuat dari bahan dasar daun iung, rambusa, cengekeh, dan kulit melon, dengan pembeda utama berupa jenis sumber gula yang digunakan dalam proses fermentasi yaitu molase dan gula aren (Kamaliya & Lusiani, 2023).

Larutan ecoenzym yang dihasilkan dari fermentasi limbah organik memiliki banyak kegunaan, termasuk sebagai pupuk organik cair yang dapat membantu meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman (Kesmayanti et al 2025). Larutan hasil fermentasi organik (ecoenzym) telah ditemukan memiliki kandungan antimikroba, sehingga sangat berpotensi untuk digunakan sebagai anti jamur pada tanaman (arifan & Prima 2025). Ecoenzym merupakan larutan kompleks yang dihasilkan melalui proses fermentasi limbah organik dengan gula dan air menunjukkan perbedaan karakteristik fisika dan biokimia yang penting untuk berbagai aplikasinya. karakteristik fisika ecoenzym dapat diamati pH, bau dan warna yang mencerminkan hasil fermentasi (Eskundari et al., 2023). Sementara itu, karakteristik biokimia ecoenzym terbagi menjadi metabolit primer seperti enzyme, asam organik, dan gula reduksi, serta metabolit sekunder seperti flavonoid dan saponin. Senyawa-senyawa tersebut berperan dalam aktivitas antioksidan, antimikroba serta mendukung fungsi ecoenzym dalam bidang

lingkungan dan pertanian ( Juniar et al., 2025)

Analisis karakteristik fisika dan biokimia ecoenzym dapat dijadikan sebagai sumber belajar kontekstual karena dekat dengan kehidupan sehari-hari dan berbasis masalah lingkungan. Pada SMA materi ini relevan dengan biologi fase F kelas 11 dan 12 pada topik metabolisme, enzyme, fermentasi, dan bioteknologi sederhana, serta kimia fase E-F pada topik asam-basa, larutan dan senyawa organik ( Widia Y, 2025). Sementara itu, pada SMK Kesehatan, kajian ini sesuai untuk fase F pada mata pelajaran Dasar-dasar Biologi Kesehatan dan Kimia Terapan, khususnya materi mikroorganisme, senyawa bioaktif dan penerapan produk fermentasi dalam kesehatan dan sanitasi lingkungan (Resti 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, kajian tentang karakteristik fisika dan biokimia ecoenzym diharapkan tidak hanya memberikan pemahaman ilmiah yang komprehensif, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar kontekstual yang relevan untuk mendukung proses pembelajaran biologi dan kesehatan di tingkat SMA ataupun SMK Sederajat.



## **BAB II**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan tempat penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada 29 Januari 2026 dan bertempat di Universitas Veteran Bangun Nusantara. Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimen dengan pendekatan kuantitatif deskriptif, yang bertujuan untuk memperoleh data terukur guna untuk mendeskripsikan karakteristik objek penelitian secara sistematis.

#### **B. Alat dan bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pH meter, gelas ukur, gelas beker, tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet tetes, timbangan analitik, hot plate, serta alat pendukung lainnya. Untuk bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi larutan Ecoenzym sebagai sampel. Larutan ecoenzym ini terdiri dari 2 yaitu berbahan dasar molase dan gula aren. Selanjutnya untuk bahan-bahan yang dibutuhkan dalam pengujian ini adalah aquades, larutan benedict (uji gula reduksi), reagen Biuret (uji protein), indikator asam basa (baking soda), pereaksi fitokimia berupa reagen Dragendroff, larutan Mg dan HCL pekat (uji saponin, serta uji kumarin).

#### **C. Metode Analisis**

##### **1. Analisis Karakteristik Fisika**

1. Analisis karakteristik fisika yang pertama adalah pH. Pengukuran larutan pH larutan ecoenzym dilakukan menggunakan kertas pH indikator universal MQuant untuk mengetahui tingkat keasaman hasil fermentasi. Sebanyak 5ml larutan ecoenzym dituangkan ke dalam wadah bersih. Kertas pH MQuant kemudian dicelupkan ke dalam larutan selama beberapa detik hingga indikator warna terdeteksi secara merata. Setelah itu, kertas pH diangkat dan perubahan warna yang muncul dibandingkan dengan skala warna standar yang tersedia pada suhu ruang dan diulang sebanyak tiga kali untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dan konsisten (Skoog et al., 1996).

2. Selain analisis pH, karakteristik fisika juga perlu dilakukan analisis warna. Pengukuran warna pada larutan ecoenzym dilakukan secara organoleptic menggunakan metode uji deskripsi visual yang melibatkan tiga panelis terlatih. Setiap panelis telah memahami kriteria penilaian warna dan memiliki pengalaman dalam evaluasi sensori. Sampel ecoenzym ditempatkan dalam wadah transparan pada kondisi pencahayaan yang sama, kemudian panelis mengamati warna larutan secara visual. Penilaian warna dilakukan berdasarkan karakteristik warna yang tampak, seperti tingkat kecerahan dan kecenderungan warna (misalnya coklat muda hingga coklat tua). Hasil pengamatan dari seluruh panelis selanjutnya dirangkum untuk memperoleh gambaran warna ecoenzym sebagai salah satu parameter fisika yang mencerminkan tingkat dan karakteristik fermentasi ( Lawless & Heymann., 2010)
3. Analisis karakteristik fisika yang terakhir dalam penelitian ini adalah analisis karakteristik bau pada larutan ecoenzym. Analisis bau ecoenzym dilakukan secara organoleptik menggunakan metode uji deskriptif oleh tiga panelis terlatih. Sampel ecoenzym ditempatkan dalam wadah tertutup, kemudian dibuka dan diamati aromanya secara langsung pada kondisi lingkungan yang sama. Panelis menilai karakter bau yang muncul, seperti tingkat keasaman, aroma fermentatif, dan intensitas bau yang dihasilkan. Hasil penilaian aroma digunakan sebagai parameter fisika untuk menggambarkan tingkat dan karakteristik proses fermentasi ecoenzym (Lawless & Heymann, 2010; Stone et al., 2012).

Commented [SM-A125F1]: Analisis

## 2. Analisis Karakteristik Biokimia

1. Analisis karakteristik biokimia pada larutan ecoenzym ada beberapa 9 analisis uji. Untuk analisis uji yang pertama adalah analisis uji gula reduksi. Uji gula reduksi dilakukan menggunakan metode Benedict untuk mengetahui kandungan gula hasil fermentasi pada larutan ecoenzym. Sebanyak 2 mL larutan ecoenzym dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 2 mL reagen Benedict. Campuran

larutan dihomogenkan dan dipanaskan menggunakan water bath atau kompor listrik selama  $\pm 5$  menit. Setelah proses pemanasan, perubahan warna larutan diamati sebagai indikator keberadaan gula reduksi. Hasil uji dinyatakan positif apabila terjadi perubahan warna dari hijau, kuning, hingga oranye atau merah bata, di mana intensitas warna merah bata menunjukkan kadar gula reduksi yang semakin tinggi ( Benedict, 1909).

2. Setelah dilakukan uji karakteristik biokimia uji gula reduksi selanjutnya dilakukan uji protein. Uji protein dilakukan menggunakan metode Biuret untuk mengidentifikasi keberadaan protein terlarut dalam larutan ecoenzym. Sebanyak 2 mL larutan ecoenzym dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 2 mL larutan NaOH 10% dan diaduk perlahan. Selanjutnya, ditambahkan 2–3 tetes larutan  $\text{CuSO}_4$  1% dan campuran dihomogenkan. Terbentuknya warna ungu atau violet menunjukkan hasil positif adanya protein, yang terjadi akibat pembentukan kompleks antara ion  $\text{Cu}^{2+}$  dengan ikatan peptida dalam suasana basa (Gornall et al., 1949; Sadasivam & Manickam, 2008).
3. Uji karakteristik biokimia selanjutnya adalah uji asam organik dengan menggunakan metode Natrium Bikarbonat. Uji asam organik dilakukan menggunakan metode natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) untuk mengidentifikasi keberadaan asam hasil fermentasi pada larutan ecoenzym. Sebanyak 5 mL larutan ecoenzym dimasukkan ke dalam gelas reaksi atau tabung reaksi, kemudian ditambahkan  $\pm \frac{1}{2}$  sendok kecil soda kue ( $\text{NaHCO}_3$ ). Reaksi yang terjadi diamati secara visual, khususnya pembentukan gelembung gas. Terbentuknya gelembung gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) menunjukkan hasil positif adanya asam organik, yang terjadi akibat reaksi antara asam dengan  $\text{NaHCO}_3$  selama proses fermentasi (Harborne, 1998; Sadasivam & Manickam, 2008).
4. Uji selanjutnya adalah uji lemak. Uji lemak dilakukan menggunakan metode bercak kertas (grease spot test) untuk mengidentifikasi keberadaan lemak dalam larutan ecoenzym. Sebanyak  $\pm 2$ –3 tetes larutan ecoenzym diteteskan pada kertas saring atau kertas buram yang bersih

dan kering, kemudian dibiarkan mengering pada suhu ruang. Setelah kering, kertas diamati terhadap adanya bercak transparan atau tembus cahaya. Terbentuknya bercak transparan yang menetap pada kertas menunjukkan hasil positif adanya kandungan lemak, karena lemak bersifat non-volatil dan mampu menembus serat kertas ( Hanck, 1953; Joshi & Bhosale, 2024).

5. Setelah dilakukan uji metabolit primer, pada penelitian ini juga meneliti uji karakteristik biokimia pada metabolit sekunder, diantaranya yaitu uji alkaloid. Uji alkaloid pada larutan ecoenzym dilakukan dengan menggunakan reagen Dragendorff sebagai ujian kualitatif untuk mendeteksi keberadaan senyawa alkaloid. Sebanyak 2 mL larutan ecoenzym dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 2–3 tetes reagen Dragendorff sebelum dihomogenkan. Pembentukan endapan berwarna oranye hingga kecokelatan setelah penambahan reagen menunjukkan hasil positif adanya alkaloid, karena nitrogen dalam struktur alkaloid bereaksi dengan ion kompleks dalam reagen untuk membentuk kompleks alkaloid yang tidak larut (Sreevidya & Mehrotra, 2003). Hasil ini merupakan bagian dari skrining fitokimia yang telah banyak digunakan dalam identifikasi metabolit sekunder pada ekstrak bahan alami (Sreevidya & Mehrotra, 2003).
6. Uji karakteristik biokimia selanjutnya adalah uji saponin. Uji saponin dilakukan pada larutan ecoenzym untuk mengidentifikasi keberadaan senyawa saponin melalui pengamatan pembentukan buih atau busa setelah pengocokan. Sebanyak 5 mL larutan ecoenzym dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian dikocok kuat selama  $\pm 30$  detik dan didiamkan selama 5 menit. Terbentuknya buih stabil setinggi  $\pm 1$  cm menunjukkan hasil positif adanya senyawa saponin, karena saponin merupakan senyawa aktif permukaan yang dapat menurunkan tegangan permukaan air dan menghasilkan foam ketika dikocok (Methods for Rapid Screening of Biologically Active Compounds, 2024; Tim min et al., 2025). Uji ini merupakan metode kualitatif yang umum dipakai

dalam skrining fitokimia untuk mendeteksi saponin sebagai metabolit sekunder dalam ekstrak tanaman dan larutan fermentasi (Methods for Rapid Screening of Biologically Active Compounds, 2024).

7. Uji karakteristik biokimia selanjutnya adalah uji tannin. Uji tanin pada larutan ecoenzym dilakukan dengan menambahkan 2 mL larutan ecoenzym ke tabung reaksi kemudian ditetesi 2–3 tetes larutan  $\text{FeCl}_3$  1%. Setelah penambahan  $\text{FeCl}_3$ , perubahan warna menjadi hijau kehitaman atau biru tua diamati sebagai indikator positif adanya senyawa fenolik seperti tanin dalam sampel, karena ion  $\text{Fe}^{3+}$  membentuk kompleks warna dengan gugus hidroksil aromatik pada senyawa polifenol (Ningsih, 2020; Iqbal, 2025). Perubahan warna tersebut mencerminkan interaksi  $\text{FeCl}_3$  dengan struktur fenolik yang umum digunakan dalam skrining fitokimia untuk mendeteksi metabolit sekunder berbasis fenol (Ningsih, 2020). Uji ini memberikan metode kualitatif sederhana untuk mengevaluasi keberadaan senyawa fenolik dalam larutan fermentasi tanpa memerlukan instrumen khusus (Iqbal, 2025).
8. Setelah dilakukan uji tannin pada penelitian ini juga dilakukan uji flavonoid dengan metode uji Shinoda ( $\text{Mg}^{2+}$  HCL). Uji flavonoid pada larutan ecoenzym dilakukan menggunakan metode Shinoda dengan menambahkan 2 mL sampel ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan sedikit serbuk magnesium ( $\text{Mg}$ ) dan 2–3 tetes asam klorida pekat (HCl), setelah itu campuran dihomogenkan. Perubahan warna menjadi merah, jingga, atau kuning diamati sebagai indikator hasil positif adanya senyawa flavonoid, karena ion  $\text{Mg}^{2+}$  dalam suasana asam mereduksi struktur benzopiron flavonoid membentuk kompleks warna khas. Mekanisme uji ini dikenal luas dalam skrining fitokimia untuk mendeteksi golongan flavonoid pada ekstrak atau larutan fermentasi berbasis tanaman. Warna yang dihasilkan dapat bervariasi berdasarkan jenis flavonoid yang ada dalam sampel, namun perubahan warna oranye sampai merah merupakan indikator keberhasilan reaksi Shinoda

(Hardiningsih *et al.*, 2025).

9. Analisis karakteristik biokimia yang terakhir dalam penelitian ini adalah uji kumarin. Uji kumarin dilakukan pada larutan ecoenzym dengan menambahkan 2 mL sampel ke dalam tabung reaksi kemudian ditambah beberapa tetes larutan NaOH 10%, dan perubahan warna diamati secara visual. Perubahan larutan menjadi kuning terang menunjukkan hasil positif adanya kumarin, karena senyawa kumarin dan turunannya bereaksi dengan basa kuat seperti NaOH untuk menghasilkan kompleks berwarna kuning. Uji ini merupakan bagian dari skrining fitokimia kualitatif yang umum diterapkan untuk mendeteksi keberadaan senyawa fenilpropanoid (kumarin) dalam ekstrak atau larutan fermentasi. Penerapan reagen basa seperti NaOH untuk uji kumarin memberikan indikator sederhana melalui perubahan warna tanpa memerlukan instrumen khusus (Gupta *et al.*, 2020)

### 3. Analisis Potensi Ecoenzym Sebagai Sumber Belajar Kontekstual

Analisis materi pembelajaran. Mengidentifikasi materi biologi yang relevan dengan penelitian ecoenzym seperti fermentasi, metabolisme, mikroorganisme, dan bioteknologi sederhana pada kurikulum SMA/MA. Analisis keterkaitan konsep ini mengkaji kesesuaian antara hasil karakteristik fisika dan biokimia ecoenzym dengan konsep-konsep biologi yang terdapat pada kurikulum. Deskripsi potensi pemanfaatannya meliputi mendeskripsikan bagaimana ecoenzym dapat digunakan sebagai media praktikum sederhana yang menghubungkan konsep biologi dengan fenomena nyata di lingkungan sekitar.

### D. Data dan Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pengamatan langsung dan pengujian laboratorium terhadap kedua sampel ecoenzym. Analisis karakteristik meliputi karakteristik fisika yaitu adalah pH. Untuk pengukuran pH menggunakan kertas pH MQuant. Pengamatan warna dan bau dilakukan secara organoleptik oleh 3 panelis ahli. Analisis biokimia meliputi metabolit primer dilakukan melalui uji gula reduksi, uji protein, uji

asam organic, dan uji lemak dengan metode pengujian kualitatif dan kuantitatif sesuai prosedur laboratorium standar. Selain itu analisis biokimia metabolit sekunder dilakukan menggunakan uji fitokimia meliputi uji alkaloid, uji saponin, uji kumarin, uji tannin, dan uji flavonoid untuk mengidentifikasi kandungan senyawa bioaktif yang ada dalam larutan ecoenzym.

