

Uji Komparatif Aktivitas Enzim Katalase pada Jaringan Hewan dan Tumbuhan

Comparative Analysis of Catalase Enzyme Activity in Animal and Plant Tissues

Dimas Prasetya Ramadhan dan Dedi Damhuri*

Program Studi Kesehatan Hewan, Fakultas Peternakan, Universitas Jambi
Jl. Jambi-Muara Bulian Km 15 Mendalo Indah Kabupaten Muaro Jambi, Jambi Indonesia
36361

Received: 02 Juli 2026./Accepted: 31Juli 2026

*Korespondensi: dedidamhuri@unja.ac.id

ABSTRAK

Penumpukan senyawa radikal bebas hidrogen peroksida (H_2O_2) hasil samping metabolisme berpotensi memicu kerusakan struktural pada komponen seluler. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan serta membandingkan tingkat aktivitas enzim antioksidan katalase pada berbagai sampel jaringan hayati. Metode eksperimen laboratorium diaplikasikan menggunakan ekstrak hati ayam, kentang, mentimun, dan wortel sebagai objek uji dengan parameter volume gelembung gas dan intensitas nyala bara api lidi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jaringan hati ayam menghasilkan kuantitas buih yang melimpah dan uji bara api positif, merepresentasikan laju detoksifikasi yang paling optimal. Sampel tumbuhan memperlihatkan variasi profil kinetika yang khas, di mana gelembung melimpah pada kentang dan mentimun gagal menyalakan api akibat tingginya kelembapan aerosol air (H_2O), sedangkan gelembung minimum pada wortel sukses memicu nyala api karena kemurnian gas oksigen (O_2) yang dibebaskan. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa kapasitas fungsional enzim katalase sangat dipengaruhi oleh karakteristik fisiologis asal jaringan serta tingkat kompleksitas metabolik spesifik organisme.

Kata Kunci: Detoksifikasi; Enzim Katalase; Hidrogen Peroksida; Jaringan Hayati; Oksigen

ABSTRACT

The accumulation of free radical compound hydrogen peroxide (H_2O_2) as a metabolic byproduct potentially triggers structural damage to cellular components. This study aimed to identify the presence and compare the activity levels of the antioxidant enzyme catalase in various biological tissue samples. A laboratory experimental method was applied using extracts of chicken liver, potato, cucumber, and carrot as test objects, with the parameters being the volume of gas bubbles and the intensity of a glowing wood splinter flame. The results showed that the chicken liver tissue produced abundant foam and a positive glowing splinter test, representing the most optimal detoxification rate. Plant samples exhibited distinctive variation in kinetics profiles, where the abundant bubbles in potato and cucumber failed to ignite the flame due to high moisture from water aerosol (H_2O), whereas the minimal bubbles in carrot successfully triggered a flame due to the purity of the released oxygen gas (O_2). Based on these findings, it can be concluded that the functional capacity of the catalase enzyme is significantly influenced by the physiological characteristics of the tissue origin and the specific metabolic complexity of the organism.

Keywords: Catalase Enzyme, Detoxification, Hydrogen Peroxide, Biological Tissue, Oxygen



PENDAHULUAN

Setiap makhluk hidup tersusun atas jutaan sel yang secara konstan menjalankan berbagai aktivitas metabolisme untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Rangkaian reaksi biokimia di dalam sel tersebut melibatkan peran krusial dari protein fungsional spesifik yang dikenal sebagai enzim. Molekul biokatalisator ini berfungsi mempercepat laju reaksi kimia dengan cara menurunkan energi aktivasi tanpa ikut bereaksi atau mengubah kesetimbangan produk akhir. Kinerja enzim yang sangat spesifik dan efisien ini menjadi motor penggerak utama bagi kelancaran seluruh jalur metabolisme, baik metabolisme anabolisme maupun katabolisme, di dalam tubuh organisme (Prihatini et al., 2021).

Aktivitas metabolisme seluler, khususnya proses respirasi aerobik, disadari sering kali menghasilkan berbagai produk sampingan yang tidak lagi dibutuhkan oleh sel. Salah satu senyawa antara yang terbentuk dari sisa metabolisme tersebut adalah molekul hidrogen peroksida (H_2O_2). Senyawa ini tergolong ke dalam kelompok senyawa radikal bebas yang memiliki sifat reaktif yang sangat tinggi terhadap komponen seluler di sekitarnya. Akumulasi senyawa peroksida yang berlebihan di dalam sitoplasma dapat memicu terjadinya stres oksidatif yang berujung pada kerusakan organel sel (Gusnirwan et al., 2024).

Dampak destruktif dari akumulasi senyawa radikal bebas tersebut menuntut adanya mekanisme pertahanan seluler yang responsif dan efektif. Kerusakan pada struktur asam nukleat, denaturasi protein structural, dan peroksidasi lipid pada membran sel dapat terjadi secara masif apabila toksisitas senyawa peroksida tidak segera ditangani. Kematian jaringan seluler atau apoptosis dini pada organisme merupakan konsekuensi fatal dari kegagalan sistem proteksi internal ini. Oleh karena itu, reduksi kadar senyawa toksik tersebut menjadi kebutuhan primer yang harus dipenuhi secara konstan oleh setiap sel hidup (Agisna, 2023).

Ancaman kerusakan seluler akibat toksisitas radikal bebas diantisipasi melalui keberadaan sistem antioksidan enzimatis berupa enzim katalase. Enzim ini disintesis dan terlokalisasi di dalam organel khusus bernama peroksisom, yang tersebar di dalam sitoplasma sel eukariotik. Tugas utama dari katalase adalah mengatalisis reaksi hidrolisis hidrogen peroksida secara instan agar berubah menjadi senyawa stabil yang aman bagi sel. Produk akhir dari pemecahan enzimatis ini berupa molekul air (H_2O) dan gas oksigen (O_2), yang kemudian dapat dimanfaatkan kembali oleh

sel dalam proses fisiologis lainnya (Arfah et al., 2023).

Kandungan dan tingkat ekspresi enzim katalase di dalam tubuh makhluk hidup diketahui memiliki variasi yang cukup signifikan antar-jaringan. Perbedaan ini dipengaruhi secara langsung oleh jenis organisme, karakteristik fisiologis jaringan, serta tingkat kompleksitas aktivitas metabolik yang dijalankannya. Jaringan hewan yang memiliki laju respirasi dan metabolisme lebih dinamis umumnya diasumsikan memiliki kepadatan enzim yang berbeda dibandingkan dengan jaringan tumbuhan (Tanta, 2025). Eksplorasi mengenai perbandingan aktivitas katalitik ini menjadi topik yang menarik untuk dipelajari guna memahami spesifisitas sistem pertahanan seluler makhluk hidup.

Penelitian mengenai perbandingan aktivitas biokatalisator ini dapat dilakukan dengan menggunakan sampel komparatif dari kelompok kingdom yang berbeda. Jaringan hewan dalam pengujian ini direpresentasikan oleh organ hati ayam segar yang dikenal kaya akan kompartemen peroksisom. Kelompok jaringan tumbuhan diwakili oleh beberapa jenis sayuran dan umbi yang lazim ditemukan, yaitu kentang, mentimun, serta wortel. Pengamatan terhadap fluktuasi laju reaksi penguraian substrat dari keempat jenis sampel tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran riil mengenai kapasitas detoksifikasi masing-masing jaringan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian mengenai analisis aktivitas biokimia ini dilaksanakan di dalam laboratorium peternakan. Seluruh rangkaian pengujian sampel dikondisikan pada suhu ruang yang konstan guna mencegah terjadinya denaturasi atau kerusakan struktural pada molekul protein enzim. Kondisi lingkungan kerja dijaga sedemikian rupa agar fluktuasi suhu tidak memengaruhi validitas data kinetika enzim yang diukur. Sterilisasi area kerja juga dilakukan sebelum dan sesudah pengujian untuk meminimalisasi risiko kontaminasi mikroorganisme luar yang dapat mengganggu jalannya reaksi.

Alat dan Bahan

Sejumlah peralatan laboratorium esensial disiapkan terlebih dahulu untuk mendukung kelancaran proses pengambilan data pengamatan. Tabung reaksi beserta rak penopangnya digunakan sebagai wadah utama untuk mereaksikan ekstrak jaringan dengan senyawa substrat. Volume larutan kimia diukur dan dipindahkan secara cermat dengan memanfaatkan fungsi pipet tetes. Proses reduksi ukuran sampel dilakukan menggunakan pisau bedah, sementara

mortar dan alu porselen diaplikasikan sebagai alat penghancur dinding sel jaringan. Pengujian keberadaan gas penyokong pembakaran dibantu dengan menggunakan batang lidi kayu serta korek api.

Bahan-bahan biologis dan zat kimia yang menjadi objek pengamatan juga disediakan sesuai dengan standardisasi variabel penelitian. Ekstrak hati ayam segar dipilih sebagai representasi dari karakteristik jaringan organel hewan, sedangkan kelompok jaringan tumbuhan diwakili oleh sampel kentang, mentimun, dan wortel. Larutan hidrogen peroksida (H₂O₂) dengan konsentrasi standar digunakan sebagai substrat spesifik yang akan dihidrolisis oleh enzim. Cairan akuades murni turut ditambahkan dalam volume tertentu sebagai pelarut pembantu selama proses isolasi cairan sel berlangsung.

Preparasi Ekstrak Sampel

Massa dari setiap sampel bahan biologis, baik jaringan hewan maupun tumbuhan dibersihkan kemudian dipotong menjadi fragmen-fragmen kecil di atas cawan petri steril menggunakan pisau bedah. Potongan bahan tersebut dimasukkan ke dalam mortar porselen untuk digerus menggunakan alu secara konstan hingga diperoleh tekstur yang halus. Sedikit akuades ditambahkan ke dalam mortar selama proses penggerusan guna mempermudah pelepasan enzim katalase dari dalam kompartemen seluler. Cairan ekstrak mentah yang kaya akan enzim dipisahkan secara hati-hati dari sisa ampas jaringan ke dalam wadah penampung yang bersih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian aktivitas enzim katalase terhadap berbagai jenis sampel jaringan hewan dan tumbuhan menggunakan hidrogen peroksida (H₂O₂), diperoleh data sebagai berikut: Tabel 1. Hasil Perbandingan Pembentukan Gelembung dan Kandungan Gas Oksigen pada Uji Enzim Katalase

No.	Sampel Bahan	Aktivitas Enzim (Banyak Gelembung/Buih)	Uji Bara Api (Kandungan O ₂)	Keterangan
1	Hati Ayam	Banyak gelembung	Api hidup (Menyala)	Aktivitas Sangat Optimal. Sel hati hewan kaya akan organel peroksisom yang memproduksi enzim katalase dalam jumlah besar untuk fungsi detoksifikasi racun.
2	Kentang	Sangat banyak gelembung	Tidak hidup api	Aktivitas Tinggi namun Gas Lembap. Penguraian H ₂ O ₂ terjadi sangat cepat, namun tingginya uap air (H ₂ O) hasil

Pengujian Aktivitas Enzim (Uji Gelembung Gas)

Filtrat atau cairan ekstrak dari masing-masing sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berbeda dengan volume yang disetarakan secara ketat. Larutan hidrogen peroksida (H₂O₂) ditambahkan ke dalam setiap tabung reaksi secara perlahan dengan bantuan pipet tetes. Reaksi pemecahan senyawa kimia yang ditandai dengan pembentukan buih gas segera diamati sesaat setelah kedua cairan tercampur. Kuantitas serta kecepatan akumulasi gelembung udara pada dinding tabung dicatat secara periodik sebagai indikator laju reaksi katalitik. Tingkat intensitas pembentukan buih tersebut kemudian dikelompokkan ke dalam kategori tertentu untuk mempermudah proses analisis komparatif.

Pengujian Kandungan Oksigen (Uji Bara Api)

Identifikasi jenis gas hasil hidrolisis dilakukan secara simultan bersamaan dengan berlangsungnya reaksi pembentukan gelembung di dalam tabung. Sebatang lidi kayu dibakar terlebih dahulu dengan korek api hingga menghasilkan bara api yang stabil pada bagian ujungnya. Lidi yang membara tersebut segera dimasukkan ke dalam bagian mulut tabung reaksi tanpa menyentuh permukaan cairan atau buih. Perubahan fisik pada ujung lidi diamati secara saksama untuk mengetahui kemampuan gas dalam memicu reaksi oksidasi. Hasil positif diidentifikasi melalui munculnya nyala api yang hidup kembali, sedangkan hasil negatif ditandai dengan padamnya bara api secara instan.

				reaksi diduga meredam panas sehingga bara api padam.
3	Timun (Mentimun)	Banyak gelembung	Tidak hidup api	Aktivitas Sedang. Enzim katalase dalam mentimun berhasil memecah peroksida menghasilkan buih, tetapi konsentrasi gas oksigen belum cukup pekat untuk menyalakan api.
4	Wortel	Sedikit gelembung	Api hidup (Menyala)	Aktivitas Rendah namun Konsisten. Kandungan enzim katalase pada wortel tergolong sedikit (reaksi lambat), tetapi gas oksigen yang dihasilkan murni tanpa banyak uap air sehingga memicu api.

Berdasarkan hasil, pengujian pada jaringan hati ayam menunjukkan tingkat aktivitas katalitik yang paling optimal dan seimbang dibandingkan dengan sampel lainnya. Fenomena terbentuknya gelembung dalam kuantitas banyak yang disertai dengan kemampuan menyalakan bara api membuktikan bahwa proses penguraian berjalan secara masif. Karakteristik ini berkaitan erat dengan fungsi fisiologis hati sebagai organ detoksifikasi utama pada tubuh vertebrata. Sel-sel parenkim hati memiliki densitas organel peroksisom yang sangat tinggi, tempat enzim katalase disintesis dan disimpan dalam jumlah besar (Sari et al., 2018). Ketersediaan enzim yang melimpah tersebut memungkinkan terjadinya pengikatan kompleks enzim-substrat secara cepat, sehingga menghasilkan produk sampingan berupa gas oksigen yang cukup pekat untuk memicu reaksi pembakaran pada bara api (Zulkarnaen et al., 2022).

Sampel tumbuhan seperti kentang memperlihatkan dinamika reaksi yang unik, di mana pembentukan buih terjadi dalam intensitas yang sangat banyak namun gagal menyalakan bara api. Keadaan tersebut mengindikasikan bahwa laju kinetika enzim dalam memecah substrat hidrogen peroksida pada kentang sebenarnya berlangsung sangat tinggi. Namun, pembentukan produk yang terlalu akseleratif ini diduga memicu pelepasan uap air (H₂O) dalam bentuk aerosol yang ikut terjebak di dalam kumpulan buih. Ketika bara api dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kelembapan yang tinggi akibat dominasi molekul air tersebut meredam energi panas dari bara, sehingga api menjadi padam meskipun pasokan oksigen di dalam tabung melimpah (Mahmuda et al., 2024).

Karakteristik yang hampir serupa ditemukan pada sampel mentimun, di mana kemunculan volume gelembung yang cukup banyak tidak diikuti dengan hasil positif pada uji nyala api. Aktivitas enzim katalase pada mentimun berada pada kategori sedang, yang berarti enzim mampu mengikat substrat dengan baik namun dengan laju konversi yang lebih rendah daripada kentang. Kegagalan dalam menyalakan bara api pada sampel ini disebabkan oleh ketidakseimbangan rasio antara volume gas oksigen dengan ruang hampa udara di dalam tabung reaksi. Konsentrasi gas oksigen yang terlepas dari jaringan mentimun belum mencapai ambang batas minimum yang diperlukan untuk mendukung reaksi oksidasi berantai pada lidi yang membara (Wardhani et al., 2023).

Hasil yang kontras justru ditunjukkan oleh jaringan tanaman wortel yang memperlihatkan aktivitas enzim dengan volume gelembung sedikit, tetapi mampu menghidupkan kembali bara api. Fenomena ini mengindikasikan bahwa konsentrasi enzim katalase pada wortel relatif rendah, sehingga situs aktif enzim membutuhkan waktu lebih lama untuk mengonversi molekul hidrogen peroksida. Meskipun kuantitas reaksi berjalan lambat, gas oksigen yang terbentuk selama proses hidrolisis ini memiliki tingkat kemurnian yang sangat baik dan minim kontaminasi uap air. Kondisi lingkungan mikro yang kering di dalam tabung reaksi tersebut mempermudah molekul oksigen murni untuk mengoksidasi karbon pada bara api hingga menghasilkan nyala api yang jelas (Hindriana dan Handayani, 2023).

Secara keseluruhan, perbedaan profil aktivitas enzim antara jaringan hewan dan

tumbuhan ini dipengaruhi oleh tingkat kompleksitas metabolik serta kebutuhan proteksi sel masing-masing organisme. Jaringan hewan seperti hati membutuhkan mekanisme pertahanan yang jauh lebih responsif dan agresif terhadap paparan senyawa toksik karena mobilitas dan laju metabolisme seluler hewan cenderung lebih tinggi daripada tumbuhan. Di sisi lain, variasi yang terjadi antar-sampel tumbuhan seperti kentang, mentimun, dan wortel mencerminkan diversitas distribusi peroksisom dan ekspresi gen penentu enzim katalase pada bagian organel sel yang berbeda. Pemahaman mengenai spesifisitas aktivitas ini mempertegas bahwa efisiensi kerja enzim tidak hanya ditentukan oleh keberadaan substrat, melainkan juga dipengaruhi oleh struktur anatomi jaringan dan kondisi lingkungan reaksi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian komparatif yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa enzim katalase ditemukan pada jaringan hewan (hati ayam) maupun jaringan tumbuhan (kentang, mentimun, dan wortel) dengan tingkat aktivitas yang bervariasi. Aktivitas enzim katalase tertinggi dan paling optimal ditunjukkan oleh jaringan hati ayam, yang ditandai dengan pembentukan gelembung gas dalam jumlah melimpah disertai dengan kemampuan menyalakan kembali bara api secara signifikan. Tingginya efektivitas detoksifikasi pada hati ayam ini dipengaruhi oleh densitas organel peroksisom yang sangat padat sebagai konsekuensi dari fungsi fisiologis hati sebagai organ penawar racun utama pada tubuh hewan. Perbedaan profil respons biologis yang ditunjukkan oleh setiap sampel menegaskan bahwa asal-usul jaringan dan karakteristik metabolik organisme berpengaruh langsung terhadap konsentrasi serta efisiensi kerja enzim katalase dalam menghidrolisis senyawa hidrogen peroksida (H_2O_2).

SARAN

Berdasarkan hasil pengujian komparatif yang telah dilakukan, disarankan untuk penelitian selanjutnya agar melakukan kontrol atau standarisasi terhadap kadar air (kelembapan) pada ekstrak jaringan tumbuhan sebelum direaksikan dengan substrat hidrogen

peroksida. Hal ini penting guna meminimalkan terbentuknya aerosol air yang dapat meredam panas dan mengaburkan hasil uji bara api, sebagaimana yang terjadi pada sampel kentang dan mentimun. Selain itu, penelitian ke depan juga disarankan untuk mengeksplorasi pengaruh variasi konsentrasi hidrogen peroksida serta fluktuasi pH lingkungan reaksi guna memetakan profil kinetika enzim katalase ini secara lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak Laboratorium Fakultas Peternakan Universitas Jambi yang telah memfasilitasi sarana, prasarana, serta instrumen laboratorium esensial selama seluruh rangkaian pengujian biokimia ini berlangsung. Apresiasi dan ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Dosen pembimbing dan segenap laboran serta rekan-rekan di Program Studi Kesehatan Hewan atas bantuan teknis dan bimbingan di lapangan sehingga penelitian komparatif ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agisna, E. T. (2023). *Isolasi Uji Aktivitas, dan Formulasi Lotion Superoksida Dismutase dari Dasun Jambu Klutuk (Psidium guava L.) sebagai ANtioksidan* (Doctoral dissertation, Universitas Bhakti Kencana).
- Arfah, R., Ahmad, A., Karim, A., Natsir, H., & Umar, N. U. (2023). *Teori dan Aplikasi Biokimia*. Unhas Press.
- Gusnirwan, A., & Sangging, P. R. A. (2024). Tinjauan: Malondialdehyde (MDA) sebagai Marker Stres Oksidatif Berbagai Penyakit. *Medical Profession Journal of Lampung*, 14(2), 321-325.
- Hindriana, A. F., & Handayani. (2023). *Pengembangan lembar kerja praktikum berbasis VIPSTA* (Cetakan I). CV. Literasi Nusantara Abadi.
- Mahmuda, I., Saylendra, A., Sulistyorini, E., & Isminingsih, S. (2024). Uji Potensi Isolat Rhizobakteri Menekan Pertumbuhan Jamur Antraknosa Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) secara In Vitro. *Jurnal Ilmiah Membangun Desa dan*

- Pertanian*, 9(6), 572-582.
- Prihatini, I., & Dewi, R. K. (2021). Kandungan enzim papain pada pepaya (*Carica papaya* L) terhadap metabolisme tubuh. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(3), 449-458.
- Sari, W. N., Saebani, S., & Dhanardhono, T. (2018). *Pengaruh Pemberian Butylated Hydroxytoluene (2, 6-Di-Tert-Butyl-4-Methylphenol) Per Oral Dosis Bertingkat terhadap Gambaran Histopatologis Hepar Tikus Wistar* (Doctoral dissertation, Faculty of Medicine).
- Tanta, C. (2025). *Fisiologi Tumbuhan: Dilengkapi dengan Penuntun Praktikum*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Wardhani, I. Y., & Alam, Z. Q. F. (2023). *Biokimia Dasar; Konsep Biokimia dalam Perspektif Sains dan Islam*. Haura Utama.
- Zulkarnaen, Z., Mutiani, L. D., Faritzah, C. P., Cristanti, W., Supriatno, B., & Anggraeni, S. (2022). Pengaruh Suhu terhadap Bioreaktor Tekanan pada Percobaan Enzim Katalase. *Biodidaktika: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 17(2).