



Analisis Interaksi Biokimia Antigen-Antibodi pada Uji ELISA Untuk Deteksi Antibodi Rabies: Tinjauan Kimia Dalam Praktik Karantina Hewan

Meyla Pazyapa Papatungan^{1*}, Netty Iso Ischak¹, Kristina Dwi Wulandari²

¹Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo 96554, Indonesia

²Balai Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan, Gorontalo 96138, Indonesia

*Corresponding author: meylafasyapapatungan@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.34312/je.v21i1.33636>

Abstrak

Rabies merupakan penyakit zoonosis yang bersifat fatal dan masih menjadi ancaman global bagi hewan dan manusia. Deteksi antibodi rabies pada hewan peliharaan seperti kucing menjadi bagian penting dalam proses karantina hewan, khususnya untuk menjamin status kesehatan sebelum dilalulintaskan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil uji ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*) terhadap antibodi rabies pada sampel serum kucing di balai karantina, hewan, ikan dan tumbuhan gorontalo periode bulan april 2025 serta mengkaji secara kimiawi interaksi antigen-antibodi dan reaksi enzim-substrat yang terjadi selama proses pengujian. Pengujian dilakukan berdasarkan standar SNI ISO/IEC 17025 dengan metode sesuai protokol uji pada ELISA KIT Rabies yang digunakan. Nilai *Equivalent Unit* (EU) dari lima sampel serum kucing yang diuji menunjukkan hasil $\geq 0,5$ EU yang diinterpretasikan nilai titer antibodi protektif terhadap virus rabies. Pembacaan hasil dilakukan menggunakan ELISA reader pada panjang gelombang 405 nm. Dari sisi kimia, intensitas warna dalam ELISA ditentukan oleh reaksi antara enzim horseradish peroxidase (HRP) dan substrat TMB (3,3',5,5'-tetramethylbenzidine) yang menghasilkan perubahan warna sebagai indikator konsentrasi antibodi. Penelitian ini menekankan pentingnya pemahaman terhadap parameter kimia seperti pH, suhu, waktu inkubasi, dan konsentrasi reagen, untuk memastikan sensitivitas dan akurasi ELISA dalam praktik karantina hewan.

Kata kunci: Rabies; ELISA; HRP; Antigen; Antibodi; substrat TMB

Abstract

Rabies is a fatal zoonotic disease that remains a global threat to animals and humans. The detection of rabies antibodies in domestic animals such as cats is an important part of the animal quarantine process, particularly to ensure their health status before they are transported. This study aims to analyse the results of the ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) test for rabies antibodies in cat serum samples at the Gorontalo Animal, Fish, and Plant Quarantine Centre during April 2025, as well as to chemically examine the antigen-antibody interactions and enzyme-substrate reactions occurring during the testing process. The testing was conducted in accordance with SNI ISO/IEC 17025 standards using the testing protocol specified in the Rabies ELISA Kit. The Equivalent Unit (EU) values of the five cat serum samples tested showed results of ≥ 0.5 EU, interpreted as protective antibody titres against the rabies virus. The results were read using an ELISA reader at a wavelength of 405 nm. From a chemical perspective, the colour intensity in ELISA is determined by the reaction between horseradish peroxidase (HRP) enzyme and TMB (3,3',5,5'-tetramethylbenzidine) substrate, which produces a colour change as an indicator of antibody concentration. This study emphasises the importance of understanding chemical parameters such as pH, temperature, incubation time, and reagent concentration to ensure the sensitivity and accuracy of ELISA in animal quarantine practices.

Keywords: Rabies; ELISA; HRP; Antigen; Antibody; TMB substrate

The format cites this article in APA style:

Papatungan, M. P., Ischak, N. I., & Wulandari, K. D. (2026). Analisis Interaksi Biokimia Antigen-Antibodi pada Uji ELISA Untuk Deteksi Antibodi Rabies: Tinjauan Kimia Dalam Praktik Karantina Hewan. *Jurnal Entropi*, 21(1), 35-41. <https://doi.org/10.34312/je.v21i1.33636>

PENDAHULUAN

Balai Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan (BKHIT) Gorontalo merupakan unit pelaksana teknis di bawah Badan Karantina Indonesia yang memiliki mandat strategis dalam menjaga keamanan hayati nasional. Tugas utama BKHIT Gorontalo mencakup tindakan karantina dengan produk layanan berupa sertifikat kesehatan hewan, ikan dan tumbuhan. Dalam menjalankan tugas dan fungsinya, BKHIT Gorontalo berperan mencegah masuk, tersebar dan keluarnya Hama Penyakit Hewan Karantina (HPHK), Hama Penyakit Ikan Karantina (HPIK) dan Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina (OPTK) melalui pengawasan lalu lintas antar wilayah/area. Hal ini sejalan dengan amanat Undang-undang (UU) No. 21 Tahun 2019 tentang Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan yang menekankan pentingnya tindakan karantina dalam lalu lintas hewan, ikan dan tumbuhan serta pengawasan keamanan mutu pangan serta pakan.

Salah satu penyakit menular yang menjadi perhatian utama dalam kegiatan karantina adalah rabies, yakni penyakit zoonosis yang sangat fatal dan bersifat neurotropik (Santoso et al., 2021). Rabies disebabkan oleh *Rabies virus* (RABV), anggota genus *Lyssavirus*, famili *Rhabdoviridae* dan termasuk dalam ordo *Mononegavirales* (Walker et al., 2022). Virus ini memiliki morfologi virion berbentuk peluru berukuran diameter 45–100 nm dan panjang 100–430 nm, dilengkapi dengan nukleokapsid helikal yang dibungkus selubung lipid serta spike glikoprotein yang berperan penting dalam pengikatan ke sel inang. Mesokarnivora seperti anjing, serigala, rakun dan kucing merupakan reservoir utama virus ini. Anjing menjadi vektor utama penularan rabies ke manusia melalui gigitan terutama dalam bentuk *canine rabies* yang tersebar luas secara global (Limbong et al., 2025)

Setelah masuk ke tubuh melalui luka gigitan, virus rabies akan bereplikasi di jaringan subepitel atau otot lurik kemudian menyebar ke

sistem saraf perifer melalui ujung saraf motorik dan sensorik. Virus menempuh jalur sentripetal menuju sistem saraf pusat dengan berikatan secara spesifik terhadap reseptor asetilkolin di sinaps neuromuskular. Proses ini menyebabkan infeksi progresif pada otak terutama di sistem limbik yang mengatur perilaku dan emosi. Manifestasi klinis berupa hiperaktif, perubahan perilaku, kelumpuhan hingga kematian akibat gangguan pernapasan merupakan tahapan akhir dari patogenesis penyakit ini. (Gelolodo et al., n.d.).

Menurut WOAHA Secara global, rabies menyebabkan lebih dari 59.000 kematian manusia setiap tahunnya, dengan Asia dan Afrika sebagai wilayah dengan beban kasus tertinggi. Di Indonesia, penyakit ini masih menjadi ancaman nyata. Kementerian Kesehatan RI melaporkan bahwa pada tahun 2024 terjadi 185.359 kasus gigitan hewan penular rabies (GHPR) dengan 122 kematian, sementara hingga awal Maret 2025, telah tercatat 13.453 kasus GHPR dan 25 kematian. Di Provinsi Gorontalo sendiri, sebagai wilayah endemis, tercatat 744 kasus gigitan HPR sepanjang Januari–September 2023 dan 429–581 kasus pada periode 2022–2023. Kasus kematian yang dilaporkan pada 2024 mendorong penetapan status Kejadian Luar Biasa (KLB) rabies di daerah tersebut (Setiawaty et al., 2019) Fakta ini menegaskan pentingnya pengendalian rabies yang lebih komprehensif termasuk melalui vaksinasi hewan peliharaan sebagai upaya preventif utama.

Untuk memastikan keberhasilan vaksinasi rabies dilakukan uji serologis yang dapat mendeteksi keberadaan antibodi protektif dalam serum hewan (Klaudius et al., n.d.). Salah satu metode yang umum digunakan adalah *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA), yang bekerja berdasarkan prinsip interaksi spesifik antara antigen dan antibodi, diperkuat oleh reaksi enzimatis untuk menghasilkan sinyal deteksi. Reaksi biokimia yang terjadi dalam uji ELISA sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor kimia

seperti kestabilan enzim, pH, suhu inkubasi, dan konsentrasi substrat, yang menentukan sensitivitas dan spesifisitas hasil uji. Oleh karena itu, pemahaman mendalam terhadap interaksi biokimia antigen-antibodi menjadi aspek penting dalam menjamin validitas hasil uji titer antibodi rabies (Murtini et al., 2022).

Melalui artikel ini, dilakukan analisis terhadap interaksi biokimia dalam uji ELISA untuk deteksi antibodi rabies sebagai bentuk tinjauan kimia dalam praktik karantina hewan. Pemahaman terhadap reaksi kimia yang mendasari metode ELISA diharapkan dapat meningkatkan ketepatan hasil diagnostik, mendukung efektivitas program vaksinasi, serta memperkuat sistem pengawasan lalu lintas hewan dalam lingkup perkarantinaan.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada saat penulis magang di bulan April 2025 yang bertempat di Laboratorium Serologi, Laboratorium Karantina Hewan, Balai Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan Gorontalo.

Target/Subjek Penelitian

Dalam penelitian ini, fokus utama adalah interaksi biokimia antara antigen dan antibodi selama uji ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) untuk mendeteksi antibodi rabies, terutama dalam praktik karantina hewan. Penelitian ini secara mendalam menganalisis faktor-faktor kimiawi yang memengaruhi stabilitas dan efektivitas reaksi antigen-antibodi, termasuk pH larutan buffer, suhu inkubasi, konsentrasi substrat, dan aktivitas enzim. Penting untuk dicatat bahwa penelitian ini tidak melibatkan individu atau hewan hidup, melainkan mengkaji dokumentasi, protokol laboratorium, dan praktik teknis yang relevan di laboratorium karantina hewan. Jadi, subjek penelitian mencakup reaksi kimia dalam sistem ELISA

serta bagaimana parameter kimia tersebut diterapkan oleh laboran dalam diagnosis rabies di lingkungan karantina.

Prosedur

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan mengacu pada prosedur uji ELISA antibodi rabies yang digunakan di laboratorium Balai Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan Gorontalo yang telah tersertifikasi SNI ISO/IEC 17025:2017. Sampel yang diuji terdiri atas lima serum kucing, yang dianalisis bersama dengan serum kontrol positif berjenjang (K 4 EU, K 2 EU, K 1 EU, K 0,5 EU, K 0,25 EU, dan K 0,125 EU), serum kontrol standar (ST 1 EU), dan serum kontrol negatif. Seluruh serum tersebut, yang telah diencerkan sesuai protokol, dipipetkan masing-masing sebanyak 100 μ L ke dalam sumuran mikroplat secara duplo sesuai urutan.

Setelah semua sumuran terisi, mikroplat ditutup menggunakan plastik adsorben dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 60 menit untuk memungkinkan terjadinya ikatan antara antibodi dalam serum dan antigen yang terlapisi di dasar sumuran. Selanjutnya, penutup dilepas dan cairan dalam mikroplat dibuang. Mikroplat kemudian dicuci menggunakan larutan PBST sebanyak 4–5 kali dengan volume minimal 200 μ L per sumuran, disertai proses tapping hingga tidak tersisa gelembung air.

Langkah berikutnya adalah penambahan larutan konjugat Protein A yang telah diencerkan dengan perbandingan 1:16.000, sebanyak 100 μ L ke setiap sumuran. Mikroplat kembali ditutup dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 60 menit. Setelah inkubasi, cairan dibuang dan dilakukan pencucian ulang sebanyak 4–5 kali menggunakan PBST, dengan metode yang sama seperti sebelumnya.

Setelah proses pencucian, 100 μ L larutan substrat ditambahkan ke setiap sumuran, kemudian mikroplat diletakkan di tempat gelap untuk mencegah degradasi substrat. Setelah terjadi perubahan warna yang spesifik (sekitar \pm 10 menit), ditambahkan

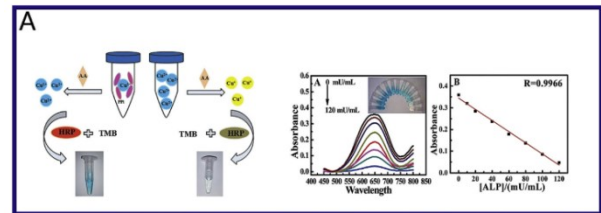
larutan stopper sebanyak 100 μ L per sumuran untuk menghentikan reaksi. Jika perubahan warna belum terbentuk, waktu inkubasi dapat diperpanjang hingga warna muncul. Pembacaan hasil dilakukan menggunakan ELISA Reader pada panjang gelombang 405 nm. Pada prosedur uji ini, parameter kimia seperti pH buffer, suhu inkubasi, dan waktu reaksi diperhatikan untuk dianalisis kaitannya dengan efektivitas pembentukan sinyal warna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ELISA terhadap lima sampel serum kucing menghasilkan nilai *Equivalent Unit* (EU) yang setara atau $\geq 0,5$ EU, dimana nilai tersebut diartikan bahwa titer antibodi yang terbentuk protektif terhadap virus rabies yang menandakan bahwa hewan uji telah memiliki respons imun yang cukup terhadap paparan virus atau vaksin rabies (Putu et al., 2021). Hasil ini menunjukkan bahwa kelima kucing telah membentuk antibodi yang protektif dan dapat dilalulintaskan sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan di bidang Karantina Hewan.

Secara kimia, deteksi antibodi ini bergantung pada mekanisme interaksi spesifik antara antigen yang terlapisi di dasar sumuran mikroplat dengan antibodi dalam serum, yang kemudian dikenali oleh konjugat Protein A berlabel enzim horseradish peroxidase (HRP) (Fitria et al., 2023). Reaksi enzimatik antara HRP dan substrat TMB (3,3',5,5'-tetramethylbenzidine) menghasilkan perubahan warna biru yang intensitasnya proporsional dengan jumlah antibodi yang terikat (Santosa, 2020). Reaksi ini dihentikan dengan penambahan larutan stopper yang menyebabkan perubahan warna menjadi kuning kemudian diukur menggunakan ELISA reader pada panjang gelombang 405 nm. Warna yang lebih pekat menghasilkan nilai OD yang lebih tinggi, mengindikasikan kadar antibodi yang lebih tinggi pula (Aydin et al., 2025). Nilai OD ini sebagai dasar dilakukan perhitungan hasil menggunakan persamaan garis (exel) antara nilai equivalent unit K 4 ; K

2 ; K 1 ; K 0,5 ; K 0,25 ; K 0,125 (titik x) dan nilai OD rata-rata kontrol positif (titik y) untuk mendapatkan EU titer (Carducci et al., 2024).



Sumber: (Tang et al., 2019)

Gambar 1. Skema ilustrasi uji kolorimetri representatif untuk deteksi AP yang berbasis pada sistem Cu^{2+} –horseradish peroxidase (HRP)–3,3',5,5'-tetrametilbenzidina (TMB)– H_2O_2 .

Dalam metode *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) untuk pengujian titer antibodi, setiap komponen memiliki peran kimiawi yang esensial dalam menghasilkan data yang akurat dan terkuantifikasi (Aydin et al., 2025). Serum kontrol positif, yang mengandung antibodi terhadap antigen target dalam konsentrasi yang diketahui (misalnya 4 hingga 0,125 EU), digunakan untuk membentuk kurva standar (*standard curve*) yang memungkinkan kuantifikasi kadar antibodi pada sampel uji berdasarkan nilai absorbansi. Sebaliknya, serum kontrol negatif yang tidak mengandung antibodi spesifik berperan penting dalam menetapkan nilai ambang batas (*cut-off*) serta mendeteksi kemungkinan adanya reaktivitas non-spesifik. Proses pencucian dengan PBST (*phosphate-buffered saline* yang mengandung 0,05–0,1% Tween-20) dilakukan setelah tahap inkubasi untuk menghilangkan molekul tidak spesifik yang tidak berikatan, sehingga mengurangi sinyal latar belakang dan meningkatkan spesifisitas reaksi (Cai et al., 2022)

Deteksi antibodi spesifik dilakukan melalui penggunaan konjugat Protein A yang digabungkan dengan enzim reporter, umumnya horseradish peroxidase (HRP) atau alkaline phosphatase (AP) (Alshawafi et al.,

2018). Protein A memiliki afinitas tinggi terhadap domain Fc pada imunoglobulin G (IgG), sehingga dapat berikatan dengan kompleks antigen–antibodi yang telah terbentuk pada sumuran mikroplat. Bila digunakan HRP sebagai enzim konjugat, maka substrat yang lazim digunakan adalah TMB (3,3',5,5'-tetramethylbenzidine). Substrat ini mengalami oksidasi oleh HRP direaksikan dengan H_2O_2 dan menghasilkan warna biru, yang kemudian berubah menjadi kuning setelah penambahan larutan penghenti berupa asam sulfat (H_2SO_4) atau asam klorida (HCl). Warna ini bersifat stabil dan dibaca secara spektrofotometrik pada panjang gelombang 405 nm. Intensitas warna yang terbentuk berbanding lurus dengan jumlah antibodi spesifik yang terikat sehingga memungkinkan kuantifikasi yang presisi.

Sebaliknya, bila digunakan enzim alkaline phosphatase (AP) sebagai konjugat, maka substrat yang umum digunakan adalah p-nitrophenyl phosphate (PNPP) (Tang et al., 2019). Dalam reaksi ini, AP menghidrolisis PNPP menjadi p-nitrophenol, yang menghasilkan warna kuning dan dibaca pada panjang gelombang 405 nm. Pemilihan pasangan substrat–enzim yang sesuai merupakan aspek penting dalam meningkatkan sensitivitas dan akurasi deteksi antibodi dalam uji ELISA.

Keberhasilan pengujian titer antibodi rabies menggunakan metode *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) sangat dipengaruhi oleh sejumlah faktor kimiawi yang memengaruhi kestabilan interaksi antigen–antibodi maupun aktivitas enzim reporter. Salah satu faktor utama adalah pH larutan buffer yang memengaruhi struktur dan afinitas antibodi terhadap antigen serta aktivitas enzim seperti horseradish peroxidase (HRP). HRP menunjukkan aktivitas optimum pada pH netral hingga sedikit asam (pH 5,0–7,0) dan deviasi dari rentang ini dapat menurunkan efisiensi katalitiknya (Saud Al-Bagmi et al., 2019). Suhu inkubasi juga berperan penting, karena suhu terlalu rendah dapat memperlambat kinetika

interaksi antigen–antibodi sedangkan suhu terlalu tinggi ($>40^\circ C$) dapat menyebabkan denaturasi protein atau degradasi enzim (Telleng et al., 2023). Selain itu, waktu reaksi yang terlalu singkat dapat menyebabkan reaksi belum berkembang sempurna, sementara waktu yang terlalu lama dapat meningkatkan sinyal latar akibat reaksi nonspesifik atau aktivitas enzim yang berlebihan. Kestabilan enzim HRP sendiri sangat dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan dan lingkungan reaksi termasuk keberadaan ion logam, bahan pengawet dan suhu yang jika tidak dikontrol dapat menurunkan sensitivitas deteksi. Oleh karena itu, kontrol ketat terhadap parameter-parameter ini sangat penting untuk memperoleh hasil ELISA yang akurat, sensitif, dan dapat direproduksi. Oleh karena itu, pemahaman terhadap prinsip kimia dalam ELISA sangat penting, tidak hanya untuk interpretasi hasil tetapi juga untuk menjamin akurasi dan validitas data diagnostik, terutama dalam praktik karantina yang mengacu pada UU No. 21 Tahun 2019 tentang Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan.

Laboratorium Karantina Hewan BKHIT Gorontalo telah melakukan pengujian ELISA RABIES dengan memperhatikan pH larutan Buffer, suhu inkubasi, waktu reaksi, kondisi penyimpanan dan lingkungan sesuai protokol uji pada ELISA Kit yang digunakan (Veteriner et al., n.d.).

KESIMPULAN

Uji ELISA merupakan metode imunodiagnostik berbasis reaksi biokimia yang memanfaatkan reaksi spesifik antigen-antibodi untuk mendeteksi keberadaan dari antibodi rabies pada hewan. Interaksi antigen-antibodi ini didukung oleh faktor seperti PH, suhu, dan konsentrasi buffer yang tepat untuk menghasilkan kompleks antigen–antibodi yang stabil. Proses deteksi dilanjutkan dengan reaksi enzimatik antara HRP dan TMB, menghasilkan perubahan warna yang dapat diukur secara kuantitatif pada panjang gelombang 405 nm. Dalam praktik karantina

hewan, metode ELISA tidak hanya menawarkan sensitivitas dan efisiensi yang tinggi, tetapi juga merupakan contoh nyata penerapan prinsip-prinsip kimia analitik dalam pengujian biologis. Oleh karena itu, pemahaman terhadap aspek kimia dalam setiap tahapan uji sangat penting untuk menjamin akurasi hasil dan efektivitas pengawasan lalu lintas hewan pembawa risiko zoonosis seperti rabies.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya sangat berterima kasih kepada Balai Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan atas kesempatan serta fasilitas yang telah diberikan selama saya magang. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada seluruh pegawai dan staf laboratorium yang telah membimbing, membantu, dan berbagi ilmu serta pengalaman berharga. Tidak lupa, saya juga berterima kasih kepada dosen pembimbing akademik dan semua pihak yang telah mendukung penyusunan jurnal ini. Saya berharap semua ilmu dan pengalaman yang saya dapatkan bisa bermanfaat bagi pengembangan diri saya di masa depan dan dunia akademik.

DAFTAR PUSTAKA

Alshawafi, W. M., Aldahhri, M., Almulaiky, Y. Q., Salah, N., Moselhy, S. S., Ibrahim, I. H., El-Shishtawy, R. M., & Mohamed, S. A. (2018). Immobilization of horseradish peroxidase on PMMA nanofibers incorporated with nanodiamond. *Artificial Cells, Nanomedicine and Biotechnology*, 46(sup3), S973–S981. <https://doi.org/10.1080/21691401.2018.1522321>

Aydin, S., Emre, E., Ugur, K., Aydin, M. A., Sahin, İ., Cinar, V., & Akbulut, T. (2025). An overview of ELISA: a review and update on best laboratory practices for quantifying peptides and proteins in biological fluids. In *Journal of International Medical Research* (Vol. 53, Issue 2). SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.1177/03000605251315913>

Cai, D., Fraunfelder, M., & Chen, S. Y. (2022). Blood serum analysis: A modified sandwich enzyme-linked immunosorbent assay protocol. *MethodsX*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101923>

Carducci, M., Massai, L., Lari, E., Semplici, B., Grappi, S., Maria, N., Jones, E., Conti, V., Piu, P., Scorza, F. B., Iturriza-Gómara, M., Montomoli, E., Pollard, A. J., Rondini, S., & Rossi, O. (2024). Development and characterization of high-throughput serological assays to measure magnitude and functional immune response against *S. Paratyphi A* in human samples. *Frontiers in Immunology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1443137>

Fitria, Y., Febrianto, N., Putri, R. E., Rahmadani, I., & Subekti, D. T. (2023). Evaluation of In-House ELISA for Antirabies Antibodies Detection in Domestic Canine. *Veterinary Medicine International*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/4096258>

Gelolodo, M. A., Tangkonda, E., Wuri, D. A., Sanam, M. U. E., Mikrobiologi, B., Hewan, D. P., Kesehatan, D., Veteriner, M., Hewan, K., Kedokteran, F., Cendana, N., Kesmavet, B., Epidemiologi, D., Adisucipto, N. J., & Kupang, K. (n.d.). *REVIEW: RABIES VIRUS (RABV) DAN PATOGENESISNYA* (Vol. 28).

Klaudius, Y., Gelolodo, M. A., Winarso, A., Hewan, P., Kesehatan, D., Veteriner, M., & Hewan, K. (n.d.). *EVALUASI EFEKTIFITAS VAKSINASI RABIES PRIMER PADA ANJING DI KECAMATAN MAGEPANDA KABUPATEN SIKKA*. <http://ejurnal.undana.ac.id/jvnVol.3No.1>

Limbong, F., Sembiring, S. K., Harahap, F., Edi, S., & Sipahutar, H. (2025). Analisis Karakteristik Pasien dan Pemberian Vaksin Anti Rabies (VAR) pada Kasus Gigitan Hewan di Puskesmas Kota Medan pada Tahun 2024. *JURNAL BIOSHELL*, 14(1), 160–169. <https://doi.org/10.56013/bio.v14i1.3963>

Murtini, S., Anindita Rotinsulu, D., Ridwan, Y., Widaya Lukman, D., Zahid, A., Wicaksono, A., Afiff, U., Hilaliah, A., Akla

- Velayati, R., Sudarnika, E., Santoso, K., Wijaya, A., Ilmu Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner, D., Kedokteran Hewan, F., Pertanian Bogor, I., Sarjana Kedokteran Hewan, P., Anatomi, D., Farmakologi, dan, Klinik, D., & Patologi, dan. (2022). *Seroprevalensi Rabies Pascavaksinasi pada Populasi Anjing di Kawasan Endemik Rabies di Kabupaten Sukabumi (Post-vaccination Rabies Seroprevalence in Dog Populations in Rabies Endemic Areas in Sukabumi Regency)*. <http://www.journal.ipb.ac.id/index.php/actavetindones>
- Putu, I., Tirta Cahyana, A., & Narayani, I. (2021). Deteksi Level Antibodi Pada Serum Darah Anjing Kintamani Pasca Vaksinasi Rabies Dengan Direct ELISA Detection of Antibody Levels in Blood Sera of Kintamani Dog Post Vaccination of Rabies With Direct ELISA. *Journal of Biological Sciences*, 8(1), 172–177. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2020.v08.i01.p019>
- Santosa, B. (2020). *TEKNIK ELISA Metode Elisa Untuk Pengukuran Protein Metallothionein Pada Daun Padi Ir Bagendit*.
- Santoso, K., Herowati, U. K., Rotinsulu, D. A., Murtini, S., Ridwan, M. Y., Hikman, D. W., Zahid, A., Wicaksono, A., Nugraha, A. B., Afiff, U., Wijaya, A., Arif, R., Tarigan, R., & Sukmawinata, E. (2021). COMPARISON OF COLORIMETRIC-BASED RABIES POSTVACCINATION ANTIBODY TITER DETECTION USING ELISA READER AND MOBILE PHONE CAMERA. *Jurnal Veteriner*, 22(1), 79–85. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2021.22.1.79>
- Saud Al-Bagmi, M., Shahnawaz Khan, M., Alhasan Ismael, M., Al-Senaidy, A. M., Ben Bacha, A., Mabood Husain, F., & Alamery, S. F. (2019). An efficient methodology for the purification of date palm peroxidase: Stability comparison with horseradish peroxidase (HRP). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(2), 301–307. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.04.002>
- Setiawaty, V., Septiawati, C., & Burni, E. (2019). Karakteristik Kasus Fatal Akibat Gigitan Hewan Penular Rabies di Indonesia 2016 – 2017. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*, 29(3), 235–242. <https://doi.org/10.22435/mpk.v29i3.1022>
- Tang, Z., Chen, H., He, H., & Ma, C. (2019). Assays for alkaline phosphatase activity: Progress and prospects. In *TrAC - Trends in Analytical Chemistry* (Vol. 113, pp. 32–43). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2019.01.019>
- Telleng, P. A., Santosa, B., & Kartika, A. I. (2023). Comparison of HCG Levels in Reagents Temperature 25°C and 8°C Using ELISA Method. *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology)*, 6(1), 10–14. <https://doi.org/10.21070/medicra.v6i1.1709>
- Veteriner, B., Halaman, F., Restika, K. D., Setyorinie, E. I., Wahyuri, I. B., Veteriner, B. B., & Pusvetma, F. (n.d.). *PEMBUATAN ANTIGEN RABIES UNTUK KIT ELISA RABIES TAHUN 2020-2022*.
- Walker, P. J., Freitas-Astua, J., Bejerman, N., Blasdel, K. R., Breyta, R., Dietzgen, R. G., Fooks, A. R., Kondo, H., Kurath, G., Kuzmin, I. V., Ramos-Gonzalez, P. L., Shi, M., Stone, D. M., Tesh, R. B., Tordo, N., Vasilakis, N., & Whitfield, A. E. (2022). ICTV Virus Taxonomy Profile: Rhabdoviridae 2022. *Journal of General Virology*, 103(6). <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001689>