



IMUNOLOGI DAN SEROLOGI DALAM PEMERIKSAAN LABORATORIUM MEDIS

Marybet Tri Retno Handayani, M.Farm.
Resmi Aini., M.Sc.
Ghea Brigitta Dotulong, S.Si., M.Biotech.
dr. Komang Juwita Endrawati, Sp.PK.

Imunologi dan Serologi dalam Pemeriksaan Laboratorium Medis

Marybet Tri Retno Handayani, M.Farm.

Resmi Aini., M.Sc.

Ghea Brigitta Dotulong, S.Si., M.Biotech.

dr. Komang Juwita Endrawati, Sp.PK.



PT YAPINDO JAYA ABADI

Anggota IKAPI: No. 627/DKI/2023

Imunologi dan Serologi dalam Pemeriksaan Laboratorium Medis

Penulis : Marybet Tri Retno Handayani, M.Farm., Resmi Aini., M.Sc., Ghea Brigitta Dotulong, S.Si., M.Biotech., dan dr. Komang Juwita Endrawati, Sp.PK.
ISBN : 978-634-7789-38-9 (PDF)
Penyunting Naskah : Rizki Nur Ismail, S.Pd.
Tata Letak : Rizki Nur Ismail, S.Pd.
Desain Sampul : Novikean Keysah Sanisri

Penerbit

PT Yapindo Jaya Abadi

Jl. Tanjung Duren Raya No. 89 C RT 06/RW 05, Kelurahan Tanjung Duren Selatan, Kecamatan Grogol Petamburan, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11470

E-Mail : yapjadi@gmail.com

Website : yapindo.co.id

© Hak cipta dilindungi oleh undang-undang

Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan pengumuman.

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit. Ketentuan Pidana Sanksi Pelanggaran Pasal 2 UU Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta.

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (Tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyerahkan, menyiarkan, memamerkan, mengedarkan atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga buku *Imunologi dan Serologi dalam Pemeriksaan Laboratorium Medis* dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai sumber informasi yang membahas dasar-dasar imunologi dan serologi serta penerapannya dalam pemeriksaan laboratorium medis yang memiliki peran penting dalam dunia kesehatan.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong kemajuan yang pesat dalam bidang diagnostik laboratorium. Pemeriksaan imunologi dan serologi menjadi salah satu sarana yang sangat membantu tenaga kesehatan dalam menegakkan diagnosis, memantau perjalanan penyakit, dan menentukan langkah penanganan yang tepat. Oleh karena itu, pemahaman mengenai konsep dan metode pemeriksaan tersebut menjadi semakin penting untuk dimiliki.

Semoga buku ini dapat memberikan manfaat, menambah wawasan, serta menjadi referensi yang berguna bagi masyarakat umum, tenaga kesehatan, dan para pembaca yang memiliki minat terhadap ilmu laboratorium medis. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini pada masa mendatang.

Jakarta, Juni 2026

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
Bab 1: Sistem Imun Tubuh Manusia	1
1.1 Pengertian dan Konsep Dasar Sistem Imun	1
1.2 Imunitas Bawaan (Imunitas Bawaan).....	3
1.3 Imunitas Adaptif (Imunitas Adaptif).....	5
1.4 Interaksi Antara Imunitas Bawaan dan Adaptif	8
1.5 Faktor yang Mempengaruhi Fungsi Sistem Imun	10
1.6 Latihan Soal.....	13
Bab 2: Prinsip Pemeriksaan Immunologi dan Serologi	14
2.1 Konsep Dasar Antigen dan Antibodi.....	14
2.2 Metode Pemeriksaan Serologi.....	16
2.3 Interpretasi Hasil Pemeriksaan Serologi	20
2.4 Aplikasi Klinis Pemeriksaan Immunologi dan Serologi	22
2.5 Kontrol Kualitas dan Standardisasi	23
2.6 Latihan Soal.....	25
Bab 3: Antigen dan Antibodi	27
3.1 Pengertian Antigen	27
3.2 Pengertian Antibodi.....	31
3.3 Interaksi Antigen-Antibodi.....	35
3.4 Peran Antigen dan Antibodi dalam Respons Imun	39
3.5 Latihan Soal.....	43
Bab 4: Pemeriksaan Serologi Penyakit Infeksi	46
4.1 Konsep Pemeriksaan Serologi Penyakit Infeksi.....	46

4.2 Jenis-jenis Pemeriksaan Serologi Penyakit Infeksi	49
4.3 Metode Pemeriksaan Serologi Berdasarkan Antigen Target	52
4.4 Waktu Pengambilan Spesimen dan Interpretasi Hasil Serologi	55
4.5 Kontrol Kualitas dan Standarisasi Pemeriksaan Serologi	58
4.6 Latihan Soal.....	60
Bab 5: Pemeriksaan Immunologi Non-Infeksi.....	62
5.1 Konsep Dasar Pemeriksaan Immunologi Non-Infeksi	62
5.2 Jenis-Jenis Pemeriksaan Immunologi Non-Infeksi	64
5.3 Metode dan Teknik Pemeriksaan Immunologi Non-Infeksi ...	67
5.4 Interpretasi Hasil dan Signifikansi Klinis	69
5.5 Aplikasi Klinis Pemeriksaan Immunologi Non-Infeksi	71
5.6 Latihan Soal.....	74
Bab 6: Metode Pemeriksaan Immunologi.....	76
6.1 Konsep Dasar Pemeriksaan Immunologi	76
6.2 Metode Pemeriksaan Immunologi Berbasis Antibodi.....	79
6.3 Metode Pemeriksaan Immunologi Berbasis Antigen	87
6.4 Latihan Soal.....	90
Bab 7: Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hasil Serologi.....	91
7.1 Pengertian dan Dasar-Dasar Serologi.....	91
7.2 Faktor-Faktor Preanalitik yang Mempengaruhi Hasil Serologi	94
7.3 Faktor-Faktor Pasien yang Mempengaruhi Hasil Serologi ..	96
7.4 Faktor-Faktor Teknis dan Metodologi	99
7.5 Faktor-Faktor Terkait Penyakit dan Patogen.....	102
7.6 Latihan Soal.....	104
Bab 8: Interpretasi Hasil Immunologi.....	106

8.1 Prinsip Dasar Interpretasi Hasil Imunologi	106
8.2 Tes Performa Diagnostik dan Validasi.....	108
8.3 Interpretasi Profil Serologi	110
8.4 Algoritma Diagnostik Imunologi	112
8.5 Tantangan dan Kesalahan dalam Interpretasi Hasil Imunologi	113
8.6 Latihan Soal.....	115
Bab 9: Kesalahan Pemeriksaan Imunologi dan Serologi.....	117
9.1 Pengertian dan Jenis Kesalahan Laboratorium Imunologi.	117
9.2 Kesalahan Fase Preanalitik.....	121
9.3 Kesalahan Fase Analitik dan Interpretasi Hasil	125
9.4 Kesalahan dalam Pemeriksaan Khusus dan Strategi Mitigasi.....	130
9.5 Studi Kasus dan Pembelajaran dari Kesalahan	134
9.6 Latihan Soal.....	138
Bab 10: Jaminan Mutu Pemeriksaan Imunologi	141
10.1 Konsep Dasar Jaminan Mutu Pemeriksaan Imunologi	141
10.2 Kontrol Kualitas Internal dalam Pemeriksaan Imunologi	144
10.3 Penilaian Kualitas Eksternal dan Uji Profisiensi.....	147
10.4 Validasi Metode dan Akreditasi Laboratorium	151
10.5 Teknologi dan Inovasi dalam Jaminan Mutu Pemeriksaan Imunologi	154
10.6 Latihan Soal.....	158
Profil Penulis.....	160
Daftar Pustaka	168

Daftar Pustaka

- Aini, R., Padmarini, A., & Sulisty, A. (2025). Sensitivity and specificity of human immunodeficiency virus (HIV) antibody testing using the immunochromatography method rapid test compared to ECLIA (*electro chemiluminescence immuno assay*). *Jaringan Laboratorium Medis*, 7(2), 119–126. <https://doi.org/10.31983/jlm.v7i2.13620>
- Ajayi, J. O., Ogedengbe, A. O., Oladimeji, O., Akindemowo, A. O., Eboseremen, B. O., Obuse, E., ... Erigha, E. D. (2021). Pemodelan risiko kredit dengan AI yang dapat dijelaskan: Pendekatan prediktif untuk pengurangan gagal bayar pinjaman di lembaga keuangan. *Jurnal Internasional Keuangan Modern dan Ekonomi Digital*, 2(1), 63–74. <https://doi.org/10.54660/ijmfd.2021.2.1.63-74>
- Akhmedova, V. A., et al. (2024). Use of monoclonal antibodies to human cytokines in diagnostic and analytical studies. (4), 24–33.
- Albers, T. M., Henderson, K., Mulder, G. B., & Shek, W. (2023). Estimasi prevalensi patogen dan tren metodologi diagnostik pada tikus dan mencit laboratorium dari tahun 2003 hingga 2020. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 62(3), 276–290.
- Almanseekanaa, L. H., & Ogaili, R. H. (2025). Meta-analisis komparatif metode diagnostik molekuler dan serologis untuk

- infeksi bakteri. *Jurnal Kedokteran Hewan Korea*, 25, 075.
<https://doi.org/10.65639/kjvm.25.075>
- Almeida-Paes, R., Bernardes-Engemann, A. R., Motta, B. D. S., Pizzini, C. V., Almeida, M. D., Muniz, M. D. M., Dias, R. A. B., & Zancopé-Oliveira, R. M. (2022). Diagnosis imunologi mikosis endemik. *Jurnal Jamur*, 8(10), 993.
<https://doi.org/10.3390/jof8100993>
- Anastasiou, O., Thodou, V., Berger, A., Wedemeyer, H., & Ciesek, S. (2020). Evaluasi komprehensif serologi hepatitis E dan pengujian molekuler dalam kohort besar. *Pathogens*, 9(2), 137.
- Andrew, A., Nadhan Navien, T., Yeoh, T. S., Citartan, M., Manggatig, E., Sum, M. S., ... Tang, T. (2022). Akurasi diagnostik tes serologis untuk diagnosis infeksi virus Chikungunya: Tinjauan sistematis dan meta-analisis. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 16(2), e0010152.
<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010152>
- Andrys, C., Zelakovský, J., Bukac, J., Cermaková, E., & Krejsek, J. (2021). Analisis hasil IgE spesifik pada 100 pasien dermatitis atopik dengan menggunakan pemeriksaan multipleks ALEX2 Allergy Explorer. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(10), 5286.
<https://doi.org/10.3390/ijms22105286>
- Andryukov, B., Besednova, N., Kuznetsova, T., & Fedyanina, L. N. (2021). Sumber daya berbasis laboratorium untuk diagnostik COVID-19: Alat tradisional dan teknologi baru. Perspektif

- pengobatan personalisasi. *Jurnal Pengobatan Personalisasi*, 11(1), 42. <https://doi.org/10.3390/jpm11010042>
- Astawa, I. N. M., Agustini, N. L. P., Tenaya, I. W. M., & Aryawiguna, I. P. G. W. (2018). Respons antibodi protektif tikus Balb/c terhadap isolat virus rabies Bali yang dikembangkan dalam sel BHK-21. *Jurnal Penelitian Veteriner Jepang*, 66(1), 63–74.
- Aydin, S. (2015). A short history, principles, and types of ELISA, and our laboratory experience with peptide/protein analyses using ELISA. *Peptides*. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2015.04.012>
- Ayivi, R. D., Ibrahim, S., Colleran, H., Silva, R., Williams, L., Galanakis, C. M., Fidan, H., Tomovska, J., & Siddiqui, S. (2021). COVID-19: Respons imun manusia dan pengaruh bahan makanan serta senyawa aktif. *Senyawa Bioaktif dalam Kesehatan dan Penyakit*, 4(7), 100–148. <https://doi.org/10.31989/bchd.v4i6.802>
- Basgalupp, S., Dornelles, T., Pedrotti, L., dos Santos, A., de Oliveira, C., dos Santos, G. T., de Brito, E. S., Pinheiro, B. H. G., Philippus, A. C., Bigolin, L., Gaspar, P., Moreno, F., Pereira, G., Tonini, M., & Wendland, E. (2025). Sifat diagnostik metode serologis yang berbeda untuk pengujian sifilis di Brasil. *Diagnostik*, 15(12), 1448. <https://doi.org/10.3390/diagnostics15121448>
- Bastos, M. L., Tavaziva, G., Abidi, S. K., Campbell, J. R., Haraoui, L.-P., Johnston, J. C., Lan, Z., Law, S., MacLean, E.,

- Trajman, A., Menzies, D., Benedetti, A., & Khan, F. A. (2020). Keakuratan diagnostik tes serologis untuk COVID-19: Tinjauan sistematis dan meta-analisis. *Jurnal Medis Inggris*, 370, m2516. <https://doi.org/10.1136/bmj.m2516>
- Bhatnagar, S., Westgard, S., Dung, N. T. T., Que, T. N., Khanh, B. Q., & Thanh, N. H. (2024). Penerapan metrik sigma untuk menilai proses pengendalian mutu di laboratorium skrining infeksi menular transfusi di pusat darah. *PLOS ONE*, 19(10), e0312422.
- Bisoffi, Z., Pomari, E., Deiana, M., Piubelli, C., Ronzoni, N., Beltrame, A., Bertoli, G., Riccardi, N., Perandin, F., Formenti, F., Gobbi, F., Buonfrate, D., & Silva, R. S. (2020). Sensitivitas, spesifisitas, dan nilai prediktif uji molekuler dan serologis untuk COVID-19: Studi longitudinal di ruang gawat darurat. *Diagnostik*, 10(9), 669. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10090669>
- Blache, U., Weiss, R., Boldt, A., & Kapinsky, M. (2021). Advanced flow cytometry assays for immune monitoring of CAR-T cell applications. *Frontiers in Immunology*, 12, 658314. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.658314>
- Bolles, K., Woc-Colburn, L., Hamill, R., & Hemmige, V. (2019). Pola pemesanan dan biaya pengujian laboratorium khusus oleh dokter spesialis dan staf rumah sakit pada pasien rawat inap dengan HIV di rumah sakit daerah: Sebuah peluang untuk tata kelola diagnostik. *Open Forum Infectious Diseases*, 6(3), ofz158.

- Buchta, C., Gidske, G., Henriksen, G., & Badrick, T. (2024). Pernyataan Organisasi Eropa untuk Penyedia Jaminan Mutu Eksternal dalam Kedokteran Laboratorium (EQALM): Pedoman untuk publikasi tentang studi perbandingan antar laboratorium (PubILC). *Tinjauan Kritis dalam Ilmu Laboratorium*, 61(3), 1–15. <https://doi.org/10.1080/10408363.2024.2335202>
- Burtis, C. A., & Bruns, D. E. (n.d.). *Tietz textbook of clinical chemistry and molecular diagnostics*. Elsevier.
- Chan, E. S., et al. (2024). Maternal cytomegalovirus (CMV) serology: The diagnostic limitations of CMV IgM and IgG avidity in detecting congenital CMV infection. <https://doi.org/10.1177/10935266241253477>
- Charlton, C., Kanji, J. N., Tran, V., Kus, J., Gubbay, J., Osiowy, C., Robinson, J., Sekirov, I., Drebot, M., Hatchette, T., Stein, D., El-Gabalawy, N., Lang, A., Jiao, L., Levett, P., Wood, H., Therrien, C., Lindsay, L. R., Morshed, M., ... Dibernardo, A. (2021). Panduan praktis laboratorium klinis untuk pengujian serologi SARS-CoV-2. *Laporan Penyakit Menular Kanada*, 47(4), 1–14.
- Codes-Méndez, H., Magallares-López, B., Park, H., Mariscal, A., Juárez, C., Boronat, S., ... Corominas, H. (2024). Akurasi diagnostik kalprotektin serum yang diukur dengan CLIA dan EIA pada artritis idiopatik juvenil: Studi pembuktian konsep. *Frontiers in Pediatrics*, 12, 1422916. <https://doi.org/10.3389/fped.2024.1422916>

- Das, S., & Rajavelu, D. (2022). A comparative analysis of microscopy, coproantigen serology, and nested multiplex PCR in the laboratory diagnosis of *Entamoeba histolytica* infection.
- Das, S., Rajkumari, N., Gunalan, A., Rajavelu, D., & Olickal, J. (2021). Analisis komparatif mikroskopi, serologi koproantigen, dan PCR multipleks bersarang dalam diagnosis laboratorium infeksi *Entamoeba histolytica*. *SL Infectious Diseases*, 7(3), 202–215.
- Di Bonaventura, G., Angeletti, S., Ianni, A., Petitti, T. A., & Gherardi, G. (2021). Diagnosis laboratorium mikrobiologi brucellosis manusia: Gambaran umum. *Patogen*, 10(12), 1623. <https://doi.org/10.3390/pathogens10121623>
- Dibernardo, A., Toledo, N., Robinson, A., Osiowy, C., Giles, E., Day, J., Lindsay, L. R., Drebot, M., Booth, T., Pidduck, T., Baily, A., Charlton, C., Tipples, G., Kanji, J. N., Brochu, G., Lang, A., Therrien, C., Bélanger-Collard, M., ... Lee, W. R. (2022). Evaluasi kinerja beberapa platform diagnostik *immunoassay* pada Panel Serologi Nasional SARS-CoV-2 Laboratorium Mikrobiologi Nasional. *Jurnal Asosiasi Mikrobiologi Medis dan Penyakit Menular Kanada*, 7(3), 167–180.
- Dimech, W., & Vincini, G. (2025). Penilaian berbasis bukti tentang penerapan *Six Sigma* pada pengendalian mutu serologi penyakit menular. *Kimia Klinis dan Kedokteran Laboratorium*, 63(2), 234–245.

- Dorfman, D. M., Devitt, K. A., Cui, W., Bashleben, C., Frye Naharro, E. C., Hedley, B. D., Hupp, M., Karlon, W. J., Murphy, C. E., Cherian, S., Olteanu, H., Seifert, R. P., Rosado, F. N., & Linden, M. A. (2023). PCNEO, program pengujian kemampuan baru untuk analisis sitometri aliran neoplasma sel plasma dari Komite Immunologi Diagnostik dan Sitometri Aliran College of American Pathologists. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 147(9), 1048–1058.
- El Alayli, A., Falck-Ytter, Y., Laverigne, V., Morgan, R. L., Murad, M. H., Bhimraj, A., & Mustafa, R. A. (2020). Pedoman Infectious Diseases Society of America tentang diagnosis COVID-19: Pengujian serologis. *Penyakit Menular Klinis*, 71(15), 2202–2206. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1343>
- Epner, P., Gans, J. E., & Graber, M. (2013). Ketika pengujian diagnostik menyebabkan bahaya: Pendekatan berbasis hasil baru untuk kedokteran laboratorium. *BMJ Quality & Safety*, 22(8), 670–677.
- Eslami, M., Dowlat, B. F., Yaghmayee, S., Habibian, A., Keshavarzi, S., Oksenysh, V., & Naderian, R. (2025). Platform vaksin generasi berikutnya: Mengintegrasikan biologi sintetik, nanoteknologi, dan imunologi sistem untuk peningkatan imunogenisitas. *Vaksin*, 13(6), 588.
- Falzone, L., Gattuso, G., Tsatsakis, A., Spandidos, D., & Libra, M. (2021). Metode terkini dan inovatif untuk diagnosis infeksi COVID-19. *Jurnal Internasional Kedokteran Molekuler*, 47(5), 72. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2021.4933>

- Falzone, L., Gattuso, G., Tsatsakis, A., Spandidos, D., & Libra, M. (2021). Metode terkini dan inovatif untuk diagnosis infeksi COVID-19: Tinjauan. *Jurnal Internasional Kedokteran Molekuler*, 47(6), 100. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2021.4933>
- Favaloro, E. J., & Bonar, R. (2007). Teknologi baru dan jaminan mutu dalam hemostasis: Tinjauan temuan dari program jaminan mutu Royal College of Pathologists of Australasia. *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*, 33(3), 285–304. <https://doi.org/10.1055/s-2007-971809>
- Ferreira, L., Williams, K. A., Best, G., Haydinger, C. D., & Smith, J. R. (2023). Sitokin inflamasi sebagai mediator disfungsi sawar endotel retina pada uveitis noninfeksi. *Imunologi Klinis & Translasi*, 12(1), 1479. <https://doi.org/10.1002/cti2.1479>
- Fierz, W., & Bossuyt, X. (2021). Pendekatan rasio kemungkinan dan interpretasi klinis tes laboratorium. *Frontiers in Immunology*, 12, 655262. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.655262>
- Finak, G., Langweiler, M., Jaimes, M., Malek, M., Taghiyar, J., Korin, Y., ... McCoy, J. P. (2016). Standardisasi analisis imunofenotipe sitometri aliran dari Konsorsium Imunofenotipe Manusia. *Scientific Reports*, 6, 20686. <https://doi.org/10.1038/srep20686>
- Fitri, L. E., Candradikusuma, D., Setia, Y. D., Wibawa, P. A., Iskandar, A., Winaris, N., & Pawestri, A. R. (2022). Metode

- diagnostik protozoa usus umum: Metode imunologi dan molekuler saat ini dan masa depan. *Kedokteran Tropis dan Penyakit Menular*, 7(10), 253.
<https://doi.org/10.3390/tropicalmed7100253>
- Fung, C. Y. J., Scott, M., Lerner-Ellis, J., & Taher, J. (2023). Aplikasi pengujian serologis SARS-CoV-2: Dampak kinerja tes, matriks sampel, dan karakteristik pasien. *Tinjauan Kritis dalam Ilmu Laboratorium Klinis*, 61(5).
<https://doi.org/10.1080/10408363.2023.2254390>
- García-Carrasco, M., Ramos-Casals, M., Rosas, J., Pallarés, L., Calvo-Alén, J., Cervera, R., Font, J., & Ingelmo, M. (2002). Sindrom Sjögren primer: Pola klinis dan imunologis dalam kelompok 400 pasien. *Seminar Artritis dan Rematik*, 32(1), 40–59. <https://doi.org/10.1097/00005792-200207000-00003>
- Gasmi, A., Shanaida, M., Oleshchuk, O., Semenova, Y., Mujawdiya, P. K., Ivankiv, Y., Pokryshko, O., Noor, S., Piscopo, S., Adamiv, S., & Bjørklund, G. (2023). Bahan alami untuk meningkatkan kekebalan tubuh. *Farmasi*, 16(4), 528.
<https://doi.org/10.3390/ph16040528>
- Ghorbani, A., Quinlan, E., & Larijani, M. (2021). Analisis komparatif evolusioner enzim pengeditan DNA sistem imun: Dari deskripsi struktur protein 5 dimensi hingga wawasan imunologis dan aplikasi pada rekayasa protein. *Frontiers in Immunology*, 12, 642343.
- Han, J., & Lou, Y. (2025). Tiga laporan kasus yang menyoroti peran penting komunikasi laboratorium-klinis dalam

- meningkatkan akurasi diagnostik. *Laboratorium Klinis*, 71(11), e250338.
- Handayani, S., et al. (2024). Clinical application of chemiluminescence microparticle immunoassay (CMIA) to measure antibody responses after 18 months of COVID-19 vaccination and comparison with enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Journal of Chemical Health Risks*, 14, 1077–1082.
- Harper, A., Vijayakumar, V., Ouwehand, A. C., ter Haar, J., Obis, D., Espadaler, J., Binda, S., Desiraju, S., & Day, R. O. (2021). Infeksi virus, mikrobioma, dan probiotik. *Perbatasan dalam Mikrobiologi Seluler dan Infeksi*, 10, 596166. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.596166>
- Hato, L., Vizcay, A., Eguren, I., Pérez-Gracia, J., Rodríguez, J., Pérez-Larraya, J. G., Sarobe, P., Iñogés, S., López Díaz de Cerio, A., & Santisteban, M. (2024). Sel dendritik dalam imunologi kanker dan imunoterapi. *Kanker*, 16(5), 981.
- Hayden, M. K., El Mikati, I. K., Hanson, K. E., Englund, J., Humphries, R. M., Lee, F., Loeb, M., Patel, R., Al Taani, O., Nazzal, J., Iqneibi, S., Amarin, J., & Sultan, S. (2024). Pedoman Masyarakat Penyakit Menular Amerika tentang diagnosis COVID-19: Pengujian serologis. *Penyakit Menular Klinis*, 78(7), e121. <https://doi.org/10.1093/cid/ciae121>
- Holroyd, T. A., Schiaffino, F., Chang, R. H., Wanyiri, J. W., Saldanha, I. J., Gross, M., Moss, W., & Hayford, K. (2021).

- Akurasi diagnostik bercak darah kering untuk serologi penyakit yang dapat dicegah dengan vaksin: Tinjauan sistematis. *Expert Review of Vaccines*, 21(1), 107–121. <https://doi.org/10.1080/14760584.2022.2013821>
- Hooshyar, H., & Rostamkhani, P. (2022). Diagnosis laboratorium akurat amebiasis usus dan ekstra-usus manusia. *Kesehatan Global dan Kedokteran Keluarga*, 15(4), 2496. <https://doi.org/10.22037/ghfbb.v15i4.2496>
- Houmsou, R., Wama, B. E., Agere, H., Uniga, J. A., Jerry, T. J., Azuaga, P., Amuta, E. U., & Kela, S. (2021). Akurasi diagnostik *Schistosoma* ICT IgG-IgM dan perbandingan dengan teknik lain yang digunakan untuk skrining skistosomiasis urin di Nigeria. *African Journal of Laboratory Medicine*, 10(1), 0093. <https://doi.org/10.1515/almed-2020-0093>
- Ibrahim, S. E. E. (2024). Menemukan variabilitas dalam populasi subset limfosit T yang ada dalam darah perifer pasien yang terinfeksi HIV dan HBV melalui kedokteran laboratorium. *Asian Journal of Medical and Research Insights*, 3(5), 3088. <https://doi.org/10.54536/ajmri.v3i5.3088>
- Imperial, M., Tan, K., Fjell, C., Chang, Y., Krajden, M., Kelly, M. T., & Morshed, M. G. (2024). Diagnosis infeksi *Helicobacter pylori*: Serologi vs. tes napas urea. *Microbiology Spectrum*, 12(9), e0108424.
- Jentzer, A., Taieb, G., El Bechir, J., Vincent, T., & Devaux, J. (2024). Uji diagnostik *immuno-DOT* untuk nodopati

- autoimun. *Kimia Klinis dan Kedokteran Laboratorium*, 62(6), 1–10. <https://doi.org/10.1515/cclm-2024-0510>
- Kaleta, E., et al. (2025). Streamlining laboratory serology testing for coccidioides infections using reflexive algorithms for enzyme immunoassay, immunodiffusion and complement fixation assays 2700. *The Journal of Immunology*, 214(Supplement 1).
<https://doi.org/10.1093/jimmun/vkaf283.588>
- Kannan, K., John, R., Kundu, D., Dayanand, D., Prabhakar, K. P., Mathuram, A. J., ... Veeraraghavan, B. (2020). Kinerja tes molekuler dan serologis untuk diagnosis tifus scrub. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 14(11), e0008747. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008747>
- Kementerian Kesehatan RI. (2023). *Petunjuk teknis pencegahan infeksi menular lewat transfusi darah (IMLTD)*.
- Kim, S., Kim, M. G., Jang, J., Lee, J., Kim, N., Yu, Y., Kim, R., Lim, S., Shin, Y., & Bae, M. (2026). Perbandingan kinerja diagnostik tes serologis dan molekuler yang tersedia secara komersial untuk deteksi *Orientia tsutsugamushi* di Korea Selatan: Studi prospektif satu pusat. *Jurnal Kedokteran Klinis*, 15(3), 1085. <https://doi.org/10.3390/jcm15031085>
- Kirschfink, M., Frazer-Abel, A., Balogh, E., Goseberg, S., Weiss, N., & Prohszka, Z. (2024). Program penjaminan mutu eksternal untuk laboratorium komplemen diagnostik: Evaluasi hasil tujuh tahun terakhir. *Frontiers in Immunology*, 15, 1368399. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1368399>

- Kovaleva, M., Johnson, K. N., Steven, J., Barelle, C., & Porter, A. (2017). Potensi terapeutik domain VNAR anti-ICOSL hiu dicontohkan dalam model tikus uveitis autoimun non-infeksi. *Frontiers in Immunology*, 8, 1121. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.01121>
- La Scola, B., & Raoult, D. (1996). Reaksi silang serologis antara *Bartonella quintana*, *Bartonella henselae*, dan *Coxiella burnetii*. *Jurnal Mikrobiologi Klinis*, 34(9), 2270–2274. <https://doi.org/10.1128/jcm.34.9.2270-2274.1996>
- Lee, H., & Oh, E. (2022). Pengujian diagnostik laboratorium untuk infeksi sitomegalovirus pada pasien transplantasi organ padat. *Jurnal Transplantasi Korea*, 36(1), 5–15.
- Lippi, G., von Meyer, A., Cadamuro, J., & Simundi, A. (2019). PREDICT: Daftar periksa untuk mencegah kesalahan diagnostik praanalitik dalam uji klinis. *Kimia Klinis dan Kedokteran Laboratorium*, 58(6), 1089–1098.
- Liu, W., Long, X., Wan, K., Yin, M., Yin, Y., Zhang, B., Li, L., & Song, Y. (2021). Faktor endogen yang memengaruhi deteksi antibodi IgG/IgM SARS-CoV-2 serum dengan ELISA. *Jurnal Virologi Medis*, 94(2), 761–768. <https://doi.org/10.1002/jmv.27557>
- Mahmuda, I. N. N., & Santi, T. M. (2023). Clinical diagnosis of leptospirosis with negative serology: Case series report. *International Journal of Health Science and Technology*, 5(2), 70–79. <https://doi.org/10.31101/ijhst.v5i2.3030>

- Maniruzzaman, M., Hasan, M., Tasnim, N., Hasan, M. I., Babu, M. H., Chowdhury, K. A., Sumaiya, U., Hossain, M. F., Britu, S. I., Sultana, P., Khan, M. F. M. T., Ali, M., Rony, M. H. R., Rana, M. R. R., & Rakib, M. (2025). Peran pola makan, olahraga, dan proses penuaan terhadap sistem kekebalan tubuh manusia. *Alam dan Teknologi*, 28, dv52. <https://doi.org/10.62019/nt28dv52>
- Marshall, J., Warrington, R., Watson, W., & Kim, H. (2018). Pengantar imunologi dan imunopatologi. *Jurnal Alergi dan Imunologi Klinis*, 145(4), 1089–1106.
- Martín, M. C., Viran, M., & Muro, M. (2024). Analisis tingkat keberhasilan perbandingan antar laboratorium imunogenetika. Sistem penjaminan mutu eksternal dari Masyarakat Imunologi Spanyol GECLID-SEI. *Frontiers in Genetics*, 15, 1268728. <https://doi.org/10.3389/fgene.2024.1268728>
- Matsunaga, N. (2024). Penghindaran sistem imun bawaan inang oleh bakteri patogen. *Jurnal Patogen dan Virus*, 100046. <https://doi.org/10.70389/pjs.100046>
- Mauracher, A., & Henrickson, S. (2022). Memanfaatkan imunologi sistem untuk mengoptimalkan diagnosis dan pengobatan kelainan imun bawaan. *Frontiers in Systems Biology*, 2, 910243.
- McKay, K. M., Apostolopoulos, N., Chou, B., Leveque, T., & Van Gelder, R. V. (2021). Antibodi anti-adalimumab pada pasien dengan penyakit inflamasi okular non-infeksi: Seri kasus.

- Imunologi dan Inflamasi Okular*, 29(7), 1142–1149.
<https://doi.org/10.1080/09273948.2021.1936565>
- Mormile, I., Punziano, A., Riolo, C. A., Granata, F., Williams, M., de Paulis, A., Spadaro, G., & Rossi, F. (2021). Defisiensi imun variabel umum dan penyakit autoimun: Studi retrospektif terhadap 95 pasien dewasa di satu pusat perawatan tersier. *Frontiers in Immunology*, 12, 652487.
<https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.652487>
- Mugo, M. H. (2024). Sistem imun manusia, tingkatannya, dan gangguannya dalam konteks HIV/AIDS: Tinjauan komprehensif. *Jurnal Penelitian dan Inovasi Kesehatan Masyarakat*, 2024, 335660.
<https://doi.org/10.59298/rijpp/2024/335660>
- Mujtaba, A., Ibrahim, M. S., Parveen, S., Sarwar, N., Alsagaby, S., Raza, M. A., ... Yehuala, T. F. (2025). Analisis komparatif teknik diagnostik untuk infeksi *Helicobacter pylori*: Wawasan untuk terapi yang efektif. *Jurnal Kedokteran Klinis*, 14(5), 70487. <https://doi.org/10.1111/jcmm.70487>
- Mummah, R. O., Gomez, A. C. R., Guglielmino, A., Borremans, B., Galloway, R. L., Prager, K., & Lloyd-Smith, J. (2024). Menavigasi reaktivitas silang dan efek spesies inang dalam uji serologis: Studi kasus uji aglutinasi mikroskopis untuk serologi *Leptospira*. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 18(6), e0012042.
<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012042>

- Nicholson, S., Karapanagiotidis, T., Khvorov, A., Douros, C., Mordant, F., Bond, K., Druce, J., Williamson, D., Purcell, D., Lewin, S., Sullivan, S., Subbarao, K., & Catton, M. (2021). Evaluasi 6 tes serologi SARS-CoV-2 komersial yang mendeteksi antibodi berbeda untuk uji klinis dan serosurveilans. *Open Forum Infectious Diseases*, 8(5), ofab239. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofab239>
- Nordin, N., Rahim, S. N. A., Omar, W. F. A. W., Zulkarnain, S., Sinha, S., Kumar, S., & Haque, M. (2024). Kesalahan praanalitik dalam pengujian laboratorium klinis secara sekilas: Sumber dan langkah-langkah pengendalian. *Cureus*, 16(3), e57243.
- Oh, S., Lee, J. K., & Shin, O. S. (2019). Penuaan dan sistem imun: Dampak immunosenescence pada infeksi virus, imunitas, dan imunogenisitas vaksin. *Immune Network*, 19, e37. <https://doi.org/10.4110/in.2019.19.e37>
- Omidfar, K., Riahi, F., & Kasahian, S. (2023). Lateral flow assay: A summary of recent progress for improving assay performance. *Biosensors*, 13(9), 837. <https://doi.org/10.3390/bios13090837>
- Paltrinieri, S., Gradoni, L., Roura, X., Zatelli, A., & Zini, E. (2016). Tes laboratorium untuk mendiagnosis dan memantau leishmaniasis anjing. *Patologi Klinis Veteriner*, 45(4), 413–443. <https://doi.org/10.1111/vcp.12413>
- Papp, J. R., Park, I. U., Fakile, Y., Pereira, L., Pillay, A., & Bolan, G. (2024). Rekomendasi laboratorium CDC untuk pengujian

- sifilis, Amerika Serikat, 2024. *Laporan Mingguan Morbiditas dan Mortalitas*, 73(1), 1–26.
<https://doi.org/10.15585/mmwr.rr7301a1>
- Parry, J., Easterbrook, P., & Sands, A. (2017). Strategi pengujian satu atau dua *assay* serologis untuk diagnosis infeksi HBV dan HCV? Penggunaan pemodelan prediktif. *BMC Infectious Diseases*, 17(1), 2774. <https://doi.org/10.1186/s12879-017-2774-1>
- Patel, D., Albarde, S., Klotz, W., Lambeck, A., Musset, L., Vayanos, Z., & Herold, M. (2025). Deteksi antibodi antinuklear: Survei yang dilakukan oleh Organisasi Eropa untuk Penyedia Jaminan Mutu Eksternal dalam Kedokteran Laboratorium. *American Journal of Laboratory Medicine*, 201(3), 456–471.
<https://doi.org/10.1093/labmed/lmaf011>
- Patel, H. K., Duong, Y. T., Birhanu, S., Dobbs, T., Lupoli, K., Moore, C., ... Parekh, B. (2021). Pendekatan komprehensif untuk memastikan kualitas pengujian laboratorium dalam survei HIV: Pelajaran yang dipetik dari proyek penilaian dampak HIV berbasis populasi. *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes*, 87(4), 1159–1169.
<https://doi.org/10.1097/QAI.0000000000002702>
- Patrone, P., & Kearsley, A. J. (2020). Klasifikasi dalam ketidakpastian: Analisis data untuk pengujian antibodi diagnostik. *IMA Journal of Applied Mathematics*, 85(6), 923–955.

Imunologi dan Serologi dalam Pemeriksaan Laboratorium Medis membahas konsep dasar sistem imun dan penerapannya dalam berbagai pemeriksaan laboratorium yang digunakan untuk membantu diagnosis, pemantauan, dan evaluasi berbagai penyakit. Buku ini menguraikan prinsip-prinsip respons imun, interaksi antigen dan antibodi, serta berbagai metode serologi yang umum digunakan dalam laboratorium medis modern.

Pembaca akan diajak memahami berbagai teknik pemeriksaan imunologi dan serologi, mulai dari metode konvensional hingga perkembangan teknologi yang lebih mutakhir. Selain itu, buku ini menjelaskan interpretasi hasil pemeriksaan serta peran penting pengujian imunologi dalam mendeteksi penyakit infeksi, gangguan autoimun, alergi, dan berbagai kondisi klinis lainnya. Materi disajikan secara sistematis sehingga mudah dipahami oleh berbagai kalangan pembaca.

Buku ini ditujukan bagi masyarakat umum, mahasiswa bidang kesehatan, tenaga laboratorium medis, dan siapa saja yang ingin memahami peran imunologi dan serologi dalam dunia kesehatan. Dengan pemahaman yang baik mengenai pemeriksaan laboratorium berbasis imunologi, pembaca diharapkan dapat mengenali pentingnya deteksi dini dan diagnosis yang akurat dalam mendukung pelayanan kesehatan yang berkualitas.