

PENAPISAN ANTIBODI *TOXOPLASMA GONDII* DAN PROFIL LEUKOSIT PADA DARAH DONOR

Meyta Wulandari^{1*}, Ikrimah Nafilata², Sri Wijayanti Wulandari^{3,4}

Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Palangka Raya, Indonesia¹

Blood Bank Technology Study Programs, STIKes Guna Bangsa Yogyakarta, Indonesia²

Faculty of Applied Science and Technology, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia³

Faculty of Life Sciences, University of Bristol, United Kingdom⁴

*Corresponding Author : meyta.wulandari@mipa.upr.ac.id

ABSTRAK

Keamanan produk darah merupakan prioritas bagi UTD dalam menyediakan komponen darah donor sebagai obat esensial yang memiliki risiko menularkan penyakit. Penapisan darah donor telah diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan No 91 tahun 2015 untuk uji empat parameter penyakit, diantaranya sifilis, HIV, hepatitis B dan hepatitis C. Toksoplasmosis merupakan infeksi protozoa yang dapat bersifat asimtomatik pada penderitanya. Prevalensi toksoplasma di Asia, khususnya di Indonesia cukup tinggi, sehingga perlu menjadi perhatian bagi UTD melakukan pengamanan darah donor. Infeksi toksoplasma dapat menyebabkan penyakit komorbid pada individu imunodefisiensi. Penularan toksoplasmosis terhadap penderita HIV dengan CD4 yang rendah dapat menyebabkan tambahan penyakit oportunistik yaitu toksoplasma ensefalitis serta infeksi laten yang menunjukkan risiko komplikasi. Tujuan penelitian ini adalah mendeteksi antibodi IgG/IgM *Toxoplasma gondii* pada darah donor dengan desain penelitian deskriptif laboratorik. Sampel didapatkan dari 69 darah donor berupa serum. Deteksi antibodi yang dilakukan menggunakan Rapid Test Voyage Toxo IgG/IgM. Hasil menunjukkan bahwa terdapat 19% sampel reaktif toksoplasma antibodi imunoglobulin G (IgG), 81% sampel non reaktif IgG, tidak ditemukan sampel darah donor yang reaktif IgM (0%) dan profil leukosit pada sampel darah donor reaktif IgG diketahui leukosit jenis limfosit dan monosit, keduanya meningkat 85% dari nilai normal. Disimpulkan pendonor memiliki riwayat terinfeksi *Toxoplasma gondii* dan berpeluang dalam menularkan parasit melalui transfusi darah secara horizontal.

Kata kunci : darah, donor, leukosit, penapisan, transfusi darah, toksoplasma

ABSTRACT

Blood product safety is UTD's priority to provide donor blood components as essential medicines that have a risk of transmitting disease. Minister of Health Regulation Number 91 of 2015 regulates screening of blood donors to test four disease parameters, including syphilis, HIV, hepatitis B and hepatitis C. Toxoplasmosis is a protozoan infection that can be asymptomatic. The high prevalence of toxoplasma in Asia, especially in Indonesia, needs to be a concern for UTD to carry out blood donor screening. Toxoplasma infection can cause comorbidities in immunodeficiency patients. Transmission of toxoplasmosis to HIV sufferers with low CD4 levels can cause additional opportunistic diseases such as toxoplasma encephalitis and latent infections that indicate a risk of complications. This study aims to detect Toxoplasma gondii IgG/IgM antibodies in donor blood using a descriptive laboratory research design. Samples were obtained from 69 blood donors in serum form. Toxoplasma was detected using the Voyage Toxo IgG/IgM Rapid Test Cassette. The results showed that 19% of samples were reactive to toxoplasma immunoglobulin G (IgG) antibodies, 81% of samples were non-reactive IgG, IgM-reactive donor blood samples (0%) were not found and leukocyte profile in the IgG reactive donor blood sample was lymphocytes and monocytes, both of which increased 85% of the normal value. It was concluded that the donor had a history of infection with Toxoplasma gondii and had the opportunity to transmit the parasite through horizontal blood transfusions.

Keywords : blood, donor, leukocyte, screening, blood transfusion, toxoplasma

PENDAHULUAN

Darah donor yang berperan sebagai obat esensial memiliki risiko menularkan penyakit dari patogen berupa virus, bakteri maupun parasit (Cardoso et al., 2023). Pengamanan darah pada proses pre-transfusi merupakan proses penting sebagai upaya mencegah penularan agen penyakit melalui darah donor. Proses uji saring atau penapisan telah dilakukan di Unit Transfusi Darah (UTD untuk beberapa penyakit yang memiliki dampak serius seperti sifilis, HIV, hepatitis B dan C. Keempat penyakit ini wajib untuk dideteksi melalui antibodinya (Peraturan Menteri Kesehatan, 2015). Unit Transfusi Darah harus menetapkan dan memelihara standar mutu dan keamanan komponen darah berdasarkan prinsip *Good Manufacturing Practice* (GMP), sehingga diperlukan pengujian terhadap penyakit-penyakit lain yang sering dilaporkan di Indonesia untuk menjamin keamanan produk darah (Peraturan Kepala BPOM, 2017).

Toxoplasma merupakan protozoa yang termasuk parasit darah yang menyebabkan parasitemia dan menginfeksi semua golongan usia (Bhattacharyya et al., 2013). Pendonor pada umumnya merupakan individu yang sehat, namun infeksi *Toxoplasma gondii* dapat bersifat asimtomatik, sehingga pada sebagian orang yang terinfeksi tidak menunjukkan gejala (Mahmoudvand et al., 2015). Pendonor yang menderita toksoplasmosis asimptomatik menimbulkan kekhawatiran bagi penerima darah donor, khususnya pada penerima dengan penurunan imunitas (Foroutan-Rad et al., 2016). Takizoit (endozoit) merupakan tahapan infeksius dalam siklus hidup *T.gondii* dapat ditularkan ke manusia melalui transfusi darah, kecelakaan biologis atau pengguna obat parenteral, berbeda dengan bradizoit (sistozoit) yang terkandung dalam kista jaringan menular secara horizontal antara inang perantara omnivora (Barratt et al., 2010).

Sementara itu, prevalensi toksoplasma pada donor darah wilayah Asia diperkirakan mencapai 29%, dan prevalensi toxoplasma di Indonesia yang diketahui cukup tinggi, khususnya di Jawa Tengah mencapai 62.5 % (Foroutan-Rad et al., 2016; Retmanasari et al., 2017). Faktor risiko yang mempengaruhi diantaranya adalah lingkungan, pola makan, serta tingkat sosial ekonomi masyarakat (Retmanasari et al., 2017; Robert-Gangneux & Guegan, 2021). Infeksi *Toxoplasma gondii* dapat berlangsung seumur hidup pada individu imunokompeten di fase laten setelah infeksi primer (Carranza-Rodríguez et al., 2024)

Protozoa ini mampu menginfeksi semua sel yang memiliki inti, seperti leukosit serta makrofag yang memiliki fungsi memfagosit serta mengelminasi patogen (Black & Boothroyd, 2000). Infeksi yang terjadi sebagai *co-morbidity* pada individu tertentu seperti pasien hemodialisis, penderita defisiensi imun termasuk Orang Dengan HIV/AIDS (ODHA) dan resipien transplantasi organ dengan terapi obat immunosupresif berisiko terhadap penularan *Toxoplasma gondii* (El-Sayed et al., 2016; Vanichanan et al., 2018). Dampak dari penularan toksoplasmosis terhadap penderita HIV dengan CD4 yang rendah dapat menyebabkan tambahan penyakit oportunistik seperti toksoplasma ensefalitis, sedangkan pada penderita imunodefisiensi menyebabkan infeksi laten dengan prognosis yang buruk seperti abses pada otak, miokarditis, dan korioretinitis (Beran et al., 2015; Nissapatorn & Sawangjaroen, 2011; Villard et al., 2016). *Toxoplasma gondii* memiliki kemampuan reaktivasi saat imunitas menurun, infeksi yang berulang dapat menyebabkan kematian pada penderita imunodefisiensi. (Ahmadpour et al., 2014; Sutherland et al., 2015).

Penapisan pada darah donor berfungsi meminimalkan kemungkinan penularan agen infeksius dari unit darah yang di donorkan kepada resepien atau penerima dan memastikan kesejahteraan pendonor. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi antibodi awal infeksi (IgM) dan antibodi spesifik yang terbentuk setelah terjadi paparan (IgG) pada darah donor sebagai upaya untuk pengawasan, pencegahan dan pengendalian toksoplasmosis terhadap penerima transfusi darah (Wang et al., 2018).

METODE

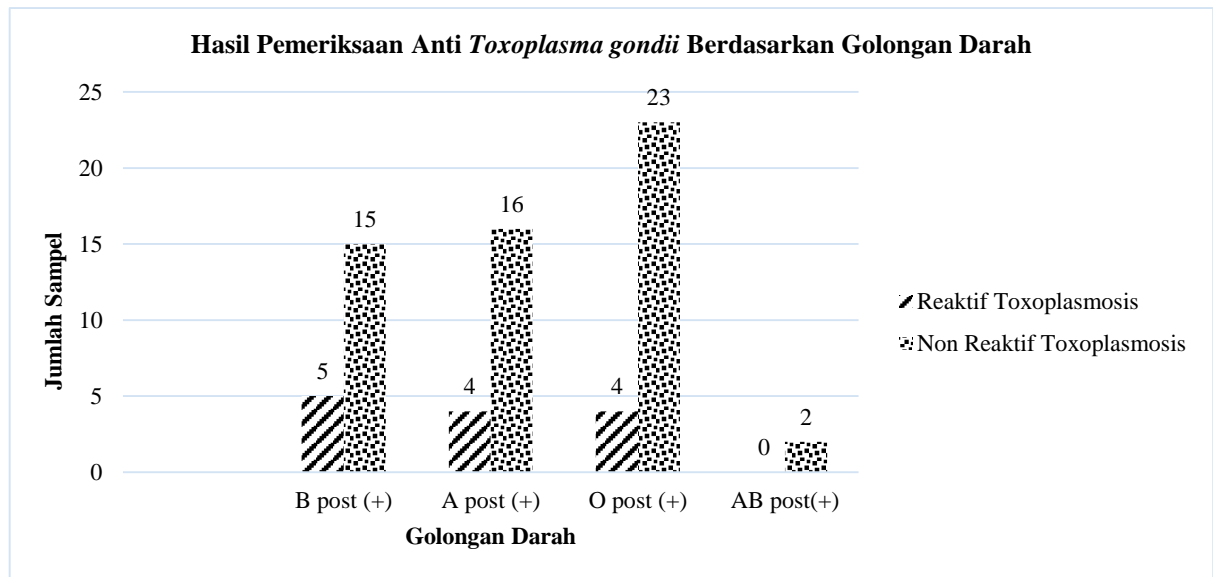
Penelitian ini bersifat deskriptif laboratorik dengan mendeteksi keberadaan antibodi *Toxoplasma gondii* pada darah donor menggunakan metode pemeriksaan *rapid test* dengan sampel berupa serum. *Rapid test* dipilih sebagai metode pemeriksaan karena secara umum mudah untuk digunakan dan pengujian cepat, tidak memerlukan peralatan khusus sehingga dapat digunakan dalam kondisi klinis atau lapangan. Subjek penelitian ini adalah pendonor darah di UTD PMI Kota Yogyakarta, sampelnya berupa darah donor yang telah mendapatkan ijin penggunaan sampel dari UTD PMI Kota Yogyakarta. Teknik *sampling* yang digunakan adalah *consecutive sampling* dengan kriteria eksklusi darah donor yang reaktif penyakit HIV, sifilis, hepatitis B dan C. Sementara itu kriteria inklusinya darah donor antara lain sampel darah donor yang telah lolos penapisan serta sampel darah yang tidak mengalami lisis.

Penelitian ini menggunakan sampel darah donor sebanyak 69 sampel. Pengambilan besar sampel minimal berdasarkan PMK No 91 tahun 2015, terkait regulasi *quality control* di UTD yaitu 1% dari produksi darah perbulan (Peraturan Menteri Kesehatan, 2015). Penapisan penyakit toksoplamosis dari sampel darah donor pada penelitian ini menggunakan metode *Rapid Test* yang mendeteksi antigen IgM dan IgG pada serum atau plasma darah. Antigen yang melapisi sumuran *rapid test* merupakan protein rekombinan yang akan berikatan dengan antibodi yang terdapat pada sampel. Instrumen yang digunakan dalam pemeriksaan adalah *Rapid Test Cassette Voyage Toxo IgG/IgM* dan Hematology Analyzer untuk pemeriksaan hematologi khususnya leukosit.

Pada pendeteksian antibodi Toxo IgG/IgM menggunakan sampel darah sebanyak 3 ml yang berasal dari pendonor dan bukan merupakan darah kantong atau darah simpan di PMI, dipisahkan antara platelet dan serum menggunakan sentrifuse dengan kecepatan 3000 rpm selama 2 menit. Serum hasil pemisahan diteteskan pada sumuran *cassette* sekitar 75 μ l atau sebanyak 3 tetes. Interpretasi hasil dapat dibaca setelah 15 menit. Sampel terindikasi reaktif IgM/IgG apabila terdapat garis merah pada region kontrol (C) dan pada region IgM ataupun IgG. Jika garis merah hanya tampak pada region C maka sampel tersebut dinyatakan negatif. Namun, apabila garis merah tidak tampak pada region C hasil pemeriksaan dianggap invalid. Penelitian ini telah mendapat persetujuan dari Komisi Etik FK UGM dengan Nomor KE/FK/1141/EC/2019.

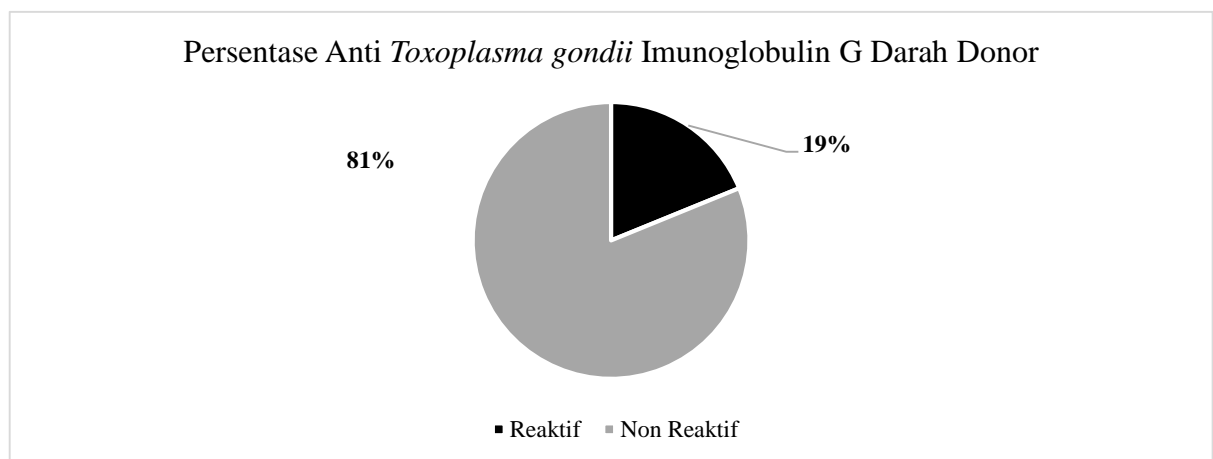
HASIL

Sampel darah dari pendonor yang diuji pada penelitian ini sejumlah 69 sampel yang terdiri dari 75,4% (52) pendonor laki-laki dan 24,6% (16) sampel pendonor perempuan. Pengujian *rapid test Toxoplasma gondii* pada Gambar 1 menunjukkan hasil pemeriksaan skrining Anti *Toxoplasma gondii* berdasarkan golongan darah menunjukkan bahwa terdapat hasil yang reaktif toksoplasma antibodi imunoglobulin G (IgG) berturut-turut pada golongan darah B, A dan O yaitu 7,2% (5), 5,8% (4) dan 5,8% (4). Golongan darah tidak ada kaitannya dengan keberadaan antibodi IgM ataupun IgG (Siransy et al., 2016). Pada pemeriksaan sampel darah dengan *rapid test* tidak ditemukan adanya sampel darah donor reaktif antibodi IgM (0%) yang merupakan seromarker penanda terjadinya awal infeksi parasit pada tubuh individu (Sadiqui et al., 2019).



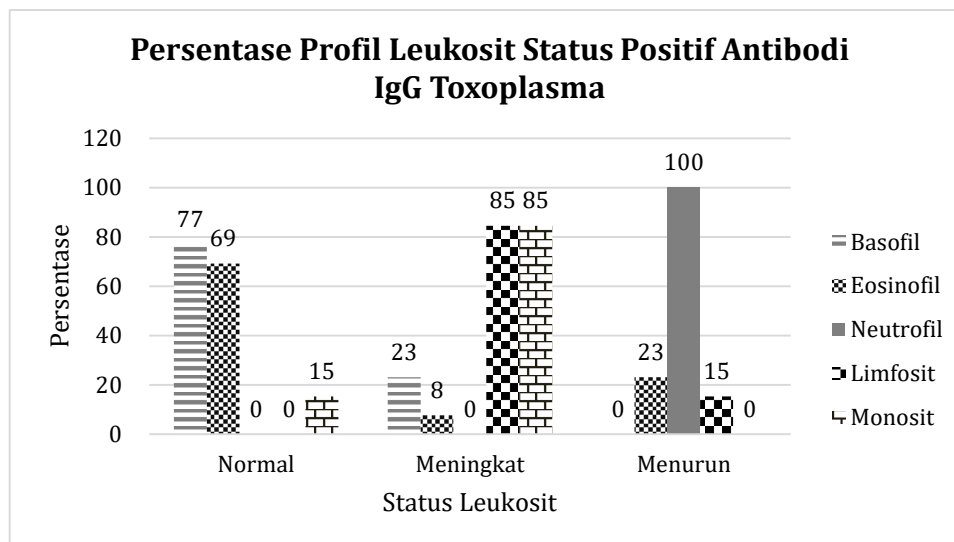
Gambar 1. Grafik Hasil Pemeriksaan Anti *Toxoplasma Gondii* Berdasarkan Golongan Darah

Pada gambar 2 diagram pie di bawah ini menunjukkan jumlah sampel yang reaktif IgG sebesar 19% dari 69 sampel darah donor positif IgG anti-Toksoplasma, sedangkan 81% menunjukkan hasil pemeriksaan non reaktif IgG.



Gambar 2. Diagram persentase Anti *Toxoplasma gondii* Imunoglobulin G

Profil leukosit pada sampel darah yang reaktif antibodi IgG Toksoplasma yang diuji menggunakan hematologi analyzer, dianalisis *cross tabulation* menggunakan SPSS. Persentase hitung jenis leukosit pada Gambar 3 menunjukkan bahwa jenis leukosit basofil dan eosinofil statusnya normal dengan persentase berturut-turut adalah 77% dan 69%, sedangkan limfosit dan monosit meningkat dari nilai normalnya, masing-masing sebesar 85% dari 13 sampel reaktif antibodi IgG Toksoplasma. Sementara jenis leukosit yang nilainya lebih rendah dari nilai normal adalah neutrofil hingga 100% dari 13 sampel reaktif antibodi IgG Toksoplasma.



Gambar 3. Grafik Persentase Hitung Jenis Leukosit Status Reaktif Antibodi IgG *Toxoplasma Gondii*

PEMBAHASAN

Antibodi IgG yang terdeteksi pada penelitian ini menandakan bahwa pendonor atau individu pernah terinfeksi toksoplasma, pengujian menggunakan serologi IgG anti-Toxoplasma merupakan parameter kunci yang menunjukkan adanya infeksi di masa lalu atau adanya infeksi primer (Zhang et al., 2017). Individu yang memiliki antibodi IgG pada tubuhnya, memungkinkan untuk parasit tersebut untuk dapat reaktif, kondisi ini disebut infeksi kronis toksoplasma (Robert-Gangneux & Guegan, 2021). Pada kondisi kronis kista yang terdapat di otak, mata, jantung dan otot dapat reaktivasi, sehingga menjadi salah satu penularan dengan cara *Acquired toxoplasma* yaitu penderita toksoplasmosis laten yang menjadi pendonor dapat menularkan kepada resepien yang belum pernah terinfeksi (Fitriana & Pracoyo, 2017). Sementara itu, pada penapisan darah donor penelitian ini tidak ditemukan antibodi IgM Toxoplasma, dimungkinkan karena antibodi IgM anti- *T. gondii* menurun perlahan setelah infeksi. Kadar IgM mencapai puncaknya masing-masing sekitar tiga, empat dan lima minggu setelah infeksi. Titer tinggi yang cepat menurun setelah minggu ke-7, dalam beberapa kasus menjadi negatif pada minggu ke-13, meskipun dalam kasus lain titer 10% terdeteksi hingga minggu ke-25 pasca infeksi. Hal ini bergantung pada metode uji serologi yang digunakan (Vargas-Villavicencio et al., 2022). Pada pengujian antibodi IgM Toxoplasma menggunakan metode ELISA di Yogyakarta, ditemukan darah donor reaktif sebesar 5% (Wulandari et al., 2019).

Pada penelitian ini profil leukosit diamati karena merupakan respon imun seluler yang berperan dalam mekanisme pertahanan terhadap infeksi parasit *Toxoplasma gondii*. Jenis limfosit dan monosit ditemukan meningkat pada sampel darah donor reaktif IgG toxoplasma, limfosit berperan dalam pembatasan replikasi parasit selama fase kronis (Sandri et al., 2020). Sedangkan basofil dan eosinofil jumlahnya normal pada darah donor reaktif IgG toxoplasma. Sementara itu neutrofil menurun pada darah donor reaktif IgG Toxoplasma, hal ini dapat dipahami karena neutrofil merupakan pertahanan pertama diawal infeksi saat patogen menular (Mayadas et al., 2014).

Selain itu, parasit *Toxoplasma gondii* dapat melakukan proliferasi pada sel leukosit dalam bentuk takizoid, bentuk kista yang aktif membelah, serta dapat bertahan hidup dalam leukosit hingga 7 minggu antara suhu 2°C dan 4°C (Fitriana & Pracoyo, 2017; Sarkari et al., 2014). Takizoit menginfeksi dan bereplikasi secara berbeda pada monosit, neutrofil, sel dendritik, dan limfosit manusia, meskipun tidak menginfeksi secara merata (Channon et al., 2000). Kemampuan bertahan parasit ini meningkatkan risiko penularan melalui transfusi

darah. Sehingga membahayakan dan mengancam jiwa bagi pasien *immunocompromised* terutama pada penderita HIV, karena protozoa tersebut dapat aktif kembali ketika imunitas menurun (Dhakal et al., 2015).

KESIMPULAN

Hasil penapisan darah donor menunjukkan adanya antibody IgG sebesar 19% dan tidak ditemukan sampel darah donor yang reaktif IgM (0%). Profil leukosit pada sampel darah donor reaktif IgG diketahui leukosit jenis limfosit dan monosit meningkat 85% dari nilai normal. Temuan ini mengindikasikan pendonor memiliki riwayat terinfeksi *Toxoplasma gondii* dan berpeluang dalam menginfeksi penderita imunodefisien melalui transfusi darah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih atas bantuan dan dukungan oleh Kementerian Riset dan Teknologi Pendidikan Tinggi Republik Indonesia dengan nomor kontrak B/1435.37/L5/RA.00/2019, PMI Kota Yogyakarta dan Program Studi D3 Bank Darah STIKES Guna Bangsa Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadpour, E., Daryani, A., Sharif, M., Sarvi, S., Aarabi, M., Mizani, A., Rahimi, M. T., & Shokri, A. (2014). Toxoplasmosis in immunocompromised patients in Iran: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Infection in Developing Countries*, 8(12), 1503–1510. <https://doi.org/10.3855/jidc.4796>
- Barratt, J. L. N., Harkness, J., Marriott, D., Ellis, J. T., & Stark, D. (2010). Importance of Nonenteric Protozoan Infections in Immunocompromised People. *Clinical Microbiology Reviews*, 23(4), 795–836. <https://doi.org/10.1128/CMR.00001-10>
- Beran, O., Kodym, P., Maly, M., Davidova, A., Reinartova, G., Jilich, D., Holub, M., & Rozsypal, H. (2015). The Effect of Latent *Toxoplasma gondii* Infection on the Immune Response in HIV-Infected Patients. *BioMed Research International*, 2015, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2015/271842>
- Bhattacharyya, S., Khurana, S., & Dubey, M. (2013). Anti-*Toxoplasma gondii* antibody detection in serum and urine samples by enzyme-linked immunosorbent assay in HIV-infected patients. *Indian Journal of Pathology and Microbiology*, 56(1), 20. <https://doi.org/10.4103/0377-4929.116143>
- Black, M. W., & Boothroyd, J. C. (2000). Lytic Cycle of *Toxoplasma gondii*. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 64(3), 607–623. <https://doi.org/10.1128/MMBR.64.3.607-623.2000>
- Cardoso, M., Ragan, I., Hartson, L., & Goodrich, R. P. (2023). Emerging Pathogen Threats in Transfusion Medicine: Improving Safety and Confidence with Pathogen Reduction Technologies. *Pathogens*, 12(7), 911. <https://doi.org/10.3390/pathogens12070911>
- Carranza-Rodríguez, C., Bolaños-Rivero, M., & Pérez-Arellano, J.-L. (2024). *Toxoplasma gondii* Infection in Humans: A Comprehensive Approach Involving the General Population, HIV-Infected Patients and Intermediate-Duration Fever in the Canary Islands, Spain. *Diagnostics*, 14(8), 809. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14080809>
- Channon, J. Y., Seguin, R. M., & Kasper, L. H. (2000). Differential Infectivity and Division of *Toxoplasma gondii* in Human Peripheral Blood Leukocytes. *Infection and Immunity*, 68(8), 4822–4826. <https://doi.org/10.1128/IAI.68.8.4822-4826.2000>

- Dhakal, R., Gajurel, K., Pomares, C., Talucod, J., Press, C. J., & Montoya, J. G. (2015). Significance of a positive toxoplasma immunoglobulin M test result in the United States. *Journal of Clinical Microbiology*, 53(11).
- El-Sayed, N. M., Ismail, K. A., Badawy, A. F., & Elhasanein, K. F. (2016). In vivo effect of anti-TNF agent (etanercept) in reactivation of latent toxoplasmosis. *Journal of Parasitic Diseases*, 40(4), 1459–1465. <https://doi.org/10.1007/s12639-015-0712-y>
- Fitriana, & Pracoyo, N. E. (2017). Deteksi Toxoplasma gondii dari Spesimen Urine Penderita HIV/AIDS. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*, 2(27).
- Foroutan-Rad, M., Majidiani, H., Dalvand, S., Daryani, A., Kooti, W., Saki, J., Hedayati-Rad, F., & Ahmadpour, E. (2016). Toxoplasmosis in Blood Donors: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Transfusion Medicine Reviews*, 30(3), 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.tmr.2016.03.002>
- Liu, Q., Wang, Z.-D., Huang, S.-Y., & Zhu, X.-Q. (2015). Diagnosis of toxoplasmosis and typing of Toxoplasma gondii. *Parasites & Vectors*, 8(1), 292. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0902-6>
- Mahmoudvand, H., Saedi Dezaki, E., Soleimani, S., Baneshi, M. R., Kheirandish, F., Ezatpour, B., & Zia-ali, N. (2015). Seroprevalence and risk factors of *Toxoplasma gondii* infection among healthy blood donors in south-east of Iran. *Parasite Immunology*, 37(7), 362–367. <https://doi.org/10.1111/pim.12198>
- Mayadas, T. N., Cullere, X., & Lowell, C. A. (2014). The Multifaceted Functions of Neutrophils. *Annual Review of Pathology: Mechanisms of Disease*, 9(1), 181–218. <https://doi.org/10.1146/annurev-pathol-020712-164023>
- Nissapatorn, V., & Sawangjaroen, N. (2011). Parasitic infections in HIV infected individuals: Diagnostic & therapeutic challenges. *The Indian Journal of Medical Research*, 134(6), 878. <https://doi.org/10.4103/0971-5916.92633>
- Peraturan Kepala BPOM, Pub. L. No. 10, Badan Pengawas Obat dan Makanan (2017). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/220303/perka-bpom-no-10-tahun-2017>
- Peraturan Menteri Kesehatan, Pub. L. No. 91, Tentang Standar Pelayanan Transfusi Darah (2015).
- Retmanasari, A., Widartono, B. S., Wijayanti, M. A., & Artama, W. T. (2017). Prevalence and Risk Factors for Toxoplasmosis in Middle Java, Indonesia. *EcoHealth*, 14(1), 162–170. <https://doi.org/10.1007/s10393-016-1198-5>
- Robert-Gangneux, F., & Guegan, H. (2021). Anti- *Toxoplasma* IgG assays: What performances for what purpose? A systematic review. *Parasite*, 28, 39. <https://doi.org/10.1051/parasite/2021035>
- Sandri, V., Gonçalves, I. L., Machado das Neves, G., & Romani Paraboni, M. L. (2020). Diagnostic significance of C-reactive protein and hematological parameters in acute toxoplasmosis. *Journal of Parasitic Diseases*, 44(4), 785–793. <https://doi.org/10.1007/s12639-020-01262-0>
- Sarkari, B., Shafiei, R., Zare, M., Sohrabpour, S., & Kasraian, L. (2014). Seroprevalence and molecular diagnosis of Toxoplasma gondii infection among blood donors in southern Iran. *The Journal of Infection in Developing Countries*, 8(04), 543–547. <https://doi.org/10.3855/jidc.3831>
- Siransy, L., Dasse, S. R., Dou Gonat, S. P., Legbedji, A., N'guessan, K., Kouacou, P. A., Yeboah, R., & Menan, H. (2016). Immunity Status of Blood Donors Regarding Toxoplasma gondii Infection in a Low-Income District of Abidjan, Côte d'Ivoire, West Africa. *Journal of Immunology Research*, 2016, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2016/6830895>
- Sutterland, A. L., Fond, G., Kuin, A., Koeter, M. W. J., Lutter, R., van Gool, T., Yolken, R., Szoke, A., Leboyer, M., & de Haan, L. (2015). Beyond the association. *Toxoplasma*

- toxoplasma gondii* in schizophrenia, bipolar disorder, and addiction: systematic review and meta-analysis. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 132(3), 161–179. <https://doi.org/10.1111/acps.12423>
- Vanichanan, J., Udomkarnjananun, S., Avihingsanon, Y., & Jutivorakool, K. (2018). Common viral infections in kidney transplant recipients. *Kidney Research and Clinical Practice*, 37(4), 323–337. <https://doi.org/10.23876/j.krcp.18.0063>
- Vargas-Villavicencio, J. A., Cañedo-Solares, I., & Correa, D. (2022). Anti-Toxoplasma gondii IgM Long Persistence: What Are the Underlying Mechanisms? *Microorganisms*, 10(8), 1659. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10081659>
- Villard, O., Cimon, B., L'Ollivier, C., Fricker-Hidalgo, H., Godineau, N., Houze, S., Paris, L., Pelloux, H., Villena, I., & Candolfi, E. (2016). Serological diagnosis of Toxoplasma gondii infection. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 84(1), 22–33. <https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2015.09.009>
- Wang, T., Han, Y., Pan, Z., Wang, H., Yuan, M., & Lin, H. (2018). Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* infection in blood donors in mainland China: a systematic review and meta-analysis. *Parasite*, 25, 36. <https://doi.org/10.1051/parasite/2018037>
- Wulandari, M., Nafilata, I., Safitri, R. T., Satria, R., Putriani, R., & Agustin, U. (2019). Screening of Toxoplasmosis in Whole Blood at PMI Sleman Yogyakarta. *Journal of Health*, 6(2), 112–115. <https://doi.org/10.30590/vol6-no2-p112-115>
- Zhang, K., Lin, G., Han, Y., & Li, J. (2017). The standardization of 5 immunoassays for anti-Toxoplasma immunoglobulin G(IgG). *Clinica Chimica Acta*, 472, 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2017.07.007>