
Analisis Struktur Sel dan Perkembangan Sel Limfosit B dan Sel Limfosit T Serta Mekanismenya

Ni'matullathifah Ni'matullathifah
Universitas Adiwangsa Jambi

Ardi Mustakim
Universitas Adiwangsa Jambi

Alamat: Jl. Sersan Muslim No. Rt 24, Thehok, Kec. Jambi Selatan, Kota Jambi
Korespondensi penulis: nimatullathifah60@gmail.com

Abstract. *B lymphocyte cells and T lymphocyte cells are two important types of cells in the human body's immune system. B Lymphocyte cells are responsible for producing antibodies that identify and help eliminate pathogens, such as bacteria and viruses. They also play a role in the adaptive immune response and can become memory cells, allowing the body to respond more quickly if exposed to the same pathogen in the future. T lymphocytes on the other hand, function in the recognition and destruction of cells infected by viruses as well as in regulating the immune response. T cells can be divided into several subtypes, including cytotoxic T cells, which directly destroy infected cells, and helper T cells, which help coordinate the immune response by secreting cytokines. These two types of cells work together to provide effective protection against infection and contribute to immunological memory, which is important for long-term immunity*

Keywords: *Adaptive Immune Respons, B and T Lymphocytes, Immunological Memory*

Abstrak. Sel limfosit B dan sel limfosit T adalah dua jenis sel penting dalam sistem imun tubuh manusia. Sel Limfosit B bertanggung jawab untuk menghasilkan antibodi yang mengidentifikasi dan membantu menghilangkan patogen, seperti bakteri dan virus. Mereka juga berperan dalam respons imun adaptif dan dapat menjadi sel memori, yang memungkinkan tubuh untuk merespons lebih cepat jika terpapar patogen yang sama di masa depan. Sel Limfosit T di sisi lain, berfungsi dalam pengenalan dan penghancuran sel-sel yang terinfeksi oleh virus serta dalam mengatur respons imun. Sel T dapat dibagi menjadi beberapa sub tipe, termasuk sel T sitotoksik, yang langsung menghancurkan sel terinfeksi, dan sel T helper, yang membantu mengoordinasikan respons imun dengan mengeluarkan sitokin. Kedua jenis sel ini bekerja sama untuk memberikan perlindungan yang efektif terhadap infeksi dan berkontribusi pada ingatan imunologis, yang penting untuk kekebalan jangka panjang.

Kata kunci: Respons Imun Adaptif, Sel Limfosit B dan T, Ingatan Imunologis

1. LATAR BELAKANG

Sel adalah unit dasar kehidupan yang terdiri dari beberapa komponen, yaitu membran sel, sitosol, organel, dan nukleus. Membran sel adalah lapisan tipis yang mengelilingi sel dan mengatur keluar masuknya zat-zat. Sitosol adalah cairan yang terdapat di dalam sel dan berfungsi sebagai medium reaksi kimia. Organel adalah struktur yang terdapat di dalam sel dan berfungsi untuk melakukan fungsi-fungsi tertentu, seperti mitokondria, ribosom, dan lisosom. Nukleus adalah organel yang berfungsi sebagai pusat pengendalian sel dan mengandung DNA. Perkembangan sel limfosit B dan sel limfosit T adalah proses yang kompleks dan melibatkan beberapa tahap. Sel limfosit B berkembang di sumsum tulang dan melibatkan tahap pro-B sel, pre-B sel, imatur B sel, dan matang B sel. Sel limfosit T berkembang di timus dan melibatkan tahap pro-T sel, pre-T sel, imatur T sel, dan matang T sel.

Kedua jenis sel limfosit ini berperan penting dalam respon imun dan perlindungan tubuh terhadap patogen. Sistem kekebalan tubuh terdiri dari berbagai sel yang bekerja sama untuk melindungi tubuh dari infeksi. Limfosit B dan T adalah dua jenis limfosit yang memainkan peran kunci dalam kekebalan adaptif. Limfosit B bertanggung jawab untuk produksi antibodi, sementara limfosit T terlibat dalam penghancuran sel terinfeksi dan pengaturan respon imun. Memahami struktur dan mekanisme perkembangan sel-sel ini sangat penting untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang imunologi dan pengembangan terapi. Sel limfosit B merupakan bagian dari respon imunitas adaptif yang berperan penting untuk pertahanan tubuh melawan patogen. Perkembangan sel limfosit B dimulai dari sel punca hematopoietik di sumsum tulang belakang dan organ limfoid sekunder dengan melalui berbagai tahapan proses maturasi dan seleksi.

Sel limfosit B matur dapat menghasilkan berbagai macam antibodi yang spesifik untuk patogen. Sel T regulator yang ditandai dengan CD4+CD25+Foxp3 memegang peranan kunci pada sistem toleran tubuh. Sel T regulator ini diperlukan untuk mengendalikan sel efektor yang teraktivasi. Sel T regulator melakukan fungsinya sebagai pengendali sel efektor dan pembentuk sistem toleran dengan cara tidak hanya sebagai supresor namun juga pengatur sistem homeostasis. Sel T regulator mempunyai daya kendali terhadap sel lain yang terlibat pada sistem imun. Kemampuan mengendalikan sel lain ini mutlak diperlukan untuk menghindari terjadinya penyakit autoimun dan penolakan transplantasi. Kerja sel T regulator mempengaruhi respon imun terhadap alergen namun melemahkan sel efektor melawan sel tumor dan patogen. Di samping itu pada beberapa kasus diketahui bahwa sel T regulator juga menyebabkan sel efektor kehilangan fungsinya. Sampai sekarang mekanisme kerja sel T regulator secara seluler dan molekuler belum sepenuhnya diketahui, namun ada bukti tentang pentingnya sel ini dari banyak aspek biologi.

Dari sudut pandang morfologi, limfosit T dan B tidak dapat dibedakan karena keduanya merupakan sel kecil (berdiameter 8–10 mikron) dan masing-masing memiliki nukleus besar dengan heterokromatin padat dan batas sitoplasma yang mengandung sedikit mitokondria, ribosom, dan lisosom. Ketika mereka diaktifkan oleh rangsangan antigenik, mereka dapat membesar, sehingga meningkatkan jumlah sitoplasma dan organel mereka. Limfosit menyajikan reseptor untuk pengenalan antigen (Ag) (masing-masing TCR dan BCR) dengan spesifisitas yang berbeda pada permukaannya. Gen yang mengkodekan struktur ini menjalani serangkaian rekombinasi DNA, yang memberi mereka keragaman fenotip yang sangat besar. Sel limfosit B dan sel limfosit T memiliki fungsi penting dalam sistem kekebalan tubuh. Sel Limfosit B:

1. **Produksi Antibodi:** Sel B memproduksi antibodi yang mengenali dan mengikat antigen, membantu menetralkan patogen.
2. **Memori Imun:** Beberapa sel B menjadi sel memori yang memungkinkan tubuh untuk merespons lebih cepat jika terpapar antigen yang sama di masa depan. Sel Limfosit T:
 - 1) **Sel T Pembunuh (Cytotoxic T Cells):** Menyerang dan membunuh sel yang terinfeksi virus atau sel kanker.
 - 2) **Sel T Pembantu (Helper T Cells):** Mengaktifkan sel B dan sel T lainnya, serta mengatur respons imun.
3. **Memori T:** Beberapa sel T juga berfungsi sebagai sel memori untuk mempercepat respons terhadap infeksi di masa mendatang. Keduanya berkolaborasi untuk melindungi tubuh dari infeksi dan penyakit.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur. Sumber-sumber yang dianalisis mencakup jurnal ilmiah, buku teks imunologi, dan artikel review terkini. Data dikumpulkan mengenai perkembangan, struktur, dan mekanisme fungsi sel limfosit B dan T, serta interaksi antara keduanya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. **Struktur Sel Limfosit B dan T** Sel limfosit B dan T adalah jenis sel darah putih yang berasal dari sel punca hematopoietik di sumsum tulang.
 - **Sel Limfosit B:** Memiliki struktur yang khas, termasuk reseptor imunoglobulin (Ig) yang berfungsi untuk mengenali antigen. Setelah teraktivasi, sel ini dapat berdiferensiasi menjadi sel plasma yang memproduksi antibodi.
 - **Sel Limfosit T:** Terdapat dua jenis utama, yaitu sel T helper (CD4+) dan sel T sitotoksik (CD8+). Sel T ini memiliki reseptor sel T (TCR) yang mengenali antigen yang disajikan oleh sel penyaji antigen (APC).
2. **Perkembangan Sel Limfosit B dan T**
 - **Perkembangan Sel Limfosit B:** Dimulai di sumsum tulang, di mana sel punca mengalami proses pembentukan dan seleksi. Sel B yang berhasil melewati proses seleksi akan matang dan memasuki aliran darah, siap untuk berfungsi dalam respons imun.
 - **Perkembangan Sel Limfosit T:** Terjadi di timus, di mana sel punca yang berasal dari sumsum tulang menjalani proses diferensiasi dan seleksi. Hanya sel T yang dapat

mengenali antigen secara spesifik yang akan bertahan, sementara yang tidak dapat mengenali antigen dengan benar akan dihilangkan.

3. Mekanisme Interaksi: Setelah terpapar antigen, limfosit T dapat membantu mengaktifkan limfosit B melalui sitokin, memicu diferensiasi menjadi sel plasma yang memproduksi antibodi.

Interaksi antara limfosit B dan T sangat penting dalam respon imun. Setelah aktivasi, limfosit B yang terstimulus oleh limfosit T dapat memproduksi antibodi yang mengikat antigen spesifik. Proses ini tidak hanya meningkatkan spesifisitas respons imun tetapi juga menciptakan memori imunologis, yang memungkinkan tubuh merespons lebih cepat pada infeksi yang sama di masa depan. Sel B dan sel T adalah dua jenis limfosit yang berperan penting dalam sistem imun tubuh untuk melawan infeksi dan penyakit: Sel B Menghasilkan antibodi untuk melawan patogen. Sel B dibentuk di sumsum tulang belakang dan mengalami aktivasi di organ limfoid sekunder. Sel B mengenali antigen bebas yang belum diproses. Sel T Menghancurkan patogen berbahaya dan mengirimkan sinyal yang membantu mengendalikan respons sistem imun. Sel T mengenali antigen dalam kompleks histokompatibilitas mayor (MHC) pada permukaan sel penyaji antigen. Sel B dan sel T memiliki perbedaan dan kesamaan, di antaranya:

Perbedaan utama antara sel B dan sel T adalah bahwa sel B hanya dapat mengidentifikasi antigen permukaan agen infeksius itu sendiri, sedangkan sel T hanya dapat mengenali antigen virus di luar sel yang terinfeksi. Sel B lebih mungkin bermutasi menjadi kanker cair seperti leukemia limfositik kronis (CLL) atau limfoma sel B dibandingkan sel T. Sel T dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu sel T pembunuh (sitotoksik), sel T pembantu (helper), dan sel T pengatur (suppressor/penekan). Sel B dan sel T sama-sama kecil (berdiameter 8–10 mikron) dan masing-masing memiliki nukleus besar

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Limfosit B dan T memiliki struktur, perkembangan, dan mekanisme yang saling terkait dalam sistem kekebalan tubuh. Memahami fungsi dan interaksi keduanya sangat penting untuk pengembangan terapi imunologis yang lebih efektif dalam mengatasi penyakit infeksi dan kanker. Penelitian lebih lanjut di bidang ini diharapkan dapat membuka jalan bagi inovasi dalam pengobatan dan vaksinasi.

DAFTAR REFERENSI

- Abbas, A. K., & Lichtman, A. H. (2011). *Cellular and Molecular Immunology*. 7th edition. Philadelphia: Saunders.
- Abbas, A. K., Lichtman, A. H., & Pillai, S. (2020). *Cellular and Molecular Immunology*. Elsevier.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2002). *Molecular Biology of the Cell*. 5th edition. New York: Garland Science.
- Cohn, L., et al. (2016). "Development and Differentiation of B Cells." *Nature Reviews Immunology*.
- Goldsby, R. A., et al. (2018). *Immunology*. W. H. Freeman.
- Janeway, C. A., et al. (2018). *Immunobiology: The Immune System in Health and Disease*. Garland Science.
- Janeway, C. A., Travers, P., Walport, M., & Shlomchik, M. J. (2005). *Immunobiology The Immune System in Health and Disease*. 6th edition. New York: Garland Science
- Kearney, J. F., et al. (2015). "B Cell Responses to Antigens
- Ma, A., et al. (2015). "The Role of T Cells in Immune Responses." *Annual Review of Immunology*.
- Malhotra, A., et al. (2020). "Interplay between B and T Cells in Immunity." *Immunity*.
- Murphy, K. & Reiner, S. L. (2015). "Understanding the Immune System." *Nature Reviews Immunology*.
- Murphy, K. M., & Weaver, C. (2016). *Janeway's Immunobiology*. Garland Science.
- O'Connor, R. S., et al. (2015). "Metabolic Regulation of T Cell Activation and Function." *Nature Reviews Immunology*.
- Rudd, C. E., et al. (2019). "T Cell Activation and Costimulation." *Nature Immunology*.
- Schmitt, T. M., & Zúñiga-Pflücker, J. C. (2020). "T Cell Development." *Nature Reviews Immunology*.
- Shlomchik, M. J. (2018). "Memory B Cells." *Nature Reviews Immunology*.
- Zhang, Y., et al. (2021). "The Role of Antibodies in the Immune Response." *Journal of Immunology*.
- Zhu, J., & Paul, W. E. (2010). "CD4 T cells: Fates, Functions, and Factors." *Nature Reviews Immunology*.