

## PENGEMBANGAN TERAPI IMUNOLOGI PERSONALISASI DALAM PENGOBATAN KANKER: TANTANGAN DAN PROSPEK

<sup>1</sup>Alexandria Firdaus Al Farisy, <sup>2</sup>Fadli, <sup>3</sup>Perdana Liansyah Sihite, <sup>4</sup>Kevin Hizkya Ginting, <sup>5</sup>Rauza Sukma Rita

<sup>1</sup>Puskesmas Kedungjati, <sup>2</sup>Akademi Farmasi Yarsi Pontianak, <sup>3</sup>PNS RSUD Nias Selatan,

<sup>4</sup>Universitas HKBP Nommensen Medan, <sup>5</sup>Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Andalas

Email: alexfirdausaf47@gmail.com, fadliapoteker@yahoo.com, perdanasihite4@gmail.com, kevinhizkyag@gmail.com, raugasukmarita@med.unand.ac.id

---

### ABSTRAK

#### Kata kunci:

Terapi, Imunologi,  
Pengobatan, Kanker

Pengembangan terapi imunologi personalisasi telah menjadi fokus utama dalam penelitian pengobatan kanker karena potensinya dalam meningkatkan respons tubuh terhadap sel kanker. Artikel ini membahas tantangan dan prospek dalam pengembangan terapi imunologi personalisasi untuk mengatasi kerumitan heterogenitas kanker. Terapi imunologi personalisasi melibatkan pendekatan yang dirancang khusus untuk merangsang sistem kekebalan pasien agar mengenali dan melawan sel kanker secara spesifik. Salah satu tantangan utama dalam pengembangan terapi ini adalah keragaman mutasi genetik dan ekspresi antigen pada setiap tumor kanker. Penelitian genomik dan pemetaan antigen spesifik tumor menjadi langkah kunci untuk merancang terapi yang sesuai dengan karakteristik unik setiap pasien. Selain itu, resistensi terapi dan potensi efek samping memerlukan pemahaman mendalam terhadap interaksi kompleks antara sel kanker dan sistem kekebalan. Meskipun tantangan tersebut, terdapat prospek yang menjanjikan. Kemajuan dalam teknologi sekuensing genom, pemodelan bioinformatika, dan pemahaman lebih lanjut terhadap mekanisme regulasi sistem kekebalan telah memberikan dasar bagi pengembangan terapi imunologi personalisasi. Terapi ini memungkinkan pemberian pengobatan yang lebih efektif dan minim efek samping karena disesuaikan dengan profil genetik dan antigen spesifik pasien. Dalam konteks ini, artikel ini juga membahas sejumlah strategi pengembangan terkini, seperti penggunaan vaksin terapeutik dan terapi sel T berbasis CAR (Chimeric Antigen Receptor), yang memberikan harapan baru dalam meningkatkan respons imun terhadap kanker. Dengan memahami tantangan dan prospek tersebut, artikel ini memberikan wawasan mendalam terkait pengembangan terapi imunologi personalisasi sebagai pendekatan yang menjanjikan dalam mengatasi kompleksitas pengobatan kanker.

### ABSTRACT

---

#### Keywords:

Therapeutics,  
Immunology, Treatment,  
Cancer

*The development of personalized immunological therapies has become a major focus in cancer treatment research because of its potential in improving the body's response to cancer cells. This article discusses the challenges and prospects in the development of personalized immunological therapies to address the complexity of cancer heterogeneity. Personalized immunology therapy involves a specially designed approach to stimulate the patient's immune system to recognize and fight specific cancer cells. One of the main challenges in the development of this therapy is the diversity of genetic mutations and antigen expression in each cancerous tumor. Genomic research and mapping of tumor-specific antigens are key steps to design therapies that match each patient's unique characteristics. In addition, therapeutic resistance and potential side effects require a deep understanding of the complex interactions between cancer*

*cells and the immune system. Despite these challenges, there are promising prospects. Advances in genome sequencing technology, bioinformatics modeling, and further understanding of immune system regulatory mechanisms have provided the basis for the development of personalized immunology therapies. This therapy allows for more effective treatment and minimal side effects because it is tailored to the patient's specific genetic and antigen profile. In this context, this article also discusses a number of recent development strategies, such as the use of therapeutic vaccines and CAR (Chimeric Antigen Receptor) based T cell therapies, which provide new hope in enhancing the immune response against cancer. Understanding these challenges and prospects, this article provides deep insights into the development of personalized immunological therapies as a promising approach to addressing the complexities of cancer treatment..*

---

## **PENDAHULUAN**

Kanker tetap menjadi salah satu tantangan kesehatan global yang signifikan. Meskipun telah ada berbagai terapi konvensional, perawatan kanker masih dihadapkan pada sejumlah kendala, termasuk resistensi terapi, efek samping yang serius, dan heterogenitas tumor. Dalam konteks ini, pengembangan terapi imunologi personalisasi menjadi sorotan utama dalam upaya peningkatan efektivitas pengobatan kanker.

Tingginya kompleksitas biologi kanker dan variasi antarindividu menunjukkan perlunya pendekatan yang lebih spesifik dalam pengobatan kanker. Terapi imunologi personalisasi, seperti terapi sel CAR-T dan vaksin kanker individual, menjanjikan untuk merespons secara lebih presisi terhadap karakteristik unik dari setiap tumor. Meskipun terdapat kemajuan signifikan dalam pengembangan terapi imunologi personalisasi, masih terdapat kesenjangan pengetahuan terkait tantangan dan prospek yang terkait. Seiring dengan kompleksitas teknologi baru, perlu pemahaman yang lebih mendalam tentang faktor-faktor yang dapat memengaruhi keberhasilan atau kegagalan terapi ini.

Penelitian ini mendesak untuk mengisi kesenjangan pengetahuan tersebut, mengingat potensi besar terapi imunologi personalisasi dalam memberikan solusi pengobatan yang lebih efektif dan minim efek samping bagi penderita kanker. Dengan memahami tantangan dan prospek terapi ini, kita dapat merancang strategi pengembangan yang lebih terarah.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menggali potensi terapi imunologi personalisasi, tetapi penelitian ini masih perlu diperluas dan diperdalam. Evaluasi kritis terhadap penelitian-penelitian sebelumnya akan memberikan landasan yang kuat untuk merancang penelitian lebih lanjut. Artikel ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mendalam tentang perkembangan terkini dalam terapi imunologi personalisasi, mengidentifikasi tantangan yang dihadapi, dan

merinci prospeknya dalam pengobatan kanker. Pendekatan ini membawa unsur novelti dalam menganalisis secara komprehensif aspek-aspek yang relevan dengan pengembangan terapi ini.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah:

- Menganalisis perkembangan terkini dalam pengembangan terapi imunologi personalisasi.
- Mengidentifikasi dan mengkaji tantangan yang dihadapi dalam implementasi terapi ini.
- Mengevaluasi prospek terapi imunologi personalisasi dalam konteks pengobatan kanker.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pemahaman lebih lanjut tentang terapi imunologi personalisasi, memberikan pandangan baru dalam pengembangan terapi kanker yang inovatif, serta memberikan dasar untuk perancangan studi lebih lanjut dalam bidang ini. Dengan demikian, manfaatnya akan melampaui batas-batas penelitian dan dapat diterapkan dalam praktik klinis untuk meningkatkan kualitas perawatan kanker.

## **METODE**

Penelitian ini akan menggunakan desain penelitian deskriptif analitis untuk menganalisis perkembangan terkini, tantangan, dan prospek terapi imunologi personalisasi dalam pengobatan kanker. Populasi penelitian ini adalah pasien kanker yang telah menjalani atau sedang menjalani terapi imunologi personalisasi. Sampel akan dipilih secara purposive dari berbagai pusat perawatan kanker yang menawarkan terapi imunologi personalisasi. Jumlah sampel akan ditentukan berdasarkan ketersediaan pasien yang memenuhi kriteria inklusi.

Kriteria inklusi melibatkan pasien yang telah didiagnosis dengan jenis kanker tertentu dan telah menjalani atau sedang menjalani terapi imunologi personalisasi. Kriteria eksklusi melibatkan pasien dengan riwayat penyakit autoimun atau kondisi kesehatan yang dapat memengaruhi respons terhadap terapi imunologi personalisasi.

Data akan dikumpulkan melalui wawancara dengan pasien, analisis rekam medis elektronik, dan pemeriksaan fisik. Kuesioner struktural juga akan digunakan untuk memperoleh informasi tambahan tentang kualitas hidup pasien dan persepsi mereka terhadap terapi. Pasien yang memenuhi kriteria inklusi akan diundang untuk berpartisipasi dalam penelitian. Setelah mendapatkan persetujuan informasi, wawancara dan pemeriksaan fisik akan dilakukan. Data dari rekam medis elektronik juga akan diekstraksi.

Data kuantitatif akan dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif untuk merinci karakteristik sampel dan variabel penelitian. Analisis kualitatif akan dilakukan untuk merinci temuan dari wawancara dan kuesioner.

Penelitian ini akan dilakukan sesuai dengan panduan etika penelitian medis dan privasi pasien. Persetujuan etik akan diperoleh dari lembaga penelitian dan rumah sakit terkait. Analisis statistik akan digunakan untuk menentukan signifikansi dari variabel independen terhadap variabel dependen. Penggunaan uji statistik yang sesuai akan memperkuat validitas temuan penelitian. Keterbatasan penelitian ini melibatkan ketergantungan pada data pasien yang tersedia, seleksi sampel yang mungkin tidak mencerminkan populasi umum, dan variabilitas respon terhadap terapi imunologi personalisasi yang dapat dipengaruhi oleh banyak faktor.

Metode penelitian ini dirancang untuk memberikan gambaran yang komprehensif tentang perkembangan, tantangan, dan prospek terapi imunologi personalisasi dalam pengobatan kanker, serta memastikan integritas ilmiah dan etika selama pelaksanaan penelitian.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengembangan terapi imunologi personalisasi dalam pengobatan kanker telah menjadi fokus utama penelitian dan pengembangan dalam upaya meningkatkan respons terapeutik yang lebih spesifik dan efektif. Pembahasan akan menyoroti temuan-temuan kunci, tantangan yang dihadapi, serta prospek yang menjanjikan dalam mengatasi kanker melalui pendekatan ini.

### **Perkembangan Terkini dalam Terapi Imunologi Personalisasi**

Pada analisis perkembangan terkini, terlihat bahwa terapi imunologi personalisasi telah mencapai tonggak penting dengan kemunculan teknologi-teknologi baru seperti terapi sel CAR-T dan vaksin kanker individual. Studi klinis terbaru menunjukkan hasil positif dalam meningkatkan respons imun terhadap tumor yang spesifik dan mengurangi risiko resistensi terapi.

### **Tantangan yang Dihadapi**

Meskipun terdapat kemajuan signifikan, terdapat sejumlah tantangan yang perlu diatasi. Resistensi terapi, efek samping yang serius, dan biaya tinggi merupakan beberapa hambatan utama.

Adapun masalah keamanan dan keterbatasan teknis masih menjadi fokus penelitian untuk memastikan terapi ini dapat diaplikasikan secara lebih luas.

### **Heterogenitas Tumor dan Personalisasi Terapi**

Heterogenitas tumor menjadi kendala utama dalam mencapai personalisasi terapi yang efektif. Setiap tumor memiliki karakteristik unik yang memerlukan pendekatan yang disesuaikan. Analisis mendalam terhadap genom tumor dan pemetaan mutasi spesifik menjadi kunci untuk mengidentifikasi target terapi yang optimal.

### **Prospek Terapi Imunologi Personalisasi**

Meskipun dihadapkan pada tantangan, prospek terapi imunologi personalisasi sangat menjanjikan. Kemajuan dalam pemahaman genomik, teknologi pengolahan sel, dan desain vaksin menunjukkan potensi untuk meningkatkan efektivitas terapi ini. Adanya kolaborasi antarpencapaian dan industri juga dapat mempercepat pengembangan dan komersialisasi terapi ini.

### **Aspek Keuangan dan Kebijakan**

Aspek keuangan menjadi pertimbangan penting dalam penerapan terapi imunologi personalisasi. Pengembangan teknologi yang mahal dan biaya produksi terapi ini masih menjadi beban yang perlu diatasi. Kebijakan kesehatan yang mendukung aksesibilitas terapi ini bagi semua lapisan masyarakat juga menjadi krusial.

## **KESIMPULAN**

Dalam rangka mencapai tujuan utama mengatasi kanker melalui terapi imunologi personalisasi, diperlukan upaya kolaboratif antara penelitian, industri, dan pihak kebijakan. Tantangan yang dihadapi tidak dapat dianggap remeh, namun dengan mengatasi setiap hambatan dengan pendekatan yang komprehensif, terapi imunologi personalisasi memiliki potensi untuk merevolusi pengobatan kanker. Dengan terus melakukan penelitian yang mendalam dan fokus pada inovasi, kita dapat membuka babak baru dalam era pengobatan kanker yang lebih presisi dan efektif.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Schumacher TN, Scheper W, Kvistborg P. Cancer Neoantigens. *Annu Rev Immunol*.

2019;37:173-200.

Ribas A, Wolchok JD. Cancer immunotherapy using checkpoint blockade. *Science*. 2018;359(6382):1350-1355.

June CH, O'Connor RS, Kawalekar OU, Ghassemi S, Milone MC. CAR T cell immunotherapy for human cancer. *Science*. 2018;359(6382):1361-1365.

Farkona S, Diamandis EP, Blasutig IM. Cancer immunotherapy: the beginning of the end of cancer? *BMC Med*. 2016;14:73.

Melero I, Gaudernack G, Gerritsen W, et al. Therapeutic vaccines for cancer: an overview of clinical trials. *Nat Rev Clin Oncol*. 2014;11(9):509-524.

Binnewies M, Roberts EW, Kersten K, et al. Understanding the tumor immune microenvironment (TIME) for effective therapy. *Nat Med*. 2018;24(5):541-550.

Hu Z, Ott PA, Wu CJ. Towards personalized, tumour-specific, therapeutic vaccines for cancer. *Nat Rev Immunol*. 2018;18(3):168-182.

Sharma P, Hu-Lieskovan S, Wargo JA, Ribas A. Primary, Adaptive, and Acquired Resistance to Cancer Immunotherapy. *Cell*. 2017;168(4):707-723.

Rosenberg SA, Restifo NP. Adoptive cell transfer as personalized immunotherapy for human cancer. *Science*. 2015;348(6230):62-68.

Sahin U, Derhovanessian E, Miller M, et al. Personalized RNA mutanome vaccines mobilize poly-specific therapeutic immunity against cancer. *Nature*. 2017;547(7662):222-226.

Ribas A, Dummer R, Puzanov I, et al. Oncolytic Virotherapy Promotes Intratumoral T Cell Infiltration and Improves Anti-PD-1 Immunotherapy. *Cell*. 2017;170(6):1109-1119.e10.

Ott PA, Hu Z, Keskin DB, et al. An immunogenic personal neoantigen vaccine for patients with melanoma. *Nature*. 2017;547(7662):217-221.

Yarchoan M, Hopkins A, Jaffee EM. Tumor Mutational Burden and Response Rate to PD-1 Inhibition. *N Engl J Med*. 2017;377(25):2500-2501.

Tran E, Turcotte S, Gros A, et al. Cancer immunotherapy based on mutation-specific CD4+ T cells in a patient with epithelial cancer. *Science*. 2014;344(6184):641-645.

Sahin U, Türeci Ö. Personalized vaccines for cancer immunotherapy. *Science*. 2018;359(6382):1355-1360.

Vonderheide RH, Domchek SM, Clark AS. Immunotherapy for breast cancer: what are we

*Pengembangan Terapi Immunologi Personalisasi dalam Pengobatan Kanker: Tantangan dan Prospek*

missing? Clin Cancer Res. 2017;23(11):2640-2646.

Havel JJ, Chowell D, Chan TA. The evolving landscape of biomarkers for checkpoint inhibitor immunotherapy. Nat Rev Cancer. 2019;19(3):133-150.

Topalian SL, Taube JM, Anders RA, Pardoll DM. Mechanism-driven biomarkers to guide immune checkpoint blockade in cancer therapy. Nat Rev Cancer. 2016;16(5):275-287.

Sharma P, Allison JP. Immune checkpoint targeting in cancer therapy: toward combination strategies with curative potential. Cell. 2015;161(2):205-214.

Gubin MM, Artyomov MN, Mardis ER, Schreiber RD. Tumor neoantigens: building a framework for personalized cancer immunotherapy. J Clin Invest. 2015;125(9):3413-3421.



**This work is licensed under a**  
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License