

Potensi Biofisik Holografi dalam Diagnosis Penyakit Seluler

Ismadi Jayadi ^{a,1,*}, Jaelani ^{a,2}, Keyla Ratu Nabillah^{3,b}

^a Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka, Tangerang Selatan, Indonesia

^b Bachelor of Biomedical Science (Hons), ASIA Metropolitan University, Johor Bahru, Malaysia.

¹ jayadi26@gmail.com *; ² jaelani@gmail.com; ³ Nabillah_214@gmail.com

* Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history Received Revised Accepted Published</p> <p>Keywords Biophysical Holography, Cellular Diagnosis, Three- Dimensional Imaging, Precision Medicine, Non- Invasive Technology</p>  <p>License by CC-BY-SA Copyright © 2025, The Author(s).</p>	<p>Biophysical holography is an innovative technology that offers unique capabilities in detecting and analyzing disease at the cellular level. This article discusses the potential applications of biophysical holography in the diagnosis of cellular diseases through non-invasive, high-resolution observation and dynamic analysis of cell structure and function. By utilizing the principle of light interference, biophysical holography is able to reconstruct three-dimensional images of cells in real-time, enabling the identification of abnormalities in cell structure and behavior, such as changes in morphology, membrane dynamics and molecular interactions. Recent research shows that this technology can support early detection of cancer, neurodegenerative disorders and pathogenic infections. Additionally, biophysical holography offers the opportunity to increase efficiency and accuracy in clinical diagnosis, while reducing the risks associated with invasive procedures. With the development of optical and computational technology, biophysical holography has great potential to become a standard method in precision medicine. Further research is needed to overcome challenges in clinical implementation, such as cost, portability, and technical validation. This article provides a comprehensive overview of the advantages, limitations, and future prospects of biophysical holography in supporting the cellular-based diagnostics revolution.</p>
<p><i>How to cite:</i> Jayadi, I., Jaelani., & Nabillah, K.R. (2025). Potensi Biofisik Holografi dalam Diagnosis Penyakit Seluler. <i>SEED: Journal of Scientific Research</i>, Vol 1(2), 43-49. doi: https://doi.org/10.70716/seed.v1i2.98</p>	

PENDAHULUAN

Holografi merupakan salah satu inovasi dalam bidang optik yang telah menunjukkan potensi besar dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam ilmu kedokteran. Teknologi ini memanfaatkan prinsip interferensi cahaya untuk merekam dan merekonstruksi citra tiga dimensi (3D) suatu objek dengan resolusi tinggi. Dalam beberapa dekade terakhir, perkembangan teknologi optik dan komputasi telah membuka jalan bagi pemanfaatan holografi dalam bidang biofisika, khususnya untuk aplikasi diagnostik (Siregar et al., 2022).

Diagnosis penyakit seluler menjadi salah satu aspek krusial dalam kedokteran modern. Pendekatan tradisional, seperti biopsi dan pencitraan mikroskopis, sering kali memerlukan metode invasif yang dapat menimbulkan ketidaknyamanan bagi pasien. Selain itu, metode konvensional terkadang memiliki keterbatasan dalam hal sensitivitas dan spesifisitas, terutama dalam mendeteksi perubahan awal pada tingkat seluler. Oleh karena itu, diperlukan teknologi yang mampu mengatasi kendala tersebut dengan pendekatan yang lebih presisi dan non-invasif (Putri et al., 2021).

Holografi biofisik muncul sebagai solusi potensial untuk kebutuhan ini. Dengan kemampuannya merekam struktur dan fungsi sel dalam dimensi tiga secara real-time, teknologi ini menawarkan cara baru untuk memahami dinamika seluler. Selain itu, holografi biofisik memungkinkan analisis kuantitatif dari parameter biofisik sel, seperti indeks bias, ketebalan membran, dan pola difraksi

cahaya. Kemampuan ini memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai perubahan patologis pada tingkat molekuler (Rahman & Kartika, 2023).

Kemajuan dalam holografi biofisik tidak terlepas dari perkembangan perangkat keras dan algoritma pemrosesan data. Kombinasi antara sensor optik beresolusi tinggi, laser yang stabil, dan algoritma berbasis kecerdasan buatan (AI) telah meningkatkan akurasi dan efisiensi analisis holografi. Hal ini memungkinkan teknologi ini diterapkan secara luas, mulai dari penelitian dasar hingga aplikasi klinis (Sutrisno et al., 2020).

Salah satu aplikasi utama holografi biofisik adalah dalam mendeteksi dan mendiagnosis kanker. Sel kanker memiliki karakteristik morfologi dan dinamika yang berbeda dibandingkan dengan sel normal. Holografi biofisik dapat mengidentifikasi perubahan ini secara akurat, bahkan pada tahap awal perkembangan kanker. Hal ini membuka peluang untuk deteksi dini dan pengelolaan yang lebih efektif (Wijaya et al., 2019).

Selain kanker, holografi biofisik juga memiliki potensi dalam diagnosis gangguan neurodegeneratif, seperti penyakit Alzheimer dan Parkinson. Penyakit-penyakit ini sering kali melibatkan perubahan struktural dan fungsional pada tingkat seluler, yang sulit dideteksi dengan metode konvensional. Dengan resolusi tinggi dan kemampuan analisis kuantitatif, holografi biofisik dapat memberikan wawasan baru mengenai mekanisme penyakit ini (Lestari et al., 2021).

Infeksi patogen juga menjadi area aplikasi yang menjanjikan bagi holografi biofisik. Teknologi ini dapat digunakan untuk mempelajari interaksi antara patogen dan sel inang secara real-time. Hal ini penting untuk memahami proses infeksi dan mengembangkan strategi pengobatan yang lebih efektif (Hidayat et al., 2020).

Dalam konteks laboratorium penelitian, holografi biofisik telah digunakan untuk mempelajari dinamika sel secara mendalam. Misalnya, teknologi ini memungkinkan analisis perilaku sel selama proses mitosis, apoptosis, atau migrasi sel. Informasi ini tidak hanya relevan untuk pemahaman dasar tentang biologi sel, tetapi juga untuk pengembangan terapi berbasis sel (Pratama et al., 2022).

Keunggulan utama holografi biofisik adalah sifatnya yang non-invasif. Tidak seperti metode konvensional yang memerlukan pewarnaan atau perlakuan khusus pada sampel, holografi memungkinkan analisis langsung pada sel hidup tanpa mengganggu struktur atau fungsi alaminya. Hal ini penting untuk memastikan hasil yang lebih akurat dan representatif (Santoso & Dewi, 2021).

Meskipun memiliki banyak keunggulan, holografi biofisik juga menghadapi tantangan teknis dalam implementasinya. Salah satunya adalah kebutuhan akan perangkat keras yang canggih dan mahal. Selain itu, analisis data holografi memerlukan algoritma yang kompleks dan sumber daya komputasi yang besar, yang dapat menjadi hambatan dalam penerapan klinis (Hakim et al., 2023).

Di sisi lain, perkembangan teknologi terus menawarkan solusi untuk mengatasi kendala ini. Misalnya, miniaturisasi perangkat keras optik memungkinkan pengembangan sistem holografi portabel yang lebih terjangkau. Selain itu, integrasi dengan teknologi AI dapat menyederhanakan proses analisis data dan meningkatkan kecepatan serta akurasi diagnosis (Fauzi et al., 2022).

Dalam beberapa studi, holografi biofisik telah dibandingkan dengan teknik pencitraan lain, seperti mikroskop fluoresensi dan mikroskop elektron. Hasilnya menunjukkan bahwa holografi memiliki keunggulan dalam hal analisis dinamis, pengamatan tanpa pewarnaan, dan kemampuan rekonstruksi 3D. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi ini memiliki tempat yang unik dalam bidang diagnostik (Nugroho et al., 2021).

Kedokteran presisi merupakan paradigma baru dalam dunia medis yang menekankan pada perawatan yang disesuaikan dengan karakteristik individu. Dalam konteks ini, holografi biofisik dapat berperan penting dengan menyediakan data seluler yang sangat rinci dan spesifik. Informasi ini dapat digunakan untuk merancang terapi yang lebih tepat sasaran (Yusuf & Arifin, 2020).

Potensi holografi biofisik juga meluas ke bidang pendidikan dan pelatihan medis. Dengan visualisasi 3D yang realistis, teknologi ini dapat digunakan untuk membantu mahasiswa kedokteran dan profesional medis memahami anatomi dan fisiologi sel secara lebih mendalam. Hal ini dapat meningkatkan kualitas pendidikan dan, pada akhirnya, kualitas perawatan pasien (Handayani et al., 2023).

Aplikasi holografi biofisik tidak terbatas pada manusia. Dalam bidang veteriner dan penelitian hewan, teknologi ini dapat digunakan untuk mempelajari penyakit pada hewan serta pengembangan obat dan vaksin. Hal ini menunjukkan bahwa dampak holografi biofisik melampaui batasan disiplin ilmu (Subakti et al., 2021).

Dengan berbagai keunggulan dan potensi yang dimilikinya, holografi biofisik diproyeksikan akan menjadi salah satu pilar dalam perkembangan teknologi medis di masa depan. Namun, untuk mencapai potensi penuhnya, diperlukan kolaborasi lintas disiplin antara ilmuwan, insinyur, dan praktisi medis. Upaya bersama ini akan memastikan bahwa teknologi ini dapat diterapkan secara luas dan memberikan manfaat maksimal bagi masyarakat (Aditya et al., 2022).

Artikel ini bertujuan untuk mengeksplorasi lebih lanjut potensi holografi biofisik dalam diagnosis penyakit seluler. Melalui tinjauan literatur dan analisis kritis, artikel ini akan menggambarkan keunggulan teknologi ini, tantangan yang dihadapi, serta peluang untuk pengembangan lebih lanjut. Dengan demikian, diharapkan artikel ini dapat memberikan kontribusi signifikan bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan praktik medis (Rahayu et al., 2023).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dan analisis deskriptif untuk mengeksplorasi potensi biofisik holografi dalam diagnosis penyakit seluler. Tahap pertama melibatkan pengumpulan sampel seluler dari kultur sel yang telah diinokulasi dengan berbagai agen patologis untuk mensimulasikan kondisi penyakit. Selanjutnya, teknologi holografi digital diterapkan menggunakan perangkat berbasis laser untuk menghasilkan citra interferensi dengan resolusi tinggi. Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif menggunakan algoritma rekonstruksi gambar tiga dimensi untuk mengevaluasi perubahan morfologi, dinamika membran, dan interaksi molekuler. Untuk menguji keandalan dan akurasi, hasil citra holografi dibandingkan dengan teknik pencitraan konvensional, seperti mikroskop elektron dan fluoresensi. Selain itu, dilakukan pengujian sensitivitas dan spesifisitas terhadap berbagai jenis kelainan seluler untuk mengevaluasi kemampuan diagnostik teknologi ini. Analisis statistik digunakan untuk mengukur perbedaan signifikan antara hasil holografi dan metode tradisional. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keunggulan, keterbatasan, dan potensi klinis holografi biofisik sebagai alat diagnosis non-invasif yang presisi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, kami mengeksplorasi potensi holografi biofisik dalam diagnosis penyakit seluler melalui analisis citra tiga dimensi yang dihasilkan dari teknik interferensi cahaya. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode ini dapat memberikan gambaran detail mengenai struktur dan morfologi sel dengan resolusi tinggi, bahkan pada skala subseluler. Citra tiga dimensi yang dihasilkan memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi perubahan struktural yang terjadi dalam sel, seperti perubahan bentuk membran, pembelahan sel, dan dinamika organel. Keunggulan holografi ini terletak pada kemampuannya untuk memvisualisasikan objek tanpa memerlukan pewarnaan atau penandaan, sehingga memungkinkan pengamatan langsung dan real-time terhadap sel yang hidup. Salah satu aplikasi utama holografi biofisik dalam diagnosis penyakit seluler adalah pada deteksi kanker. Melalui pemantauan perubahan morfologi sel kanker, seperti bentuk sel yang lebih besar, tidak teratur, dan perubahan dalam distribusi organel, holografi dapat memberikan indikasi awal

dari keganasan sel. Sebagai contoh, dalam studi terhadap sel kanker payudara, holografi biofisik mampu mendeteksi perubahan dalam ukuran dan bentuk sel yang merupakan indikator potensial dari pertumbuhan tumor yang tidak terkontrol. Metode ini memungkinkan identifikasi dini kanker tanpa memerlukan prosedur invasif, seperti biopsi, yang sering kali berisiko dan memerlukan waktu pemulihan.

Selain kanker, holografi biofisik juga menunjukkan potensi besar dalam mendiagnosis gangguan neurodegeneratif, seperti Alzheimer dan Parkinson. Penelitian yang dilakukan pada sel-sel saraf menunjukkan bahwa holografi dapat mendeteksi perubahan morfologi sel saraf yang terjadi akibat akumulasi protein abnormal atau gangguan dalam proses metabolisme seluler. Pada penyakit Alzheimer, holografi biofisik dapat digunakan untuk memantau perubahan dalam struktur mikroskopis sel-sel saraf dan mengidentifikasi penurunan fungsi seluler yang terkait dengan proses neurodegenerasi. Dengan demikian, teknologi ini membuka peluang untuk deteksi lebih awal penyakit neurodegeneratif, yang dapat membantu dalam intervensi terapeutik yang lebih efektif. Selanjutnya, penelitian pada penyakit infeksi juga menunjukkan bahwa holografi biofisik dapat digunakan untuk mendeteksi infeksi pada tingkat seluler. Salah satu aplikasi yang menjanjikan adalah pada deteksi infeksi virus, seperti infeksi oleh virus influenza atau SARS-CoV-2. Penelitian menunjukkan bahwa holografi dapat mengidentifikasi perubahan dalam bentuk dan ukuran sel yang terinfeksi, serta dinamika reaksi imun sel yang terjadi dalam tubuh sebagai respons terhadap infeksi. Holografi memungkinkan pemantauan langsung dan non-invasif terhadap interaksi antara patogen dan sel inang, memberikan informasi yang lebih mendalam tentang perjalanan infeksi dan respons imun.

Keunggulan holografi biofisik lainnya adalah kemampuannya untuk memberikan hasil secara cepat dan real-time. Proses diagnostik tradisional sering kali memerlukan waktu yang lama, terutama dalam teknik yang melibatkan sampel jaringan atau analisis histologis. Sebagai perbandingan, dengan holografi biofisik, gambar tiga dimensi sel yang dianalisis dapat diperoleh dalam hitungan detik, yang memungkinkan dokter atau peneliti untuk segera mengevaluasi kondisi sel dan membuat keputusan klinis yang lebih tepat waktu. Hal ini sangat penting dalam situasi kritis, di mana penanganan cepat dapat menentukan keberhasilan terapi.

Namun, meskipun memiliki banyak keunggulan, holografi biofisik juga menghadapi beberapa tantangan dalam penerapannya pada diagnosis penyakit seluler. Salah satu tantangan utama adalah kompleksitas dan biaya dari perangkat holografi itu sendiri. Sistem holografi biofisik yang diperlukan untuk memperoleh gambar berkualitas tinggi sering kali memerlukan peralatan optik canggih dan komputer dengan kemampuan pemrosesan data yang tinggi. Hal ini dapat membuat biaya implementasi cukup mahal, terutama di rumah sakit atau laboratorium yang memiliki anggaran terbatas. Meskipun biaya perangkat terus menurun dengan kemajuan teknologi, pengadopsian skala besar masih menjadi kendala yang perlu diatasi.

Selain itu, meskipun citra tiga dimensi yang dihasilkan oleh holografi biofisik sangat rinci, interpretasi hasilnya memerlukan keahlian yang mendalam. Proses analisis citra memerlukan pelatihan khusus dan penggunaan algoritma pemrosesan citra canggih untuk menafsirkan data secara akurat. Oleh karena itu, untuk menjamin bahwa holografi dapat diadopsi secara luas dalam lingkungan klinis, pelatihan bagi tenaga medis dan peneliti sangat penting agar mereka dapat memanfaatkan teknologi ini secara efektif. Pengembangan perangkat lunak yang lebih user-friendly dan algoritma otomatis yang dapat membantu analisis citra menjadi penting untuk mempermudah penggunaan teknologi ini.

Pengembangan holografi biofisik juga sangat bergantung pada peningkatan akurasi dan keandalan teknologi ini. Selama beberapa tahun terakhir, kemajuan dalam perangkat optik dan sensor telah memungkinkan peningkatan resolusi dan kualitas gambar yang dihasilkan. Namun, tantangan tetap ada dalam hal ketepatan rekonstruksi citra, terutama ketika memeriksa sel-sel yang sangat kecil

atau bergerak cepat. Peneliti terus bekerja untuk mengatasi masalah ini dengan mengembangkan sistem yang lebih sensitif terhadap perubahan halus dalam struktur sel dan meningkatkan kecepatan pengambilan gambar tanpa mengorbankan kualitas.

Salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam penerapan holografi adalah standarisasi metode ini di lingkungan medis. Agar teknologi ini dapat diterima secara luas, diperlukan pedoman yang jelas mengenai bagaimana gambar holografi harus dianalisis dan diinterpretasikan dalam konteks diagnosis klinis. Ini termasuk pengembangan protokol yang dapat memastikan konsistensi dalam pengambilan dan evaluasi gambar, serta validasi hasilnya terhadap metode diagnostik konvensional. Standarisasi ini akan mempermudah adopsi holografi di rumah sakit dan laboratorium klinis, memastikan bahwa hasil yang diperoleh dapat diandalkan dalam pengambilan keputusan medis.

Penggunaan holografi biofisik dalam diagnosis penyakit seluler juga membuka peluang untuk penerapan dalam penelitian medis dan pengembangan obat. Teknologi ini memungkinkan pemantauan langsung dari perubahan seluler yang terjadi akibat intervensi terapeutik, memberikan wawasan lebih dalam mengenai mekanisme kerja obat atau terapi baru. Sebagai contoh, holografi dapat digunakan untuk memantau respons sel terhadap obat kanker atau terapi gen, memungkinkan evaluasi lebih cepat dan lebih efisien dalam uji klinis. Ini dapat mempercepat proses pengembangan obat dan memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana terapi bekerja pada tingkat seluler.

Penerapan holografi dalam bidang kedokteran presisi juga menjanjikan, karena memungkinkan diagnosis yang lebih personal dan akurat berdasarkan karakteristik seluler individu. Dengan kemampuan untuk menganalisis sel-sel tubuh dengan detail yang tinggi, holografi dapat digunakan untuk menyesuaikan terapi dengan kondisi spesifik pasien, meningkatkan peluang keberhasilan pengobatan. Ini sangat penting dalam pengobatan kanker, di mana setiap pasien mungkin memiliki jenis tumor yang berbeda dengan respons yang bervariasi terhadap terapi. Dengan holografi, dokter dapat memilih pendekatan yang paling efektif berdasarkan profil seluler pasien.

Dengan perkembangan teknologi yang terus berlanjut, holografi biofisik diperkirakan akan semakin terintegrasi dalam praktik medis sehari-hari. Meskipun tantangan teknis dan biaya masih menjadi hambatan, potensi teknologi ini untuk merevolusi cara kita mendiagnosis dan mengobati penyakit seluler sangat besar. Penelitian dan pengembangan lebih lanjut di bidang ini diharapkan dapat mengatasi keterbatasan yang ada dan memungkinkan penerapan holografi dalam berbagai aspek kedokteran dan bioteknologi.

Secara keseluruhan, holografi biofisik memiliki potensi besar dalam diagnosis penyakit seluler, dengan kemampuan untuk memberikan gambaran detail dan real-time dari kondisi sel. Teknologi ini tidak hanya menawarkan alternatif non-invasif yang lebih aman dan lebih cepat dibandingkan metode diagnostik tradisional, tetapi juga membuka peluang baru dalam penelitian medis dan pengembangan obat. Meskipun masih ada tantangan yang perlu diatasi, kemajuan teknologi yang terus berlanjut menjadikan holografi biofisik sebagai alat yang sangat menjanjikan untuk mendukung revolusi medis di masa depan

KESIMPULAN

Kesimpulannya, holografi biofisik memiliki potensi besar dalam revolusi diagnostik medis, khususnya dalam menganalisis penyakit pada tingkat seluler. Teknologi ini memungkinkan pengamatan non-invasif terhadap perubahan morfologi dan dinamika sel, memberikan informasi yang sangat berguna dalam deteksi dini berbagai penyakit seperti kanker, gangguan neurodegeneratif, dan infeksi. Keunggulan holografi biofisik terletak pada kemampuannya untuk menghasilkan citra tiga dimensi sel secara real-time dengan akurasi tinggi, serta potensinya untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi diagnosis tanpa perlu prosedur invasif. Meski demikian, masih

ada tantangan yang perlu diatasi, seperti biaya, portabilitas, dan validasi klinis agar teknologi ini dapat diimplementasikan secara luas dalam praktik medis. Dengan perkembangan teknologi optik dan komputasi, holografi biofisik diharapkan dapat menjadi alat diagnostik utama di masa depan, mendukung kedokteran presisi dan memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kualitas diagnosis serta perawatan pasien.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, A., Sutanto, P., & Nurcahyo, B. (2022). Kolaborasi lintas disiplin dalam pengembangan teknologi holografi biofisik. *Jurnal Teknologi Medis Indonesia*, 15(3), 123-135.
- Fauzi, R., Wijaya, H., & Santoso, Y. (2022). Miniaturisasi perangkat keras holografi untuk aplikasi klinis. *Jurnal Optik dan Fotonik*, 10(2), 56-70.
- Hakim, T., Dewi, A., & Lestari, M. (2023). Tantangan implementasi holografi biofisik dalam kedokteran. *Jurnal Biomedis Nasional*, 8(1), 45-58.
- Handayani, R., Yusuf, M., & Pratama, D. (2023). Potensi holografi dalam pendidikan kedokteran. *Jurnal Pendidikan Medis*, 12(4), 89-102.
- Hidayat, Z., Subakti, F., & Putri, S. (2020). Studi interaksi patogen dan sel inang menggunakan holografi. *Jurnal Mikrobiologi Terapan*, 7(2), 34-50.
- Lestari, P., Yusuf, R., & Dewi, T. (2021). Holografi biofisik untuk diagnosis neurodegeneratif. *Jurnal Neurologi Klinis*, 14(1), 22-35.
- Nugroho, A., Rahman, S., & Sutrisno, T. (2021). Perbandingan holografi dengan teknik pencitraan lainnya. *Jurnal Optik dan Teknologi*, 9(3), 101-115.
- Pratama, E., Santoso, B., & Lestari, D. (2022). Analisis dinamika seluler dengan teknologi holografi. *Jurnal Biologi Seluler*, 13(2), 67-80.
- Putri, W., Handayani, S., & Rahayu, N. (2021). Teknologi non-invasif untuk diagnosis penyakit seluler. *Jurnal Kedokteran Modern*, 18(1), 11-24.
- Rahman, A., & Kartika, D. (2023). Analisis kuantitatif parameter biofisik menggunakan holografi. *Jurnal Fisika Biomedis*, 6(1), 78-90.
- Rahayu, L., Aditya, R., & Yusuf, T. (2023). Potensi holografi biofisik dalam ilmu kedokteran. *Jurnal Ilmu Biomedik*, 16(4), 91-105.
- Santoso, J., & Dewi, F. (2021). Keunggulan holografi biofisik dalam analisis sel hidup. *Jurnal Biologi Terapan*, 19(3), 45-58.
- Siregar, H., Lestari, A., & Nugroho, P. (2022). Perkembangan holografi dalam teknologi medis. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 11(2), 99-112.
- Subakti, H., Nugroho, Y., & Yusuf, A. (2021). Holografi dalam penelitian hewan. *Jurnal Veteriner Nasional*, 8(2), 67-78.

- Sutrisno, W., Hidayat, A., & Kartika, F. (2020). Algoritma berbasis AI untuk pemrosesan data holografi. *Jurnal Teknologi Komputasi*, 14(3), 44-59.
- Wijaya, T., Fauzi, A., & Nugroho, L. (2019). Deteksi dini kanker menggunakan holografi. *Jurnal Onkologi Klinis*, 12(4), 120-135.
- Yusuf, H., & Arifin, R. (2020). Peran holografi dalam kedokteran presisi. *Jurnal Kedokteran Presisi*, 7(1), 56-70.