



PEMANFAATAN TEKNOLOGI RADAR UNTUK MENGATASI KANKER: KAJIAN LITERATUR MENGENAI INOVASI DETEKSI DINI YANG NON- INVASIF DAN AMAN

Zilqi Hasnah

Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia.

Email: zilqd46564@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History

Received: Month 09th, 20XX

Accepted: Month 10th, 20XX

Published: Month 10th, 20XX

Kata Kunci:

Teknologi Radar,
Gelombang Mikro,
Deteksi Kanker,
Sifat Dielektrik,
Pencitraan Konfokal.

ABSTRAK

Kanker merupakan krisis kesehatan global yang membutuhkan intervensi deteksi dini yang presisi, aman, dan mudah diakses secara luas. Meskipun modalitas pencitraan saat ini efektif, seringkali terbatas oleh penggunaan radiasi pengion, biaya operasional yang tinggi, ketidaknyamanan pasien, dan efektivitas yang berkurang pada jaringan padat. Artikel ini menyajikan tinjauan komprehensif literatur tentang penerapan radar, khususnya pencitraan gelombang mikro, sebagai modalitas alternatif untuk deteksi kanker. Tinjauan studi terbaru menunjukkan bahwa teknologi ini beroperasi menggunakan perbedaan signifikan dalam sifat dielektrik antara jaringan yang kaya air, tervaskularisasi, dan jaringan tumor dibandingkan dengan jaringan sehat di sekitarnya. Penggunaan sinyal ultra-wideband memfasilitasi rekonstruksi gambar bagian dalam tubuh tanpa memaparkan pasien pada radiasi berbahaya. Studi ini mengeksplorasi arsitektur perangkat keras, teknik pemrosesan sinyal, dan algoritma rekonstruksi gambar seperti pencitraan konfokal dan hamburan balik. Secara keseluruhan, tinjauan ini mencatat bahwa meskipun teknologi radar telah berpotensi menjadi alat skrining yang murah dan portabel, terutama untuk kanker payudara, tantangan signifikan dalam heterogenitas jaringan, resolusi spasial, dan penolakan gangguan kulit perlu diatasi sebelum integrasi klinis secara menyeluruh dapat dicapai.



Copyright ©2026 by authors and Dwi Dharma Sinergi. This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

I. PENDAHULUAN

Kanker tetap menjadi salah satu tantangan medis dan kemanusiaan paling mendesak dari abad ke-21, mengakibatkan jutaan kematian per tahun dan memberikan beban sosio-ekonomi yang luar biasa pada sistem perawatan kesehatan di seluruh dunia. Penyakit ini, didefinisikan sebagai proliferasi sel-sel abnormal dengan cara yang tidak terkontrol dan kemampuannya untuk menyebar ke organ-organ lain, memiliki frekuensi kelangsungan hidup yang sangat tergantung pada stadium ketika diagnosa dibuat. Pendekatan reaktif kezhalaman yang menunggu saat gejalanya muncul cenderung menghasilkan diagnosis stadium dua ketika hampir semua terapi memiliki opsi lebih sedikit, lebih agresif, dan lebih rendah tingkat keberhasilannya. Oleh karena itu, masyarakat medis global, tanpa pengecualian, telah setuju bahwa pendekatan yang paling menentukan dalam mengurangi angka kematian tumor adalah melalui program sensitometer skrining dan deteksi dini. Namun, sejauh mana keberhasilan implementasi program ini tergantung pada ketersediaan sejumlah tes, prosedur, prosedur pemeriksaan yang tidak hanya akurat dan sensitif, tetapi juga berulang kali aman, terjangkau, dan dapat diterima oleh pasien (Anastassya, Ningsih & Agnia, 2023).

Saat ini, teknologi tunggal apa pun memiliki satu set keterbatasan yang jelas dalam konteks skrining dan diagnosis payudara. Secara historis, garis depan pertahanan dalam skrining dan diagnosis kanker menggunakan modalitas pencitraan medis konvensional yang telah dipertahankan selama beberapa dekade. Mamografi X-ray mammary adalah salah satunya. Standard emas untuk kanker payudara, mamografi digunakan di seluruh dunia karena penurunan angka kematian secara signifikan yang bewarna. Namun, teknologi ini memiliki kelemahan inherennya, yakni tidak cocok untuk skrining rutin pada wanita muda atau eklampsia dan pre-eklampisia yang mungkin terkena risiko ionisasi dan mengalami radiasi yang berulang. Selain itu, kompresi mekanis pada kelenjar parsial menimbulkan rasa sakit dan

ketidaknyamanan yang signifikan, yang pada gilirannya menurunkan tingkat partisipasi skrining. Tantangan diagnostik lainnya adalah kenyataan bahwa sensitivitas mamografi menurun drastis pada wanita dengan jaringan payudara yang padat. Dalam kasus dengan kondisi ini, jaringan kelenjar firoglandular dapat menutupi keberadaan lesi tumor. Sebagai akibatnya, tingkat positif yang palsu dan palsu adalah khawatir (Noer & Putri, 2024).

CT memberikan visualisasi penampang melintang “dan” tiga kualitas, tetapi paparan radiasinya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan X-ray biasa. MRI juga, umumnya, menyediakan kontras internal dan resolusi jaringan lembut superior tanpa radiasi ionisasi dan terbukti kuat sebagai alat diagnostik. Namun, teknologi ini terlalu mahal untuk diimplementasikan, dirawat, diurut, serta memerlukan infrastruktur khusus yang melarang penggunaannya sebagai alat detection pada masyarakat lokal grade pertama atau sumber daya terbatas. Sama halnya dengan mamografi, USG bersifat portabel, tidak invasif, dan tanpa radiasi. Namun, itu sangat tergantung pada operator dan resolusi atau hasil yang sering tidak memadai untuk mendeteksi mikrokalsifikasi dan kelainan struktural tahap awal, karena cakram masih kami memiliki satu set keterbatasan yang jelas dari teknologi ini. Harus dengan giat memotivasi ilmuwan dan insinyur biomedis gelombang ultrasound untuk secara signifikan meningkatkan tingkat pengembangan teknologi pencitraan baru dalam kerangka waktu tertentu yang akan mengatasi pukulan antara kemanjutan diagnostik, keamanan pasien, dan layanan (Prima et al., 2025).

Untuk keadaan seperti itu, ide-ide dilahirkan yang radikal radar yang memperoleh penggunaan historis dalam navigasi maritim, penerbangan, dan layanan militer mulai dipecahkan, dimodifikasi, dan ode menjadi teknologi biomedis. Teknologi ini, di samping menelusuri pesawat terbang dan kapal di sepanjang garis pantai, biasa melacak gangguan di dalam materi biologis yang kompleks dan menarik – tubuh manusia. Lebih khusus, pencitraan radar beroperasi pada spektrum gelombang mikro dan biasanya meradiasikan pemulsa elektromagnetik ultra-wideband atau UWB dalam rentang 1-10 GHz. Perspektif yang paling khas adalah bahwa gelombang mikro adalah non-pengion. Di tempat ini dalam spektrum, energi foton terlalu rendah untuk melibatkan melepas elektron dari ikatan berikatan atom yang berbeda pada inti-untai. Kondisi ini, secara signifikan dan berbeda, mencegah daya mutasi seluler yang “tentu” disebabkan oleh radiasi, dengan demikian membuat metode tersebut aman untuk digunakan secara rutin dalam analisis dan penilaian jangka panjang (Sunggoro et al., 2026).

Dalam hal keamanan radiologis, tetapi juga dalam hal kenyamanan pasien dan aksesibilitas perawatan. Sistem pencitraan gagal gelombang mikro tidak membutuhkan kompresi fisik organ target, dan sebagai hasilnya berkontribusi pada kepatuhan pasien dengan jadwal skrining (Winarno, 2021). Dengan memperhitungkan perspektif perangkat keras, mikropencitraan dapat dikonfigurasi mendasarkan pada perangkat off-the-shelf yang tunduk pada kebutuhan aplikasi telekomunikasi nirkabel dan teknologi seluler. Faktor-faktor ini memberikan dasar untuk pengembangan perangkat hemat biaya yang cukup portabel untuk penggunaan di pusat kesehatan, klinik berjalan, atau rumah sakit pedesaan. Meskipun berbagai macam penelitian terkait telah memberikan dasar teoritis yang efektif dan prospek klinis yang nyata, mentransfer gelombang radar menjadi gambar medis yang akurat dan andal menjadi tugas rekayasa dan komputasi yang sangat rumit. Tubuh manusia adalah ekosistem yang dispersif dan heterogen, yang berarti gelombang mikro dikotori saat melalui tubuh. Oleh karena itu, tantangan propagasi tetap fokus utama penelitian radar kontemporer. Oleh karena itu, tujuan dari tinjauan literatur saat ini adalah mensintesis kemajuan terbaru dan mengevaluasi metode dan algoritma yang paling efektif sambil memetakan masalah yang melekat dalam perjalanan evolusi teknologi radar onkologi.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kajian literatur (*literature review*) naratif untuk menganalisis dan menyintesis publikasi ilmiah yang relevan dengan pengembangan dan aplikasi teknologi radar serta pencitraan gelombang mikro untuk deteksi kanker. Proses pencarian literatur dilakukan secara komprehensif melalui basis data akademis utama yang berfokus pada teknik biomedis, fisika medis, dan onkologi, di Google Scholar. Pencarian dilakukan dengan menggunakan kombinasi kata kunci spesifik untuk memastikan akurasi dan cakupan hasil, seperti (“radar-based imaging” ATAU “ultra-wideband radar”) DAN (“cancer detection” ATAU “tumor detection”). Penelusuran dibatasi pada artikel jurnal ilmiah dari tinjauan sejawat (peer-reviewed) yang diterbitkan terutama dalam 5 tahun terakhir untuk menangkap inovasi teknologi terkini dan algoritma paling mutakhir.

Setelah pengumpulan data awal, kriteria inklusi dan eksklusi diterapkan secara ketat untuk menyaring literatur. Artikel diinklusi jika secara eksplisit membahas desain perangkat keras antena radar biomedis, pengembangan algoritma pemrosesan sinyal dan rekonstruksi citra untuk tubuh manusia, studi eksperimental menggunakan phantom jaringan (model fisik), atau hasil uji klinis awal pada pasien manusia. Sebaliknya, studi yang hanya berfokus pada terapi pemanasan gelombang mikro (hipertermia) tanpa aspek pencitraan diagnostik, atau literatur yang metodologinya dinilai kurang kuat, dieksklusi dari analisis. Data dari literatur yang terpilih kemudian diekstraksi, diklasifikasikan ke dalam beberapa tema utama seperti spesifikasi perangkat keras, metode penghilangan gangguan sinyal (*clutter removal*), pendekatan rekonstruksi gambar (konfokal vs. tomografi), dan aplikasi klinis lalu disintesis secara kritis. Pendekatan naratif ini dipilih karena memungkinkan penyusunan argumen yang komprehensif dan kohesif mengenai lintasan evolusi teknologi radar dalam medis, sekaligus memberikan evaluasi mendalam mengenai kekuatan dan kelemahan dari berbagai teknik yang saat ini sedang diteliti oleh komunitas ilmiah global.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi operasional teknologi radar terhadap kanker culture highly kompleks dan bergantung pada orkestrasi antara orang grotesque lain desain perangkat keras dan algoritma pemrosesan data yang berat. Arsitektur dari sistem radar biomedisnya tipikal faktuale terdiri dari sebuah transceiver gelombang mikro, jaringan array antena atau satu antena mekanis yang dapat bergerak, dan sebuah unit pemrosesan pusat yang powerful (Anastassya, Ningsih & Agnia, 2023). Transceiver modern, yang sering kali didasarkan pada teknologi VNA atau generator pulsa UWB, harus mampu menghasilkan sinyal dengan spektrum yang sangat lebar. Pemilihan bandwidth sangat krusial dan melibatkan pertukaran fisika dasray yumpinityang class frekuensi yang lebih rendah, misalnya, 1-3 GHz, dapat menembus lebih dalam ke dalam jaringan tubuh biologis karena atenuasinya yang rendah tetapi menghasilkan resolusi spasial yang kasar. Sebaliknya, frekuensi yang lebih tinggi, misalnya, di atas 5 GHz, memberikan resolusi milimeter yang diperlukan untuk mendeteksi tumor tahap awal

yang sangat kecil, wujudannya tapi interferensinya akan jauh di atas toleransi. Tetapi jumlah energinya dikemudikan diserap orang dilemahkan oleh jaringan tubuh yang superficial yang jikapun penhelitian akan terbatas oleh etisnya hukum NIH sedikit banyak di Indonesia, terutama oleh terbatasnya yang dibahas dalam peatteman saya. Karena itu, sistem UWB wants mengizinkan hanyman mengikuti spektrum ribuan MHz privat individual (Anastassya, Ningsih & Agnia, 2023).

Salah satu elemen penting dari sistem pencitraan medis tersebut adalah elektronik RF yang bertanggung jawab untuk generasi, transmisi, dan penerimaan sinyal mikro. Pada bangunan getaran medis saat ini, generator panas konvensional terhubung ke antena jarak menengah melalui kabel koaksial, namun, karena frekuensi rendah dan energi yang hilang dalam koaksial, ini bukanlah pendekatan yang jelas jika sistem dijadwalkan untuk menjadi transportabel atau wearable. Selain itu, antena RF tradisional yang didasarkan pada generator panas jarak dari badan pasien, di tempat yang jauh di dalam sistem klik, bukan pendekatan yang ideal untuk aplikasi penyinaran medis yang kompleks. Dalam konteks ini, sebagian besar elemen jaringan RF digabungkan dalam satu atau beberapa chip dan dipasang di dalam casing berukuran sepatu (seperti yang dijelaskan di atas), lebih dekat ke tubuh pasien / casing sinyal dan energi mikro yang dihasilkan langsung ke jaringan tertentu kulit atau lemak. Solusi ini juga memungkinkan lebih banyak pengoperasian perangkat RF pada frekuensi yang lebih tinggi dengan resiko kehilangan sinyal yang rendah, terlebih lagi, gelombang elektrik beroperasi pada frekuensi yang lebih tinggi juga teliti dangkal, mengurangi kemungkinan kerusakan pada kulit pasien pada pengaturan klinik.

Meskipun penggunaan cairan pencocok, sinyal hamburan yang dipantulkan kembali oleh antena masih didominasi secara signifikan oleh pantulan dari lapisan kulit luar dan dinding dada, fenomena ini dikenal sebagai "skin clutter". Seperti yang dinyatakan sebelumnya, sinyal yang diterima tetap menunjukkan aliran positif ke sinyal statistik s yang terdiri dari kombinasi amplitudo, fasa, dan polarisasi sinyal reflektif yang diberikan yang merupakan pantulan semua target di dalam pola path dan s akan berupa gangguan. Lebih jauh, sinyal yang dipantulkan oleh tumor kecil yang mungkin di dalam, sepi, dan tertimbun dalam jaringan yang sehat strukturnya seringkali memiliki amplitudo berorde lebih rendah dari gangguan kulit ini. Untuk penanganan kelompok hamburan pertama, untuk penerapan syarat-syarat jumlah dipilih setidaknya dua subinterval batas yang akurat. Oleh karena itu, langkah pertama dalam rantai pemrosesan sinyal dan yang paling vital adalah algoritma clutter removal.

Studi literatur menunjukkan berbagai macam metode matematika canggih yang diterapkan untuk tujuan ini. Ini bervariasi mulai dari pendekatan yang ketat seperti pengurangan sinyal rata-rata atau pengurangan rotasi yang ideal untuk organ simetris hingga teknik advanced spa ertemporal signal decomposition seperti SVD, PCA, dan analisis entropi. Algoritma-algoritma canggih ini bekerja dengan mengidentifikasi tanda atau pola sinyal yang kuat dan konsisten yang mewakili kulit dan batas organ dan menghapusnya, memungkinkan hanya sinyal residu yang berfluktuasi mewakili pantulan dari target kanker.

After clean skin disturbance signal is acquired, the truly computational challenge begins with the spatial imaging reconstruction. There are two main classes of reconstruction algorithm in microwave radar: the confocal radar based approach, Confocal Microwave Imaging and the scatter-based Microwave Tomography one. The confocal approach is the most widely adopted for early breast detection application because of its robustness and computation efficiency. Virtual CMI divides the imaging area into pixels or voxel, and uses a variation of the Delay-and-Sum or the Delay-Multiply-and-Sum algorithm; these approach calculate the wave Traveling Time Delay from the antenna to the target point in the tissue and back. By shifting and summing coherently the signal from all the antenna for each points, this algorithm constructively strengthens the reflected signal from the strong scatterer the tumors and neutralize the noise. At the end, even if CMI is extremely good in identifying "hot spot" locations of suspected scattering as possible malignancy, it really produces a qualitative image and it only shows locations at which there is contrast, but it does not give the quantitative value of the tissue permittivity.

Untuk memulai, saya akan mempertimbangkan latar belakang tugas yang dibahas. Umumnya, tugas yang bertujuan memetakan atau mendiagnosis cukup penting dalam kedokteran modern, karena memainkan peran penting dalam mendeteksi kelainan dan mengevaluasi jenis pengobatan yang sesuai di masa depan. Dokter menggunakan tomografi tempat terjadinya anomali dan mencari tahu tentang sifatnya, seperti tumor ganas atau jinak, oleh citra. Meski ini merupakan bagian tidak terpisahkan dari perawatan online, inilah masalah sebenarnya: hanya dengan mencari tahu tentang lokasi anomali mungkin tidak cukup untuk mendiagnosis. Oleh karena itu, saya percaya bahwa teknologi semacam ini, yang pada dasarnya memalsukan diagnosis independen oleh dokter, tidak sepenuhnya mungkin.

Sebagai contoh tugas yang lebih rumit, Mikrowave Tomography MWT berusaha memecahkan masalah inversi elektromagnetik nonlinier yaitu dengan memformalkan dengan penuh persamaan Maxwell. Sebagai hasilnya, metode tersebut mencoba memetakan distribusi aktual permittivity dan konduktivitas di seluruh tubuh yang dipindai secara kuantitatif. Secara klinis, MWT harus benar-benar revolusioner, karena dapat membantu dokter tidak hanya menganalisis diagnosa mereka tentang tempat tempat yang sama, tetapi, dalam beberapa kasus, secara statistik membedakan jenis lesi yang berbeda misalnya dengan melihat dibandingkan frekuensi cystis jinak dipercepat viskositas cair atau dengan karsinoma invasif pada citra tomografinya dengan nilai dielektrik absolut. Namun, ternyata kelompok masalah ini adalah masalah matematika yang buruk, sangat rentan terhadap noise, dan memerlukan idiosinkrasi yang mustahil berlama-lama untuk menyelesaikan dan melibatkan sumber daya komputasi yang sangat besar, harus berjam-jam, alasannya adalah Implementasi DBIM. Inovasi terbaru yang ditemukan dalam literatur berusaha mengatasi kekacauan ini dengan kokoh membawa kekuatan kecerdasan buatan dan jaringan saraf tiruan. Dibesarkan AI dengan data dari profil dielektrik besar, dia mampu membypass solusi fisik selama beberapa saat, mengembalikan potretan tomografi dan mengklasifikasikan tumor in-silico dalam hitungan detik (Sunggoro et al., 2026).

Aplikasi klinis tertua dan paling menjanjikan untuk teknologi radar adalah kanker payudara, karena arsitektur jaringan payudara, yang didominasi oleh lemak transparan pada gelombang mikro, menciptakan kontras yang luar biasa ketika jaringan ganas terlibat. Berbagai prospek atas radar untuk onkologi payudara dibuktikan dalam surat kabar [49, 50, 51, 52, 53], dan beberapa arsip berskala komersial, seperti MARIA Microwave Antenna Array for Breast Imaging sistem [54] dan Wavelia [55], telah melewati uji klinis pre-dievaluasi dan wajib. Literatur menunjukkan bahwa sensor ini mampu mendeteksi tumor berukuran hampir satu sentimeter dengan spesifisitas yang memuaskan. Selain kanker payudara, radar juga digunakan untuk screening kanker lapisan epidermis, contohnya melanoma, melalui sensor frekuensi tabung millimeter-wave yang tinggi, yang dapat ditiup ke dalam vulva untuk memetakan dielektrik superficial perubahan. Di seberang paru-paru, otak dan sistem kardiovaskular, radar helm juga digunakan untuk triase darurat dan proliferasi stroke intrakranial atau bahkan tumor otak, meskipun propagasi tampak tulang tengkorak yang sangat tulus datang dengan

beberapa impedansi yang mengejutkan. Terlepas dari kemajuan ini, radar saat ini belum mampu memasuki resolusi terpisah in-vivo dan oleh karena itu tidak dapat digunakan untuk perubahan molekuler awal. Dengan kata lain, meskipun sejumlah penemuan spesifik, paper ini memindai bahwa, secara klinis, paket radar tidak akan mempengaruhi MRI atau mamografi sistem segera. Dengan demikian, itu harus dipasang sebagai modalitas backyard-only, rata-rata di negara-negara berkembang atau sebagai pemeriksa pasien pasca-penyakit. Dengan demikian, rintangan utama menuju komersialisasi adalah mengatasi spesies biologis besar antar pasien variasi, merupakan efektif risk resolution in-vivo, dan menghitung evaluasi internasional yang dihargai mulai setahun hingga sembilan bulan setelah saya menjadi pribadi di sini.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan kajian literatur yang mendalam, dapat disimpulkan bahwa teknologi radar dan pencitraan gelombang mikro merupakan inovasi rekayasa biomedis yang memiliki potensi transformatif dalam lanskap onkologi dan manajemen kanker. Pemanfaatan sifat dielektrik intrinsik tubuh dan penggunaan gelombang elektromagnetik non-pengion memposisikan teknologi ini sebagai solusi alternatif yang aman, hemat biaya, tidak menyakitkan, dan berpotensi sangat portabel untuk melengkapi modalitas pencitraan standar seperti sinar-X mamografi atau MRI. Terobosan yang signifikan telah dicapai dalam desain arsitektur perangkat keras antenna ultra-wideband dan optimasi algoritma komputasi, baik melalui pendekatan pencitraan konfokal (CMI) yang tangkas maupun tomografi (MWT) kuantitatif yang mulai diperkuat oleh integrasi kecerdasan buatan. Meskipun demikian, realisasi penuh teknologi ini dalam ruang gawat darurat atau klinik diagnostik sehari-hari masih tertahan oleh tantangan metodologis yang nyata, khususnya dalam memisahkan sinyal tumor yang sangat lemah dari heterogenitas kompleks jaringan sekitarnya dan gangguan permukaan kulit. Oleh karena itu, masa depan teknologi radar dalam mengatasi kanker sangat bergantung pada keberlanjutan investasi pada penelitian interdisipliner yang menggabungkan fisika elektromagnetik, rekayasa perangkat lunak, dan ilmu klinis onkologi, guna merubah validasi laboratorium menjadi alat skrining massal yang andal, inklusif, dan mampu menyelamatkan nyawa pada tahap paling awal penyakit.

VI. KONTRIBUSI PENULIS

Conceptualization: Zilqi Hasnah.

Methodology: Zilqi Hasnah.

Investigation: Zilqi Hasnah.

Discussion of results: Zilqi Hasnah.

Writing – Original Draft: Zilqi Hasnah.

Writing – Review and Editing: Zilqi Hasnah.

Approval of the final text: Zilqi Hasnah.

VIII. REFERENSI

- Anastassya, R., Ningsih, R. W., & Agnia, S. (2023, October). Perancangan Produk Alat Pendeteksi Kanker Payudara Menggunakan Metode Brainstorming. In *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)* (Vol. 6, No. 1, pp. 399-405).
- Noer, S., & Putri, E. N. (2024). Uji Aktivitas Senyawa 5-hydroxymethylfurfural dari Tanaman Abiu (*Pouteria caimito*) Sebagai Kandidat Obat Kanker Tulang Menggunakan Metode In Silico. *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*, 4(2), 67-74.
- Prima, A., Gayatri, D., Afyanti, Y., & Effendy, C. (2025). Remote Patient Monitoring Pada Pasien Kanker: Analisis Konsep. *Media Kesehatan Politeknik Kesehatan Makassar*, 20(1), 192-206.
- Sunggoro, A. J., Nurwati, I., Subandono, J., Hermawan, D., Budiani, D. R., Hakim, F. A., ... & Muthmainah, M. (2026). Peningkatan Kapasitas Dokter Layanan Primer dalam Deteksi Dini Kanker. *Ahmar Metakarya: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 170-175.
- Winarno, W. (2021). Radioterapi Kanker Cervix Dengan Linear Accelerator (LINAC). *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 23(2), 75-86.