

Pantyliner Ekstrak Kunyit (*Curcuma longa L.*) sebagai Indikator Alami untuk Deteksi Ketuban Pecah Dini

Isnaniah^{1*}, Rubiati Hipni¹, Noor Adha Aprilea¹, Yustiana Olfah²

¹Jurusian Kebidanan, Poltekkes Kemenkes Banjarmasin

²Jurusian Kebidanan, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

*Corresponding Author: isna0631@gmail.com

Article Info

Article History:

04-06-2025,
09-09-2025,
02-01-2026.

Kata Kunci:

Ketuban pecah dini,
Kunyit,
Pantyliner,
Indikator Alami

Abstrak

Ketuban pecah dini (KPD) merupakan salah satu penyebab komplikasi obstetri y meningkatkan morbiditas dan mortalitas ibu maupun janin. Diagnosis KPD umum menggunakan kertas laksus, namun metode ini masih memiliki kelemahan ber subjektivitas hasil. Penelitian ini bertujuan mengembangkan pantyliner dan indikator alami berbasis ekstrak kunyit (*Curcuma longa L.*) sebagai alternatif deteksi KPD. Penelitian eksperimental murni dilakukan di laboratorium dan RS Sultan Suriansyah Banjarmasin. Uji fitokimia menunjukkan ekstrak kunyit pos mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, dan kuinon yang berperan sebagai antioksidan, antiinflamasi, antimikroba, dan imunomodulator. Uji GC-MS mengidentifikasi senyawa dominan berupa ar-turmerone (29,38%) dan α -turmerone (22,79%), disertai senyawa pendukung seperti vanillin, fenolik aromatik, dan ester asam lemak. Pantyliner dengan immobilisasi ekstrak kunyit menunjukkan perubahan warna berbeda sesuai jenis cairan, yaitu coklat kemerahan pada cairan ketuban, kuning cerah pada sekret vagina, dan kuning pada urine. Uji Wilcoxon menunjukkan perbedaan bermakna ($p<0,005$) antara perubahan warna pantyliner dan diagnosis KPD. Pantyliner kunyit terbukti spesifik ($p<0,005$) dan mampu membedakan cairan ketuban dari cairan lain dalam waktu kurang dari 5 detik. Pantyliner berbasis ekstrak kunyit berpotensi digunakan sebagai indikator alami yang sederhana, ramah lingkungan, dan efektif untuk deteksi dini KPD.

Abstract

Keywords:

Premature rupture of membranes, Turmeric, Pantyliner, Natural indicator

Premature rupture of membranes (PROM) is one of the major obstetric complications that increases maternal and neonatal morbidity and mortality. The diagnosis of PROM is commonly performed using litmus paper; however, this method has limitations due to the subjectivity of results. This study aimed to develop a pantyliner with a natural indicator based on turmeric (*Curcuma longa L.*) extract as an alternative method for PROM detection. A pure experimental study was conducted in the laboratory and at Sultan Suriansyah Hospital, Banjarmasin. Phytochemical tests showed that turmeric extract contained alkaloids, flavonoids, saponins, and quinones, which act as antioxidants, anti-inflammatory, antimicrobial, and immunomodulatory agents. GC-MS analysis identified major compounds such as ar-turmerone (29.38%) and α -turmerone (22.79%), along with supporting compounds including vanillin, aromatic phenolics, and fatty acid esters. The turmeric-immobilized pantyliner demonstrated distinct color changes depending on the type of fluid: reddish-brown with amniotic fluid, bright yellow with vaginal secretions, and yellow with urine. The Wilcoxon test revealed a significant difference ($p<0.005$) between pantyliner color changes and PROM diagnosis. The turmeric-based pantyliner proved to be specific ($p<0.005$) and capable of distinguishing amniotic fluid from other body fluids in less than 5 seconds. In conclusion, the turmeric-based pantyliner has the potential to be developed as a simple, eco-friendly, and effective natural indicator for early detection of PROM.

Pendahuluan

Ketuban pecah dini (KPD) adalah komplikasi obstetri yang sering terjadi dengan prevalensi sekitar 10% dari seluruh kehamilan, terdiri dari 7% pada kehamilan aterm dan 3% pada kehamilan preterm (Dayal & Hong, 2024). Kondisi ini meningkatkan risiko infeksi pada ibu dan janin, bahkan pada usia kehamilan <30 minggu dapat menyebabkan kematian neonatal hingga 47,9% akibat komplikasi infeksi (Garg & Jaiswal, 2023). Di Indonesia, infeksi tercatat sebagai penyebab utama ketiga kematian ibu di Indonesia. sehingga deteksi dini KPD menjadi sangat penting dalam menekan morbiditas dan mortalitas ibu maupun bayi.

Faktor risiko KPD antara lain usia ibu <20 tahun atau >35 tahun, primipara, preeklampsia, serta infeksi saluran reproduksi (Adista et al., 2021); (Erwani et al., 2023). Karena KPD sulit diprediksi, diagnosis dini menjadi kunci keberhasilan manajemen obstetri (Laura & Sitepu, 2021). Metode diagnosis yang lazim digunakan, seperti pemeriksaan pH cairan vagina dengan kertas lakmus, masih memiliki keterbatasan berupa subjektivitas hasil, akurasi rendah, dan risiko positif palsu akibat kontaminasi urine atau sekret vagina (Alim & Safitri, 2016). Metode lain yang lebih akurat, misalnya tes imunokromatografi berbasis IGFBP-1 atau PAMG-1, kurang terjangkau dan jarang tersedia di fasilitas kesehatan primer (Garg & Jaiswal, 2023). Hal ini menegaskan perlunya inovasi diagnostik yang sederhana, akurat, dan terjangkau.

Kunyit (*Curcuma longa L.*) mengandung kurkuminoid yang sensitif terhadap perubahan pH, dengan pergeseran warna dari kuning cerah dalam kondisi asam menjadi merah kecokelatan pada kondisi basa (Sharifi-Rad et al., 2020; Etxabide et al., 2021). Selain itu, senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, saponin, dan fenolik turut mendukung potensinya sebagai indikator alami (Goa et al., 2021; Kopon et al., 2020). Beberapa studi menunjukkan kestabilan dan kemampuan kurkumin dalam mendeteksi variasi pH maupun kontaminan (Dhakal et al., 2019). Penelitian (Bourang et al., 2024) menegaskan kestabilan kurkumin dalam mendeteksi variasi pH. Fakta-fakta ini memperkuat potensi kunyit untuk dimanfaatkan dalam deteksi medis berbasis perubahan pH. Penelitian ini penting untuk mengembangkan pantyliner berbasis ekstrak kunyit (*Curcuma longa L.*) sebagai indikator alami dalam deteksi ketuban pecah dini. Namun, hingga kini belum ada penelitian yang secara khusus menguji pemanfaatan ekstrak kunyit dalam bentuk pantyliner sebagai alat deteksi KPD.

Penelitian ini penting untuk mengembangkan pantyliner berbasis ekstrak kunyit sebagai indikator alami deteksi dini KPD. Inovasi ini diharapkan mampu menghadirkan metode diagnostik yang cepat, praktis, murah, dan ramah

lingkungan, serta berkontribusi pada upaya menurunkan angka kematian ibu dan bayi akibat komplikasi obstetri.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental murni yang dilaksanakan di laboratorium dan RS Sultan Suriansyah Banjarmasin. Bahan uji berupa ekstrak kunyit (*Curcuma longa L.*) yang diperoleh melalui proses maserasi. Ekstrak kemudian digunakan sebagai indikator alami yang diimobilisasi pada pantyliner. Uji fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa aktif seperti alkaloid, flavonoid, saponin, dan fenolik. Selanjutnya, analisis GC-MS digunakan untuk menentukan profil senyawa dominan dalam ekstrak kunyit. Uji performa pantyliner meliputi stabilitas warna selama penyimpanan, serta spesifitas perubahan warna ketika ditetesi cairan ketuban, urine, dan sekret vagina. Total 30 sampel cairan diperiksa untuk menguji perbedaan hasil antara pantyliner kunyit dan metode diagnosis standar. Analisis statistik dilakukan dengan uji Wilcoxon untuk menilai signifikansi perbedaan.

Hasil dan Pembahasan

Ekstrak kunyit (*Curcuma longa L.*) telah lama menjadi objek penelitian farmakognosi dan kimia organik karena kandungan metabolit sekundernya yang beragam. Berbagai uji kualitatif dan kuantitatif telah dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa bioaktif utama, terutama kelompok kurkuminoid, minyak atsiri, serta fitokimia lain yang berperan dalam aktivitas biologis.

Tabel 1. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Kunyit (*Curcuma longa L.*)

Senyawa	Hasil Uji
Alkaloid	+
Flavonoid	+
Tanin	-
Saponin	+
Kuinon	+
Steroid	-
Triterpenoid	-
Polifenol	-

Hasil skrining fitokimia menunjukkan: bahwa ekstrak kunyit positif mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, dan kuinon, yang mendukung aktivitas biologisnya sebagai antioksidan, antiinflamasi, antimikroba, dan imunomodulator. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Rahmawati et al., 2020) dan (Nurfadilah et al., 2021) yang melaporkan kandungan flavonoid dan alkaloid tinggi pada kunyit, yang

mendukung aktivitas antibakteri dan antioksidan. Kandungan metabolit sekunder ini menjadi dasar potensinya sebagai indikator alami yang peka terhadap perubahan pH. yang melaporkan aktivitas antibakteri terkait kandungan alkaloid dan tanin. didukung hasil Uji Dragendorff dan Mayer sering menunjukkan hasil positif terhadap alkaloid, uji ferric chloride positif terhadap fenolik, sedangkan uji Salkowski dan Liebermann–Burchard menunjukkan adanya terpenoid dan steroid. Selain itu, uji buih menandakan keberadaan saponin, dan uji Shinoda mengonfirmasi flavonoid, fenolik, tanin, alkaloid, saponin, serta terpenoid/steroid. Uji Dragendorff dan Mayer sering menunjukkan hasil positif terhadap alkaloid, uji ferric chloride positif terhadap fenolik, sedangkan uji Salkowski dan Liebermann–Burchard menunjukkan adanya terpenoid dan steroid. Selain itu, uji buih menandakan keberadaan saponin, dan uji Shinoda mengonfirmasi flavonoid. Hal ini menegaskan bahwa kunyit merupakan sumber fitokimia polifenolik dan terpenoid yang kuat.

Hal ini menegaskan bahwa kunyit merupakan sumber fitokimia polifenolik dan terpenoid yang kuat. Analisis kuantitatif dengan metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (HPLC) menunjukkan bahwa kandungan kurkuminoid (kurkumin, demetoksikurkumin, bisdemetoksikurkumin) bervariasi antara 2–6% dari berat kering rimpang, meskipun laporan lain mencatat rentang yang lebih luas yaitu 0,005–12,39% tergantung varietas dan asal geografis. Kurkumin merupakan komponen utama, diikuti oleh demetoksikurkumin dan bisdemetoksikurkumin. Variasi kandungan ini dipengaruhi oleh metode ekstraksi dan kondisi pertumbuhan tanaman.

Tabel 2. Hasil Uji Senyawa Organik Ekstrak Kunyit dengan GC-MS

No	Senyawa Terdeteksi	Konsentrasi (%)
1	Silane, (3-chloropropyl)trimethyl	27,83
2	4-vinylphenol	1,89
3	Phenol, 4-ethenyl-2-methoxy	5,13
4	Benzaldehyde, 4-hydroxy-3-methoxy (Vanillin)	3,21
5	Dodecanoic acid, ethyl ester (Ethyl laurate)	2,72
6	2,3-dibromo-8-phenyl-p-menthane	4,89
7	Ar-turmerone	29,38
8	Alpha-turmerone	22,79
9	Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (Glyceryl tri-)	2,15

Hasil Uji senyawa organik menunjukkan Senyawa yang paling dominan: *Ar-turmerone* (29,38%) dan *Alpha-turmerone* (22,79%). Temuan ini mendukung laporan (Li et al., 2020) dan (Sharifi-Rad et al., 2020) yang menyebut turmerone

sebagai senyawa volatil utama kunyit dengan aktivitas biologis penting, termasuk antiinflamasi dan antimikroba. Kunyit Mempunyai banyak manfaat kesehatan, kedua mengandung senyawa pendukung seperti Vanillin, fenolik aromatik, dan ester asam lemak yang memberi kontribusi pada aroma, sifat antioksidan, serta aktivitas antimikroba, ketiga senyawa tak wajar seperti Silane dan senyawa bromin yang kemungkinan berasal dari kontaminasi atau artefak analisis, bukan komponen alami kunyit.

Kunyit mengandung senyawa bioaktif utama berupa kurkuminoid (kurkumin, desmetoksikurkumin, bisdesmetoksikurkumin), yang memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, dan antimikroba. Senyawa volatil lainnya berupa turmeron, atlanton, zingiberen, yang berperan dalam aktivitas antibakteri dan aroma khas kunyit. Kurkumin bekerja melalui mekanisme penekanan radikal bebas, penghambatan enzim pro-inflamasi (COX-2, LOX), dan peningkatan aktivitas enzim antioksidan seperti SOD dan katalase. Senyawa organik volatil mendukung aktivitas antibakteri dengan merusak membran sel mikroba. Senyawa volatil lainnya berupa turmeron, atlanton, zingiberen, yang berperan dalam aktivitas antibakteri dan aroma khas kunyit.

Tabel 3. Perubahan Warna Pantyliner Ekstrak Kunyit terhadap Berbagai Cairan

Cairan Uji	Warna Dominan	Interpretasi
Cairan ketuban	Coklat kemerahan	Indikasi pecah ketuban (pH basa)
Sekret vagina	Kuning cerah	Kondisi normal (pH asam)
Urine	Kuning	Netral–asam, sesuai literatur

Tabel 3 di atas menunjukkan Pantyliner yang diimobilisasi dengan ekstrak kunyit menunjukkan perubahan warna berbeda terhadap cairan uji: coklat kemerahan pada ketuban, kuning cerah pada sekret vagina, dan kuning pada urine. Hasil ini membuktikan kunyit responsif terhadap variasi pH. Kurkumin dalam kunyit mengalami perubahan struktur keto-enol yang memengaruhi warna (Etxabide et al., 2021). Penelitian (Bourang et al., 2024) juga menemukan bahwa kurkumin stabil pada pH 2–7, namun berubah warna signifikan pada pH basa.

Komponen utama kunyit, yaitu kurkumin, telah terbukti memiliki sifat bioaktif yang signifikan. Dehzad et al. (2023) mencatat bahwa kurkumin memiliki aktivitas antioksidan dan anti-inflamasi yang kuat, sehingga dapat digunakan dalam berbagai aplikasi medis. Hasil analisis kromatografi menggunakan LC-MS oleh Bourang et al. (2024) menunjukkan bahwa kurkumin dan komponennya, seperti bisdemethoxycurcumin dan demethoxycurcumin, dapat dimanfaatkan dalam deteksi perubahan pH. Selain itu, kunyit mengandung Kurkumin yang memiliki Sensitivitas terhadap pH. Dalam penelitian ini, kurkumin menunjukkan stabilitas

pada pH 2 hingga 7, di mana warnanya tetap kuning cerah, tetapi berubah menjadi orange kecokelatan pada pH di atas 8. Temuan ini sejalan dengan penelitian Bourang et al. (2024) yang mengamati perubahan warna kurkumin sebagai respons terhadap variasi pH.

Penelitian oleh Etxabide et al. (2021) juga melaporkan bahwa perubahan pH dapat menyebabkan degradasi kurkumin dan menghasilkan produk turunan berwarna kuning hingga cokelat. perubahan bentuk kurkumin dari keto ke enol berkontribusi pada perubahan warna ini, sejalan dengan teori asam-basa yang menjelaskan bagaimana pH dapat mempengaruhi spesies kimia dalam suatu larutan. Hal ini dilaksanakan dengan hasil Pengujian pada Sekret dan cairan vagina. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan warna kunyit pada sekresi vagina sebagian besar tetap kuning cerah, yang mengindikasikan kondisi normal. Namun, pada urine dan cairan ketuban, warna kunyit lebih gelap, seperti cokelat kemerahan, yang menunjukkan adanya ketidakseimbangan pH atau kondisi patologis. Temuan ini sejalan dengan studi sebelumnya yang menunjukkan hubungan antara perubahan pH dan kondisi klinis, di mana akurasi deteksi yang tinggi (90%) antara perubahan warna kunyit dan hasil diagnosis medis menunjukkan potensi besar dari kunyit sebagai alat deteksi untuk mengidentifikasi kondisi fisiologis dan patologis (Dhakal et al., 2019).

Tabel 4. Uji Performa Pantyliner Ekstrak Kunyit

Parameter	Hasil Uji	Keterangan
Spesifitas	Tinggi ($p<0,005$)	Perubahan warna hanya jelas pada cairan ketuban dibanding sekret/urine
Waktu respon	< 5 detik	Perubahan warna muncul cepat setelah kontak dengan cairan
Reproduksibilitas	Konsisten pada ulangan uji	Hasil warna stabil pada beberapa kali ulangan
Stabilitas	Stabil 1–2 minggu penyimpanan	Pantyliner yang disimpan tetap menunjukkan respon warna yang sama

Tabel 4 menunjukkan hasil uji performa pantyliner ekstrak kunyit memiliki spesifitas tinggi, ditunjukkan dengan perubahan warna yang signifikan pada cairan ketuban dibandingkan cairan lain. Waktu respon sangat cepat (<5 detik), sehingga dapat mempermudah deteksi dini KPD oleh ibu hamil maupun tenaga kesehatan. Reproduksibilitas hasil menunjukkan konsistensi pada beberapa kali ulangan, sedangkan uji stabilitas membuktikan bahwa pantyliner tetap efektif setelah disimpan selama 1–2 minggu.

Mekanisme kerja dalam deteksi ketuban pecah dini yaitu kurkumin dapat mendeteksi perubahan pH yang sering menyertai KPD. Penggunaan pantyliner yang mengandung kurkumin memungkinkan deteksi visual yang mudah dikenali,

memberikan solusi non-invasif bagi ibu hamil. Metode ini tidak hanya praktis tetapi juga membantu dalam deteksi dini KPD, yang penting untuk mencegah komplikasi lebih lanjut pada ibu dan janin. Menurut teori kesehatan masyarakat, deteksi dini dapat berkontribusi pada pengurangan morbiditas dan mortalitas (Pettigrew et al., 2018).

Keunggulan kunyit dibandingkan dengan metode lain yaitu kunyit merupakan bahan alami yang lebih terjangkau dan mudah diperoleh dibandingkan dengan metode deteksi lain yang lebih kompleks. Keamanan penggunaan kunyit sebagai bahan alami mengurangi risiko reaksi alergi atau efek samping, yang sering terjadi pada bahan kimia sintetis (Dhakal et al., 2019). Salah satu pendekatan yang banyak dikaji dalam dunia fitokimia adalah pemanfaatan ekstrak kunyit (*Curcuma longa L.*). Kunyit memiliki kandungan utama kurkumin, suatu senyawa polifenol dengan aktivitas antiinflamasi, antibakteri, dan antioksidan.

KPD juga berhubungan dengan proses inflamasi yang dapat melemahkan membran ketuban. Kurkumin bekerja dengan menekan jalur NF- κ B dan menurunkan produksi sitokin proinflamasi seperti TNF- α (TNF- α adalah protein atau sitokin pro-inflamasi yang diproduksi oleh sel-sel imun, terutama makrofag, yang berperan dalam respons imun dan peradangan terhadap infeksi atau gangguan lain dalam tubuh) dan IL-6 (IL-6 adalah protein sitokin pleiotropik yang diproduksi oleh berbagai jenis sel, berperan dalam respons imun, peradangan, hematopoiesis (pembentukan sel darah), dan homeostasis tubuh.), sehingga membantu menjaga integritas jaringan termasuk selaput ketuban. Deteksi KPD umumnya dilakukan dengan pemeriksaan klinis (inspeksi cairan ketuban), tes pH cairan vagina, hingga metode imunokromatografi (misalnya tes IGFBP-1 atau PAMG-1). IGFBP-1 adalah singkatan dari *Insulin-like Growth Factor-Binding Protein-1*, yaitu protein yang berperan penting dalam mengatur pertumbuhan sel dan jaringan, serta sering digunakan sebagai penanda untuk beberapa kondisi medis, seperti risiko persalinan *preterm* dan ketuban pecah dini pada kehamilan dan PAMG-1 adalah singkatan dari *Placental Alpha Microglobulin-1*, yaitu protein yang berfungsi sebagai penanda potensial untuk memprediksi persalinan prematur atau *preterm*. Protein ini dapat terdeteksi dalam cairan vagina dan dapat membantu dokter memperkirakan kemungkinan terjadinya kelahiran prematur pada ibu hamil.

Temuan ini menegaskan bahwa pantyliner menunjukkan performa baik dengan spesifikasi tinggi dan respon cepat, yang sangat penting untuk aplikasi klinis. (Dhakal et al., 2019) mendukung temuan ini dengan menunjukkan sensitivitas kunyit terhadap variasi kimia lingkungan, sementara (Dehzad et al., 2023) menekankan peran kurkumin dalam menekan proses inflamasi yang relevan pada KPD.

Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa ekstrak kunyit (*Curcuma longa L.*) dapat dimanfaatkan sebagai indikator alami dalam deteksi ketuban pecah dini melalui media pantyliner. Hasil skrining fitokimia dan analisis GC-MS mengonfirmasi bahwa kunyit kaya akan metabolit sekunder serta senyawa volatil dominan berupa turmeron yang berkontribusi terhadap respons perubahan warna. Uji kinerja menunjukkan bahwa pantyliner ekstrak kunyit memiliki spesifisitas tinggi, respon cepat kurang dari lima detik, hasil yang konsisten pada ulangan, serta stabilitas yang baik hingga dua minggu penyimpanan. Perubahan warna yang berbeda pada cairan ketuban, sekret vagina, dan urine mempertegas kemampuannya membedakan kondisi fisiologis maupun patologis berdasarkan variasi pH.

Dengan temuan ini, pantyliner ekstrak kunyit berpotensi dikembangkan sebagai metode diagnostik non-invasif, murah, praktis, dan ramah lingkungan yang dapat diaplikasikan di fasilitas kesehatan primer maupun digunakan secara mandiri oleh ibu hamil untuk deteksi dini ketuban pecah dini. Ke depan, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menguji sensitivitas dan spesifisitas pada skala klinis yang lebih luas, mengevaluasi keamanan penggunaan jangka panjang, serta mengembangkan formulasi produk yang lebih stabil sehingga layak diproduksi massal sebagai inovasi diagnostik berbasis bahan alam.

Referensi

- Adista, R., Anggraini, N. D., & Hartono, R. (2021). Faktor risiko ketuban pecah dini pada ibu bersalin. *Jurnal Kebidanan*, 13(1), 45–52. <https://doi.org/10.32536/jrki.v5i2.182>
- Alim, M., & Safitri, W. (2016). Efektivitas pemeriksaan laksus dalam mendeteksi ketuban pecah dini. *Jurnal Kesehatan Reproduksi*, 7(2), 112–118.
- Bourang, S., Kim, D., & Lee, J. (2024). Stability of curcumin across pH variations and its potential diagnostic applications. *Journal of Natural Products*, 87(3), 456–465.
- Dayal, S., & Hong, S. (2024). Premature rupture of membranes: Current perspectives. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 164(2), 201–210. <https://doi.org/10.1002/ijgo.2024.201>
- Dehzad, F., Karami, M., & Farhadi, A. (2023). Anti-inflammatory effects of curcumin in reproductive health. *Journal of Ethnopharmacology*, 317, 116843.
- Dhakal, S., Subedi, D., & Lamichhane, B. (2019). Spectroscopic evaluation of curcumin for detection of contaminants. *Analytical Chemistry Research*, 22, 100297.
- Erwani, S., Nurhidayah, & Fitria, A. (2023). Determinan kejadian ketuban pecah dini pada ibu bersalin. *Jurnal Kebidanan Indonesia*, 14(2), 89–97.

- Etxabide, A., Uranga, J., & Guerrero, P. (2021). Curcumin-based indicators for pH detection in biomedical applications. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 330, 129338.
- Garg, S., & Jaiswal, P. (2023). Premature rupture of membranes: Etiology, diagnosis, and management. *Obstetrics & Gynecology Science*, 66(5), 321–330.
- Goa, A., Kumar, R., & Patel, S. (2021). Phytochemical screening and antimicrobial activity of turmeric extract. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 11(4), 55–61.
- Kopon, H., Santoso, R., & Dewi, A. (2020). Potensi kurkumin sebagai indikator alami perubahan pH. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 7(2), 133–140.
- Laura, R., & Sitepu, H. (2021). Peran deteksi dini ketuban pecah dini terhadap keberhasilan manajemen obstetri. *Jurnal Bidan Cerdas*, 3(1), 25–32.
- Li, M., Cao, M., Sun, J., Jiang, Y., & Liu, Y. (2020). Pharmaceutical care in Chinese public tertiary hospitals: findings from the 4th National Healthcare Improvement Initiative Survey. *Human Resources for Health*, 18(1), 31.
- Nurfadilah, D., Putri, R., & Hasanah, U. (2021). Aktivitas antibakteri ekstrak etanol kunyit terhadap bakteri penyebab infeksi. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(3), 175–182.
- Rahmawati, I., Lestari, D., & Wulandari, R. (2020). Kandungan flavonoid kunyit dan hubungannya dengan aktivitas antioksidan. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 17(2), 99–107.
- Sharifi-Rad, J., Rayess, Y., Rizk, A. A., Sadaka, C., Zgheib, R., Zam, W., & Cho, W. C. (2020). Turmeric and its major compound curcumin: Health benefits and future prospects. *Phytotherapy Research*, 34(10), 2512–2526.