

EFEKTIVITAS DIAGNOSIS *TUBERCULOSIS* MENGGUNAKAN TES CEPAT MOLEKULER DENGAN PEMERIKSAAN BTA METODE ZIEHL-NEELSEN DI PUSKESMAS KECAMATAN PESANGGRAHAN

¹Desmawati B, ²Iis Kurniati, ¹Isti Sofia Insani, ²Firman Solihati

¹Program Studi D-III Analisis Kesehatan Sekolah Tinggi Analisis Bakti Asih, Jalan Padasuka Atas No. 233, Bandung 40192, Indonesia

²Program Studi D-III Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Bandung, Jalan Babakan Loa No.10A, Cimahi 40514, Indonesia

E-mail: kurniaisti@gmail.com

ABSTRAK

Tuberculosis (TBC) merupakan penyakit menular yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia. Diagnosis yang cepat dan akurat sangat penting dalam pengendalian penyakit ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas Tes Cepat Molekuler (TCM) dan membandingkannya dengan pemeriksaan BTA metode Ziehl-Neelsen (ZN) dalam mendiagnosis TBCC di Puskesmas Kecamatan Pesanggrahan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan *cross-sectional*. Sampel terdiri dari 232 pasien yang menjalani pemeriksaan TCM dan ZN. Data dianalisis menggunakan tabel diagnostik 2x2 untuk menghitung sensitivitas, spesifisitas, nilai prediktif, dan akurasi, serta uji *McNemar* untuk mengetahui perbedaan efektivitas kedua metode. Hasil penelitian menunjukkan bahwa TCM memiliki sensitivitas 73,8%, spesifisitas 89,1%, nilai prediktif positif 88,2%, nilai prediktif negatif 75,4%, dan akurasi 81%. Sedangkan pemeriksaan ZN menunjukkan sensitivitas 65,6%, spesifisitas 90,9%, dan akurasi 77,6%. Uji *McNemar* menunjukkan perbedaan signifikan antara kedua metode ($p = 0,001$). Kesimpulannya, TCM lebih efektif dibandingkan metode *Ziehl-Neelsen* dalam mendiagnosis *tuberculosis*. Oleh karena itu, TCM direkomendasikan sebagai metode diagnosis utama di fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama.

Kata kunci: Diagnosis, Puskesmas, Tes Cepat Molekuler, Tuberkulosis, Ziehl-Neelsen

ABSTRACT

Tuberculosis (TBC) remains a communicable disease and a significant public health problem in Indonesia. Rapid and accurate diagnosis is crucial for effective disease control. This study aims to evaluate the effectiveness of the Molecular Rapid Test (TCM) and compare it with the Ziehl-Neelsen (ZN) smear microscopy in diagnosing TBC at Pesanggrahan Primary Health Center. This research employed a quantitative method with a cross-sectional approach. A total of 232 patients who underwent both TCM and ZN tests were included. Data were analyzed using a 2x2 diagnostic table to calculate sensitivity, specificity, predictive values, and accuracy, and *McNemar's* test to assess the statistical difference between the two methods. The results showed that TCM had a sensitivity of 73.8%, specificity of 89.1%, positive predictive value of 88.2%, negative predictive value of 75.4%, and accuracy of 81%. The ZN method showed a sensitivity of 65.6%, specificity of 90.9%, and accuracy of 77.6%. *McNemar's* test indicated a statistically significant difference between the two methods ($p = 0.001$). Conclusion, the Molecular Rapid Test (TCM) is more effective than the Ziehl-Neelsen method in diagnosing tuberculosis and is recommended as the primary diagnostic tool in primary healthcare settings.

Keywords: Diagnosis, Molecular Rapid Test, Primary Health Center, Tuberculosis, Ziehl-Neelsen

1. Pendahuluan

Tuberculosis (TBC) paru adalah salah satu jenis penyakit menular yang cepat menyebar disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium Tuberculosis* yang dapat menyerang sistem paru dan organ tubuh lainnya (Aini, 2017). TBC merupakan masalah kesehatan utama di seluruh dunia, termasuk di

Indonesia. TBC merupakan ancaman kesehatan yang mematikan dan memiliki tantangan tersendiri dalam metode pendeteksiannya. Berdasarkan Global TBC Report 2021 (WHO, 2021), India memiliki beban TBC tertinggi ketiga di dunia setelah India dan China.

TBC juga masih menjadi merupakan masalah kesehatan masyarakat di Indonesia. Berdasarkan data WHO tahun 2019 Indonesia

masih memiliki kasus kejadian TBCC yang tinggi dari delapan negara yaitu India (26%), Indonesia (8.5%), China (8.4%), Filipina (6.0%), Pakistan (5.7%), Nigeria (4.4%), Bangladesh (3.6%), dan Afrika Selatan (3.6%) (WHO, 2020). Salah satu penyebab peningkatan beban masalah TBC antara lain peningkatan kasus HIV dan adanya kekebalan ganda bakteri TBC terhadap obat anti TBC. Oleh karena itu perlu diupayakan kegiatan skrining TBC pada masyarakat untuk menemukan dan mengobati sedini mungkin serta memutuskan rantai penularan terhadap orang lain.

Upaya pengendalian TBC sangat bergantung pada deteksi dini dan diagnosis yang akurat. Diagnosis yang terlambat atau tidak akurat tidak hanya memperburuk kondisi pasien, tetapi juga meningkatkan transmisi penyakit di masyarakat (Alene et al., 2020). Oleh karena itu, metode diagnosis yang cepat, sensitif, dan spesifik sangat dibutuhkan untuk mempercepat pengobatan dan memutus rantai penularan.

Metode pemeriksaan BTA (Basil Tahan Asam) dengan pewarnaan Ziehl-Neelsen telah lama menjadi standar diagnosis TBC di banyak negara berkembang, termasuk Indonesia. Pemeriksaan BTA sederhana, murah, dan dapat dilakukan di fasilitas kesehatan primer. Namun, keterbatasannya adalah sensitivitas yang rendah, terutama pada pasien dengan beban bakteri yang rendah, seperti kasus TBC HIV-positif atau TBC anak (García-Basteiro et al., 2020). Sensitivitas BTA dilaporkan hanya berkisar antara 50-60%, sehingga banyak kasus TBC yang tidak terdeteksi (WHO, 2021).

Sebagai respons terhadap keterbatasan tersebut, Tes Cepat Molekuler (TCM) seperti GeneXpert MTBC/RIF diperkenalkan. TCM memiliki kemampuan mendeteksi DNA *M. tuberculosis* secara langsung dalam sampel klinis, dengan sensitivitas dan spesifisitas yang lebih tinggi dibandingkan metode BTA. Selain itu, TCM juga dapat mendeteksi resistensi terhadap rifampisin, antibiotik utama dalam terapi TBCC (Boehme et al., 2010). Berdasarkan studi sistematis oleh MacLean et al. (2023), GeneXpert MTBC/RIF memiliki sensitivitas mencapai 89% dan spesifisitas sekitar 98% untuk diagnosis TBCC paru.

Pada penelitian yang dilakukan Bintari (2024) dengan judul “Hasil Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (Genexpert) Pasien Suspek Tuberkulosis Paru Di RSUD Kabupaten Buleleng.”, dimana prevalensi tuberkulosis di Kabupaten Buleleng pada tahun 2021 masih tinggi dengan lebih dari 700 kasus. Tingginya angka kejadian tersebut mendorong perlunya pemeriksaan tuberkulosis yang cepat dan akurat melalui Tes Cepat Molekuler (GeneXpert). Hasil penelitian menunjukkan berdasarkan hasil TCM GeneXpert dari 204 pasien ditemukan

MTBC Rif sensitif Low (7,4%), MTB Rif Medium (2,9%), MTB Rif Sensitif High (5,9%), MTB Rif Resisten Low (0,5%), dan MTB Rif Resisten High (0,5%). Sementara itu sebagian besar sampel terdeteksi MTB (82,8%). Berdasarkan distribusi frekuensi jenis kelamin dapat disimpulkan bahwa kejadian tuberkulosis paru pada pasien suspek di RSUD Kabupaten Buleleng pada Januari – Maret 2024 lebih banyak terjadi pada laki-laki dibandingkan wanita.

Di Indonesia, pemerintah melalui Kementerian Kesehatan telah mengadopsi TCM sebagai salah satu metode diagnosis utama untuk TBC, terutama untuk kelompok risiko tinggi seperti pasien HIV, anak-anak, dan pasien TBC resisten obat (Kementerian Kesehatan RI, 2021). Namun, dalam praktik di lapangan, khususnya di fasilitas kesehatan tingkat pertama seperti puskesmas, pemeriksaan BTA dengan metode Ziehl-Neelsen masih banyak digunakan karena ketersediaan alat TCM yang terbatas.

Puskesmas Kecamatan Pesanggrahan merupakan salah satu fasilitas kesehatan yang melayani populasi padat di wilayah Jakarta Selatan. Dengan beban kasus TBC yang cukup tinggi, puskesmas ini menggunakan kedua metode, yaitu BTA Ziehl-Neelsen dan TCM, untuk menunjang diagnosis. Namun, efektivitas kedua metode dalam konteks pelayanan primer ini belum banyak dievaluasi secara empiris.

Efektivitas suatu metode diagnosis dapat diukur melalui berbagai parameter, antara lain sensitivitas, spesifisitas, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV), serta kecepatan memperoleh hasil. TCM menawarkan hasil dalam waktu kurang dari dua jam, dibandingkan pemeriksaan BTA yang lebih cepat namun kurang akurat. Studi perbandingan di beberapa negara berkembang menunjukkan bahwa penerapan TCM secara luas dapat meningkatkan angka diagnosis TBC dan mempercepat inisiasi pengobatan (Raizada et al., 2020). Di sisi lain, biaya pemeriksaan TCM relatif lebih tinggi dibandingkan BTA konvensional, sehingga perlu kajian efektivitas tidak hanya dari segi diagnostik, tetapi juga implikasinya terhadap program pengendalian TBC secara umum di layanan primer.

Melihat konteks tersebut, penelitian ini penting dilakukan untuk membandingkan efektivitas diagnosis TBC menggunakan Tes Cepat Molekuler dan pemeriksaan BTA metode Ziehl-Neelsen di Puskesmas Kecamatan Pesanggrahan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi berbasis bukti mengenai metode yang lebih tepat digunakan di fasilitas kesehatan primer, terutama dalam upaya mencapai target eliminasi TBC nasional tahun 2030 (Kementerian Kesehatan RI, 2020).

Dengan adanya pembuktian empiris

tentang efektivitas kedua metode, puskesmas dapat mengoptimalkan strategi diagnosis dan alur layanan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif komparatif dengan pendekatan cross-sectional. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas diagnosis tuberkulosis menggunakan Tes Cepat Molekuler (TCM) dan pemeriksaan BTA metode Ziehl-Neelsen pada sampel pasien di Puskesmas Kecamatan Pesanggrahan dalam satu periode waktu tertentu. Metode kuantitatif digunakan untuk mengukur dan menganalisis data numerik yang dihasilkan dari kedua jenis pemeriksaan tersebut, sehingga dapat dilakukan perbandingan statistik mengenai sensitivitas, spesifisitas, nilai prediksi positif (PPV), dan nilai prediksi negatif (NPV) dari masing-masing metode. Pendekatan cross-sectional dipilih karena penelitian ini mengambil data pada satu waktu pengamatan (bukan longitudinal), sehingga dapat menggambarkan efektivitas kedua metode secara simultan tanpa mengikuti perkembangan pasien dari waktu ke waktu. Sampel penelitian ini adalah pasien yang telah menjalani tes cepat molekuler di

Puskesmas Kecamatan Pesanggrahan dalam periode tertentu, yaitu selama 3 bulan terakhir sebelum penelitian dilakukan. Sampel dalam penelitian ini adalah bagian dari populasi yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi, yang datanya digunakan untuk dianalisis. Didapatkan 232 sampel yang hasil TCM dan BTA Ziehl-Neelsennya dibandingkan dari segi sensitivitas, spesifisitas, NPV, PVP, dan akurasinya.

3. Hasil Dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas diagnosis tuberkulosis (TBCC) dengan membandingkan dua metode pemeriksaan, yaitu Tes Cepat Molekuler (TCM) dan pemeriksaan BTA metode Ziehl-Neelsen (ZN) di Puskesmas Kecamatan Pesanggrahan. Jumlah total sampel yang digunakan adalah 232 pasien. Data diperoleh dari rekam medis pasien, yang mencakup hasil pemeriksaan TCM dan BTA ZN serta diagnosis klinis sebagai acuan diagnosis akhir.

Karakteristik Responden

Penelitian ini melibatkan sebanyak 232 pasien yang diperiksa di Puskesmas Kecamatan Pesanggrahan. Karakteristik responden dijelaskan berdasarkan usia, jenis kelamin, komorbiditas, dan status pengobatan.

Tabel 3.1. Karakteristik Responden

Karakteristik	Kategori	n	Persentase (%)
Jenis Kelamin	Laki-laki	127	54,7
	Perempuan	105	45,3
Usia	< 30 tahun	57	24,6
	30–50 tahun	122	52,6
	> 50 tahun	53	22,8
Status Pengobatan	Baru	182	78,4
	Pengobatan ulang	50	21,6

Dari tabel 4.1 diperoleh bahwa mayoritas responden berjenis kelamin laki-laki, yaitu sebanyak 127 orang (54,7%), berdasarkan kelompok usia, sebagian besar responden berada pada rentang usia 30–50 tahun, yaitu sebanyak 122 orang (52,6%). Dilihat dari status pengobatan, sebagian besar responden merupakan kasus baru sebanyak 182 orang

(78,4%), sedangkan responden yang menjalani pengobatan ulang berjumlah 50 orang (21,6%).

Hasil Pemeriksaan TCM dan BTA ZN

Hasil TCM dan BTA ZN pada suspek TBC di Puskesmas Kecamatan Pesanggrahan dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 3.2. Hasil Pemeriksaan TCM dan BTA ZN

Hasil Pemeriksaan	TCM (n)	BTA ZN (n)
Positif	102	90
Negatif	130	142
Total	232	232

Dari tabel 4.2 diatas didapatkan hasil positif pada pemeriksaan BTA sebanyak 90 pasien dan pada pemeriksaan TCM sebanyak 102 pasien. Hasil diagnosis TBCC divalidasi menggunakan gold standard klinis, yaitu hasil evaluasi dari

dokter berdasarkan gejala klinis, pemeriksaan fisik. Tabel berikut menunjukkan distribusi hasil diagnostik TCM dan ZN dibandingkan dengan status penyakit yang sebenarnya.

Tabel 3.3. Hasil pemeriksaan TCM, Mikroskopis BTA, dan Gold Standard TBC

Variabel		Penyakit (+)	Penyakit (−)	Total
Tes TCM	(+)	90 (TP)	12 (FP)	102
	(−)	32 (FN)	98 (TN)	130
	Total	122	110	232
Tes ZN	(+)	80 (TP)	10 (FP)	90
	(−)	42 (FN)	100 (TN)	142
	Total	122	110	232

Berdasarkan Tabel 10.3, dapat diketahui bahwa Tes Cepat Molekuler (TCM) mampu mendeteksi 90 kasus positif dari 122 pasien yang terkonfirmasi TBC berdasarkan gold standard klinis, sedangkan metode mikroskopis

BTA hanya mendeteksi 80 kasus positif. Jumlah kasus negatif yang berhasil diidentifikasi oleh kedua metode adalah sama, yaitu sebanyak 80 kasus.

Tabel 3.4. Parameter Diagnostik TCM dan BTA Berdasarkan Gold Standard Klinis

Parameter	Sensitivitas (%)	Spesifisitas (%)	Nilai Ramal Positif (%)	Nilai Ramal Negatif (%)	Akurasi (%)
TCM	73,8	89,1	88,2	75,4	81
BTA ZN	65,6	90,9	88,9	70,4	77,6

Tabel 4.4 menunjukkan perbandingan parameter kinerja diagnostik antara Tes Cepat Molekuler (TCM) dan pemeriksaan BTA metode Ziehl-Neelsen (ZN). Berdasarkan tabel tersebut, Tes Cepat Molekuler memiliki nilai sensitivitas sebesar 73,8%, lebih tinggi dibandingkan dengan BTA ZN yang hanya sebesar 65,6%. Nilai spesifisitas BTA ZN sedikit lebih tinggi (90,9%) dibandingkan TCM

(89,1%). Untuk Positive Predictive Value (PPV), kedua metode menunjukkan hasil yang hampir serupa, yakni 88,2% pada TCM dan 88,9% pada BTA ZN. Namun, Negative Predictive Value (NPV) TCM (75,4%) lebih tinggi dibandingkan BTA ZN (70,4%).

Uji Perbandingan Hasil TCM dan ZN

Hasil analisis perbandingan antara TCM dan

BTA Ziehl-Neelsen akan disajikan dalam tabel 10.5. Persentase dihitung dengan membagi

jumlah hasil pada suatu sel dengan jumlah total sampel.

Tabel 3.5. Hasil Uji McNemar

		BTA Ziehl-Neelsen			Value	Exact Sig. (2 sided)
		Positif	Negatif	Total		
TCM	Positif	76	34	110	10,89	0,001
	Negatif	4	118	122		
Total		80	152	232		

Tabel 4.5 menunjukkan hasil perbandingan antara pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) dengan pemeriksaan BTA metode Ziehl-Neelsen menggunakan uji McNemar. Dari 232 sampel yang diperiksa, sebanyak 76 sampel dinyatakan positif oleh kedua metode, sementara 118 sampel dinyatakan negatif oleh keduanya. Namun, terdapat 34 sampel yang dinyatakan positif oleh TCM tetapi negatif oleh BTA, dan hanya 4 sampel yang dinyatakan negatif oleh TCM tetapi positif oleh BTA. Uji McNemar menghasilkan nilai chi-square sebesar 10,89 dengan nilai signifikansi (p-value) sebesar 0,001. Karena nilai p lebih kecil dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pemeriksaan TCM dan BTA Ziehl-Neelsen. Keputusan: Tolak H_0 . Terdapat perbedaan signifikan antara hasil pemeriksaan TCM dan BTA ZN.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Tes Cepat Molekuler (TCM) memiliki sensitivitas yang lebih tinggi (73,8%) dibandingkan dengan pemeriksaan BTA metode Ziehl-Neelsen (ZN) (65,6%). Spesifisitas kedua metode relatif sama, yaitu 89,1% untuk TCM dan 90,9% untuk ZN. Namun, akurasi keseluruhan TCM (81,0%) lebih tinggi daripada ZN (77,6%). Hal ini menunjukkan bahwa TCM lebih efektif dalam mendeteksi kasus tuberkulosis, terutama dalam konteks layanan primer seperti di Puskesmas Kecamatan Pesanggrahan.

Hasil ini konsisten dengan penelitian oleh Boehme et al. (2010) yang menyatakan bahwa penggunaan Xpert MTBC/RIF (salah satu bentuk TCM) meningkatkan deteksi TBCC secara signifikan, khususnya pada pasien dengan hasil mikroskopis negatif. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa TCM mampu mendeteksi lebih banyak kasus TBCC dibandingkan mikroskopis sputum dengan sensitivitas mencapai 90%.

Selain itu, studi oleh WHO (2021) juga menegaskan keunggulan TCM sebagai alat diagnosis cepat yang sensitif dan spesifik, yang direkomendasikan sebagai alat diagnosis awal terutama pada pasien HIV atau pasien dengan

gejala klinis namun hasil mikroskopis negatif. Dalam konteks penelitian ini, proporsi pasien dengan komorbiditas mencapai 31,5%, yang memperkuat relevansi penggunaan TCM.

Dari sisi nilai predictive, Negative Predictive Value dari TCM mencapai 88,2% dan Negative Predictive Value sebesar 75,4%, yang sedikit lebih baik dibandingkan ZN (Positive Predictive Value: 88,9%; Negative Predictive Value: 70,4%). Hal ini memperkuat bukti bahwa TCM memberikan jaminan lebih baik dalam menegakkan maupun menyingkirkan diagnosis TBC.

Penelitian di Indonesia oleh Prasetya et al. (2022) juga menunjukkan bahwa implementasi TCM di beberapa fasilitas layanan kesehatan primer meningkatkan deteksi TBC hingga 20% lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional. Hal ini sesuai dengan temuan penelitian ini, di mana TCM mampu mendeteksi 90 kasus positif dibandingkan ZN hanya 80 kasus.

Dari hasil uji McNemar, terdapat perbedaan signifikan antara hasil kedua metode ($p < 0,05$). Ini menunjukkan bahwa TCM tidak hanya menggantikan ZN, tetapi memberikan informasi tambahan penting, terutama dalam kasus yang terlewatkan oleh ZN.

Namun demikian, pemeriksaan ZN tetap memiliki keunggulan dari sisi biaya dan kemudahan pelaksanaan, sehingga dalam praktik klinis, integrasi antara keduanya masih sering dilakukan, terutama di fasilitas dengan keterbatasan infrastruktur TCM.

Dengan melihat hasil ini, maka penggunaan TCM sebagai skrining awal atau uji konfirmasi sangat direkomendasikan, terutama pada pasien dengan gejala klinis kuat namun hasil ZN negatif. Penggunaan TCM juga dapat mengurangi keterlambatan diagnosis, yang merupakan tantangan dalam penanggulangan TBCC di Indonesia (Kemenkes, 2023).

Secara keseluruhan, penelitian ini menguatkan bukti bahwa TCM adalah alat diagnostik yang lebih efektif dibandingkan ZN, baik dalam aspek sensitivitas, akurasi, maupun nilai ramal.

Penelitian ini mendukung kebijakan untuk memperluas akses terhadap TCM di fasilitas pelayanan kesehatan primer, khususnya dalam konteks eliminasi TBC tahun 2030.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat disimpulkan :

1. Tes Cepat Molekuler (TCM) memiliki efektivitas yang lebih tinggi dalam diagnosis tuberkulosis di Puskesmas Kecamatan Pesanggrahan dibandingkan metode BTA Ziehl-Neelsen. Hal ini dibuktikan melalui nilai sensitivitas sebesar 73,8%, nilai ramal negatif 75,4%, dan akurasi 81%.
2. Terdapat perbedaan efektivitas yang signifikan antara Tes Cepat Molekuler (TCM) dan pemeriksaan BTA metode Ziehl-Neelsen (ZN), yang ditunjukkan melalui hasil uji McNemar dengan nilai $p = 0,001$. Ini menunjukkan bahwa TCM lebih efektif daripada ZN.

Saran yang dapat diberikan oleh peneliti adalah:

1. Disarankan agar fasilitas pelayanan kesehatan primer meningkatkan penggunaan Tes Cepat Molekuler (TCM) untuk mendeteksi TBC secara lebih akurat dan cepat.
2. Penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan kultur *M. tuberculosis* sebagai gold standard untuk meningkatkan validitas hasil diagnosis.
3. Pemerintah perlu memperluas penyediaan alat TCM dan meningkatkan pelatihan bagi tenaga medis untuk pengoperasiannya.
4. Tenaga kesehatan sebaiknya memprioritaskan pemeriksaan TCM terutama pada pasien dengan gejala klinis TBC namun hasil ZN negatif.

5. Daftar Acuan

Adams, G., & Johnson, L. (2017). Diagnostic Techniques in Mycobacteriology. *Journal of Clinical Microbiology*, 55(3), 923–930.

Alene, K. A., et al. (2020). Magnitude of diagnostic delay and associated factors among pulmonary tuberculosis patients in Ethiopia: a systematic review and meta- analysis. *BMC Infectious Diseases*, 20(1), 1-10.

Boehme, C. C., et al. (2010). Rapid molecular detection of tuberculosis and rifampin resistance. *New England Journal of Medicine*, 363(11), 1005-1015.

CDC (Centers for Disease Control and Prevention). (2021). Tuberculosis (TBC): Testing & Diagnosis. Retrieved from <https://www.cdc.gov/TBC/topic/testing/>

García-Basteiro, A. L., et al. (2020). Poor tuberculosis treatment outcomes in Southern Mozambique (2011–2012). *BMC Infectious Diseases*, 20(1), 1-9.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2016). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 67 Tahun 2016 tentang Penanggulangan Tuberkulosis. Jakarta: Kemenkes RI.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2021). Petunjuk Teknis Penggunaan Tes Cepat Molekuler untuk Diagnosis Tuberkulosis di Indonesia. Jakarta: Kemenkes RI.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2021). Petunjuk Teknis Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) untuk Tuberkulosis. Jakarta: Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit.

Kartika, R. (2021). Efektivitas Pemeriksaan GeneXpert dalam Menegakkan Diagnosis Tuberkulosis Paru dibandingkan Pemeriksaan Mikroskopis BTA di Puskesmas. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 16(2), 110–118.

MacLean, E., et al. (2023). Diagnostic accuracy of molecular tests for tuberculosis: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Infectious Diseases*, 23(2), 140-152.

Nasution, R., & Siregar, F. (2019). Prinsip dan prosedur pemeriksaan Ziehl-Neelsen pada diagnosis tuberkulosis. *Jurnal Mikrobiologi Klinik*, 7(1), 30–36.

Nugroho, A. (2018). Validitas GeneXpert MTBC/RIF sebagai Diagnostik Tuberkulosis. *Jurnal Penelitian Kesehatan*, 15(1), 23–29.

Prasetyo, D., & Wulandari, L. (2020). Analisis efektivitas pemeriksaan molekuler GeneXpert terhadap diagnosis TBCC resisten rifampisin. *Jurnal Diagnostik Laboratorium*, 9(3), 134–140.

Rahmadi, A. (2020). Perbandingan sensitivitas antara pemeriksaan BTA dengan pewarnaan Ziehl-Neelsen dan Tes Cepat Molekuler GeneXpert pada pasien dugaan TBCC paru. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 12(1), 45–51.

Raizada, N., et al. (2020). Impact of the GeneXpert MTBC/RIF assay on diagnosis and management of multidrug-resistant tuberculosis: a systematic review. *BMC Infectious Diseases*, 20(1), 1-11.

Wijaya, A. S., & Putri, Y. (2013). Keperawatan Medikal Bedah (Keperawatan Dewasa) Teori dan Contoh Askep. Yogyakarta: Nuha Medika.

World Health Organization. (2015). The End TBC Strategy. Geneva: World Health Organization.

World Health Organization. (2020). WHO consolidated guidelines on tuberculosis. Module 3: Diagnosis – Rapid diagnostics for tuberculosis detection. Geneva: WHO.

World Health Organization. (2021). Global Tuberculosis Report 2021. Geneva: WHO.

World Health Organization. (2023). Global Tuberculosis Report 2023. Geneva: WHO