

***LITERATURE REVIEW: PERBANDINGAN HASIL
TES CEPAT MOLEKULER (TCM) KULTUR dan
METODE LOOP-MEDIATED ISOTHERMAL
AMPLIFICATION (LAMP) DALAM
MENDETEKSI MYCOBACTERIUM
TUBERCULOSIS***

NASKAH PUBLIKASI



**Disusun Oleh:
Rismawandi
1811304073**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS 'AISYIAH
YOGYAKARTA
2022**

**LITERATURE REVIEW: PERBANDINGAN HASIL
TES CEPAT MOLEKULER (TCM) KULTUR dan
METODE *LOOP-MEDIATED ISOTHERMAL
AMPLIFICATION (LAMP)* DALAM
MENDETEKSI *MYCOBACTERIUM
TUBERCULOSIS***

NASKAH PUBLIKASI

**Diajukan Guna Melengkapi Sebagian Syarat Mencapai Gelar
Saerjana Terapan Kesehatan
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis
Fakultas Ilmu Kesehatan
Di Universitas 'Aisyiyah
Yogyakarta**



**Disusun Oleh:
Rismawandi
1811304073**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS 'AISYIYAH
YOGYAKARTA
2022**

**LITERATURE REVIEW: PERBANDINGAN HASIL TES CEPAT
MOLEKULER (TCM) KULTUR DAN METODE LOOP-MEDIATED
ISOTHERMALAMPLIFICATION (LAMP) DALAM MENDETEKSI
MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS**

NASKAH PUBLIKASI

**Disusun oleh:
RISMAWANDI
1811304073**

Telah Memenuhi Persyaratan dan Disetujui Untuk Dipublikasikan

Program Studi Teknologi Laboratorium Medis
Fakultas Ilmu Kesehatan
di Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

Oleh:

Pembimbing : TRI DYAH ASTUTI, S.ST., M.Kes
13 November 2022 01:41:38



LITERATURE REVIEW: PERBANDINGAN HASIL TES CEPAT MOLEKULER (TCM) KULTUR dan METODE LOOP-MEDIATED ISOTHERMAL AMPLIFICATION (LAMP) DALAM MENDETEKSI MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS¹⁾

Rismawandi²⁾ Tri Dyah Astuti³⁾

ABSTRAK

Tuberkulosis merupakan penyakit paru yang disebabkan oleh infeksi kuman *Mycobacterium tuberculosis*. Tingginya jumlah kasus tuberkulosis di seluruh dunia membutuhkan pemeriksaan yang cepat dan akurat. Pemeriksaan TCM dan kultur merupakan pemeriksaan yang saat ini banyak digunakan dalam pedeteksi *Mycobacterium tuberculosis* pada kasus tuberkulosis. Namun, kedua metode ini membutuhkan waktu lebih lama, fasilitas yang kompleks, dan biaya yang mahal. LAMP hadir sebagai metode pemeriksaan alternatif yang memiliki keunggulan yaitu menggunakan suhu tetap dan alat yang sederhana serta waktu pemeriksaan yang lebih cepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan sensitivitas dan spesifisitas metode TCM, Kultur dan LAMP dalam mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis*. Metode yang digunakan, yaitu metode *literature review*. Pemilihan literatur ini pada beberapa database antara lain Pubmed, Google Scholar, dan Science Direct. Terdapat 15 jurnal yang digunakan sebagai sumber literatur dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil sensitivitas dan spesifisitas tertinggi yang didapatkan adalah TCM sensitivitas 93% dengan rata-rata 83% spesifisitas 100% dengan rata-rata 86%, kultur sensitivitas 100% dengan rata-rata 71% spesifisitas 100% dengan rata-rata 90,6%, dan LAMP sensitivitas 99% dengan rata-rata 88% dan spesifisitas 100% dengan rata-rata 97,6%. Disimpulkan bahwa sensitivitas dan spesifisitas tertinggi dari ketiga metode yaitu metode LAMP.

Kata Kunci : *Mycobacterium tuberculosis*, Tes Cepat Molekuler, Kultur, LAMP

Kepustakaan : 44 Referensi (2011-2022)

Keterangan:

¹⁾ Judul skripsi

²⁾ Nama mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

³⁾ Nama dosen pembimbing skripsi Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

A LITERATURE REVIEW: THE COMPARISON OF THE RESULT OF RAPID MOLECULAR TEST(TCM), CULTURE TEST AND LOOP MEDIATED ISOTHERMAL AMPLIFICATION (LAMP) METHODS IN DETECTING MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS ¹⁾

Rismawandi²⁾ Tri Dyah Astuti³⁾

ABSTRACT

Tuberculosis is a lung infection caused by the bacteria *Mycobacterium tuberculosis*. Because of the high number of tuberculosis cases worldwide, a quick and accurate examination is required. TCM and culture examination are two tests that are currently widely used in tuberculosis cases to detect *Mycobacterium tuberculosis*. However, both of these methods necessitate more time, more complex facilities, and higher costs. LAMP is presented as an alternative inspection method with the benefits of using a fixed temperature, simple tools, and faster inspection times. The purpose of this research is to compare the sensitivity and specificity of TCM, Culture, and LAMP methods for detecting *Mycobacterium tuberculosis*. This research employed literature review method. This literature was chosen from databases such as PubMed, Google Scholar, and Science Direct. 15 journals were used as literature sources and were descriptively and quantitatively analyzed. The result of the research obtained that the highest sensitivity and specificity obtained was TCM with sensitivity 93% with an average of 83% and specificity 100% with an average of 86%. However, culture sensitivity obtained sensitivity 100% with an average of 71% and specificity 100% with an average of 90.6% and LAMP obtained sensitivity of 99% with an average of 88% and specificity of 100% with an average of 97.6%. The LAMP method was found to have the highest sensitivity and specificity of the three methods tested.

Keywords : *Mycobacterium tuberculosis*, Rapid Molecular Test, Culture, LAMP

References : 44 Sources (2011-2022)

Information:

¹⁾ Title

²⁾ Student of Medical Laboratory Technology Program, Faculty of Health Sciences, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

³⁾ Lecturer of Medical Laboratory Technology Program, Faculty of Health Sciences, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

A. PENDAHULUAN

Tuberkulosis merupakan penyakit paru yang disebabkan oleh infeksi kuman *Mycobacterium tuberculosis*. Penyakit ini adalah penyebab primer kecacatan dan kematian yang hampir disebagian besar negara di seluruh dunia penyakit ini dapat dicegah dan disembuhkan. Tingginya insiden TB pada Indonesia memerlukan diagnosis yang seksama dan cepat, sebagai akibatnya terapi yang adekuat segera bisa ditentukan (Kiranasari & Presialia, 2020).

Mycobacterium tuberculosis adalah bakteri patogen intrasel yang menyebabkan penyakit tuberkulosis (TB). WHO (World Health Organization) memperkirakan kejadian pada tahun 2017 sebesar 842.000 atau 319 per 100.000 orang perkiraan populasi dan kematian akibat TB pada 107.000 atau 40 per 100.000 populasi. Kejadian TB sebanyak 850.000 orang menjadikan Indonesia jumlah penderita TB terbesar kedua setelah India (Pralambang & Setiawan, 2021).

Mycobacterium tuberculosis merupakan kuman obligat aerob yang pertumbuhan optimalnya pada suhu 35°C-37°C, sehingga kuman ini lebih senang hidup di paru-paru sebelah kanan yang mengandung saturasi. *Mycobacterium tuberculosis* berbentuk batang lurus atau sedikit melengkung, tidak berspora dan tidak berkapsul. Bakteri ini berukuran lebar 0,3 – 0,6 mm serta panjang 1 – 4 mm.

Bakteri ini cepat mati apabila terkena sinar matahari secara langsung, namun bisa bertahan hidup beberapa jam ditempat yang gelap dan lembab (Hasibuan, 2016).

Pemeriksaan penunjang penyakit TB bisa dilakukan dengan pemeriksaan TCM (Tes cepat molekuler), pemeriksaan mikroskopis BTA, pemeriksaan kultur MTB, dan *Loop-mediated isothermal Amplification* (LAMP).

Tes cepat molekuler (TCM) adalah penemuan terbaru dalam diagnosis TB berbasis tes pendekatan molekuler menargetkan daerah *hotspot gen rpoB* di *Mycobacterium tuberculosis* menggunakan metode semi-kuantitatif *real-time polymerase chain reaction assay* (RT-PCR) yang mengintegrasikan dan mengotomatisasi pemrosesan preparat dengan *Deoksiribo Nukleat Acid* (DNA) kartrid tinta sekali pakai. Hasil dapat diperoleh dalam waktu kurang dari dua jam (Kurniawan et al. 2016; Nur Salsabilla & Bimantara, n.d.).

Kultur *Mycobacterium tuberculosis* ialah *gold standard* buat penegakan diagnosa TB saat ini. Media yang sering digunakan ialah media *Lowenstein Jensen* (LJ) yaitu media berbasis telur yang di gabungkan dengan menggunakan elektrolit dan *malachite green* direkomendasikan menjadi isolasi (Zuraida et al., 2021).

Metode *Loop-mediated isothermal Amplification* (LAMP) merupakan metode yang dapat

mengamplifikasi DNA untai ganda pada kondisi isothermal dengan alat sederhana. Selain memiliki sensitivitas, spesifitas dan efisiensi tinggi, metode LAMP-TB juga cepat dan sederhana dalam hal teknik molekular untuk mengidentifikasi beberapa penyakit, salah satunya ialah TB. Metode LAMP menggunakan amplifikasi DNA pada suhu tetap yaitu pada suhu 63-65°C (Khariri et al., 2020).

B. METODE

Penelitian ini menggunakan jenis metode *literature review* merupakan metode penelitian yang dilakukan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi dan menginterpretasikan semua hasil penelitian yang relevan yang bersifat deskriptif kualitatif. Penelusuran literatur dilakukan dengan menggunakan pencarian kata kunci yang merujuk pada penelitian ini.

Tabel 3.1 Pencarian Literatur Jurnal Metode PICO

PICO	Kata Kunci
<i>Patient/Population/Problem</i>	Sputum/dahak
<i>Intervention</i>	Tes Cepat Molekuler (TCM), Kultur <i>mycobacterium tuberculosis</i> , Loop-Mediated Isotherma Amplification (LAMP)
<i>Comparison</i>	
<i>Outcome</i>	<i>sensitivity and spesivisity</i>

Data yang digunakan pada jurnal ini merupakan data yang diperoleh dari database yang memuat literatur berbahasa Indonesia maupun berbahasa Inggris seperti *PubMed*, *Google Scholar* dan *Science Direct*. Kata kunci ditelusuri dengan memperhatikan pola kerangka kerja alat pencari atau search engine. Adapun pola pencarian data yang digunakan pada penelitian ini adalah PICO (*Population/Patient/Problem, Intervention, Comparison, Outcome*) yang disajikan pada Tabel 3.1. Kata kunci yang digunakan adalah “Sputum/dahak”, “Tes Cepat

Molekuler (TCM), Kultur *mycobacterium tuberculosis*, Loop-Mediated Isotherma Amplification (LAMP)”, dan “*sensitivity and spesivisity*”.

Pada penelitian ini pengumpulan data dilakukan dengan menseleksi data yang relevan yang akan di review berdasarkan kriteria inklusi penelitian anatar lain Jurnal berbahasa Inggris atau Indonesia, literature diakses full teks dalam format pdf, Jurnal tentang pemeriksaan bakteriologi yang berfokus pada sensitivitas dan

spesifitas pada metode TCM, kultur dan LAMP dalam mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis*, Rentang publikasi dari tahun 2011-2021.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Sensitivitas dan Spesifitas Metode Tes Cepat Molekuler (TCM)

Tabel 4.3 Hasil sensitivitas dan spesifisitas metode TCM

No jurnal/Peneliti/Tahun	Metode	Hasil	
		Sensitivitas	Spesifisitas
Jurnal 1/ Tang et al/2017	Tes Cepat Molekuler (TCM)	84%	88% %
Jurnal 2/ Deng et al/2021	Tes Cepat Molekuler (TCM)	89%	100%
Jurnal 3/ Novianti et al/2020	Tes Cepat Molekuler (TCM)	76%	97%
Jurnal 4/ Susanty et al/2016	Tes Cepat Molekuler (TCM)	93%	59%
Jurnal 5/ Naim & Dewi/2018	Tes Cepat Molekuler (TCM)	73%	90%
Rata-rata		83%	86,6%

Berdasarkan tabel 4.3 hasil sensitivitas dan spesifisitas metode TCM didapatkan sensitivitas dan spesifisitas yang berbeda-beda dengan menggunakan sampel yang sama yaitu sampel sputum/dahak. Hasil dari jurnal didapatkan sensitivitas dan spesifisitas terbaik pada jurnal dimana sensitivitas yang didapatkan yaitu 93% dengan nilai rata-rata sensitivitas 83% dan spesifisitas 100% dengan nilai rata-rata spesifisitas 86,8% hasil ini hampir sejalan dengan studi dari Tortoli et al., 2012 menunjukkan sensitivitas TCM berkisar 86,9% dan spesifitas 99,7%. TCM sendiri sering dimanfaatkan sebagai alat diagnostik TB dengan hasil yang dianggap lebih sensitif dan spesifik oleh dokter/klinisi. Hasil penelitian ini

sejalan dengan penelitian yang menyatakan pemeriksaan metode tes cepat molekuler memiliki sensitivitas yang bagus, dimana pada tes cepat molekuler bisa membaca kuman *Mycobacterium tuberculosis* serta dapat membaca resistensi rifampisin secara bersamaan, namun pada penelitian selain sensitifitas yang baik diketahui pula metode TCM memiliki spesifisitas yang tinggi dalam mendeteksi MTB (Kurniawan E et al., 2016).

Tes cepat molekuler dirancang menggunakan sistem tertutup dengan tujuan untuk mengurangi terjadinya resiko kontaminasi ampikon. Sekali tutup, *catridge* tidak boleh dibuka kembali, oleh karena itu tidak di anjurkan untuk membuka *catridge*

jika belum siap untuk memulai pemeriksaan dengan geneXpertMTB/RIF (Susanty et al.,2015). Terdapat faktor-faktor lain yang mempengaruhi dalam pemeriksaan identifikasi bakteri *Mycobacterium Tuberculosis* dengan GeneXpert MTB/RIF seperti prosedur pemipetan sampel spesimen

kurang tepat, kondisi dan penambahan *buffer* terhadap spesimen sputum, homogenisasi yang kurang tepat, adanya *aerosol* pada cartridge, dan waktu inkubasi saat penambahan sampel sputum (Kementerian Kesehatan RI, 2015).

2. Sensitivitas dan Spesifitas Metode Kultur

Tabel 4.4 Hasil sensitivitas dan spesifitas metode Kultur

No jurnal/Peneliti/Tahun	Metode	Hasil	
		Sensitivitas	Spesifitas
Jurnal 6/ Ariami et al/2014	Kultur jensen	Lowenstein 94%	100%
Jurnal 7/ Qi & Fan/2021	Kultur jensen	Lowenstein 20%	98%
Jurnal 8/ Nambiar et al/2017	Kultur jensen	Lowenstein 42%	100%
Jurnal 9/ Setiarsih et al/2012	Kultur jensen	Lowenstein 100%	67%
Jurnal 10/ Madeira et at/2020	Kultur jensen	Lowenstein 99%	88%
Rata-rata		71%	90,6%

Berdasarkan tabel 4.4 hasil sensitivitas dan spesifitas metode kultur dengan menggunakan sampel yang berbededa yaitu sampel sputum/dahak dan *Brnchoalveolar Lavage* (BAL). Hasil dari kelima jurnal didapatkan sensitivitas dan spesifitas tertinggi dimana sensitivitas yang didapatkan yaitu 100% dengan nilai rata-rata sensitivitas 71% dan spesifitas 100% dengan nilai rata-rata spesifitas 90,6%. Pemeriksaan dengan sampel sputum menunjukkan bahwa pemeriksaan kultur masih

terbilang bagus dalam mendeteksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Pada jurnal ke tujuh menunjukkan hasil terendah dari semua jurnal yang didapatkan yaitu sensitivitasnya 20% dan spesifitasnya 98% penyebab rendahnya sensitivitas dari hasil tersebut karna suhu yang kurang optimal dan kemungkinan adanya kontaminasi. Menurut Hoesin 2019 ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi tumbuhnya bakteri misal sampel yang tidak mencukupi sehingga waktu di kultur tidak tumbuh atau pun adanya kontaminasi

sehingga tidak dapat di uji resistensinya.

Tinggi rendahnya suhu dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme pada media kultur. Mesofili merupakan bakteri yang dapat tumbuh pada suhu 20°C sampai 45°C. karakteristik istimewa dari semua bakteri mesofil adalah kemampuannya untuk tumbuh pada suhu tubuh 37°C dan tidak dapat

tumbuh pada suhu di atas 45°C. *Mycobacterium tuberculosis* termasuk dalam bakteri mesofili karena dapat hidup pada suhu pertumbuhan optimum 35 – 40°C (Black, Jacquelyn G. 2002).

3. Sensitivitas dan Spesifitas Metode *Loop-Mediated Isothermal Amplification* (LAMP)

Tabel 4.5 Hasil sensitivitas dan spesifisitas

No jurnal/Peneliti/Tahun	Metode	Hasil	
		Sensitivitas	Spesifisitas
Jurnal 11/ Kaku et al/2016	<i>Loop-Mediated Isothermal Amplification</i> (LAMP)	99%	98%
Jurnal 12/ Kim et al/2021	<i>Loop-Mediated Isothermal Amplification</i> (LAMP)	99%	100%
Jurnal 13/ Sethi et al/2016	<i>Loop-Mediated Isothermal Amplification</i> (LAMP)	66%	93%
Jurnal 14/ Phetsuksiri et al/2020	<i>Loop-Mediated Isothermal Amplification</i> (LAMP)	94%	100%
Jurnal 15/ Yadav et al/2020	<i>Loop-Mediated Isothermal Amplification</i> (LAMP)	82%	97%
Rata-rata		88%	97,6%

Berdasarkan tabel 4.5 hasil sensitivitas dan spesifisitas metode *Loop-Mediated Isothermal Amplification* (LAMP) didapatkan sensitivitas dan spesifisitas yang berbeda dengan menggunakan sampel yang sama yaitu sampel

sputum/dahak. Hasil dari kelima jurnal didapatkan sensitivitas dan spesifisitas tertinggi dimana sensitivitas yang didapatkan yaitu 99% dengan nilai rata-rata sensitivitas 88% dan spesifisitas 100% dengan nilai rata spesifisitas

97,6%. Sensitivitas uji LAMP adalah 99% yang sebanding dengan penelitian lain yang menunjukkan sensitivitas masing-masing 92-100% dan spesifisitas uji LAMP adalah 100% sesuai dengan penelitian yang lain dimana menunjukkan spesifisitas 96%-99% (Bojang AL et.al., 2016).

Faktor yang dapat mempengaruhi efektivitas dalam pemeriksaan LAMP yaitu yang pertama suhu, suhu pada metode pemeriksaan *Loop Mediated Isothermal Amplification* (LAMP) juga sangat berpengaruh terhadap sensitivitas dan spesifisitas dalam setiap pemeriksaan LAMP karena metode LAMP hanya menggunakan satu suhu yaitu 63-65°C saja jadi ketika menggunakan suhu yang berbeda-beda maka akan sangat mempengaruhi hasil pemeriksaan LAMP. Kedua kontaminasi menjadi salah satu faktor yang sangat berpengaruh dalam pemeriksaan apapun termasuk dalam pemeriksaan LAMP. Kaku et al 2016 menyatakan bahwa ada sejumlah besar spesimen yang dikeluarkan dari analisis karena kontaminasi dan kesalahan dalam pencatatan. Kontaminasi dapat terjadi karena adanya kesalahan dalam penanganan sampel mulai dari pra analitik, analitik, hingga pasca analitik sehingga dapat terjadi kontaminasi dan dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan (Wongyp et al., 2018).

LAMP adalah pengujian yang terjangkau untuk pengaturan sumber

daya yang rendah tanpa memerlukan instrumen yang mahal. LAMP dapat dilakukan dengan biaya yang jauh lebih rendah, sekitar US\$ 1-2 atau kalau dirupiahkan biayanya yaitu sekitar 14.875-29.750 dan dibandingkan dengan harga Xpert MTB/RIF sebesar US\$ 9,98 atau kalau dirupiahkan biayanya yaitu sekitar 148.456 (Habeenzu C et al., 2017).

D. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan bahwa ke tiga metode memiliki sensitivitas dan spesifisitas sebagai berikut:

1. Metode tes cepat molekuler (TCM) memiliki sensitivitas 93% dengan nilai rata-rata sensitivitas 83% dan spesifisitas yaitu 100% dengan nilai rata-rata spesifisitas 86,8%.
2. Metode kultur *lowenstein jensen* memiliki sensitivitas 100% dengan nilai rata-rata sensitivitas 71% dan spesifisitas 100% dengan nilai rata-rata spesifisitas 90,6%.
3. Metode *Loop Mediated Isothermal Amplification* (LAMP) memiliki sensitivitas 99% dengan nilai rata-rata sensitivitas 88% dan spesifisitas 100% dengan nilai rata-rata spesifisitas 97,6%.

Berdasarkan dari kesimpulan hasil ketiga metode menunjukkan bahwa metode LAMP memiliki

sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi dari kedua metode.

E. SARAN

Beberapa saran dibuat untuk ditujukan kepada peneliti selanjutnya dan instansi kesehatan sebagai berikut:

1. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat melakukan penelitian perbandingan hasil metode TCM, Kultur, dan LAMP dengan metode eksperimen
2. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat melakukan penelitian perbandingan hasil metode TCM, Kultur, dan LAMP dengan bakteri yang berbeda
3. LAMP dapat segera diaplikasikan pada instansi kesehatan yang memiliki dana, fasilitas, dan sumber daya manusia yang terbatas.

F. DAFTAR PUSTAKA

Bojang AL, Mendy FS, Tientcheu LD, Out J, Antonio M, Kampmann B, dkk. *Perbandingan TB-LAMP, GeneXpert MTB/RIF dan kultur untuk diagnosis TB paru di Gambia. J Menginfeksi.* 2016;72(3):332-7.

Habeenzu C, Nakajima C, Solo E, Bwalya P, Kajino K, Miller M, dkk. *Evaluasi amplifikasi isothermal yang dimediasi loop in-house untuk diagnosis tuberkulosis dibandingkan dengan Xpert*

MTB/RIF. J Menginfeksi Dev Ctry. 2017;11:440-4.

Hasibuan, M. B. A. F. (2016). *Pengaruh Waktu Paparan Naoh 4% Dalam Proses Dekontaminasi Terhadap Pertumbuhan Bakteri Mycobacterium Tuberculosis Pada Media Lowenstein Jensen.* Jurnal Universitas Medan Area, 10, 6–15.

Kesehatan RI. *Petunjuk Teknis Pemeriksaan Tuberkulosis Menggunakan Alat Genexpert* Jakarta: Bakti Husada, 2015.

Khariri, Amalia, N., Nursofiah, S., Muna, F., & Rukminiati, Y. (2020). *Akankah Perkembangan Metode Deteksi Biomolekuler Era 4.0 Mampu Menggantikan Pemeriksaan Laboratorium Bakteri Secara Konvensional?* Seminar Nasional Riset Kedokteran (SENSORIK), 380–385.

Kiranasari, A., & Presialia, A. (2020). *Perbandingan Tingkat Kontaminasi Kultur Mycobacterium tuberculosis and BACTEC MGIT 960 as a Culture Method for.* 26(2), 36–42.

Nur Salsabilla, M., & Bimantara, A. (n.d.). *SENSITIVITAS DAN SPESIFISITAS PEWARNAAN ZIEHL NEELSEN TERHADAP TES CEPAT MOLEKULER PENDERITA SUSPEK TUBERKULOSIS DI RSUD WATES KULON PROGO.*

Pralambang, S. D., & Setiawan, S. (2021). *Faktor Risiko Kejadian Tuberkulosis di Indonesia.* Jurnal Biostatistik, Kependudukan, Dan Informatika Kesehatan, 2(1), 60. <https://doi.org/10.51181/bik-fokes.v2i1.4660>.

WongYP, Othman S, LauYL, Radu S,
Chee HY. Amplifikasi isothermal
yang dimediasi loop (LAMP):
teknik serbaguna untuk
mendeteksi mikroorganisme.
Mikrobiol JAPL. 2018;124:626-
43.

Zuraida, Z., Latifah, I., & Atikasari,
Z. I. (2021). *Studi Literatur
Hasil Pemeriksaan Tcm (Tes
Cepat Molekuler),
Mikroskopik Bta Dan Kultur
Pada Suspek Tb
(Tuberkulosis). Anakes:
Jurnal Ilmiah Analisis
Kesehatan*, 7(1), 83–87.
[https://doi.org/10.37012/ana-
kes.v7i1.517](https://doi.org/10.37012/ana-kes.v7i1.517).

 **unisa**
Universitas 'Aisyiyah
Yogyakarta