

## ***Literature Review: Cost Effectiveness Analysis Xpert MTB/RIF dibandingkan dengan Sputum Smear Microscopy untuk Diagnosis Tuberkulosis di Indonesia***

Linda Wahyuni Putri, Budi Hartono

Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Jakarta,  
Kota Tangerang Selatan, Indonesia

Jl. K.H. Ahmad Dahlan, Cirendeui, Tangerang Selatan, Banten 15419

Korespondensi E-mail: [lindawahyuniputri@gmail.com](mailto:lindawahyuniputri@gmail.com)

Submitted: 4 Agustus 2023, Revised: 28 Desember 2023, Accepted: 30 Desember 2023

### **Abstract**

Indonesia is the third most TB-prevalent country in the world after India and China. Sputum Smear Microscopy (SSM) is the most commonly used Tuberculosis test in developing countries due to its relatively low unit cost per test but low sensitivity. The World Health Organization recommends using Xpert MTB/RIF as a TB test because it has higher sensitivity and specificity and a shorter time to obtain results. This paper evaluates the cost-effectiveness analysis of Xpert MTB/RIF and Sputum Smear Microscopy in Indonesia. The search for scientific articles was conducted by keyword search through Google Scholar, PubMed, and Elsevier. The keywords used were related to "Cost-Effectiveness Analysis", "Xpert MTB/RIF and Sputum Smear Microscopy", and "Cost Effectiveness Analysis Xpert MTB/RIF and Sputum Smear". Articles identified through database searches were 1,040 articles with a research period of 2016 - 2023. They have obtained nine articles that have the most relevant topics. The results of the analysis of the nine articles show that when viewed from the overall costs required for TB suspect / TB-positive patients to obtain a cure, including the cost of follow-up tests, costs incurred due to treatment, and costs due to treatment in the hospital, Xpert MTB/RIF is considered more cost-effective than SSM. As one of the ten most dangerous infectious diseases in the world, it is hoped that the government's health insurance efforts related to TB case management can reduce the spread and mortality rate of TB in Indonesia.

**Keywords:** Cost-Effectiveness Analysis, Tuberculosis, Sputum Smear Microscopy, Xpert MTB/RIF

### **Abstrak**

Indonesia menempati posisi ketiga sebagai negara dengan prevalensi TB terbanyak di dunia setelah India dan China. Sputum Smear Microscopy (SSM) merupakan tes Tuberkulosis yang paling sering digunakan di negara berkembang karena unit *cost* per tes yang relatif murah, tetapi memiliki sensitivitas yang rendah. World Health Organization merekomendasikan penggunaan Xpert MTB/RIF sebagai tes TB karena memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang lebih tinggi serta waktu perolehan hasil yang lebih singkat. Karya tulis ini bertujuan untuk mengevaluasi *cost effectiveness analysis* terhadap pemeriksaan Xpert MTB/RIF dan Sputum Smear Microscopy di Indonesia. Pencarian artikel ilmiah dilakukan dengan pencarian kata kunci melalui Google Scholar, PubMed, dan Elsevier. Kata kunci yang digunakan berhubungan dengan "Cost Effectiveness Analysis", "Xpert MTB/RIF dan Sputum Smear Microscopy", "Cost Effectiveness Analysis Xpert MTB/RIF and Sputum Smear". Artikel yang teridentifikasi melalui pencarian database sebanyak 1.040 artikel dengan rentang waktu penelitian 2016 – 2023. Diperoleh 9 artikel yang memiliki topik yang paling relevan. Hasil analisis terhadap 9 artikel menunjukkan bahwa jika ditinjau dari keseluruhan biaya yang diperlukan pasien *suspect* TB/TB positif untuk memperoleh kesembuhan diantaranya seperti: biaya test lanjutan; biaya yang ditimbulkan karena perawatan; dan biaya akibat pengobatan di rumah sakit, maka Xpert MTB/RIF dinilai lebih *cost effective* dibandingkan SSM. Sebagai salah satu penyakit yang masuk ke dalam sepuluh penyakit menular berbahaya di dunia, diharapkan upaya jaminan kesehatan dari pemerintah terkait penanggulangan kasus TB dapat menekan angka penyebaran dan kematian akibat TB di Indonesia.

**Kata Kunci:** Cost Effectiveness Analysis, Tuberculosis, Sputum Smear Microscopy, Xpert MTB/RIF

### **Pendahuluan**

Tuberkulosis (TB) menjadi penyebab kematian sekitar 1-6 juta manusia pada tahun 2021. Indonesia menempati posisi ketiga sebagai negara dengan prevalensi TB terbanyak di dunia setelah India dan China. Insiden TB tahun 2020 di Indonesia sebesar 301 per 100.000 penduduk. Jumlah kasus TB di Indonesia tahun 2021 sebanyak 397.377 kasus, meningkat bila dibandingkan kasus TB yang ditemukan pada tahun 2020 yaitu sebesar 351.936 kasus. Kejadian TB di Indonesia menimbulkan kerugian ekonomi

nasional sebesar USD 6,9 miliar (1). Indonesia juga termasuk di antara 30 negara yang ditetapkan sebagai negara dengan beban *multi-drug resistant* (MDR)-TB yang tinggi. Pengobatan anti tuberkulosis membutuhkan waktu hingga 6 bulan. Akan tetapi, banyak pasien yang tidak patuh terhadap pengobatan, meninggal dunia, atau pasien yang tidak kembali ke pusat pelayanan Kesehatan setelah dinyatakan positif TB sehingga kasus TB di Indonesia terus meningkat (2,3).

*World Health Organization* (WHO) merekomendasikan penggunaan pengujian Xpert MTB/RIF (*Mycobacterium tuberculosis* [MTB] complex and resistance to rifampisin [RIF]) sebagai pengganti mikroskop konvensional dan kultur. Di Indonesia Undang-Undang terkait pengendalian TB telah tertuang dalam Peraturan Menteri Kesehatan (Menkes) No. 67 Tahun 2016 yang menyatakan bahwa Pemerintah Indonesia menetapkan bahwa jaringan laboratoriumnya menggunakan pengujian Xpert MTB/RIF untuk diagnosis TB yang sensitif terhadap obat, TB yang resisten terhadap obat (DR-TB), dan TB pada orang yang hidup dengan HIV/AIDS. Langkah serius Indonesia dalam mengupayakan penurunan kasus TB ditunjukkan dengan Rencana Strategis Nasional (Renstra) yang bertujuan menurunkan insiden TB menjadi 190 per 100.000 orang dewasa pada tahun 2024 (4).

*Sputum Smear Microscopy* (SSM) merupakan tes Tuberkulosis yang paling sering digunakan di negara berkembang. Teknik SSM relatif cepat, sederhana dan ekonomis, tetapi menyajikan sensitivitas rendah sehingga memiliki frekuensi *false* negatif tinggi dan beberapa *false* positif. Keterlambatan diagnosis dapat meningkatkan risiko menularkan infeksi dan memperparah penyakit pada pasien. Hasil *false* positif dapat mengakibatkan pasien memperoleh obat yang sebenarnya tidak dibutuhkan, sehingga berpotensi meningkatkan resistensi pasien terhadap antibiotik tertentu, toksisitas farmakologis, pemilihan strain yang resisten, serta dapat menyebabkan peningkatan morbiditas dan biaya perawatan akibat TB (5).

Inovasi terus dikembangkan untuk meningkatkan efektivitas dan sensitivitas tes TB. Xpert MTB/RIF termasuk salah satu tes TB yang memanfaatkan metode amplifikasi asam nukleat yang memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang lebih tinggi serta waktu perolehan hasil yang lebih singkat. Aplikasi Xpert MTB/RIF berbasis *nucleic acid amplification techniques* (NAATs) pada sampel klinis mampu mendeteksi MTBC dan RIF selama 2 jam. Biaya yang dibebankan terhadap pemeriksaan Xpert MTB/RIF relatif lebih tinggi dibandingkan dengan pemeriksaan SSM, akan tetapi mampu mendeteksi kasus TB pada pasien sedini mungkin sehingga pasien dapat segera memperoleh pertolongan medis dan memungkinkan penghematan biaya, terutama karena pengurangan biaya lama rawat inap di rumah sakit (6,7).

Menurut Kaso dan Hailu (2021) dalam penelitiannya menyatakan bahwa Xpert MTB/RIF memiliki sensitivitas gabungan 85% dan spesifisitas gabungan 98% dalam deteksi kasus TB sedangkan hasil uji ini memiliki sensitivitas gabungan 96% dan spesifisitas gabungan 98% dalam deteksi resistensi Rifampisin. Xpert MTB/RIF mampu mendeteksi genom MTP sedangkan SSM hanya mampu mendeteksi keseluruhan basil yang terdapat pada sampel sputum, sehingga Xpert dinilai lebih sensitif.

Pemeriksaan SSM dinilai kurang sensitif karena memerlukan 5.000–10.000 basil per mL sputum untuk menunjukkan hasil positif. Hampir 13% penularan TB terjadi pada pasien TB BTA-negatif dengan hasil biakan positif. Oleh karena itu, individu yang sehat berisiko terkena infeksi MTB yang mengarah ke perkembangan TB aktif ketika melakukan kontak dekat dengan pasien *suspect* TB dengan hasil pemeriksaan SSM negatif. Selain itu, tes ini memerlukan protokol pengumpulan spesimen sputum pagi hari selama 3 hari untuk meningkatkan sensitivitas. Pewarnaan Ziehl-Neelsen (ZN) sebagai reagen SSM banyak digunakan di negara berkembang untuk diagnosis rutin TB karena efektivitas biaya serta tidak memerlukan peralatan yang canggih (8,9).

*Cost effectiveness analysis* digunakan untuk mengukur efektivitas dan efisiensi suatu intervensi seperti pemanfaatan tes TB menggunakan metode Xpert MTB/RIF dan SSM sehingga dapat diidentifikasi jenis pengujian yang lebih *cost effective* dengan menghitung nilai ACER dan ICER. Rasio efektivitas biaya rata-rata diestimasi dengan membagi total biaya intervensi dengan ukuran efektivitasnya. *Incremental cost-effectiveness ratio* (ICER) dihitung dengan cara membagi total biaya Xpert MTB/RIF - total biaya SSM / total hasil Xpert MTB/RIF - total hasil SSM (10,11). *Average cost-effectiveness ratio* (ACER) dihitung sebagai rasio antara total biaya intervensi dan jumlah orang yang memulai pengobatan. Tujuan dari karya tulis ini adalah untuk mengevaluasi *cost effectiveness analysis* terhadap pemeriksaan GeneXpert dan *Sputum Smear Microscopy* di Indonesia.

## Metode Penelitian

Pencarian artikel ilmiah dilakukan dengan pencarian kata kunci melalui Google Scholar, PubMed, dan Elsevier. Kata kunci yang digunakan berhubungan dengan “*Cost Effectiveness Analysis*”, “Xpert MTB/RIF dan *Sputum Smear Microscopy*”, “*Cost Effectiveness Analysis Xpert MTB/RIF and Sputum Smear*”. Artikel yang teridentifikasi melalui pencarian database sebanyak 1.040 artikel dengan rentang waktu penelitian 2016 – 2023. Data tersebut kemudian disaring pada bagian judul dan abstrak, kemudian diseleksi berdasarkan kriteria inklusi yang telah ditentukan yaitu topik penelitian yang berkaitan dengan *Cost Effectiveness Analysis Xpert MTB/RIF* dan *Sputum Smear Microscopy* penulisan artikel dalam bahasa Inggris atau bahasa Indonesia. Apabila publikasi artikel berasal dari buku maka dikecualikan dari penelitian ini. Berdasarkan database dan kata kunci, diperoleh 9 artikel yang memiliki topik yang paling relevan. Hasil tinjauan literatur tersebut kemudian dijelaskan dalam tabel.

## Hasil dan Pembahasan

Hasil Analisis terhadap 9 artikel penelitian dituangkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.**  
**Tabel Hasil Literatur Review**

Peneliti	Desain	Sampel	Hasil
Nadjib <i>et al.</i> (2022) (4)	Kuesioner yang mengukur biaya medis langsung, biaya non-medis langsung, dan biaya tidak langsung yang dikeluarkan pasien.	Sampel 156.143 kasus TB pada tahun 2017 atau 330 per 100.000 penduduk di Jawa Barat sebagai Provinsi dengan kasus TB tertinggi. Studi dilakukan di Kabupaten Bogor, Kota Cimahi dan Kota Depok. Kabupaten Bogor memiliki jumlah pasien TB yang dilaporkan tertinggi di antara semua kabupaten di Indonesia, dengan 7.738 pasien pada tahun 2014 dan 10.405 kasus pada tahun 2017, sementara Kota Depok dan Cimahi melaporkan 3.734 dan 1.802 kasus TB.	SSM memiliki sensitivitas yang relatif lebih rendah, sedangkan tes kultur membutuhkan fasilitas laboratorium yang tidak tersedia secara luas di Indonesia dan hasil tes yang lama (4 minggu) Sebaliknya, Xpert MTB/RIF, memiliki sensitivitas yang lebih tinggi (88%) dan spesifisitas (99%) dengan waktu perolehan hasil satu hari. Xpert MTB/RIF dapat memberikan hasil tambahan sebesar 16% untuk kasus TB dan 2% untuk kasus TB yang resistan terhadap rifampisin, dibandingkan dengan menggunakan SSM saja. Dengan asumsi bahwa setiap pasien TB dapat menulari hingga 10 orang dalam waktu 18 bulan, maka penggunaan tes Xpert MTB/RIF dapat mencegah sebanyak 16% kasus baru yang terdiagnosis. Oleh karena itu, penggunaan tes Xpert MTB/RIF dapat menghemat kerugian

			ekonomi dan dapat mengurangi biaya pengobatan, mengingat tingginya biaya pengobatan tuberkulosis resisten multi-obat atau MDR-TB di Indonesia.
Kaso dan Hailu (2021) (12)	Kombinasi biaya pendekatan <i>top-down</i> dan <i>bottom-up</i> . Biaya diestimasi dari sudut pandang penyedia layanan kesehatan dalam waktu satu tahun (2017-2018). Ukuran efektivitas menggunakan "kasus yang terdeteksi" dan perubahan biaya dibagi perubahan efektivitas untuk menghitung rasio efektivitas biaya tambahan.	Analisis efektivitas biaya strategi diagnostik TB dilakukan pada 1332 pasien per intervensi di fasilitas kesehatan masyarakat di zona Arsi, Ethiopia	Biaya satuan per tes untuk GeneXpert adalah \$12,9 sedangkan biaya satuan untuk tes mikroskopis BTA adalah \$3,1. Biaya per kasus TB yang terdeteksi adalah \$77,9 untuk GeneXpert sedangkan \$55,8 untuk SSM. Biaya kit cartridge mencapai 42% dari keseluruhan biaya Gene Xpert dan biaya reagen dan bahan habis pakai mencapai 41,3% (\$ 1,3) dari biaya satuan untuk SSM. ICER untuk strategi GeneXpert adalah \$20,0 per kasus tuberkulosis yang terdeteksi. Penggunaan GeneXpert merupakan intervensi yang lebih <i>cost effective</i> dari sudut pandang penyedia layanan kesehatan dengan dengan ACER sebesar \$78.
Khumsri <i>et al.</i> (2020) (11)	Studi Klinis menggunakan kuesioner struktural dan kuesioner kualitas hidup versi Thailand (EQ-5D-5L) digunakan untuk wawancara.	Jumlah sampel yang diperlukan adalah 45 pasien per kelompok. Data dikumpulkan dari departemen rawat jalan rawat jalan (OPD) sebuah rumah sakit tersier di Thailand pada pasien berusia 18 tahun dengan dugaan penyakit TB selama periode Oktober 2016 hingga Maret 2017	Biaya satuan untuk pemeriksaan SSM adalah \$195,73, dan Xpert MTB/RIF adalah \$139,14. Dalam kohort 1000 pasien <i>suspect</i> TB, metode Xpert MTB/RIF memiliki jumlah pengobatan yang benar lebih banyak (907 pasien) dibandingkan dengan SSM (724 pasien). Selanjutnya, metode Xpert MTB/RIF memerlukan waktu perolehan hasil tes yang lebih singkat (1,88 hari) dibandingkan metode SSM (4,11 hari, P: 0.001). Hasil ICER menunjukkan bahwa Xpert MTB/RIF lebih <i>cost effective</i> dibandingkan dengan SSM.

Herraez <i>et al.</i> (2017) (6)	Studi Retrospektif	Sampel 1972 pasien yang dirawat di Rumah Sakit Umum La Mancha Centro (HGMC) dengan dugaan TB tahun 2008-2012.	Mendiagnosis TB dengan teknologi Xpert lebih hemat biaya dibandingkan dengan prosedur SSM. Penerapan teknologi Xpert sebagai metode skrining akan mengarah pada peningkatan kualitas hidup pasien TB-positif karena memungkinkan pengobatan yang adekuat dapat dimulai tanpa penundaan, dan juga mengurangi biaya rumah sakit dengan mengurangi jumlah rawat inap di antara pasien TB-negatif.
Hickey <i>et al.</i> (2021) (5)	Studi Kohort Retrospektif	Sampel 1.421 pasien TB dievaluasi berbasis Xpert versus konvensional di pusat medis akademik besar di New York dari 2010 hingga 2017.	Strategi pengujian berbasis Xpert mendominasi evaluasi TB konvensional dengan penghematan biaya sebesar \$5.947 (95% CI, \$1.156–\$12.540) dan \$4.445 (95% CI, \$696–\$9.526) per pasien bergantung pada jumlah tes Xpert yang dilakukan (masing-masing 1–2 kali) dan pengujian berbasis Xpert memiliki kinerja diagnostik yang unggul serta kemungkinan hemat biaya dibandingkan dengan SSM karena pengurangan lama tinggal di rumah sakit (hasil tes lebih cepat dan akurat).
Vassal <i>et al.</i> (2017) (13)	Analisis data biaya primer dan kejadian pasien yang ekstensif dari studi XTEND, sebuah uji coba pragmatis yang meneliti pengenalan Xpert untuk orang-orang yang diperiksa untuk TB di 40 fasilitas kesehatan primer (20 klaster) di Afrika Selatan antara 8 Juni dan 16 November 2012.	Sebanyak 4972 orang diskriming untuk diikuti sertakan dalam penelitian ini, dan 4656 (94%) didaftarkan dan ditindaklanjuti selama 6 bulan (usia rata-rata 36 tahun).	Xpert meningkatkan biaya tes diagnostik awal, tetapi hal ini dimitigasi dengan penurunan biaya diagnostik lanjutan dan pengobatan. Perbedaan kecil dilaporkan dalam total rata-rata biaya yang dikeluarkan pasien antara kelompok Xpert dan SSM (\$143-79 vs \$138-12). Setelah disesuaikan dengan ketidakseimbangan awal antara kedua kelompok, kami tidak menemukan perbedaan yang signifikan dalam biaya

			antara kelompok Xpert dan SSM. Hanya biaya diagnostik layanan kesehatan yang ditemukan berbeda secara signifikan antara kedua kelompok, dengan biaya Xpert lebih tinggi daripada SSM ( $p=0-023$ ).
You <i>et al.</i> (2015) (14)	<i>Decision tree</i>	Data yang bersumber dari MEDLINE tahun 2004-2014 dalam perspektif penyedia layanan kesehatan di Hong Kong. Kriteria pemilihan studi klinis tentang diagnosis dan pengobatan PTB adalah: (1) laporan berbahasa Inggris; (2) etiologi penyakit pernapasan diidentifikasi sebagai <i>M. tuberculosis</i> , dan (3) angka kematian dilaporkan.	Xpert lebih efektif dengan QALY yang diperoleh lebih tinggi dan angka kematian yang lebih rendah jika dibandingkan dengan Smear plus Xpert dengan ICER sebesar USD99. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa Xpert akan menjadi pilihan yang paling hemat biaya jika sensitivitas SSM kurang dari 74%. Probabilitas biaya Xpert, smear plus Xpert, dan pendekatan konvensional masing-masing adalah 94,5%, 5,5% dan 0%, dalam 10.000 simulasi Monte Carlo.
Rie <i>et al.</i> (2013) (15)	<i>Cohort</i>	Sampel 199 suspek TB di Pusat Kesehatan dan Kesejahteraan Witkoppen, Johannesburg, Afrika Selatan.	Total biaya per kasus TB yang didiagnosis dengan Xpert adalah US\$266. Biaya rata-rata untuk SSM dan kultur adalah US \$19,31 per <i>suspect</i> BTA-negatif, berkisar antara US \$15,45 - US \$44,83 tergantung pada pertumbuhan kultur. Karena tingginya proporsi hasil yang hilang (13%) dan terkontaminasi (6%), biaya rata-rata per hasil kultur yang valid meningkat menjadi US \$24,47. Biaya per kasus yang didiagnosis dengan SSM atau kultur adalah US\$260. Akan tetapi, tingkat sensitivitas Xpert (67%) lebih tinggi daripada SSM (27%). Sehingga Xpert lebih <i>cost effective</i> dibandingkan SSM.

Pinto <i>et al.</i> (2016) (16)	Simulasi <i>decision tree</i> dari perspektif kasus TB yang tidak dilaporkan ke Program Nasional TB Brazil. Analisis efektivitas biaya dilakukan dengan <i>cohort</i> hipotetis.	Sampel 100.000 orang <i>suspect</i> TB berdasarkan data Program TB Nasional Brazil	Xpert lebih dominan (lebih efektif dan cenderung terhindar dari diagnosis yang salah) 83% dibandingkan SSM. Hal ini akan mendukung pengurangan biaya pengobatan yang ditimbulkan akibat positif TB. Sistem Kesehatan yang menggunakan Xpert akan mengeluarkan biaya sebesar US\$943 untuk setiap diagnosis TB sedangkan untuk SSM, ICER adalah US\$1597. Sehingga Xpert lebih <i>cost effective</i> dibandingkan SSM.
---------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Berdasarkan 9 artikel yang ditelaah menunjukkan bahwa jika ditinjau dari keseluruhan biaya yang diperlukan pasien *suspect* TB/TB positif untuk memperoleh kesembuhan diantaranya : biaya test lanjutan; biaya yang ditimbulkan karena perawatan; dan biaya akibat pengobatan di rumah sakit, maka Xpert MTB/RIF dinilai lebih *cost effective* dibandingkan SSM meskipun unit *cost* per tes Xpert MTB/RIF lebih tinggi daripada SSM.

Biaya Xpert MTB/RIF yang relatif tinggi disebabkan oleh tingginya harga peralatan dan *cartridge* yang digunakan. Hal ini sejalan dengan penelitian Kaso dan Hailu (2021) menyatakan bahwa bagian tertinggi dari biaya unit metode Xpert MTB/RIF disebabkan oleh persediaan (42%) terutama biaya penyediaan *cartridge*. Akan tetapi, dengan hasil pemeriksaan yang akurat dan cepat maka pasien dengan PTB aktif dapat memperoleh pengobatan sedini mungkin sehingga pasien dapat memperoleh kesembuhan.

Peningkatan sensitivitas pada Xpert MTB/RIF dapat mengurangi jumlah diagnosis klinis *false* positif sehingga meningkatkan kepercayaan dokter terhadap hasil tes negatif yang akurat. Menurut You et al. (2015) menyatakan bahwa diagnosis TB pada pasien rawat inap dilaporkan sulit dilakukan karena manifestasi atipikal dan sensitivitas pemeriksaan SSM yang rendah. Hasil negatif palsu dari pemeriksaan SSM dapat menunda inisiasi terapi anti-TB pada pasien. Pemeriksaan *Sputum Smear Microscopy* membutuhkan 3 sampel dan membutuhkan waktu 2 - 3 hari untuk menginterpretasikan hasil, sedangkan Xpert MTB/RIF hanya membutuhkan 1 sampel untuk mendapatkan hasil tes serta hasil uji resistensi terhadap rifampisin (RIF). Lama waktu pemeriksaan Xpert MTB/RIF hanya membutuhkan waktu selama 2 jam. Oleh sebab itu, metode Xpert MTB/RIF secara signifikan memiliki waktu lebih singkat untuk memperoleh diagnosis yang tepat (11,14).

## Kesimpulan

Hasil literatur review menunjukkan bahwa pemeriksaan Xpert MTB/RIF dinilai lebih *cost effective* dibandingkan SSM meskipun unit *cost* per tes Xpert MTB/RIF lebih tinggi daripada SSM dan cenderung terhindar dari diagnosis yang salah (*false* positif/negatif). Unit *cost* per tes GeneXpert/RIF yang tinggi dapat disiasati dengan adanya upaya Jaminan Kesehatan dari Pemerintah terkait penanggulangan kasus TB di Indonesia, sehingga diharapkan dapat menekan angka penyebaran dan kematian akibat TB sebagai salah satu penyakit yang masuk ke dalam sepuluh penyakit menular berbahaya di dunia.

## Ucapan Terimakasih

Studi ini merupakan karya tulis yang disetujui oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Jakarta yang dilakukan dengan dukungan keuangan dari Balai Pembiayaan Pendidikan Tinggi (BPPT) dan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Kemendikbudristek.

**Daftar Pustaka**

1. Collins D, Hafidz F, Mustikawati D. The economic burden of tuberculosis in Indonesia. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2017;21(9):1041–8.
2. Kemenkes RI. Profil Kesehatan Indonesia 2021. Pusdatin.Kemenkes.Go.Id. 2022. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.
3. Tokhi M, Comrie-Thomson L, Davis J, Portela A, Chersich M, Luchters S. Involving men to improve maternal and newborn health : A systematic review of the effectiveness of interventions. 2018;1–16.
4. Nadjib M, Dewi RK, Setiawan E, Miko TY, Putri S, Hadisoemarto PF, et al. Cost and affordability of scaling up tuberculosis diagnosis using Xpert MTB/RIF testing in West Java, Indonesia. *PLoS One* [Internet]. 2022;17(3 March):1–16. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0264912>
5. Hickey AJ, Cummings MJ, Zafari Z, Louh IK, Li J, O'Donnell MR. Evaluation of screening strategies for pulmonary tuberculosis among hospitalized patients in a low-burden setting: Cost-effectiveness of GeneXpert MTB/RIF compared to smear microscopy. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2022;43(7):892–7.
6. Herráez Ó, Asencio-Egea MÁ, Huertas-Vaquero M, Carranza-González R, Castellanos-Monedero J, Franco-Huerta M, et al. Cost-effectiveness study of the microbiological diagnosis of tuberculosis using geneXpert MTB/RIF®. *Enfermedades Infecc y Microbiol Clin (English ed)* [Internet]. 2017;35(7):403–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eimce.2017.06.007>
7. Karuniawati A, Burhan E, Koendhori EB, Sari D, Haryanto B, Nuryastuti T, et al. Performance of Xpert MTB/RIF and sputum microscopy compared to sputum culture for diagnosis of tuberculosis in seven hospitals in Indonesia. *Front Med*. 2023;9(January):1–10.
8. Rasool G, Khan AM, Mohy-Ud-Din R, Riaz M. Detection of mycobacterium tuberculosis in afb smear-negative sputum specimens through MTB culture and GeneXpert® MTB/RIF assay. *Int J Immunopathol Pharmacol*. 2019;33.
9. Rimal R, Shrestha D, Pyakurel S, Poudel R, Shrestha P, Rai KR, et al. Diagnostic performance of GeneXpert MTB/RIF in detecting MTB in smear-negative presumptive TB patients. *BMC Infect Dis* [Internet]. 2022;22(1):1–7. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12879-022-07287-5>
10. Wang G, Wang S, Jiang G, Fu Y, Shang Y, Huang H. Incremental cost-effectiveness of the second Xpert MTB/RIF assay to detect Mycobacterium tuberculosis. *J Thorac Dis*. 2018;10(3):1689–95.
11. Khumsri J, Hanvoravongchai P, Hiransuthikul N, Chuchottaworn C. Cost-Effectiveness Analysis of Xpert MTB/RIF for Multi-Outcomes of Presumptive Pulmonary Tuberculosis Patients in Thailand. *Value Heal Reg Issues* [Internet]. 2020;21:264–71. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.vhri.2019.09.010>
12. Kaso AW, Hailu A. Costs and cost-effectiveness of Gene Xpert compared to smear microscopy for the diagnosis of pulmonary tuberculosis using real-world data from Arsi zone, Ethiopia. *PLoS One* [Internet]. 2021;16(10 October):1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0259056>
13. Vassall A, Siapka M, Foster N, Cunnam L, Ramma L, Fielding K, et al. Cost-effectiveness of Xpert MTB/RIF for tuberculosis diagnosis in South Africa: a real-world cost analysis and economic evaluation. *Lancet Glob Heal* [Internet]. 2017;5(7):e710–9. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30205-X](http://dx.doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30205-X)
14. You JHS, Lui G, Kam KM, Lee NLS. Cost-effectiveness analysis of the Xpert MTB/RIF assay for rapid diagnosis of suspected tuberculosis in an intermediate burden area. *J Infect* [Internet]. 2015;70(4):409–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jinf.2014.12.015>
15. Van Rie A, Page-Shipp L, Hanrahan CF, Schnippel K, Dansey H, Bassett J, et al. Point-of-care Xpert® MTB/RIF for smear-negative tuberculosis suspects at a primary care clinic in South Africa. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2013;17(3):368–72.



16. Pinto M, Steffen RE, Cobelens F, Van Den Hof S, Entringer A, Trajman A. Cost-effectiveness of the Xpert® MTB/RIF assay for tuberculosis diagnosis in Brazil. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2016;20(5):611–8.