

SYMPTOM-BASED SCREENING OF INFECTIOUS DISEASES: QUESTIONNAIRE SURVEY FOR EARLY DETECTION

Khomsatun Ni'mah¹, Sabran^{2*}, Dony Setiawan³, Mochammad Choirur Roziqin⁴

¹Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Jember

^{2,3,4}Jurusan Kesehatan, Politeknik Negeri Jember

Email: ¹khomsatun_nimah@polije.ac.id, ²sabran@polije.ac.id, ³dony_shp@polije.ac.id
⁴irul@polije.ac.id

Abstrak

Skrining gejala penyakit menular merupakan upaya penting dalam deteksi dini dan pencegahan penyebaran infeksi. Penelitian ini bertujuan menggambarkan proporsi gejala klinis tuberkulosis (TBC), human immunodeficiency virus (HIV), dan demam berdarah dengue (DBD) pada populasi yang diperiksa. Hasil skrining menunjukkan bahwa mayoritas responden tidak memiliki gejala maupun faktor risiko utama terkait ketiga penyakit. Pada TBC, hanya sebagian kecil responden yang mengalami gejala klasik seperti batuk berkepanjangan dan demam persisten, tanpa temuan radiologis yang mendukung adanya kasus aktif. Untuk HIV, tidak ditemukan perilaku maupun riwayat medis berisiko, sementara gejala kronis tidak spesifik hanya dialami oleh sebagian kecil responden, sehingga risiko penularan HIV relatif rendah. Pada DBD, tidak terdeteksi kasus demam akut, dan gejala pendukung seperti nyeri otot, sakit kepala, atau nyeri sendi hanya muncul pada sebagian kecil responden tanpa bukti laboratorium maupun riwayat paparan signifikan. Temuan ini menegaskan bahwa prevalensi gejala penyakit menular dalam populasi penelitian tergolong rendah, namun skrining terintegrasi tetap diperlukan untuk deteksi dini serta pemantauan berkelanjutan, terutama pada individu dengan gejala ringan atau faktor risiko tertentu.

Kata Kunci: *Skrining, Deteksi Dini, Faktor Risiko.*

Abstract

Symptom-based screening of infectious diseases is an important effort for early detection and prevention of transmission. This study aimed to describe the proportion of clinical symptoms of tuberculosis (TB), human immunodeficiency virus (HIV), and dengue hemorrhagic fever (DHF) in the examined population. The results showed that most respondents did not present symptoms or major risk factors related to the three diseases. For TB, only a small proportion of respondents experienced classic symptoms such as prolonged cough and persistent fever, without radiological findings supporting active cases. For HIV, no risky behaviors or medical histories were identified, while nonspecific chronic symptoms were reported by only a small number of respondents, indicating a relatively low risk of HIV transmission. For DHF, no acute fever cases were detected, and supporting symptoms such as muscle pain, headache, or joint pain appeared in only a small proportion of respondents without laboratory evidence or significant exposure history. These findings confirm that the prevalence of infectious disease symptoms in the studied population is low; however, integrated screening remains essential for early detection and continuous monitoring, especially among individuals with mild symptoms or specific risk factors

Keywords: *Skrining, Deteksi Dini, Faktor Risiko.*

PENDAHULUAN

Penyakit menular masih menjadi salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Deteksi dini terhadap gejala penyakit menular sangat penting untuk mencegah

terjadinya penularan lebih luas serta menurunkan angka kesakitan dan kematian. Strategi deteksi dini yang efektif dapat membantu sistem kesehatan dalam mengidentifikasi kasus secara cepat, sehingga intervensi dapat dilakukan lebih awal sebelum

penyakit menyebar menjadi wabah [1], [2]. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam deteksi dini adalah symptom-based screening, yaitu skrining yang dilakukan berdasarkan gejala-gejala yang dialami individu. Pendekatan ini relatif mudah diterapkan, tidak membutuhkan alat diagnostik yang kompleks, serta dapat digunakan pada populasi luas. Dengan memanfaatkan gejala yang dilaporkan responden melalui kuesioner, analisis pola gejala dapat memberikan gambaran awal terkait potensi adanya penyakit menular tertentu [3], [4].

Di era digital, penggunaan kuesioner berbasis gejala memiliki potensi besar untuk mendukung sistem surveilans kesehatan. Data gejala yang diperoleh dapat dianalisis untuk mengidentifikasi tren, memprediksi kemungkinan adanya kasus, dan memperkuat sistem peringatan dini. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengumpulan data gejala dari masyarakat, baik melalui survei online maupun aplikasi berbasis website, dapat meningkatkan sensitivitas dan kecepatan deteksi dini penyakit menular [5]. Penggunaan kuesioner untuk mengumpulkan data gejala penyakit menular memang menghadapi tantangan seperti variasi pelaporan responden, keterbatasan pengetahuan masyarakat, dan integrasi data yang belum optimal. Teori surveilans sindromik menekankan pentingnya pengumpulan data gejala secara sistematis untuk mendeteksi pola penyakit, namun efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh akurasi dan konsistensi pelaporan gejala [6]. Studi menunjukkan bahwa faktor-faktor

seperti pengetahuan tentang penyakit, persepsi risiko, dan kemudahan akses terhadap layanan kesehatan sangat memengaruhi keinginan dan kemampuan masyarakat untuk melaporkan gejala secara benar [6], [7].

Kajian pola gejala melalui survei kuesioner dapat memperkuat dasar pengembangan sistem skrining dan deteksi dini berbasis gejala, karena memungkinkan identifikasi gejala utama, variasi demografis, serta kluster gejala yang relevan untuk diagnosis awal [8], [9], [10]. Analisis data kuesioner juga dapat mengungkap gejala baru atau tidak umum yang memiliki nilai prediktif tinggi, sehingga meningkatkan sensitivitas alat skrining [8], [9]. Dengan demikian, pendekatan ini didukung oleh teori surveilans digital dan epidemiologi partisipatif, yang menekankan pentingnya keterlibatan masyarakat dan pemanfaatan data real-time untuk respons kesehatan masyarakat yang lebih adaptif [7], [8], [10].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode desain analisis deskriptif kualitatif. Hal ini tujuannya memperoleh gambaran gejala dan pola keluhan yang dapat digunakan untuk pengembangan skrining berbasis gejala. Pendekatan ini menekankan fleksibilitas dalam penggunaan metode kualitatif, seperti wawancara, observasi, dan analisis dokumen, untuk menggambarkan pengalaman, persepsi, atau proses sosial secara naturalistik, kontekstual dan jelas dari temuan [11], [12]. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah kuesioner kepada 90 responden yang dipilih secara random sampling.

HASIL DAN ANALISIS

Berdasarkan hasil kuesioner dari 90 responden (sebanyak 84.6% perempuan dan 15.4% laki-laki), berikut penjelasan lengkapnya:

Tabel 1. Skrining Gejala Penyakit Menular

Diagnosa Gejala TBC
7.7% responden mengalami batuk ≥ 2 minggu
8.8% responden mengalami demam persisten selama beberapa minggu
5.5% responden mengalami penurunan berat badan atau nafsu makan berkurang
4.4% responden sering berkeringat di malam hari
2.2% responden pernah batuk berdarah (hemoptisis)
1.1% responden pernah mengalami kontak erat dengan penderita TB aktif
100% responden tidak pernah didiagnosis HIV positif
1.1% responden pernah mengalami TB sebelumnya
17.6% responden pernah bekerja atau tinggal di lingkungan beresiko tinggi
100% responden tidak memiliki hasil citra dada yang menunjukkan kelainan
Diagnosa Gejala HIV
100% responden tidak pernah melakukan kontak seksual tanpa kondom
100% responden tidak memiliki pasangan lebih dari satu
100% responden tidak pernah mengalami infeksi menular seks
100% responden tidak pernah menggunakan narkoba suntik

15. 100% responden tidak pernah menerima transfusi darah dalam kondisi beresiko penularan HIV

100% responden tidak pernah mengalami kontak erat dengan penderita TB aktif

2.2% responden mengalami gejala kronis

100% responden tidak memiliki perilaku beresiko HIV

Diagnosa Gejala DBD

100% responden saat ini tidak mengalami demam akut

5.5% responden mengalami nyeri di belakang mata atau sakit kepala berat

20.9% responden mengalami nyeri otot, nyeri punggung atau nyeri sendi

100% responden tidak mengalami mual atau muntah secara berulang

1.1% responden memiliki ruam kulit

2.2% responden mengalami nyeri perut hebat secara berulang

2.2% responden mengalami perdarahan dari hidung, gusi, perdarahan mukosa atau mudah memar

1.1% responden tidak mengalami penurunan trombosit atau peningkatan hematokrit

13.2% responden merasa sangat lemas, mengantuk berlebihan, gelisah atau tanda syok

3.3% responden memiliki Riwayat kontak di daerah endemis DBD

Mengacu pada hasil skrining gejala-gejala penyakit menular di atas:

a. Penyakit TBC

- (1) Gejala klasik TBC paru (batuk ≥ 2 minggu, demam lama, penurunan berat badan, keringat

malam, hemoptisis) muncul pada sebagian kecil responden:

- Batuk lama (7.7%) dan demam persisten (8.8%) adalah gejala dominan.
- Gejala khas lain seperti penurunan berat badan (5.5%) dan keringat malam (4.4%) relatif lebih rendah.
- Hemoptisis (2.2%) hanya muncul pada sedikit responden, mengindikasikan adanya tanda penyakit lebih lanjut.

(2) Faktor risiko paparan:

- 11% responden pernah kontak erat dengan pasien TB aktif termasuk kelompok yang berisiko tinggi.
- 17.6% responden tinggal/bekerja di lingkungan berisiko tinggi sehingga menambah potensi penularan.

(3) Faktor komorbiditas: Semua responden tidak memiliki HIV positif (100%), sehingga risiko TB terkait HIV dapat dikesampingkan.

- Riwayat penyakit: 1.1% responden pernah mengalami TB sebelumnya yang perlu kewaspadaan terhadap kemungkinan relaps.

(4) Hasil penunjang (foto toraks):

- 100% responden tidak menunjukkan kelainan pada hasil foto dada.
- Ini menunjukkan bahwa walaupun ada gejala, belum ada bukti radiologis yang

mendukung diagnosis TB paru aktif.

Proporsi responden dengan gejala klinis TB relatif rendah, gejala utama yang menonjol adalah batuk lama (7.7%) dan demam persisten (8.8%). Meskipun demikian, terdapat risiko paparan signifikan (kontak erat 11% dan lingkungan berisiko 17.6%). Tidak adanya kelainan foto toraks menunjukkan kemungkinan besar responden belum mengalami TB paru aktif, namun tetap perlu pemantauan lanjutan terutama pada mereka dengan gejala klasik dan faktor risiko. Skrining ini lebih banyak mengidentifikasi suspek TB yang masih memerlukan pemeriksaan lanjutan (tes dahak, GeneXpert, atau kultur).

Analisis skrining TBC yang menunjukkan proporsi gejala klasik rendah, dengan batuk lama (7,7%) dan demam persisten (8,8%) sebagai gejala dominan, sejalan dengan temuan bahwa sensitivitas skrining berbasis gejala saja memang terbatas, terutama pada populasi tanpa HIV atau dengan paparan risiko yang bervariasi [13]. Gejala seperti penurunan berat badan, keringat malam, dan hemoptisis memang sering muncul pada stadium lanjut atau sebagian kecil pasien, sehingga deteksi dini melalui skrining gejala bisa melewatkan banyak kasus TBC aktif [13]. Selain itu, faktor risiko seperti riwayat kontak erat (11%) dan tinggal di lingkungan berisiko (17,6%) memang meningkatkan kemungkinan paparan dan menjadi dasar penting dalam algoritma skrining modern, termasuk model prediksi berbasis data elektronik yang dapat meningkatkan efisiensi identifikasi individu berisiko tinggi [14].

Tidak ditemukannya kelainan pada foto toraks pada seluruh responden mendukung bukti bahwa radiografi dada, meskipun sangat membantu, tidak selalu mendeteksi TBC pada tahap awal atau subklinis, dan hasil normal tidak menyingkirkan kemungkinan TBC aktif, terutama pada individu dengan gejala atau faktor risiko [13], [15]. Oleh karena itu, skrining lanjutan dengan tes dahak (misal GeneXpert) atau biomarker darah (seperti CRP, IP-10, atau tanda transkriptomik) direkomendasikan untuk meningkatkan sensitivitas deteksi, terutama pada kelompok dengan gejala minimal atau hasil radiologi normal [13], [16], [17], [18], [19], [20]. Pendekatan skrining berlapis menggabungkan penilaian gejala, faktor risiko, radiologi, dan biomarker diakui secara internasional sebagai strategi yang lebih efektif untuk mengidentifikasi suspek TBC yang memerlukan pemeriksaan lanjutan [13], [14], [20].

b. Penyakit HIV

(1) Perilaku Risiko:

- Semua responden melaporkan tidak memiliki perilaku seksual berisiko (hubungan tanpa kondom, pasangan multipel).
- Tidak ada riwayat penggunaan narkoba suntik maupun transfusi darah berisiko.
- Hal ini menunjukkan sangat rendahnya faktor risiko penularan HIV dari perilaku maupun medis.

(2) Riwayat Penyakit Terkait

- Tidak ada responden yang mengalami IMS, yang biasanya menjadi pintu masuk HIV.
- Tidak ada riwayat kontak erat dengan TB aktif, meskipun TB sering berkaitan dengan HIV sebagai coinfection.

(3) Gejala Klinis

- Hanya 2.2% responden mengalami gejala kronis (misalnya penurunan berat badan lama, diare kronis, atau infeksi berulang).
- Namun, karena gejala ini tidak spesifik untuk HIV, maka perlu pemeriksaan lebih lanjut jika dicurigai.

(4) Keseluruhan Profil

- Mayoritas responden berada dalam kategori risiko sangat rendah.
- Tidak ditemukan indikator perilaku atau riwayat medis yang signifikan mengarah pada penularan HIV.
- Dengan demikian, probabilitas HIV pada populasi ini sangat kecil, meskipun skrining gejala tetap penting untuk deteksi dini.

Berdasarkan skrining, responden tidak memiliki perilaku berisiko HIV. Faktor risiko klasik seperti seks tanpa kondom, pasangan multipel, penggunaan narkoba suntik, transfusi darah, maupun IMS tidak ditemukan. Hanya 2.2% responden

melaporkan gejala kronis, tetapi gejala tersebut tidak spesifik HIV sehingga perlu pemeriksaan medis lebih lanjut. Secara umum, populasi yang diteliti berada pada risiko rendah HIV. Hasil skrining yang menunjukkan tidak adanya perilaku berisiko (seks tanpa kondom, pasangan multipel, penggunaan narkoba suntik, transfusi darah, atau riwayat IMS) memang menandakan risiko penularan HIV yang sangat rendah pada populasi tersebut. Studi prediksi risiko HIV menegaskan bahwa faktor perilaku dan sosiodemografi seperti penggunaan narkoba suntik, riwayat pasangan, dan perilaku seksual adalah prediktor utama dalam penularan HIV, sehingga jika faktor-faktor ini tidak ditemukan, probabilitas infeksi HIV memang sangat kecil [21], [22], [23].

Selain itu, pada populasi dengan prevalensi HIV rendah dan tanpa faktor risiko klasik, skrining berbasis gejala saja memiliki keterbatasan karena gejala HIV sering tidak spesifik dan bisa tumpang tindih dengan penyakit lain [22], [23]. Penelitian juga menunjukkan bahwa pada populasi risiko rendah, strategi skrining dua tahap (misal, kombinasi tes serologi dan rapid test) dapat meminimalkan hasil positif palsu dan membantu interpretasi status HIV secara lebih akurat [24], [25], [26]. Namun, tetap disarankan untuk melakukan skrining gejala dan tes laboratorium pada individu dengan gejala kronis yang tidak spesifik, karena deteksi dini sangat penting untuk pencegahan dan pengendalian HIV [21], [25]. Dengan demikian, temuan skrining yang menunjukkan mayoritas responden berada pada risiko sangat rendah didukung oleh

teori dan praktik epidemiologi HIV, namun pemantauan dan edukasi tetap diperlukan untuk deteksi dini dan pencegahan penularan [21], [22], [23], [24], [25].

c. Penyakit DBD

(1) Gejala utama DBD (fase demam akut)

- 100% responden tidak sedang mengalami demam akut, artinya tidak ada kasus DBD aktif pada saat skrining.
- Namun, gejala pendukung seperti nyeri otot/sendai (20.9%) dan nyeri kepala/retro-orbital (5.5%) ditemukan pada sebagian kecil responden, meski sifatnya tidak spesifik DBD (bisa disebabkan kelelahan atau penyakit lain).

(2) Gejala lanjutan DBD

- Gejala serius seperti nyeri perut hebat (2.2%) dan perdarahan ringan (2.2%) ditemukan pada sebagian kecil responden. Hal ini bisa menjadi tanda peringatan (warning sign) bila dikombinasikan dengan demam, meski saat ini tidak ada kasus demam.
- Ruam kulit (1.1%) juga muncul, tetapi sangat kecil proporsinya.

(3) Status hematologi

- 11.1% responden menyatakan tidak mengalami tanda penurunan trombosit atau kenaikan hematokrit, artinya tidak ada indikasi laboratorium yang mendukung DBD.
- Gejala umum non-spesifik

- 13.2% responden merasa sangat lemas yang merupakan gejala umum yang bisa terkait infeksi virus, kelelahan, atau faktor lain.
- Riwayat paparan: 3.3% responden memiliki riwayat tinggal/berkontak di daerah endemis DBD, sehingga tetap perlu kewaspadaan walaupun gejala saat ini minim.

Tidak ada kasus DBD akut yang terdeteksi pada saat skrining (karena 100% responden tidak sedang demam). Beberapa responden menunjukkan gejala ringan/tidak spesifik (nyeri otot/sendi 20.9%, sakit kepala/nyeri mata 5.5%, lemas 13.2%). Gejala peringatan DBD (nyeri perut hebat, perdarahan ringan) muncul dalam jumlah sangat kecil (2.2%) sehingga perlu adanya pemantauan lanjutan bila muncul demam kemudian. Faktor risiko paparan rendah (3.3% responden tinggal di daerah endemis). Secara keseluruhan, risiko DBD pada populasi ini rendah, namun adanya gejala ringan pada sebagian kecil responden menandakan perlunya pemantauan kesehatan berkelanjutan, terutama saat musim penularan DBD.

Skrining DBD yang tidak menemukan kasus demam akut (100% responden tanpa demam) memang menandakan tidak ada kasus DBD aktif saat pemeriksaan, karena demam akut adalah gejala utama dan paling awal pada DBD [1]. Gejala pendukung seperti nyeri otot/sendi, sakit kepala/nyeri retro-orbital, dan lemas memang sering ditemukan pada DBD, namun juga bisa muncul pada infeksi

virus lain atau kelelahan, sehingga tidak spesifik untuk diagnosis DBD tanpa adanya demam [1], [2]. Gejala peringatan seperti nyeri perut hebat dan perdarahan ringan, meski ditemukan pada sebagian kecil responden, memang diakui sebagai warning sign DBD yang harus diwaspadai, terutama jika kemudian muncul demam atau tanda laboratorium seperti trombositopenia [3], [4].

Status hematologi yang normal (tidak ada penurunan trombosit atau kenaikan hematokrit) juga mendukung tidak adanya DBD aktif, karena perubahan hematologi merupakan salah satu indikator penting dalam diagnosis dan pemantauan DBD [4], [5]. Faktor risiko paparan yang rendah (hanya 3.3% tinggal di daerah endemis) juga menurunkan kemungkinan DBD pada populasi ini, namun pemantauan tetap diperlukan karena DBD dapat berkembang cepat dan gejala awal sering tidak spesifik [1], [2], [3]. Studi terbaru juga menekankan pentingnya pemantauan berkelanjutan dan penggunaan algoritma skrining berbasis gejala, laboratorium, dan faktor risiko untuk deteksi dini DBD, terutama di daerah endemis [1], [2], [3].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil skrining, proporsi gejala klinis TBC, HIV, dan DBD pada populasi yang diperiksa sangat rendah, dengan mayoritas responden tidak menunjukkan tanda atau faktor risiko utama untuk ketiga penyakit menular ini. Pada TBC, hanya sebagian kecil responden yang mengalami gejala klasik seperti batuk lama dan demam persisten, tanpa

didukung kelainan radiologis, sehingga kemungkinan besar belum ada kasus TBC aktif, namun pemantauan tetap diperlukan terutama pada individu dengan faktor risiko. Untuk HIV, tidak ditemukan perilaku atau riwayat medis berisiko, dan hanya sebagian kecil responden yang mengalami gejala kronis tidak spesifik, sehingga risiko HIV pada populasi ini sangat rendah, meskipun skrining tetap penting untuk deteksi dini.

Pada DBD, tidak ada kasus demam akut yang terdeteksi, dan gejala pendukung seperti nyeri otot/sendi atau sakit kepala hanya muncul pada sebagian kecil responden, tanpa didukung tanda laboratorium atau paparan signifikan, sehingga risiko DBD juga rendah. Temuan ini sejalan dengan literatur yang menekankan pentingnya skrining terintegrasi dan berlapis menggabungkan penilaian gejala, faktor risiko, dan pemeriksaan penunjang untuk deteksi dini penyakit menular, serta perlunya pemantauan berkelanjutan pada individu dengan gejala ringan atau faktor risiko meskipun prevalensi kasus aktif rendah

REFERENSI

- [1] R. Meckawy, D. Stuckler, A. Mehta, T. Al-Ahdal, and B. N. Doebling, "Effectiveness of early warning systems in the detection of infectious diseases outbreaks: a systematic review," *BMC Public Health*, vol. 22, no. 1, Dec. 2022, doi: 10.1186/s12889-022-14625-4.
- [2] C. Raina MacIntyre *et al.*, "Early detection of emerging infectious diseases - implications for vaccine development," *Vaccine*, vol. 42, no. 7, pp. 1826–1830, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.vaccine.2023.05.069.
- [3] A. T. Tredennick, E. B. O'Dea, M. J. Ferrari, A. W. Park, P. Rohani, and J. M. Drake, "Anticipating infectious disease re-emergence and elimination: a test of early warning signals using empirically based models," *J R Soc Interface*, vol. 19, no. 193, Aug. 2022, doi: 10.1098/rsif.2022.0123.
- [4] C. Vianello *et al.*, "A perspective on early detection systems models for COVID-19 spreading," *Biochem Biophys Res Commun*, vol. 538, pp. 244–252, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.bbrc.2020.12.010.
- [5] K. Mao, K. Zhang, W. Du, W. Ali, X. Feng, and H. Zhang, "The potential of wastewater-based epidemiology as surveillance and early warning of infectious disease outbreaks," Oct. 01, 2020, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.coesh.2020.04.006.
- [6] P. Carter, O. Megnin-Viggars, and G. J. Rubin, "What Factors Influence Symptom Reporting and Access to Healthcare During an Emerging Infectious Disease Outbreak? A Rapid Review of the Evidence," Jul. 01, 2021, *Mary Ann Liebert Inc.* doi: 10.1089/hs.2020.0126.
- [7] P. Geldsetzer, "Use of rapid online surveys to assess people's perceptions during infectious disease outbreaks: A Cross-sectional Survey on COVID-19," 2020, *JMIR Publications Inc.* doi: 10.2196/18790.
- [8] M. Zens, A. Brammertz, J. Herpich, N. Südkamp, and M. Hinterseer, "App-Based Tracking

- of Self-Reported COVID-19 Symptoms: Analysis of Questionnaire Data (Preprint)," Jun. 29, 2020. doi: 10.2196/preprints.21956.
- [9] Y. Wang *et al.*, "Analysis of Symptom Spectra and Associated Factors Among 536 Respondents During the COVID-19 Epidemic in China: A Cross-Sectional Study," *J Multidiscip Healthc*, vol. 16, pp. 3261–3272, 2023, doi: 10.2147/JMDH.S426607.
- [10] G. Torrell *et al.*, "Characterisation, symptom pattern and symptom clusters from a retrospective cohort of Long COVID patients in primary care in Catalonia," *BMC Infect Dis*, vol. 24, no. 1, Dec. 2024, doi: 10.1186/s12879-023-08954-x.
- [11] P. Villamin, V. Lopez, D. K. Thapa, and M. Cleary, "A Worked Example of Qualitative Descriptive Design: A Step-by-Step Guide for Novice and Early Career Researchers," *J Adv Nurs*, vol. 81, no. 8, pp. 5181–5195, Aug. 2025, doi: 10.1111/jan.16481.
- [12] M. Naeem, W. Ozuem, K. Howell, and S. Ranfagni, "A Step-by-Step Process of Thematic Analysis to Develop a Conceptual Model in Qualitative Research," *Int J Qual Methods*, vol. 22, Jan. 2023, doi: 10.1177/16094069231205789.
- [13] A. Dhana *et al.*, "Tuberculosis screening among ambulatory people living with HIV: a systematic review and individual participant data meta-analysis," *Lancet Infect Dis*, vol. 22, no. 4, pp. 507–518, Apr. 2022, doi: 10.1016/S1473-3099(21)00387-X.
- [14] H. Fischer *et al.*, "Development and validation of prediction algorithm to identify tuberculosis in two large California health systems," *Nature Communications*, vol. 16, no. 1, Dec. 2025, doi: 10.1038/s41467-025-58775-6.
- [15] Z. Z. Qin *et al.*, "Tuberculosis detection from chest x-rays for triaging in a high tuberculosis-burden setting: an evaluation of five artificial intelligence algorithms," *Lancet Digit Health*, vol. 3, no. 9, pp. e543–e554, Sep. 2021, doi: 10.1016/S2589-7500(21)00116-3.
- [16] S. Zhang *et al.*, "Identification and evaluation of blood transcriptional biomarker for tuberculosis screening," *International Journal of Infectious Diseases*, vol. 153, Apr. 2025, doi: 10.1016/j.ijid.2025.107838.
- [17] A. Penn-Nicholson *et al.*, "RISK6, a 6-gene transcriptomic signature of TB disease risk, diagnosis and treatment response," *Sci Rep*, vol. 10, no. 1, Dec. 2020, doi: 10.1038/s41598-020-65043-8.
- [18] Q. Yang *et al.*, "Identification of eight-protein biosignature for diagnosis of tuberculosis," *Thorax*, vol. 75, no. 7, pp. 576–583, 2020, doi: 10.1136/thoraxjnl-2018-213021.
- [19] A. D. Meca *et al.*, "Screening performance of C-reactive protein for active pulmonary tuberculosis in HIV-positive patients: A systematic review with a meta-analysis," Aug. 25, 2022, *Frontiers Media* S.A. doi: 10.3389/fimmu.2022.891201.
- [20] M. Gaeddert *et al.*, "Host blood protein biomarkers to screen for tuberculosis disease: a systematic review and meta-analysis," *J Clin Microbiol*, vol. 62, no. 11, Nov. 2024, doi: 10.1128/jcm.00786-24.

- [21] M. Nejat *et al.*, “Proactive recognition and early detection in communities through targeted HIV screening,” *Sci Rep*, vol. 15, no. 1, Dec. 2025, doi: 10.1038/s41598-025-11029-3.
- [22] C. K. Mutai, P. E. McSharry, I. Ngaruye, and E. Musabanganji, “Use of machine learning techniques to identify HIV predictors for screening in sub-Saharan Africa,” *BMC Med Res Methodol*, vol. 21, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1186/s12874-021-01346-2.
- [23] M. S. Alie and Y. Negesse, “Machine learning prediction of adolescent HIV testing services in Ethiopia,” *Front Public Health*, vol. 12, 2024, doi: 10.3389/fpubh.2024.1341279.
- [24] Y. Huang *et al.*, “Evaluation of a two-test strategy for HIV screening in a low-prevalence setting and the indications for optimizing clinical management,” *Heliyon*, vol. 9, no. 9, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e19400.
- [25] X. Liu *et al.*, “Clinical performance evaluation of an HIV Duo assay: From HIV screening to acute and non-acute HIV infection detection,” *Clinica Chimica Acta*, vol. 565, Jan. 2025, doi: 10.1016/j.cca.2024.119949.
- [26] C. Wang *et al.*, “Evaluation of the MAGLUMI HIV Ab/Ag combi test for the detection of HIV infection,” *Virology Journal*, vol. 21, no. 1, Dec. 2024, doi: 10.1186/s12985-024-02565-x.
- [27] B. C. Bohm *et al.*, “Utilization of machine learning for dengue case screening,” *BMC Public Health*, vol. 24, no. 1, Dec. 2024, doi: 10.1186/s12889-024-19083-8.
- [28] M. H. Belau *et al.*, “Integrated rapid risk assessment for dengue fever in settings with limited diagnostic capacity and uncertain exposure: Development of a methodological framework for Tanzania,” *PLoS Negl Trop Dis*, vol. 19, no. 3, Mar. 2025, doi: 10.1371/journal.pntd.0012946.
- [29] T. Vairaperumal, P. T. Lee, and P. Y. Liu, “Portable Point-of-Care Diagnosis Platforms and Emerging Predictive Biomarkers for Rapid Detection of Severe Dengue Viral Infection,” May 23, 2025, *American Chemical Society*. doi: 10.1021/acssensors.5c00263.
- [30] S. Mukherjee, B. Saha, and A. Tripathi, “Clinical significance of differential serum-signatures for early prediction of severe dengue among Eastern Indian patients,” *Clin Exp Immunol*, vol. 208, no. 1, pp. 72–82, Apr. 2022, doi: 10.1093/cei/uxac018.
- [31] P. Dharap and S. Raimbault, “Performance evaluation of machine learning-based infectious screening flags on the HORIBA Medical Yumizen H550 Haematology Analyzer for vivax malaria and dengue fever,” *Malar J*, vol. 19, no. 1, Dec. 2020, doi: 10.1186/s12936-020-03502-3.