DAFTAR ISI

Halaman Judul ……..……..... i
Halaman Pengesahan ……... ii
Identitas Dan Uraian Umum ..……..…… iii
DAFTAR ISI..... 1
RINGKASAN PROPOSAL..... 2
BAB 1. PENDAHULUAN..... 3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA..... 6
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN..... 13
BAB 4. JADWAL PENELITIAN..... 19
BAB 5. RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)..... 20
DAFTAR PUSTAKA..... 21
LAMPIRAN 1. ROAD MAP PENELITIAN..... 23
LAMPIRAN 2. SURAT KESEDIAAN BERKOMITMEN..... 25

RINGKASAN PROPOSAL

Pekerja Migran Indonesia (PMI) di Johor Bahru, Malaysia, merupakan populasi rentan yang menghadapi risiko tinggi tuberkulosis (TB) akibat kondisi tempat tinggal padat, lingkungan kerja berisiko, dan keterbatasan akses layanan kesehatan. Paradigma baru epidemiologi TB menunjukkan bahwa faktor pejamu seperti status metabolik (gula darah dan profil lipid) serta kadar hemoglobin berperan penting dalam kerentanan terhadap infeksi Mycobacterium tuberculosis. Kondisi saat ini masih terbatasnya Kajian komprehensif yang mengintegrasikan ketiga parameter tersebut dalam skrining TB pada populasi PMI. Penelitian ini bermaksud mengkaji secara ilmiah hubungan antara status metabolik dan kadar hemoglobin dengan gejala terduga TB pada PMI di Johor Bahru. Tujuan penelitian inimenganalisis hubungan antar variabel tersebut. Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan cross-sectional yang akan dilaksanakan di Sekolah Indonesia Johor Bahru pada April-Juli 2026. Populasi target adalah seluruh PMI di Johor Bahru, dengan sampel sebanyak 100 responden.Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling dengan pendekatan snowball sampling. Kriteria inklusi meliputi WNI usia 18-60 tahun yang telah bekerja minimal 6 bulan di Malaysia dan bersedia berpartisipasi, sementara kriteria eksklusi mencakup mereka yang sedang dalam pengobatan TB aktif, mengonsumsi obat yang memengaruhi parameter metabolik (kortikosteroid, antidiabetes, statin, suplemen Fe), ibu hamil atau menyusui, serta penderita penyakit kronis berat. Instrumen penelitian terdiri dari kuesioner terstruktur untuk data sosiodemografi, pekerjaan, dan kondisi tempat tinggal; pemeriksaan fisik berat badan dan tinggi badan; pemeriksaan laboratorium darah kapiler untuk gula darah puasa, kolesterol total, dan hemoglobin; serta kuesioner gejala terduga TB dari Kementerian Kesehatan RI. Analisis data akan dilakukan secara univariat, bivariat dengan $p<0,05$ dan multivariat menggunakan regresi logistik. Penelitian ini sejalan dengan pilar unggulan fakultas Green Healthy Life yang menekankan kesehatan masyarakat berkelanjutan dan keadilan kesehatan , sekaligus mendukung pencapaian IKU perguruan tinggi dalam penguatan kerja sama internasional. Penelitian ini bermitra dengan Konsulat Jenderal Republik Indonesia (KJRI) Johor Bahru yang berperan dalam memberikan akses penelitian, memfasilitasi koordinasi dengan komunitas PMI dan Sekolah Indonesia Johor Bahru, serta mendukung diseminasi hasil untuk program kesehatan PMI. Luaran yang direncanakan meliputi artikel ilmiah di jurnal internasional laporan penelitian lengkap, materi bahan ajar ppt, serta HKI.

Kata Kunci :
Batuk, migran, terduga, gula darah, hemoglobin

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tuberkulosis (TB) hingga saat ini masih menjadi salah satu masalah kesehatan penyakit infeksi dan menjadi beban kesehatan global dengan tantangan yang semakin kompleks, terutama pada populasi rentan seperti pekerja migran. Berdasarkan data World Health Organization (WHO) dalam laporan Global Tuberculosis Report 2022 mencatat bahwa secara global terdapat 10,6 juta orang jatuh sakit karena TB pada tahun 2021, dengan peningkatan insiden sebesar 4,5% dari tahun sebelumnya .(World Health Organization, 2022) Malaysia, sebagai salah satu negara tujuan utama pekerja migran Indonesia, menghadapi tantangan signifikan dalam pengendalian TB. Analisis spasial di wilayah Gombak, Selangor, menunjukkan bahwa faktor sosiodemografis dan lingkungan berkontribusi terhadap distribusi kasus TB, dengan populasi rentan seperti pekerja migran berada dalam wilayah berisiko tinggi (Mohidem et al., 2021). Situasi ini semakin kompleks pasca-pandemi COVID-19, di mana terjadi peningkatan mortalitas TB dan gangguan pada layanan kesehatan, yang berdampak tidak proporsional pada populasi rentan termasuk migran (Pando, 2026). Keadaan ini memperlihatkan bahwa upaya pengendalian TB di kawasan tersebut masih memerlukan perhatian serius. khususnya pada populasi pekerja migran yang rentan terhadap penularan dan keterlambatan diagnosis.

Pekerja Migran Indonesia (PMI) di Johor Bahru menghadapi kerentanan multidimensi terhadap infeksi TB. Faktor-faktor seperti kondisi tempat tinggal yang padat, lingkungan kerja berisiko tinggi di sektor konstruksi, manufaktur, dan restoran, serta keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan menjadi faktor penting dalam transmisi penyakit ini . (Mohd Putera et al., 2023; Rast et al., 2025) Beberapa penelitian sebelumnya melaporkan bahwa kelompok migran di Malaysia memiliki risiko lebih tinggi untuk tertular TB, malaria, filariasis limfatik, dan berbagai penyakit menular lainnya. (Mohd Putera et al., 2023) Kerentanan ini diperparah oleh faktor sosial-ekonomi seperti status dokumentasi yang tidak jelas, kendala bahasa, ketakutan akan deportasi, dan keterbatasan finansial yang menghambat akses terhadap fasilitas kesehatan publik . Akibatnya, banyak kasus TB di kalangan pekerja migran tidak terdiagnosis atau terlambat terdeteksi, yang pada gilirannya meningkatkan risiko penularan dalam komunitas. (Loganathan et al., 2020; Rast et al., 2025)

Paradigma baru dalam epidemiologi TB menunjukkan bahwa faktor pejamu memainkan peran yang sama pentingnya dengan faktor agen penyebab dalam menentukan kerentanan seseorang terhadap infeksi Mycobacterium tuberculosis. Status metabolik individu, yang mencakup kadar gula darah, profil lipid kini semakin diakui sebagai determinan penting dalam patogenesis TB. (Saxena et al., 2021) Gangguan pada status metabolik tidak hanya meningkatkan risiko infeksi, tetapi juga dapat memengaruhi perjalanan penyakit dan respons terhadap pengobatan.(Franco et al., 2024) Pemahaman mendalam tentang hubungan antara status metabolik dan kejadian gejala terduga TB menjadi krusial untuk pengembangan strategi skrining yang lebih komprehensif, terutama pada populasi berisiko tinggi seperti pekerja migran. Penyakit komorbid diabetes melitus (DM) telah terbukti secara konsisten sebagai faktor risiko signifikan untuk kejadian TB aktif. Studi

meta-analisis oleh Irawan dkk yang menemukan bahwa penderita DM tipe 2 memiliki risiko 4,11 kali lebih besar untuk mengalami TB resisten obat dibandingkan mereka yang tidak menderita DM. (Irawan et al., 2025) Studi lainnya oleh Pitua dkk. uga menyimpulkan adanya hubungan kausal antara DM tipe 2 dan peningkatan risiko TB, Temuan ini menegaskan bahwa hiperglikemia menciptakan lingkungan mikro yang mendukung proliferasi Mycobacterium tuberculosis sekaligus mengganggu mekanisme pertahanan imun pejamu. Pada pekerja migran, prevalensi DM yang meningkat seiring dengan perubahan pola hidup dan stres kerja menjadikan faktor ini relevan untuk dikaji lebih mendalam.(Pitua et al., 2025)

Kondisi lain sepeti gangguan metabolisme lipid (dislipidemia) juga berkontribusi signifikan dalam patogenesis TB. Mycobacterium tuberculosis diketahui mampu memanfaatkan lipid pejamu untuk kelangsungan hidup dan replikasi intraseluler. Penelitian sebelumnya menunjukkan infeksi Mycobacterium tuberculosis menyebabkan penurunan kadar kolesterol dan berbagai metabolit sterol di jaringan otak yang terinfeksi . Temuan ini mengonfirmasi bahwa patogen tersebut secara aktif memanipulasi metabolisme lipid pejamu untuk mendukung patogenesisnya. Lebih lanjut, penelitian tersebut mengungkapkan bahwa obat penurun kolesterol (statin) dapat mengurangi risiko infeksi, sehingga menjadi kandidat terapi yang menjanjikan untuk TB. Hal ini mengindikasikan bahwa status profil lipid seseorang sebelum terpapar mungkin memengaruhi kerentanan terhadap infeksi TB. Pada pekerja migran dengan pola konsumsi tinggi lemak dan rendah serat akibat keterbatasan akses pangan sehat, dislipidemia menjadi masalah yang perlu mendapatkan perhatian.(Brake et al., 2025)

Penyakit infeksi menular ini tidak hanya berdampak pada sistem pernapasan, tetapi juga memengaruhi kondisi kesehatan penderitanya secara menyeluruh, salah satunya melalui perubahan pada komponen darah . Di tengah upaya diagnosis dan pengobatan yang terus dikembangkan, para tenaga kesehatan seringkali menemukan kondisi anemia menyertai pasien TB. Seseorang yang terduga TB paru umumnya datang dengan gejala batuk berkepanjangan, demam, dan keringat malam. Namun, jika ditelusuri lebih dalam, tidak jarang mereka juga mengeluh lemah, lesu, dan tampak pucat—tanda-tanda yang mengarah pada anemia. Memahami hubungan antara kadar hemoglobin yang rendah dan gejala TB menjadi penting karena dapat membuka jalan bagi pendekatan diagnosis yang lebih holistik.

Berdasarkan uraian di atas keterbaruan penelitian ini mengintegrasikan tiga parameter yaitu status metabolik (gula darah puasa, kolesterol total) dan kadar hemoglobin (Hb) untuk melihat hubungannya dengan gejala terduga TB pada populasi pekerja migran. yang belum pernah dikaji sebelumnya. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang hanya mengkaji hubungan tunggal diabetes atau dislipidemia dengan TB secara terpisah, penelitian ini mengaplikasikan status metabolik dan kadar Hb pada populasi rentan dengan mempertimbangkan anemia sebagai faktor yang sering terabaikan dalam skrining TB. Pemilihan subjek pekerja migran dapat menjadi dasar pengembangan protokol skrining terintegrasi yang lebih komprehensif dalam program kesehatan pekerja migran, sekaligus mendukung upaya eliminasi TB global tahun 2030.

1.2. Perumusan Masalah

Apakah terdapat hubungan antara status metabolik (gula darah, profil lipid, asam urat) dengan kejadian gejala terduga tuberkulosis pada Pekerja Migran Indonesia?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan Umum

Mendukung program untuk menurunkan angka kejadian TB serta meningkatkan kesehatan Masyarakat terutama terkait penyakit menular TB dengan meningkatkan penemuan kasus TB untuk mengurangi risiko penularan dalam keluarga maupun masyarakat sekitar.

Tujuan Khusus

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan khusus penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi karakteristik sosiodemografi (usia, jenis kelamin, BB, TB, tingkat pendidikan, status perkawinan), pekerjaan (jenis pekerjaan, masa kerja), kondisi tempat tinggal (kepadatan hunian, ventilasi)
2. Mengidentifikasi dan menganalisis kadar gula darah puasa (GDP)
3. Mengidentifikasi dan menganalisis kadar kolesterol total
4. Mengidentifikasi dan menganalisis kadar hemoglobin
5. Mengidentifikasi prevalensi kejadian gejala terduga tuberkulosis
6. Menganalisis hubungan antara kadar gula darah, kolesterol total dan kadar hemoglobin dengan gejala terduga tuberculosis paru

1.4. Batasan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional dengan menggunakan metode cross sectional.

1.5. Kaitan Penelitian dengan Road Map Penelitian Pribadi dan Road Map Penelitian Fakultas

Penelitian Fakultas Penelitian ini berkaitan dengan road map penelitian Fakultas green healthy life dan road map penelitian pribadi, karena penelitian ini mempunyai tujuan umum dan khusus dengan hasil akhir adalah peningkatan angka notifikasi kejadian TB paru sehingga berpeluang menurunkan angka penularan dalam lingkungan keluarga maupun sekitar dengan tujuan akhir kesehatan masyarakat dan juga kesehatan pribadi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Tuberkulosis

Tuberkulosis (TB) adalah penyakit yang bisa dicegah dan biasanya dapat disembuhkan. Namun, pada tahun 2022, TB menjadi penyebab kematian tertinggi kedua akibat infeksi, setelah COVID-19, dan menyebabkan hampir dua kali lebih banyak kematian dibandingkan HIV/AIDS. Setiap tahun, lebih dari 10 juta orang jatuh sakit karena TB. Tindakan segera diperlukan untuk menghentikan epidemi TB global pada tahun 2030, sesuai dengan target yang telah disepakati oleh seluruh negara anggota PBB dan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO, 2021)(Global Tuberculosis Report 2023, 2023). Data tingkat global, meskipun jumlah kasus dan angka kejadian TB menunjukkan penurunan, angka kematian justru meningkat dibandingkan tahun sebelumnya. Menurut laporan World Health Organization (WHO) Global Tuberculosis Report 2023, sekitar seperempat populasi dunia terinfeksi *Mycobacterium tuberculosis*, dengan sebagian besar kasus baru berasal dari Asia Tenggara dan Afrika. (Global Tuberculosis Report 2023, 2023).

Epidemiologi TB pada populasi migran menunjukkan pola yang berbeda dibandingkan populasi umum. Sebuah systematic review oleh Chen dkk menyatakan prevalensi TB populasi migran adalah 214,52 per 100.000 populasi (95% CI: 112,18-349,66), jauh lebih tinggi dibandingkan rata-rata global. Prevalensi tertinggi ditemukan pada pengungsi/pencari suaka (439,25 per 100.000) dan migran yang berasal dari negara dengan insiden TB 300-499 per 100.000 (491,96 per 100.000). Studi ini juga mengungkapkan bahwa negara-negara yang menerapkan skrining pra-keberangkatan sekaligus surveilans pasca-kedatangan mencapai prevalensi TB terendah (94,09 per 100.000), menunjukkan pentingnya strategi skrining komprehensif pada populasi migran. (Q. Chen et al., 2025)

Patogenesis Infeksi Mycobacterium tuberculosis

Patogenesis infeksi TB melibatkan interaksi kompleks antara bakteri *Mycobacterium tuberculosis* dan sistem imun pejamu. Transmisi terjadi melalui droplet nuclei yang mengandung basil tuberkel, yang dihasilkan ketika pasien dengan TB paru aktif batuk, bersin, atau berbicara (Global Tuberculosis Report 2023, 2023). Droplet berdiameter 1-5 mikron ini dapat mencapai alveolus setelah terhirup. Di alveolus, makrofag alveolar merupakan sel pertama yang berinteraksi dengan bakteri. *Mycobacterium tuberculosis* memiliki kemampuan unik untuk bertahan hidup dan bereplikasi di dalam makrofag dengan menghambat fusi fagosom-lisosom, sehingga menciptakan niche intraseluler yang protektif. Respons imun terhadap infeksi TB melibatkan baik imunitas innate maupun adaptif. Sel T CD4+ memainkan peran sentral dalam kontrol infeksi melalui produksi sitokin seperti interferon-gamma (IFN-γ) yang mengaktivasi makrofag untuk membunuh bakteri intraseluler.(Pareek H) Pada sebagian besar individu (sekitar 90-95%), sistem imun mampu mengendalikan infeksi sehingga bakteri berada dalam keadaan dormant (laten) tanpa gejala klinis. Kondisi ini dikenal sebagai infeksi TB laten (LTBI). Namun, pada individu dengan gangguan imunitas, termasuk akibat gangguan metabolik, bakteri dapat menjadi

aktif kembali dan menyebabkan TB aktif . Studi menunjukkan bahwa 50% kasus TB pada imigran terjadi 2-5 tahun setelah kedatangan dan disebabkan oleh reaktivasi LTBI, (Koirala et al., 2021)

Skrining dan Diagnosis Tuberkulosis pada Populasi Migran

Skrining TB pada populasi migran merupakan komponen penting dalam strategi pengendalian TB global. Organisasi Internasional untuk Migrasi (IOM) memperkirakan bahwa pada tahun 2020 terdapat sekitar 281 juta migran secara global, mencakup 3,6% populasi dunia. Migrasi memainkan peran signifikan dalam transmisi TB, dan mengurangi risiko terkait migrasi merupakan kunci upaya eliminasi Protokol skrining bervariasi antar negara. Skrining pra-keberangkatan bertujuan untuk mendeteksi infeksi TB baik sebelum keberangkatan atau saat kedatangan, menggunakan penilaian gejala, foto toraks, dan pemeriksaan dahak,((Petersen et al., 2024)

Studi Disassa et al yang dilakukan pekerja migran yang diskrining sebelum keberangkatan ke Timur Tengah menemukan bahwa 4,42% dinyatakan tidak layak bepergian karena ditemukan keluhan gejala atau foto toraks abnormal. Faktor usia , hepatitis berhubungan signifikan dengan status terduga TB. (Disassa et al., 2025)Temuan ini menggarisbawahi pentingnya skrining komprehensif pada populasi migran, tidak hanya untuk TB tetapi juga untuk kondisi komorbid yang dapat memengaruhi risiko dan luaran TB. WHO merekomendasikan skrining sistematis pada migran dari daerah dengan beban TB tinggi, yang diintegrasikan dengan tindak lanjut pasca-migrasi.

Gejala Klinis Utama Terduga TB Paru

Gejala klinis TB paru dapat dibagi menjadi gejala respiratorik (gejala utama yang berkaitan langsung dengan sistem pernapasan) dan gejala sistemik (gejala umum akibat respons inflamasi sistemik).

Gejala Respiratorik:

1. **Batuk**: Gejala paling umum dan sering menjadi keluhan utama. Batuk pada TB paru bersifat produktif (dengan atau tanpa dahak) dan berlangsung selama ≥2 minggu. Karakteristik batuk dapat dimulai dari batuk kering kemudian menjadi produktif seiring perkembangan penyakit. Pada tahap lanjut, batuk dapat disertai darah (hemoptisis) akibat kerusakan pembuluh darah di paru (Global Tuberculosis Report 2023, 2023).
2. **Sesak Napas**: Muncul ketika terdapat kerusakan parenkim paru yang luas, efusi pleura, atau obstruksi saluran napas akibat granuloma atau pembesaran kelenjar getah bening mediastinum. Sesak napas biasanya bersifat progresif dan memburuk dengan aktivitas.
3. **Nyeri Dada**: Dapat bersifat pleuritik (tajam dan memburuk saat bernapas) jika terdapat peradangan pleura, atau terasa seperti tekanan akibat infiltrat luas di parenkim paru.

Gejala Sistemik: (Kementerian Kesehatan RI, 2023)

1. Demam: demam subfebris (37,5°C - 38,5°C), dapat timbul secara intermiten terutama pada sore atau malam hari. Demam merupakan manifestasi respons inflamasi sistemik terhadap infeksi Mycobacterium tuberculosis
2. Keringat malam: gejala klasik TB yang cukup spesifik, ditandai dengan keringat berlebihan saat tidur malam meskipun suhu lingkungan tidak panas. Mekanisme pastinya belum sepenuhnya dipahami, namun diduga terkait dengan fluktuasi suhu tubuh akibat pelepasan pirogen endogen.
3. Penurunan berat badan: hal ini dikarenakan kombinasi peningkatan katabolisme akibat inflamasi kronis, penurunan nafsu makan, dan malabsorpsi nutrisi. Penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan penyebabnya >5% dalam 6 bulan terakhir merupakan indikator penting (Tanjung, 2024).
4. Malaise dan kelemahan: gejala nonspesifik berupa perasaan lemah, lelah, dan tidak bertenaga yang menetap, akibat peningkatan kebutuhan energi untuk respons imun dan efek sitokin pro-inflamasi seperti IL-1, IL-6, dan TNF-α pada sistem saraf pusat.

Instrumen Skrining Gejala Terduga TB

Kementerian Kesehatan RI telah mengembangkan instrumen skrining terduga TB yang digunakan secara nasional dalam program penanggulangan TB. Instrumen ini terdiri dari pertanyaan-pertanyaan kunci untuk mengidentifikasi individu dengan kecurigaan TB aktif:

Pertanyaan Skrining Utama:

1. Apakah Anda mengalami batuk selama 2 minggu atau lebih?
2. Apakah Anda mengalami batuk berdahak?
3. Apakah Anda mengalami batuk berdarah?
4. Apakah Anda mengalami sesak napas?
5. Apakah Anda mengalami nyeri dada?
6. Apakah Anda mengalami demam meriang lebih dari 1 bulan?
7. Apakah Anda mengalami keringat malam tanpa aktivitas fisik?
8. Apakah Anda mengalami penurunan berat badan dalam 3 bulan terakhir?

Interpretasi: Seseorang dikategorikan sebagai **terduga TB paru** jika menjawab "Ya" pada minimal salah satu dari gejala berikut: batuk ≥2 minggu, batuk berdarah, atau kombinasi gejala lain yang mengarah pada TB (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

Validitas Skrining Gejala pada Populasi Migran

Studi oleh Disassa et al. (2025) pada pekerja migran yang diskrining sebelum keberangkatan menemukan bahwa skrining gejala memiliki sensitivitas yang bervariasi tergantung pada karakteristik populasi. Pada populasi

migran, faktor seperti kelelahan kronis akibat pekerjaan berat dapat menyebabkan gejala nonspesifik (seperti malaise dan kelemahan) sering dilaporkan, sehingga diperlukan kehati-hatian dalam interpretasi. Namun demikian, skrining gejala tetap menjadi alat yang berharga karena murah, mudah dilakukan, dan dapat menjangkau populasi besar. Skrining gejala pada migran direkomendasikan sebaiknya dikombinasikan dengan pemeriksaan penunjang lain (seperti foto toraks atau tes cepat molekuler) untuk meningkatkan akurasi diagnosis, terutama pada populasi dengan prevalensi TB tinggi. Dalam konteks penelitian ini, identifikasi gejala terduga TB merupakan langkah awal untuk kemudian dikaitkan dengan profil metabolik dan hematologis responden. (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

Patofisiologi Gejala TB dalam Kaitannya dengan Faktor Pejamu

Gejala klinis TB muncul sebagai akibat interaksi kompleks antara replikasi bakteri dan respons imun pejamu. Pada individu dengan gangguan metabolik seperti hiperglikemia, respons inflamasi cenderung lebih berat dan berkepanjangan, yang dapat memperberat gejala sistemik seperti demam dan penurunan berat badan (Al-Bari et al., 2024). Sebaliknya, pada individu dengan kadar hemoglobin rendah (anemia), gejala seperti kelemahan dan malaise dapat lebih dominan, dan dapat memperburuk persepsi keparahan penyakit (Ashenafi et al., 2022). Pemahaman tentang hubungan antara parameter pejamu dan manifestasi gejala menjadi penting untuk pengembangan strategi skrining yang lebih personal dan efektif.

STATUS METABOLIK DAN TUBERKULOSIS

Status metabolik merujuk pada kondisi keseimbangan proses biokimia dalam tubuh yang melibatkan produksi, penyimpanan, dan penggunaan energi. Gangguan status metabolik, yang sering disebut sebagai sindrom metabolik, mencakup sekelompok kondisi yang terjadi bersamaan dan meningkatkan risiko berbagai penyakit, termasuk diabetes melitus tipe 2, penyakit kardiovaskular, dan meningkatkan kerentanan terhadap infeksi Komponen utama status metabolik yang relevan dengan patogenesis TB meliputi kadar gula darah (glukosa), profil lipid (kolesterol total, LDL, HDL, trigliserida). Parameter metabolik ini saling terkait dan memengaruhi fungsi sistem imun melalui berbagai mekanisme molekuler. (O'Neill & Pearce, 2016) Penelitian terkini menunjukkan bahwa status metabolik tidak hanya berperan sebagai faktor risiko, tetapi juga memengaruhi perjalanan penyakit dan respons terhadap pengobatan TB. Studi oleh Kagemann dkk menganalisis profil metabolik pasien TB selama enam bulan pengobatan menemukan bahwa terdapat jaringan parut metabolik (*metabolic scarring*) yang menetap bahkan setelah pengobatan TB berhasil Temuan ini mengindikasikan bahwa infeksi TB menyebabkan perubahan metabolik jangka panjang yang mungkin meningkatkan risiko penyakit metabolik di kemudian hari, menciptakan lingkaran setan antara TB dan gangguan metabolik. (Kagemann et al., 2025)

Hubungan Gula Darah dengan Tuberkulosis

Diabetes melitus (DM) telah lama dikenal sebagai faktor risiko signifikan untuk kejadian TB aktif. Sebuah Cochrane systematic review terbaru oleh Franco et al menganalisis studi kohort menemukan bahwa penderita diabetes memiliki risiko 1,9 kali lebih tinggi untuk mengalami TB dibandingkan mereka tanpa Analisis subgrup menunjukkan bahwa risiko lebih tinggi pada follow-up ≥10 tahun dibandingkan follow-up <10 tahun, menunjukkan efek kumulatif hiperglikemia terhadap kerentanan TB. Studi ini memberikan bukti dengan tingkat kepastian moderat bahwa diabetes meningkatkan insiden TB, dengan sekitar 3,1% kasus TB secara global dapat diatribusikan pada diabetes. (Franco et al., 2024)

Mekanisme hubungan diabetes dengan TB bersifat kompleks dan multidimensi. Al-Bari dkk menjelaskan bahwa hiperglikemia mengganggu respons imun pejamu melalui beberapa jalur Pertama, hiperglikemia menyebabkan disfungsi makrofag, termasuk gangguan kemotaksis, fagositosis, dan aktivasi. Kedua, produksi sitokin pro-inflamasi terganggu, dengan penurunan IFN-γ dan interleukin-12 yang penting untuk aktivasi sel Th1. Ketiga, hiperglikemia meningkatkan apoptosis sel T dan mengganggu pembentukan granuloma yang efektif. Keempat, diabetes menyebabkan stres oksidatif yang merusak jaringan paru dan memfasilitasi replikasi bakteri. Kelima, hiperglikemia mengganggu fungsi sel dendritik sebagai antigen-presenting cells Semua mekanisme ini secara sinergis meningkatkan kerentanan terhadap infeksi TB dan memperburuk perjalanan penyakit. (Al-Bari et al., 2024) Hubungan antara diabetes dan TB bersifat dua arah. Penelitian lain menyimpulkan adanya penyakit komorbid seperti DM, HIV menjadi faktor risiko utama kejadian TB-DM Studi ini juga mengkonfirmasi bahwa terjadinya DM pada penderita TB dapat disebabkan oleh hiperglikemia, intoleransi glukosa, dan kerusakan pankreas akibat infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Sebaliknya, pasien DM rentan terhadap TB karena gangguan imunitas akibat hiperglikemia Temuan ini menggarisbawahi pentingnya skrining dua arah, skrining DM pada pasien TB dan skrining TB pada pasien DM, terutama pada populasi berisiko tinggi seperti pekerja migran.(Boadu et al., 2024)

Hubungan Profil Lipid dengan Tuberkulosis

Dislipidemia atau gangguan metabolisme lipid memainkan peran penting dalam patogenesis TB. *Mycobacterium tuberculosis* dikenal memiliki ketergantungan tinggi pada lipid pejamu untuk kelangsungan hidup dan replikasi intraseluler. Bakteri ini memanfaatkan kolesterol dan asam lemak dari pejamu sebagai sumber energi utama selama fase persisten Dinding sel *Mycobacterium tuberculosis* kaya akan lipid, termasuk asam mikolat, yang berkontribusi pada virulensi dan resistensi terhadap mekanisme pertahanan pejamu Kemampuan bakteri untuk memanipulasi metabolisme lipid pejamu merupakan strategi adaptasi penting yang memungkinkan persistensi dalam makrofag. (Moopanar et al., 2023)

Penelitian oleh Chen dkk menggunakan teknologi UPLC-MS/MS untuk memonitor spektrum lipid plasma pasien TB dari diagnosis awal hingga sembuh menemukan bahwa pasien TB menunjukkan metabolisme abnormal dari fosfolipid, gliserida, dan sfingolipid Selama pengobatan, ekspresi abnormal dari berangsur

normal, mengindikasikan bahwa intervensi metabolisme lipid dapat memblokir metabolisme energi dan menghambat sintesis dinding sel *Mycobacterium tuberculosis*. Menariknya, terlihat bahwa metabolit lipid tersebut dapat digunakan sebagai biomarker potensial untuk TB. (J. X. Chen et al., 2021)

Penelitian lainnya wawasan mekanistik tentang hubungan dislipidemia dengan kontrol infeksi TB Studi ini mengembangkan model mencit yang mengekspresikan grup 1 CD1 manusia dan reseptor sel T spesifik asam mikolat untuk menyelidiki bagaimana dislipidemia akibat diet memengaruhi fungsi sel T spesifik asam mikolat. Hasilnya menunjukkan bahwa dislipidemia akibat diet menyebabkan peningkatan produksi IFN-γ oleh sel T spesifik asam mikolat, meningkatkan *clearance* mikobakteri secara in vitro. Secara mekanistik, peningkatan produksi IFN-γ ini terkait dengan peningkatan sinyal TCR dan peningkatan glikolisis, bukan perubahan presentasi antigen oleh sel dendritik. Namun, dislipidemia juga meningkatkan apoptosis sel T yang mungkin mengganggu kemampuan mereka mengendalikan infeksi mikobakteri in vivo .Temuan ini menyoroti interaksi kompleks antara dislipidemia akibat diet dan respons sel T spesifik antigen lipid dalam infeksi TB.(Lin & Wang, 2025)

Hasil penelitian Brake J menyimpulkan bahwa dislipidemia terutama didorong oleh DM, tetapi lebih aterogenik pada TB-DM, dengan peningkatan VLDL dan apolipoprotein B (ApoB). Menariknya, meskipun inflamasi menurun dengan pengobatan TB baik pada kelompok TB maupun TB-DM, profil aterogenik tetap bertahan. Temuan ini menunjukkan bahwa profil lipid aterogenik yang persisten memerlukan tindakan lebih lanjut untuk mencegah kejadian kardiovaskular pada pasien TB-DM. Studi ini juga menemukan bahwa keparahan penyakit berkorelasi dengan inflamasi dan dislipidemia, mengkonfirmasi hubungan erat antara gangguan metabolik dan perjalanan klinis TB. (Brake et al., 2025)

Kadar Hemoglobin dan Tuberkulosis

Kadar hemoglobin dapat menjadi indicator keparahan TB secara tidak langsung. Kadar hemoglobin tidak hanya sekadar angka dalam hasil pemeriksaan laboratorium. Pada pasien TB, kadar hemoglobin dapat menjadi cerminan dari seberapa berat infeksi yang diderita Hal ini menjadikan pemeriksaan hemoglobin sebagai alat bantu yang sederhana namun berharga untuk menilai tingkat keparahan penyakit sejak awal.

Gejala-gejala yang sering dikaitkan dengan TB paru ternyata memiliki hubungan erat dengan kondisi anemia. Anemia pada pasien TB sering kali berhubungan dengan gejala seperti keringat malam dan durasi demam yang lebih panjang . Hal ini menunjukkan bahwa respons peradangan sistemik yang memicu gejala-gejala tersebut juga berkontribusi terhadap terjadinya anemia. (Abaynew et al., 2023; Ashenafi et al., 2022)

TB adalah penyakit yang memicu peradangan kronis. Ketika tubuh melawan infeksi Mycobacterium tuberculosis, sistem kekebalan tubuh melepaskan berbagai zat yang disebut sitokin pro-inflamasi, seperti interleukin-6 (IL-6) . IL-6 ini, meskipun penting untuk melawan kuman, memiliki efek samping pada produksi sel darah merah. Ia meningkatkan produksi hepsidin, suatu hormon yang menguncizat besi dalam sel-sel penyimpanan sehingga tidak bisa digunakan untuk membuat hemoglobin baru . Akibatnya, terjadi anemia

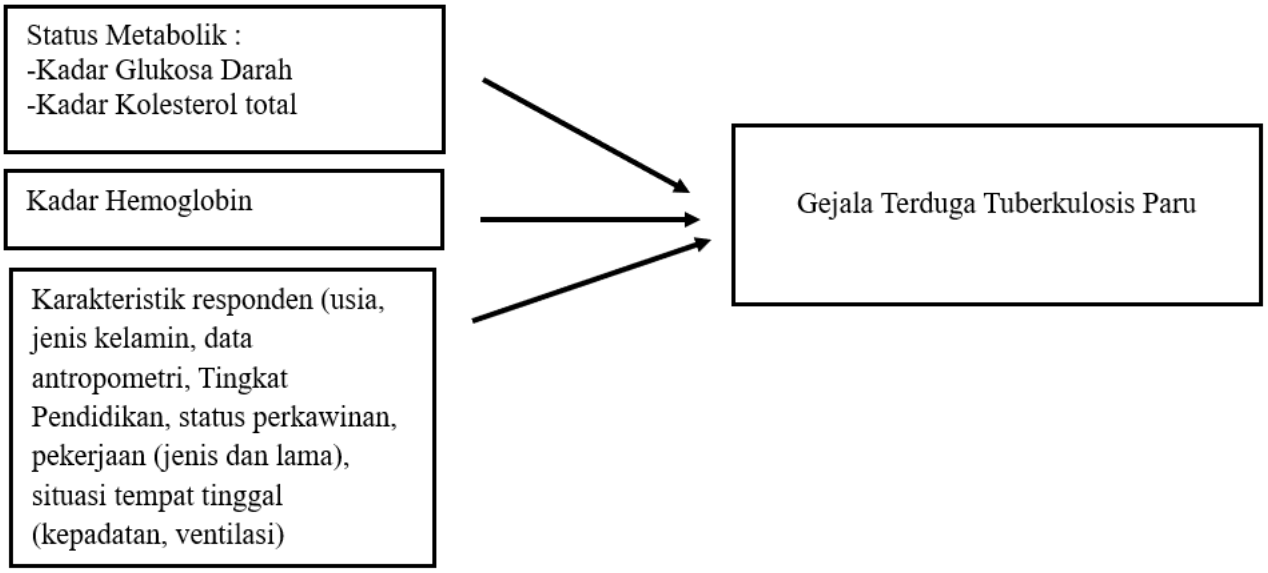
karena peradangan. Selain itu, penyakit TB juga dapat menyebabkan hilangnya nafsu makan sehingga asupan gizi, termasuk zat besi dan vitamin, berkurang. Dalam kasus yang lebih parah, batuk darah (*hemoptisis*) yang dialami pasien dapat menyebabkan kehilangan darah secara langsung . Kombinasi dari peradangan kronis, malnutrisi, dan kehilangan darah inilah yang membuat anemia begitu sering ditemukan pada pasien TB paru. (Abaynew et al., 2023; Leon et al., 2023)

Kadar hemoglobin tidak hanya penting pada awal diagnosis, tetapi juga berguna untuk memprediksi bagaimana perjalanan pengobatan pasien ke depannya. Penelitian menunjukkan bahwa pasien TB yang mengalami anemia pada awal pengobatan cenderung memiliki pemulihan klinis yang lebih lambat, terutama selama fase intensif pengobatan (dua bulan pertama) . Mereka membutuhkan waktu lebih lama untuk menunjukkan perbaikan dibandingkan pasien yang tidak anemia.Selain itu, anemia juga dikaitkan dengan respons imun yang lebih lemah. Pasien anemia terbukti memiliki jumlah sel T CD4 dan CD8 yang lebih rendah, serta kadar interferon-gamma (IFN-γ) yang juga rendah—padahal semua komponen ini sangat penting untuk melawan bakteri TB . Data ini menegaskan bahwa status anemia dapat menjadi sinyal awal bahwa sistem kekebalan tubuh pasien sedang tidak dalam kondisi optimal, yang berpotensi memperlambat proses penyembuhan. (Abaynew et al., 2023; Ashenafi et al., 2022; Tanjung, 2024)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Kerangka konsep



Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sekolah Indonesia Johor Bahru, Malaysia, dari bulan April 2026-Juli 2026, dipilih untuk merepresentasikan populasi pekerja migran Indonesia dengan keragaman jenis pekerjaan dan sosio-demografi. Selain itu Lokasi ini dipilih dan disetujui oleh KJRI Johor Bahru sebagai mitra penelitian

3.2. Metode Penelitian

Desain Penelitian merupakan penelitian observasional analitik dengan pendekatan cross-sectional

Populasi Target

Populasi target dalam penelitian ini adalah seluruh Pekerja Migran Indonesia (PMI) yang bekerja dan bertempat tinggal di wilayah Johor Bahru, Malaysia.

Populasi Terjangkau

Populasi terjangkau adalah Pekerja Migran Indonesia yang bekerja di sektor di wilayah Johor Bahru yang dapat dijangkau melalui komunitas PMI atau merupakan orang tua siswa/siswi Sekolah Indonesia Johor Bahru

Sampel

Sampel penelitian adalah bagian dari populasi terjangkau yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi serta bersedia berpartisipasi dalam penelitian dengan menandatangani *informed consent*.

Kriteria Inklusi

Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah:

1. Warga Negara Indonesia yang bekerja di Johor Bahru, Malaysia
2. Berusia 18-60 tahun
3. Telah bekerja di Malaysia minimal 6 bulan
4. Bersedia berpartisipasi dalam penelitian dengan menandatangani *informed consent*

Kriteria Eksklusi

Kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah:

1. Sedang dalam pengobatan tuberkulosis aktif
2. Pernah didiagnosis tuberkulosis dan sedang dalam pengobatan fase lanjutan
3. Sedang mengonsumsi obat-obatan yang memengaruhi kadar gula darah, profil lipid maupun kadar hemoglobin (seperti kortikosteroid, obat antidiabetes, statin, diuretic dan suplemen Fe) dalam 3 bulan terakhir
4. Wanita hamil atau menyusui (karena kondisi fisiologis dapat memengaruhi parameter metabolik)
5. Memiliki penyakit kronis berat seperti gagal ginjal, gagal hati, atau keganasan yang dapat memengaruhi parameter metabolik

Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling* (non-probability sampling) dengan pendekatan *snowball sampling*. Teknik ini dipilih karena populasi Pekerja Migran Indonesia bersifat *hidden population* yang sulit diakses melalui kerangka sampel formal. Prosedur pengambilan sampel dilakukan sebagai berikut: peneliti melakukan koordinasi awal dengan KJRI Johor Bahru dan pihak SIJB untuk mendapatkan akses awal, selanjutnya peneliti meminta bantuan untuk merekrut partisipan lain yang memenuhi kriteria penelitian (*snowball sampling*). Proses rekrutmen akan dihentikan setelah jumlah sampel minimal terpenuhi.

5. Besar Sampel

Besar sampel minimal dihitung menggunakan rumus uji hipotesis beda dua proporsi untuk penelitian *cross-sectional*:

$n = [Z_{1-}\alpha/2 \sqrt{\{2P(1-P)\}} + Z_{1-}\beta \sqrt{\{P_1(1-P_1) + P_2(1-P_2)\}}]^2 / (P_1 - P_2)^2$

Keterangan:

- $Z_{1-}\alpha/2 = 1{,}96$ (tingkat kemaknaan 95%)
- $Z_{1-}\beta = 0{,}84$ (kekuatan uji 80%)
- P_1 = Proporsi gejala terduga TB pada kelompok dengan status metabolik tidak normal
- P_2 = Proporsi gejala terduga TB pada kelompok dengan status metabolik normal
- $P = (P_1 + P_2)/2$

Diperkirakan proporsi gejala terduga TB pada kelompok dengan status metabolik tidak normal adalah 25%, sedangkan pada kelompok normal adalah 10%. Dengan demikian:

$P_1 = 0{,}25$
$P_2 = 0{,}10$
$P = (0{,}25 + 0{,}10)/2 = 0{,}175$
$n = [1{,}96 \sqrt{\{2(0{,}175)(0{,}825)\}} + 0{,}84 \sqrt{\{0{,}25(0{,}75) + 0{,}10(0{,}90)\}}]^2 / (0{,}15)^2$
$n = 99{,}6 \approx 100$

Sehingga jumlah sampel yang dibutuhkan sebanyak 100 responden.

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

Kuesioner Terstruktur

Kuesioner dirancang untuk mengumpulkan data karakteristik sosiodemografi, karakteristik pekerjaan, kondisi tempat tinggal, riwayat kondisi penyakit kronis melalui pemeriksaan laboratorium dan gejala terduga TB. Kuesioner akan diuji validitas isi melalui *expert judgment* dan diuji keterbacaan pada 10 responden awal sebelum penelitian dimulai.

Pemeriksaan Fisik

Pemeriksaan fisik yang akan dilakukan untuk memperoleh data tekanan darah serta antropometri responden sebagai berikut :

- Pemeriksaan tekanan darah dengan tensimeter digital yang telah dilakukan kalibrasi, tahapan yang akan dilakukan sebagai berikut: subjek istirahat selama minimal 1 5 menit sebelum dilakukan pemeriksaan tekanan darah, duduk di kursi dan meletakan tangan di atas meja sejajar dengan letak jantung. Manset dipasang di lengan atas pasien, dengan tepi bawah berada 2 – 3 jari di atas lipatan siku, lalu alat dinyalakan dan ditunggu hasil tekanan darah systole, diastole dan denyut jantung yang muncul di layar.
- Timbangan berat badan digital dengan ketelitian 0,1 kg.

- Microtoise untuk mengukur tinggi badan dengan ketelitian 0,1 cm

Pemeriksaan Laboratorium

Pemeriksaan laboratorium akan dilakukan berupa gula darah puasa, kolesterol total dan kadar Hb untuk mengetahui riwayat dan kondisi penyakit kronis saat ini. Pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan darah kapiler dan alat ukur yang telah dikalibrasi. Pemeriksaan ini dilakukan oleh tenaga yang sudah terlatih. Responden diminta untuk melakukan puasa selama 8-10 jam untuk pemeriksaan gula darah puasa, serta 10-12 untuk pemeriksaan kolesterol total, pada penelitian ini responden akan diminta untuk puasa selama 10 jam. Adapun prosedur pemeriksaan laboratorium yang akan dilakukan sebagai berikut :

A. Pemeriksaan Glukosa Darah Puasa dilakukan dengan menggunakan alat *Easy-touch GcHbMonitoring System.* Berikut cara pemakaian alat *Easy-touch GcHb Monitoring System:*

1.Masukkan kode strip glukosa dan Easy Touch Blood Glucose Strip ke alat
2.Bersihkan jari dengan tisu beralkohol
3. Gunakan pen lancing device, lalu tusukkan jarum sekali pakai (lancet) pada jari
4. Tekan jari dengan lembut hingga darah keluar
5. Sentuhkan darah ke ujung strip dan tunggu hingga hasil keluar, serta catat hasilnya.

B. Pemeriksaan kadar Hb dilakukan dengan menggunakan alat *Easy-touch GcHbMonitoring System.* Berikut cara pemakaian alat *Easy-touch GcHb Monitoring System:*

1.Masukkan kode strip Hb dan Easy Touch Blood Hb Strip ke alat
2.Bersihkan jari dengan tisu beralkohol
3. Gunakan pen lancing device, lalu tusukkan jarum sekali pakai (lancet) pada jari
4. Tekan jari dengan lembut hingga darah keluar
5. Sentuhkan darah ke ujung strip dan tunggu hingga hasil keluar, serta catat hasilnya.

C. Pemeriksaan Kolesterol Total Darah Puasa dilakukan dengan menggunakan alat *Autocheck Total Cholesterol.* Berikut cara pemakaian alat *Autocheck Total Cholesterol:*

1. Siapkan pen lancing device dan jarum lancet sekali pakai
2. Masukkan strip ke dalam alat untuk mulai pengukuran
3. Usapkan salah satu jari dengan swab alkohol dan tunggu hingga mengering
4. Tusuk jari tersebut dengan alat penusuk dan sejajarkan strip tes dengan tetesan darah sehingga saluran sempit di tepi strip tes hampir menyentuh tepi tetesan darah
5. Hasil pengukuran kadar kolesterol total darah akan muncul di tampilan layer dan lakukan pencatatan

Skrining Tuberkulosis untuk terduga gejala TB paru

Kuesioner gejala batuk terduga TB dari Kementerian Kesehatan terdiri dari 10 pertanyaan digunakan pada penelitian ini untuk mencari pasien terduga TB terutama TB paru. Interpretasi: Seseorang dikategorikan sebagai terduga TB paru jika menjawab "Ya" pada minimal salah satu dari gejala berikut: batuk ≥2 minggu, batuk berdarah, atau kombinasi gejala lain yang mengarah pada TB (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

3.3. Metode Analisis

Analisis Data

Analisis Univariat

Analisis univariat digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik masing-masing variabel penelitian. Data numerik (usia, masa kerja, kadar gula darah, profil lipid, kadar hemoglobin) akan disajikan dalam bentuk mean ± standar deviasi jika berdistribusi normal, atau median (minimum-maksimum) jika tidak berdistribusi normal. Data kategorik (jenis kelamin, pendidikan, pekerjaan, gejala terduga TB, kondisi tempat tinggal, kategori status metabolik) akan disajikan dalam bentuk frekuensi dan persentase.

Analisis Bivariat

- Analisis bivariat digunakan untuk menguji hubungan antara masing-masing variabel independen dengan variabel dependen (gejala terduga TB paru). Data variabel kategorik akan dianalisis menggunakan uji chi-square atau Fisher test, sedangkan untuk data numerik akan digunakan uji independent T-test jika data berdistribusi normal, atau uji *Mann-Whitney* jika data tidak berdistribusi normal. Tingkat kemaknaan ditetapkan pada p-value < 0,05.

  Analisis Multivariat

  Analisis multivariat digunakan untuk menguji hubungan simultan antara variabel independen dengan variabel dependen (dengan nilai p value <0.25) dengan menggunakan regresi logistik karena variabel dependen berskala dikotom (terduga TB paru ya/tidak).

3.4. Indikator Capaian Penelitian

1. Penelitian terlaksana dan dapat dilaporkan sesuai jadwal
2. Luaran penelitian dapat tercapai sesuai kontrak berupa publikasi di jurnal internasional, materi bahan ajar ppt dan HKI

ASPEK		CHECKLIST
SKALA UNGGULAN	Skala Internasioal	P
	Skala Nasional	
	Skala Lokal	
TOPIK/TEMA RISET	*Top Down*	
	Semi Top Down	
	Bottom Up	P
SKEMA PENDANAAN	*Block Grant*	
	Kompetitif	
PELAKSANA RISET	Pusat Penelitian	
	Individu	P
	Riset Group	
SUMBER DANA	Dana Desentralisasi	
	DP2M (30%)	
	Mandiri PT	P
	Kerjasama Luar negeri	
	Sumber Lain-lain	
KEY PERFORMANCE INDICATOR	Jurnal	P
	HKI	P
	Teknologi Tepat Guna	
	S3	
	Seminar	
	Publikasi Internasional	
	Buku Ajar	
	Lain_lain (BUNGA RAMPAI)	
MANAGEMEN PENGELOLAAN	LEMLIT	
	Fakultas	P
	Pusat Penelitian/Studi/Pengkajian	
BUKU PANDUAN	Buku Panduan Penelitian Usakti	P
	Buku Panduan Skim DP2M	
ALOKASI DANA DESENTRALISASI	0-50%	
	50-75%	
	75-100%	

BAB 4. JADWAL PENELITIAN

Jadwal penelitian sebagai berikut :

No.	Kegiatan	2026					
		2	3	4	5	6	7
1	Pembuatan proposal	v					
2	Persiapan penelitian		v				
3	Kaji etik		v				
4	Pengumpulan data			v			
5	Pengolahan data dan pembuatan laporan				v	v	
6	Pubikasi dan luaran lainnya						v

Kaji etik

Penelitian ini akan dilakukan setelah memperoleh surat lulus kaji etik dari Komite Etik Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti.

BAB 5. RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)

No	Komponen	Total
I.	**Biaya Langsung**	
A	Tenaga Ahli dan Tenaga Penunjang	7.950.000
B.1	Biaya bahan habis, peralatan, sewa peralatan	31.190.000
B.2	Perjalanan dan transport lokal	9.110.000
	Sub Total	48.250.000
II.	**Biaya Tidak Langsung**	
A	Laporan, Seminar, dan Publikasi	1.700.000
B	Forum Group Disscusion	0
	Sub Total	1.700.000
	TOTAL	**49.950.000**

DAFTAR PUSTAKA

Abaynew, Y., Ali, A., Taye, G., & Shenkut, M. (2023). Prevalence and types of anemia among people with tuberculosis in Africa: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, *13*(1), 1–10. https://doi.org/10.1038/s41598-023-32609-1

Al-Bari, M. A. A., Peake, N., & Eid, N. (2024). Tuberculosis-diabetes comorbidities: Mechanistic insights for clinical considerations and treatment challenges. *World Journal of Diabetes*, *15*(5), 853–866. https://doi.org/10.4239/wjd.v15.i5.853

Ashenafi, S., Bekele, A., Aseffa, G., Amogne, W., Kassa, E., Aderaye, G., Worku, A., Bergman, P., & Brighenti, S. (2022). *Progression , in Clinical Tuberculosis (TB)*. 1–14.

Boadu, A. A., Yeboah-Manu, M., Osei-Wusu, S., & Yeboah-Manu, D. (2024). Tuberculosis and diabetes mellitus: The complexity of the comorbid interactions. *International Journal of Infectious Diseases*, *146*, 107140. https://doi.org/10.1016/j.ijid.2024.107140

Brake, J., Ajie, M., Sumpter, N. A., Koesoemadinata, R. C., Soetedjo, N. N. M., Santoso, P., Alisjahbana, B., Ruslami, R., Hill, P., & van Crevel, R. (2025). Inflammation and dyslipidaemia in combined diabetes and tuberculosis; a cohort study. *IScience*, *28*(6), 112760. https://doi.org/10.1016/j.isci.2025.112760

Chen, J. X., Han, Y. S., Zhang, S. Q., Li, Z. Bin, Chen, J., Yi, W. J., Huang, H., Jiang, T. T., & Li, J. C. (2021). Novel therapeutic evaluation biomarkers of lipid metabolism targets in uncomplicated pulmonary tuberculosis patients. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, *6*(1). https://doi.org/10.1038/s41392-020-00427-w

Chen, Q., Ren, N., Liu, S., Qian, Z., Li, M., Mustapha, A., Luo, W., Li, J., Wang, W., & Hao, C. (2025). Prevalence of Tuberculosis among migrants under national screening programs: a systematic review and meta-analysis. *Global Health Research and Policy*, *10*(1). https://doi.org/10.1186/s41256-025-00424-y

Disassa, H., Addisu, Y., Gebre, A., Abdulhamid, Z., Seyoum, B., Ameni, G., Gumi, B., & Ali, M. S. (2025). Burden of pulmonary tuberculosis among Ethiopians seeking jobs in the Middle East: a retrospective study. *BMC Public Health*, *25*(1). https://doi.org/10.1186/s12889-025-24715-8

Franco, J. V. A., Bongaerts, B., Metzendorf, M. I., Risso, A., Guo, Y., Peña Silva, L., Boeckmann, M., Schlesinger, S., Damen, J. A. A. G., Richter, B., Baddeley, A., Bastard, M., Carlqvist, A., Garcia-Casal, M. N., Hemmingsen, B., Mavhunga, F., Manne-Goehler, J., & Viney, K. (2024). Diabetes as a risk factor for tuberculosis disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2024*(8). https://doi.org/10.1002/14651858.CD016013.pub2

Irawan, B., Nugroho, F. S., & Maharani, N. E. (2025). Type 2 Diabetes Mellitus is the Risk Factor for Multi-drug Resistance Tuberculosis: A Meta-Analysis. *Journal of Epidemiology and Public Health*, *10*(3), 424–433. https://doi.org/10.26911/jepublichealth.2025.10.03.12

Kagemann, C. H., Babu, S. P., Ezhumalai, K., Chakraborty, A., Raghupathy, K., Kamat, S. S., Viswanathan, V., Huey, S. L., Narasimhan, P. B., Sinha, P., Yu, E. A., Mehta, S., & Sarkar, S. (2025). Metabolite dynamics over the course of anti-tuberculosis treatment in individuals with mild and severe tuberculosis. *PLOS Global Public Health*, *5*(10 October), 1–14. https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0004925

Koirala, S., Borisov, S., Danila, E., Mariandyshev, A., Shrestha, B., Lukhele, N., Dalcolmo, M., Shakya, S. R., Miliauskas, S., Kuksa, L., Manga, S., Aleksa, A., Denholm, J. T., Khadka, H. B., Skrahina, A., Diktanas, S., Ferrarese, M., Bruchfeld, J., Koleva, A., … Migliori, G. B. (2021). Outcome of treatment of MDR-TB or drug-resistant patients treated with bedaquiline and delamanid: Results from a large global cohort. *Pulmonology*, *27*(5), 403–412. https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2021.02.006

Leon, J., Sarkar, S., Basu, D., Nanda, N., & Joseph, N. M. (2023). Predictors of Change in the Anemia Status Among Pulmonary Tuberculosis Patients Following Anti-tuberculosis Treatment in Puducherry, India. *Cureus*, *15*(9). https://doi.org/10.7759/cureus.44821

Lin, Y. L., & Wang, C. R. (2025). Diet-induced dyslipidemia enhances IFN-γ production in mycolic acid-specific T cells and affects mycobacterial control. *Mucosal Immunology*, *18*(4), 899–910. https://doi.org/10.1016/j.mucimm.2025.04.009

Loganathan, T., Rui, D., & Pocock, N. S. (2020). Healthcare for migrant workers in destination countries: A comparative qualitative study of China and Malaysia. *BMJ Open*, *10*(12). https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-039800

Mohd Putera, N. W. S., Azman, A. S., Mohd Zain, S. N., Yahaya, H., Lewis, J. W., & Sahimin, N. (2023).

Current status of infectious diseases among migrants and non-citizens in Malaysia. *Tropical Biomedicine*, *40*(2), 138–151. https://doi.org/10.47665/tb.40.2.003

Mohidem, N. A., Osman, M., Hashim, Z., Muharam, F. M., Elias, S. M., & Shaharudin, R. (2021). Association of sociodemographic and environmental factors with spatial distribution of tuberculosis cases in Gombak, Selangor, Malaysia. In *PLoS ONE* (Vol. 16, Issue 6 June 2021). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252146

Moopanar, K., Nyide, A. N. G., Senzani, S., & Mvubu, N. E. (2023). Clinical strains of Mycobacterium tuberculosis exhibit differential lipid metabolism-associated transcriptome changes in in vitro cholesterol and infection models. *Pathogens and Disease*, *81*(December 2022), 1–16. https://doi.org/10.1093/femspd/ftac046

O'Neill, L. A. J., & Pearce, E. J. (2016). Immunometabolism governs dendritic cell and macrophage function. *Journal of Experimental Medicine*, *213*(1), 15–23. https://doi.org/10.1084/jem.20151570

Pando, R. H. (2026). Prevention, Treatment and Diagnosis of Tuberculosis, 2nd Edition. *Microorganisms*, *14*(1), 163. https://doi.org/10.3390/microorganisms14010163

Petersen, E., Al-Abri, S., Al-Jardani, A., Memish, Z. A., Aklillu, E., Ntoumi, F., Mwaba, P., Wejse, C., Zumla, A., & Al-Yaquobi, F. (2024). Screening for latent tuberculosis in migrants—status quo and future challenges. *International Journal of Infectious Diseases*, *141*. https://doi.org/10.1016/j.ijid.2024.107002

Pitua, I., Raizudheen, R., Muyanja, M., Nyero, J., & Obol, M. O. (2025). Diabetes and tuberculosis: a systematic review and meta-analyis of mendelian randomization evidence. *Diabetology and Metabolic Syndrome* , *17*(1). https://doi.org/10.1186/s13098-025-01615-w

Rast, E., Lau, K., Lin, R. C. Y., Loganathan, T., Hargreaves, S., & Zimmerman, C. (2025). Healthcare services for low-wage migrant workers: A systematic review. *Social Science and Medicine*, *380*(April). https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2025.118176

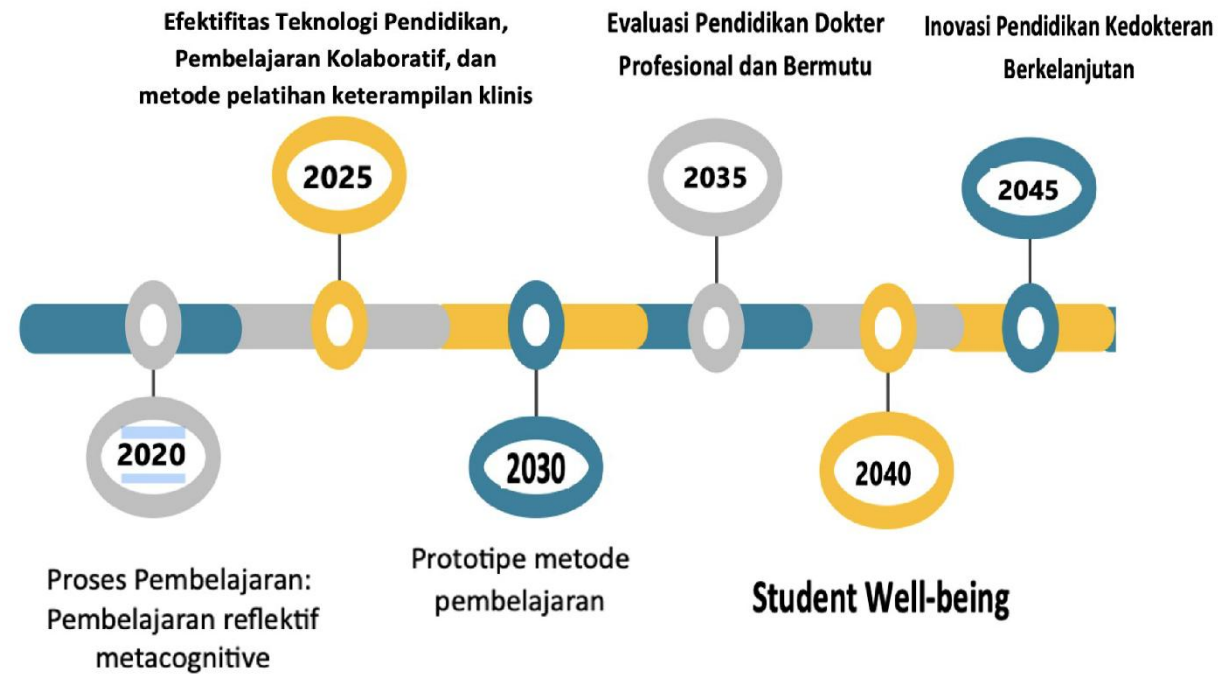
Saxena, R., Singh, D., Phuljhele, S., Kalaiselvan, V., Karna, S., Gandhi, R., Prakash, A., Lodha, R., Mohan, A., Menon, V., & Garg, R. (2021). Ethambutol toxicity: Expert panel consensus for the primary prevention, diagnosis and management of ethambutol-induced optic neuropathy. *Indian Journal of Ophthalmology*, *69*(12), 3734–3739. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_3746_20

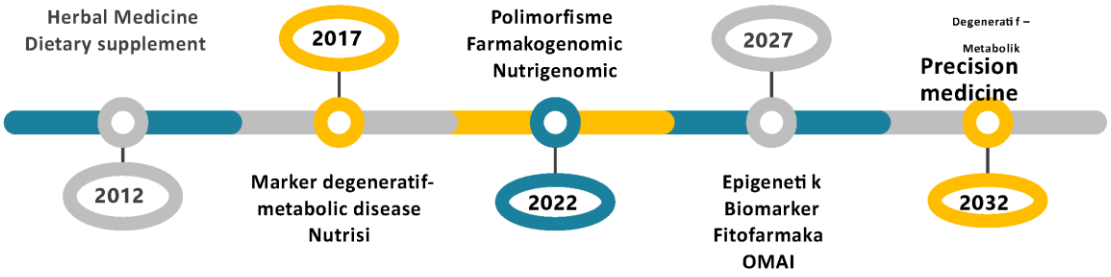
Tanjung, A. (2024). Analysis of Hematological Examination Results in Pulmonary Tuberculosis (TB) Patients Undergoing Intensive Phase Anti-Tuberculosis Drug Therapy. *Journal of Health Sciences*, *17*(03), 327–334. https://doi.org/10.33086/jhs.v17i03.5792

WHO. (2021). *Surveilans TB berbasis kasus*. World Health Organization. https://www-who-int.translate.goog/publications/digital/global-tuberculosis-report-2021/featured-topics/case-based-surveillance?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc

World Health Organization, (WHO). (2022). WHO consolidated guidelines on tuberculosis. In *WHO Press*.

LAMPIRAN 1. ROAD MAP PENELITIAN





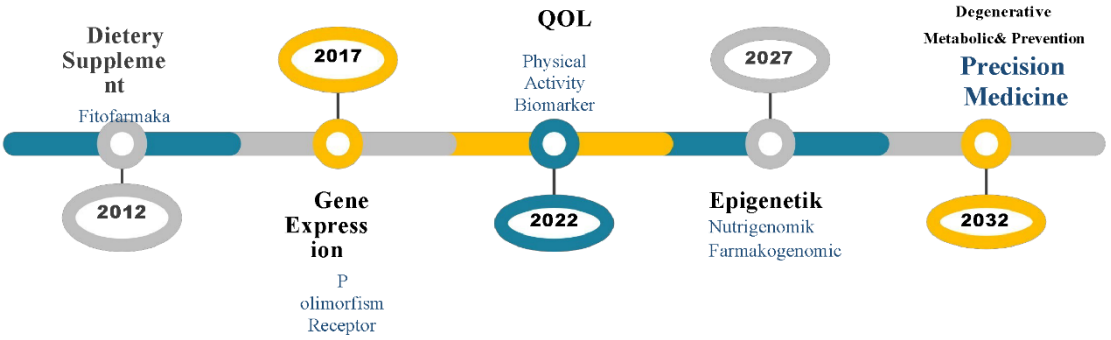
ROAD MAP **PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**

<*Meiyanti*>, <*2492*>, <*0309097407*>



***ROAD MAP* PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**

<*Kurniasari*>, <*3376*>, <*0319038308*>



***ROAD MAP* PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**

<*Eveline Margo*> <*2601*><*0309097504*>

LAMPIRAN 2. SURAT KESEDIAAN BERKOMITMEN

SURAT PERNYATAAN BERKOMITMEN
PELAKSANAAN PENELITIAN TH. AKAD. 2025/2026

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama	:	dr. Purnamawati Tjhin, M.Pd.Ked.
NIK/NIDN/NIDK	:	2489 / 0311097301
Judul Penelitian	:	Hubungan Status Metabolik dan Kadar Hemoglobin dengan Gejala Terduga Tuberculosis Paru Pada Pekerja Migran Indonesia di Johor Bahru
No. rekening BNI	:	362084

Menyatakan

Bersedia/Berkomitmen

untuk menyusun dan menyerahkan Laporan Kegiatan Penelitian dengan Luaran sebagai berikut:

1. Hak Kekayaan Intelektual - Hak Cipta
2. Artikel/Publikasi Ilmiah - Jurnal Internasional
3. Bahan Ajar - Materi Paparan Format Powerpoint

Demikian, pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya dengan penuh tanggung jawab.

Jakarta, 21 Februari 2026

Mengetahui KPH DRPM Fakultas	Yang menyatakan Ketua Peneliti
(Dr.dr.Meiyanti,SpFK)	(dr. Purnamawati Tjhin, M.Pd.Ked.)

Surat izin melakukan penelitian

KONSULAT JENDERAL REPUBLIK INDONESIA
JOHOR BAHRU
No. 46, Jalan Taat 80100 Johor Bahru, Johor, Malaysia
Telp: (+607) 2274188, 2213243, 2213245 – Fax: (+607) 2274288, 2213246

Jakarta, 12 Maret 2026

Yang terhormat,
Dekan Fakultas Kedokteran
Universitas Trisakti
Jalan Kyai Tapa No.260 Grogol
Jakarta Barat

Sehubungan dengan surat Dekan Fakutlas Kedokteran Universitas Trisakti No: 760/USAKTI/FK/03/III/20206 pada tanggal 4 Maret perihal ijin penelitian, dengan ini kami sampaikan bahwa kami memberikan ijin kepada:

Ketua : dr. Purnamawati Tjhin, M.Pd.Ked.
Anggota : Dr. dr. Meiyanti, Sp.FK
dr. Eveline M., M.Biomed.
dr. Kurniasari, M.Biomed.
Jabatan : Dosen Tetap Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti

untuk melaksanakan penelitian dengan judul: **Hubungan status metabolik dan kadar Hemoglobin dengan gejala terduga TB paru pada pekerja migran Indonesia di Johor Bahru**.

Kegiatan tersebut dapat dilaksanakan dengan ketentuan sebagai berikut:
1. Tidak mengganggu kegiatan belajar mengajar di Sekolah Indonesia Johor Bahru (SIJB)
2. Mematuhi ketentuan / prosedur yang ditentukan oleh KJRI Johor Bahru / SIJB
3. Memberikan laporan hasil penelitian kepada KJRI Johor Bahru / SIJB

Demikian surat ini dibuat dengan penuh kesadaran dan tanggung jawab tanpa ada unsur pemaksaan didalam pembuatannya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Konsul Jenderal KJRI Johor Bahru

(Sigit Suryantoro Widiyanto)

Lampiran kuesioner

Kuesioner penelitian

Assalamualaikum / Selamat pagi Saya dr. Meiyanti dan tim peneliti dari Fakultas Kedokteran. Kami sedang melakukan penelitian mengenai kesehatan pekerja migran, khususnya terkait gejala batuk terkait dengan penyakit paru. Tujuan penelitian ini adalah untuk memahami kondisi kesehatan Bapak/Ibu dan faktor-faktor yang mungkin mempengaruhinya.

Segala informasi yang Bapak/Ibu berikan akan dijaga KERAHASIAANNYA dan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian. Partisipasi Bapak/Ibu bersifat sukarela.

KARAKTERISTIK SUBJEK (DATA DEMOGRAFI & PEKERJAAN)
Petunjuk: Lingkari atau isi jawaban pada tempat yang disediakan.

Identitas Responden

1. Nama: ……(boleh diisi inisial)
2. Usia: ..... tahun (Saat ulang tahun terakhir)
3. Jenis Kelamin:
   a. Laki-laki
   b. Perempuan
4. Status Pernikahan:
   a. Belum Menikah
   b. Menikah
   c. Cerai / Cerai Mati
5. Pendidikan Terakhir:
   a. Tidak Sekolah / Tidak Tamat SD
   b. Tamat SD / Sederajat
   c. Tamat SMP / Sederajat
   d. Tamat SMA / Sederajat
   e. Perguruan Tinggi (Diploma/Sarjana)

Kondisi Pekerjaan & Tempat Tinggal

6. Jenis Pekerjaan Utama di Johor Bahru:
   a. Pekerja Konstruksi / Bangunan
   b. Pekerja Pabrik / Manufaktur
   c. Pekerja Restoran / Kedai Makan (F&B)
   d. Pekerja Kebersihan / Sanitasi
   e. Pekerja Perkebunan / Pertanian

f. Pekerja Rumah Tangga (PRT)

g. Lainnya: _____

7. Sudah berapa lama Anda bekerja di Malaysia (Johor Bahru)?

..... tahun ..... bulan

8. Berapa rata-rata penghasilan Anda per bulan? RM .....

9. Status tempat tinggal Anda saat ini:

a. Tinggal di barak / asrama pekerja (disediakan majikan)

b. Menyewa rumah / kamar bersama teman

c. Menyewa rumah / kamar sendiri

d. Lainnya: _____

10. Dalam satu rumah/barak, berapa orang yang tinggal bersama Anda (termasuk diri sendiri)

a. ≤ 4 orang

b. > 4 orang

11. Berapa jumlah kamar tidur di tempat tinggal Anda?

a. 1 kamar c. 3 kamar e. > 4 kamar

b. 2 kamar d. 4 kamar

12. Apakah tempat tinggal Anda memiliki ventilasi yang baik (jendela bisa dibuka, ada sirkulasi udara)?

a. Ya, baik

b. Kurang baik (pengap, sedikit jendela)

c. Tidak baik (tanpa jendela/ventilasi)

Perilaku Merokok dan Riwayat penyakit

13. Apakah Anda memiliki kebiasaan merokok?

a. Tidak pernah merokok

b. Ya, perokok aktif (setiap hari) , jika Ya Berapa batang per hari? ..... batang

c. Ya, perokok kadang-kadang (tidak setiap hari)

d. Sudah berhenti merokok , Berapa lama sudah berhenti? ..... bulan/tahu

14. Apakah Anda saat ini sedang menderita atau pernah didiagnosis oleh dokter menderita penyakit di bawah ini? (Boleh pilih lebih dari satu)

a. Tidak ada / Sehat

b. Diabetes (Kencing Manis)

c. HIV/AIDS

d. Silikosis (penyakit paru akibat debu batu)

e. Lainnya: _____

Akses ke Layanan Kesehatan

15.Apakah Anda memiliki perlindungan kesehatan (kad kuasa/insurans) yang sah untuk berobat di klinik/hospital di Malaysia?

a. Ya, punya

b. Tidak punya

c. Tidak tahu

16. Jika Anda sakit (batuk/ demam), kemana biasanya Anda pergi berobat pertama kali?

a. Klinik panel (yang ditanggung majikan)

b. Klinik swasta biasa (bayar sendiri)

c. Hospital kerajaan (government)

d. Membeli obat di farmasi/klinik tradisional

e. Dibiarkan saja / istirahat di rumah

f. Lainnya: _____

17. Apa kendala utama yang Anda hadapi untuk berobat ke fasilitas kesehatan?

a. Tidak ada kendala

b. Biaya mahal / tidak punya insurans

c. Takut dimarahi majikan / tidak diberi izin cuti

d. Takut ditangkap imigresen (karena masalah dokumen)

e. Jauh / tidak ada transportasi

f. Tidak tahu tempat berobat / kurang informasi

g. Lainnya: _____

18. Apakah Anda tinggal atau sering bertemu dengan seseorang yang sedang batuk lama (≥ 2 minggu) atau sedang minum obat rutin untuk infeksi parunya?

a. Ya

b. Tidak

c. Tidak tahu

19. Apakah selama 3 bulan terakhir anda pernah mengalami keluhan batuk-batuk ?

a. Ya

b. Tidak

No.	Berikan informasi terkait keluhan batuk :	Ya	Tidak
1.	Batuk berdahak lebih dari 2 minggu	☐	☐
2.	Batuk berdarah	☐	☐
3.	Demam hilang timbul >1 bulan	☐	☐
4.	Keringat malam tanpa aktivitas	☐	☐
5.	Penurunan berat badan tanpa sebab yang jelas	☐	☐
6.	Pembesaran kelenjar getah bening (benjolan di daerah leher) dengan ukuran > 2 cm	☐	☐
7.	Sesak napas dan nyeri dada	☐	☐
8.	Pernah minum obat untuk infeksi paru yang menyebabkan kencing berwarna merah	☐	☐
9.	Ada keluarga/tetangga yang pernah atau sedang yang sedang batuk lama (≥ 2 minggu) atau sedang minum obat rutin untuk infeksi parunya?	☐	☐
10.	Penyakit lain:		
	• Diabetes mellitus (kencing manis)	☐	☐
	• Penyakit ginjal	☐	☐
	• HIV/AIDS	☐	☐
	• Sedang konsumsi obat kortikosteroid/ steroid dalam waktu yang lama	☐	☐

Interpretasi :

1. Terduga TB jika memenuhi SALAH SATU kriteria:

a. Batuk ≥14 hari

b. Batuk berdarah (hemoptisis)

c. Memiliki ≥2 gejala berikut (batuk <14 hari, demam, keringat malam, penurunan berat badan)

2. Bukan terduga TB jika tidak memenuhi kriteria di atas

TERIMA KASIH ATAS KERJASAMA DAN PARTISIPASI ANDA. JAGA KESEHATAN!