

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tuberkulosis

1. Defenisi

Dalam Wahdi & Puspitosari tahun 2021 Tuberkulosis (TB) paru merupakan infeksi kronis yang disebabkan oleh *Mycobacterium Tuberculosis* yang menyerang jaringan parenkim paru. *Mycobacterium tuberculosis* termasuk bakteri aerob yang sering menginfeksi jaringan yang memiliki kandungan oksigen tinggi. *Mycobacterium Tuberculosis* merupakan batang tahan asam gram positif, serta dapat diidentifikasi dengan pewarnaan asam yang secara mikroskopik disebut Basil Tahan Asam (BTA). Dinding sel *Mycobacterium Tuberculosis* kaya lipid dan lapisan tebal peptidoglikan yang mengandung asam mikolat yang menyebabkan pertumbuhan mycobacterium tuberculosis menjadi lambat (Dewi, 2019).

Mycobacterium Tuberculosis terlihat terbentuk batang berwarna merah, rampin, lurus dengan ujung membulat. Sel tersebut memiliki panjang 1-4 μm dengan lebar 0,3-0,6 μm , dapat hidup sendiri-sendiri atau berkelompok, tidak berspora, tidak berkapsul dan tidak bergerak. Struktur dinding sel *Mycobacterium Tuberculosis* berbeda dari sel prokariot lain yang merupakan faktor yang menentukan virulensinya. Diketahui bahwa pH optimal untuk pertumbuhannya adalah 6,8-8,0. Untuk memelihara virulensinya harus

dipertahankan kondisi pertumbuhannya pada pH 6,8. Suhu pertumbuhan optimumnya 37°C (Joklik, et al., 1992; Misnadiarly, 2006).

Mycobacterium Tuberculosis tidak tahan panas, akan mati pada 6°C selama 15-20 menit. Bahkan dapat mati jika terkena sinar matahari langsung selama 2 jam. Dalam dahak dapat bertahan 20-30 jam. Basil yang berada dalam percikan bahan dapat bertahan hidup 8-10 hari. Biakan hasil ini dalam suhu kamar dapat hidup 6-8 bulan dan dapat disimpan dalam lemari dengan suhu 20 °C selama 2 tahun (Hiswani, 2004).

2. Klasifikasi

a) TB Paru

TBC Paru adalah kejadian ketika bakteri *Mycobacterium Tuberculosis* menyerang parenkim paru sehingga mengakibatkan terjadinya infeksi pada parenkim paru.

b) TB Ekstra Paru

TBC Ekstra Paru adalah kejadian dimana bakteri *Mycobacterium tuberculosis* keluar dari paru-paru melalui peredaran darah yang menyerang organ selain daripada paru seperti selaput otak, kulit, tulang, kelenjar getah bening dan lainnya (Keputusan Menteri Kesehatan RI No. HK 01.07/MENKES/755/2019 tentang Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tatalaksana TB). TB ekstra paru berdasarkan tingkat keparahannya dibagi atas, yaitu Tb ekstra-paru ringan misalnya TB kelenjar limfe, tulang (kecuali tulang belakang), sendi dan kelenjar adrenal sedangkan untuk Tb ekstra-paru berat misalnya meningitis, perikarditis

peritonitis, Tb tulang belakang, Tb usus, Tb saluran kemih dan alat kelamin.

3. Cara Penularan

Tuberkulosis ditularkan ketika seseorang penderita penyakit paru aktif mengeluarkan organisme. Individu yang rentan menghirup droplet dan menjadi terinfeksi. Bakteri ditransmisikan ke alveoli dan memperbanyak diri. Reaksi inflamasi menghasilkan eksudat di alveoli dan bronkopneumonia, granuloma, dan jaringan fibrosa. Menurut Stanhope & Lancaster (2006) penularan biasanya melalui paparan basil tuberkulosis melalui cairan dari orang yang terkena TB paru selama berbicara, batuk, atau bersin. Gejala umum adalah batuk, demam, hemoptisis, nyeri dada, kelelahan, dan penurunan berat badan. Masa inkubasi adalah 4 hingga 12 minggu (Wahdi & Puspitosari, 2021).

4. Diagnosa

Gejala penyakit TB tergantung pada lokasi lesi, sehingga dapat menunjukkan manifestasi klinis sebagai berikut :

- a. Batuk
- b. Batuk berdahak
- c. Batuk berdahak dapat bercampur darah
- d. Dapat disertai nyeri dada
- e. Sesak napas

Dengan gejala lain meliputi :

- a. Malaise adalah kondisi dimana tubuh merasa dan tidak nyaman.

- b. Penurunan berat badan
- c. Menurunnya nafsu makan
- d. Menggigil
- e. Demam
- f. Berkeringat di malam hari (Keputusan Menteri Kesehatan RI No. HK 01.07/MENKES/755/2019 tentang Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tatalaksana TB).

Adapun cara membantu penegakan diagnosis penyakit TBC salah satunya yaitu dengan pemeriksaan basil tahan asam (BTA). Pada prinsipnya pemeriksaan ini dilakukan dengan melihat kuman-kuman *Mycobacterium Tuberculosis* sebagai penyebab penyakit TBC di bawah mikroskop secara langsung. Di dalam pemeriksaan ini dahak digunakan sebagai spesimennya karena dahak merupakan suatu wadah yang bagus untuk tempat berkem kuman-kuman TBC, sehingga kuman-kuman TBC akan terkumpul pada dahak. Sebelum dilakukan pemeriksaan, terlebih dahulu dilakukan preparasi sampel yaitu pembuatan sediaan hapus dahak, pewarnaan sediaan dengan metode Ziehl Neelsen. Setelah itu baru dilakukan pemeriksaan sediaan di bawah mikroskop. Dari proses pemeriksaan ini akan didapatkan hasil berupa BTA. Berdasarkan Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tatalaksana Tuberculosis tahun 2020 skala IUATLD yaitu:

- a. Tidak ditemukan BTA dalam 100 lapang pandang disebut negatif
- b. Ditemukan 1-9 BTA dalam 100 lapang pandang, ditulis jumlah kuman yang ditemukan

- c. Ditemukan 10-99 BTA dalam 100 lapang pandang disebut positif satu (1+)
- d. Ditemukan 1-10 BTA dalam 1 lapang pandang disebut positif dua (2+).
- e. Ditemukan > 10 BTA dalam 1 lapang pandang disebut positif tiga (3+).

Dengan begitu, hasil uji BTA ditulis negatif (-), positif (1+, 2+, 3+). Ini sesuai dengan jumlah BTA yang ditemukan dalam 100 bidang pandang. Hasil ini merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan klasifikasi penyakit dan jenis penderita tuberkulosis. Jumlah bakteri BTA yang ditemukan digunakan untuk mendiagnosis tuberkulosis pada orang dewasa dan anak-anak. Diagnosis tuberkulosis dengan rapid basiliic acid test (BTA) dibuat sebagai berikut:

- a. Bila sedikitnya dua (2) dari tiga (3) spesimen SPS BTA hasilnya (+) maka didiagnosis positif penyakit TBC
- b. Jika hanya satu (1) spesimen yang (+) maka perlu dilakukan pemeriksaan lebih lanjut yaitu pemeriksaan dahak SPS diulang (Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tatalaksana Tuberkulosis, 2020).

5. Pengobatan

Dalam Keputusan Menteri Kesehatan RI No. HK 01.07/MENKES/755/2019 tentang Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tatalaksana TB), pengobatan tuberkulosis memiliki tahapan yaitu sebagai berikut :

a. Tahap Awal

Pada tahap awal pengobatan ini dilakukan setiap hari dan pada pasien baru diberikan selama 2 bulan agar tingkat penularan menurun. Gabungan

pengobatan pada langkah ini harus efektif untuk mengurangi jumlah bakteri dalam tubuh pasien dan meminimalkan efek dari sejumlah kecil bakteri yang mungkin sudah resisten sebelum pasien menerima pengobatannya.

b. Tahap Lanjutan

Pada tahap lanjutan pengobatan ini dilakukan selama 4 bulan yang bertujuan untuk membunuh sisa-sisa bakteri yang ada di dalam tubuh, terutama bakteri yang bersifat permanen (*Persisten*) agar pasien dapat pulih dan mencegah terjadinya bakteri muncul kembali. Pada tahap ini pemberian obat dilakukan secara rutin setiap hari.

Menurut Hoagland dkk (2016) penderita tuberkulosis paru memiliki beberapa hal penting yaitu kepatuhan Obat sampai sembuh total, biasanya sekitar 6-8 bulan. Obat-obatan berikut ini diberikan kepada penderita tuberkulosis paru, seperti Streptomisin, Rifampisin, Isoniazid (INH), Etambutol dan Pirazinamid (Irianti *et al*, 2016).

6. Pencegahan dan Pengendalian

Hal pertama yang efektif untuk mencegah penyakit tuberkulosis adalah dengan melakukan vaksin BCG (*Bacillus Calmette-Guerin*) yang didapatkan pada saat imunisasi wajib. Menurut Ditjen Yankes Kemenkes RI (2022) adapun upaya pencegahan dan pengendalian penyakit tuberkulosis yang dapat dilakukan, antara lain :

- a. Menerapkan etika batuk dan bersin dengan menutup mulut saat sedang batuk dan bersin.

- b. Menerapkan PHBS dengan melakukan beberapa hal berikut, yaitu menjemur alat tidur, membuka pintu dan jendela setiap pagi agar sirkulasi udara berganti dan sinar matahari masuk kedalam ruangan agar membunuh kuman, tidak merokok dan minum-minuman keras, olahraga secara teratur, makan makanan bergizi, mencuci tangan selama 30 detik dengan air mengalir serta tidak menukar alat makan dan mandi.
- c. Bagi penderita tuberkulosis wajib menggunakan masker saat berada di sekitar orang/berkomunikasi terutama bagi pasien yang sudah melakukan pengobatan selama 3 minggu.
- d. Meminum OAT (Obat Anti Tuberkulosis) secara teratur dan rutin hingga masa pengobatannya selesai.

B. Etiologi Tuberkulosis

Menurut WHO (2004) dan CDC (2016) *Mycobacterium Tuberculosis* adalah bakteri aerob obligat (membutuhkan oksigen untuk melakukan respirasi sel aerob), fakultatif (dapat menggunakan oksigen tetapi dapat juga menghasilkan energi secara anaerobik), dan intraseluler (cairan yang berada di dalam sel diseluruh tubuh).

Kandungan lipid yang tinggi pada dinding sel *Mycobacterium Tuberculosis* membuat bakteri ini resisten terhadap banyak antibiotik dan sulit diwarnai dengan pewarnaan Gram atau pewarnaan lainnya. *Mycobacterium Tuberculosis* dapat bertahan hidup dalam kondisi yang sangat asam dan basa, kondisi oksigen rendah dan kondisi intraseluler. Bakteri ini biasanya

menginfeksi paru-paru tetapi juga dapat menginfeksi organ lain seperti tulang, otak, hati, ginjal, dan saluran pencernaan.

Manusia adalah satu-satunya hospes *Mycobacterium Tuberculosis*. Bakteri ini ditularkan dari orang ke orang melalui partikel droplet aerosol. Ukuran droplet infeksius pada penderita tuberkulosis paru adalah antara 0,65 μm -> 7,0 μm . Partikel aerosol kecil dapat melewati nasofaring ke dalam trakea dan bronkus dan kemudian menumpuk di saluran udara distal. Sementara itu, partikel aerosol yang lebih besar dapat menumpuk di saluran udara bagian atas atau di orofaring dan menyebabkan tuberkulosis orofaringeal atau tuberkulosis kelenjar getah bening leher (Irianti *et all*, 2016).

C. Epidemiologi Tuberkulosis

Penyakit menular merupakan hasil perpaduan berbagai faktor yang saling mempengaruhi. Faktor tersebut yaitu *host*, *agent* dan *environment*. Ketiga faktor tersebut disebut sebagai segitiga epidemiologi (*Epidemiological Triangle*). Hubungan ketiga faktor tersebut digambarkan seperti timbangan, yaitu agent pada satu sisi, host pada sisi yang lain sedangkan environment sebagai penumpunya.

Keadaan sehat adalah suatu keadaan dimana terjadi keseimbangan antara *host*, *agent* dan *environment*. Perubahan keseimbangan akan menyebabkan seseorang menjadi sakit. Penurunan daya tahan tubuh akan menyebabkan 'bobot' *agent* menjadi lebih berat sehingga seseorang menjadi sakit. Apabila *agent* lebih banyak atau lebih ganas sedangkan faktor pejamu tetap, maka bobot

agent menjadi lebih berat. Sebaliknya bila daya tahan tubuh seseorang baik atau meningkat, maka orang tersebut berada dalam keadaan sehat. Apabila faktor lingkungan berubah menjadi cenderung menguntungkan *agent*, maka orang tersebut akan menjadi sakit. Seseorang menjadi sakit akibat pengaruh berbagai faktor antara lain sebagai berikut (Masriadi, 2017).

1. *Agent*

Agent terdiri dari agen kimia, mekanik, stres (psikologis) atau biologis.

2. *Host* (Pejamu)

Adapun karakteristik dari host antara lain, yaitu umur, jenis kelamin, pekerjaan, keturunan (genetik), ras dan gaya hidup.

3. *Environment* (Lingkungan)

Lingkungan terdiri dari lingkungan fisik, non fisik serta lingkungan biologis. Lingkungan fisik terdiri dari keadaan geografis, kelembaban udara, temperatur, lingkungan tempat tinggal. Sedangkan lingkungan non fisik meliputi sosial (pendidikan dan pekerjaan), budaya (adat dan kebiasaan turun-temurun), ekonomi dan politik. Serta lingkungan biologis meliputi riwayat kontak.

Tuberkulosis paru merupakan bagian dari penyakit menular kronis yang dapat menurunkan daya tahan fisik penderitanya secara serius. Proses destruksi dan proses restorasi atau penyembuhan jaringan paru terjadi secara simultan, sehingga terjadi perubahan struktural yang bersifat menetap serta bervariasi yang menyebabkan berbagai macam kelainan faal paru.

Selama dua tahun terakhir kasus TBC di Indonesia mengalami kenaikan kasus yang cukup signifikan yaitu pada tahun 2021 sebesar 443.235 kasus dan pada tahun 2022 sebesar 694.808 kasus. Kasus TB berdasarkan letak anatomi pada ada tahun 2022 yaitu kasus tb paru sebesar 644.839 kasus sedangkan pada kasus tb ekstra paru sebesar 49.969 kasus (Kemenkes RI, 2023).

Di Indonesia pada tahun 2019-2022 kasus TBC masih belum memenuhi target penemuan kasus. Beberapa provinsi di Indonesia pada tahun 2022 memiliki kasus yang cukup tinggi, diantaranya yaitu ada provinsi Jawa Barat sebesar 95.322 kasus, Jawa Timur sebesar 45.400 kasus, Jawa Tengah 43.293 kasus dan DKI Jakarta sebanyak 28.683 kasus (Depkes RI, 2022).

Estimasi kejadian kasus TBC di provinsi DKI Jakarta pada tahun 2022 menurut Kemenkes RI tahun 2023 yaitu Jakarta selatan sebesar 13.582 kasus, Jakarta Barat 13.097 kasus, Jakarta Timur sebesar 11.952 kasus, Jakarta Utara sebesar 8.161 kasus, Jakarta Pusat sebesar 6.769 kasus dan Kepulauan Seribu sebesar 212 kasus. Di wilayah kerja puskesmas Tegal Alur-I Jakarta Barat pada tahun 2022 proporsi kasus positif tuberkulosis mengalami kenaikan kasus menjadi 368 kasus.

D. Faktor-Faktor Penyebab Tuberkulosis

1. Agent

Agent terdiri dari *agent* kimia, mekanik, stres (psikologis) atau biologis. Penyakit menular biasanya disebabkan oleh *agent* biologis seperti infeksi bakteri, virus, parasit atau jamur. Salah satu sifat *agent* adalah virulensi.

Virulensi adalah kemampuan atau keganasan suatu *agent* penyebab penyakit untuk menimbulkan kerusakan pada sasaran (Masriadi,2017).

Mycobacterium tuberculosis adalah miko bakteri penyebab utama tuberkulosis pada manusia. *Mycobacterium tuberculosis* terkadang disebut sebagai *tubercle bacillus*. Bakteri berbentuk batang ini bersifat nonmotil (tidak dapat bergerak sendiri) dan memiliki panjang 1-4 μm dan lebar 0,3-0,56 μm . *Mycobacterium tuberculosis* merupakan organisme obligate aerobe yang berarti membutuhkan oksigen untuk tumbuh.

Oleh karena itu, kompleks *Mycobacterium tuberculosis* banyak ditemukan di lobus paru-paru bagian atas yang dialiri udara dengan baik. Selain itu, bakteri ini merupakan parasit intraseluler fakultatif, yaitu patogen yang dapat hidup dan memperbanyak diri di dalam sel hospes maupun diluar sel hospes (sel fagositik), khususnya makrofag dan monosit. Kemampuan MTB dalam bertahan di makrofag hospes dikendalikan oleh proses kompleks dan terkoordinir. Sistem ini dikontrol dengan baik ESX-1 sebagai sistem sekresi protein bakteri.

Menurut Todar tahun 2012 *Mycobacterium Tuberculosis* tidak diklasifikasikan sebagai Gram positif maupun Gram negatif karena dinding sel bakteri ini tidak memiliki karakteristik membran luar bakteri Gram negatif. Namun, *Mycobacterium Tuberculosis* memiliki struktur peptidoglikan-arabinogalaktan-asam mikolat sebagai barrier permeabilitas eksternal (Irianti, 2016).

2. *Host* (Pejamu)

a. Usia

Usia biasanya berhubungan dengan daya tahan tubuh seseorang terhadap penyakit. Kekebalan semakin berkurang dengan bertambahnya usia. Kategori umur atau kelompok usia menyajikan informasi mengenai distribusi usia penduduk berdasarkan kelompok kesejahteraannya. Indikator ini bertujuan untuk melihat apakah kelompok kesejahteraan tertentu didominasi oleh kelompok usia yang relatif produktif atau didominasi oleh kelompok usia non-produktif seperti anak-anak atau lanjut usia.

Menurut kriteria yang ditentukan oleh Departemen Kesehatan RI (2009) ada beberapa kelompok umur yakni:

- (1) masa balita (usia 0-5 tahun);
- (2) masa kanak-kanak (usia 5-11 tahun);
- (3) masa remaja awal (usia 12-16 tahun);
- (4) masa remaja akhir (usia 17-25 tahun);
- (5) masa dewasa awal (usia 26-35 tahun);
- (6) masa dewasa akhir (usia 36-45 tahun);
- (7) masa lansia awal (usia 46-55 tahun);
- (8) masa lansia akhir (usia 56-65 tahun) dan
- (9) masa manula (usia 65 tahun ke atas).

Menurut Kemenkes RI (2022) bahwa usia produktif (25-54) tahun merupakan kelompok yang berisiko untuk terkena penyakit TB Paru. Hal

ini dimungkinkan karena penduduk usia produktif lebih rentan terkena penyakit TB Paru karena adanya penurunan imunitas tubuh.

b. Pekerjaan

Pekerjaan dapat berhubungan dengan penyakit menular yang dialami seseorang. Seseorang yang pekerjaannya berhubungan dengan risko akan lebih mudah terserang penyakit seperti bartender dan pramusaji yang sehari-harinya berada di lingkungan kawasan asap rokok, office boy/girl dan pembantu rumah tangga serta salon yang kontak langsung dengan bahan kimia, buruh pabrik, pekerja konstruksi, pemadam kebakaran dan pekerja tambang serta tenaga kesehatan.

Memiliki tubuh yang sehat akan membantu seseorang tetap fokus dan menunjukkan performa prima dalam bekerja. Ada beberapa cara untuk menjaga sistem kekebalan tubuh untuk tetap sehat. Yang pertama adalah menjaga pola pikir positif. Dalam tubuh yang sehat terdapat pikiran yang tenang dan sehat. Untuk memiliki daya tahan tubuh yang sehat harus selalu berpikir positif terhadap setiap masalah yang muncul baik di keluarga, tempat kerja, atau lingkungan sosial. Kedua, beri diri sendiri waktu istirahat yang cukup. Terlalu sering melakukan aktivitas fisik di siang hari menjadi salah satu faktor penyebab menurunnya daya tahan tubuh. Sedangkan cara menghilangkan rasa lelah adalah dengan tidur yang cukup dan berkualitas untuk menjaga daya tahan tubuh (Kemenkes RI, 2019).

Beban pekerjaan dapat memicu stres sehingga dapat memicu produksi hormon kortisol dalam jumlah banyak. Ketika kadar kortisol tinggi, sistem kekebalan tubuh bisa melemah. Pada orang yang bekerja sering kali diberlakukan sistem kerja pertukaran shift. Hal ini mampu mengganggu jam tidur pada pekerja. Menurut National Sleep Foundation, orang dewasa membutuhkan setidaknya 7 hingga 9 jam tidur setiap hari. Oleh karena itu, istirahat yang cukup merupakan salah satu cara sederhana untuk meningkatkan imunitas tubuh. Penting untuk diingat bahwa tanpa tidur yang cukup setiap hari, tubuh tidak akan mampu memproduksi sitokin dalam jumlah besar. Sitokin adalah protein yang digunakan untuk melawan infeksi dan peradangan, yang kemudian secara efektif menginduksi respon imun tubuh (Kemenkes RI, 2020).

Orang yang bekerja pada umumnya lebih mudah terpapar dengan lingkungan tempatnya bekerja, apabila daya tahan tubuh melemah akibat beban pekerjaan akan mudah untuk terserang penyakit. Hal ini didukung dalam penelitian Widiati & Majdi (2021) yang menyatakan hasil bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara pekerjaan dengan kejadian tuberkulosis paru berdasarkan hasil uji bivariat yang menunjukkan nilai p -value = 0,001 atau $p < \alpha(0,05)$ dan OR = 3,45 yang memiliki arti bahwa responden yang bekerja beresiko sebesar 3,45 kali lebih besar menderita tuberkulosis paru dari pada responden yang tidak bekerja.

c. Status Gizi

Keadaan kekurangan gizi (malnutrisi) sering terjadi di negara miskin

sehingga orang-orang merasakan kekurangan gizi bagi tubuhnya berupa asupan penting seperti kekurangan karbohidrat , protein, vitamin, zat besi dan lain-lain yang akan mempengaruhi daya tahan tubuh seseorang sehingga rentan terhadap penyakit termasuk TB paru.

Terdapat sebuah interaksi yang menarik antara kondisi kekurangan gizi berhubungan dengan kejadian infeksi karena sifatnya yang memiliki dua arah. Kekurangan gizi dapat meningkatkan kerentanan seseorang untuk mengalami infeksi. Di sisi lain, infeksi dapat menyebabkan seseorang untuk mengalami malnutrisi karena dapat menurunkan nafsu makan, meningkatkan katabolisme atau menggunakan energi, serta meningkatkan kebutuhan tubuh terhadap beberapa zat gizi. Malnutrisi seringkali berhubungan dengan penurunan sistem imun yang berdampak terhadap kecenderungan untuk mengalami infeksi (Muhammad, 2017). Kondisi kekurangan gizi (malnutrisi), baik mikro maupun makro, meningkatkan risiko tuberkulosis karena respon imun melemah.

Penyakit TB dapat dengan mudah menyerang anak yang mempunyai status gizi yang kurang. Dalam perkembangan dan pertumbuhan fungsi tubuh, anak-anak memerlukan gizi yang cukup. Keadaan gizi anak yang kurang baik akan mempengaruhi perkembangan dan pertumbuhan berbagai fungsi terutama sistem pertahanan tubuh, sehingga anak akan mudah terserang penyakit. TB dan gizi yang tidak normal sering kali ditemukan secara bersamaan. Infeksi TB menimbulkan penurunan berat badan dan penyusutan tubuh, sedangkan defisiensi gizi akan meningkatkan

risiko infeksi karena berkurangnya fungsi daya tahan tubuh terhadap penyakit. Meski tidak semua orang yang terinfeksi basil TB akan menjadi sakit TB. Namun status gizi akan mempengaruhi daya tahan tubuh untuk melawan perkembangan basil TB (Kusuma tahun 2011 dalam Fauza, 2016).

d. Status Imunisasi BCG

Mekanisme pertahanan terhadap *Mycobacterium Tuberculosis* tergantung pada imunitas alami, yaitu makrofag alveolar, sel dendrit, maupun monosit dan imunitas adaptif merupakan imunitas yang diperantarai oleh sel T dan B. Pada infeksi TB, ditemukan penurunan jumlah monosit di daerah perifer disertai dengan gangguan aktivitas monosit sehingga pasien dengan kondisi *immunocompromised* (Misal HIV/AIDS dan DM tipe II) lebih mudah terkena infeksi.

Agar dapat bertahan dalam tubuh manusia, *Mycobacterium Tuberculosis* memodifikasi beberapa sinyal *host* untuk pertama, memblokir pematangan makrofag dan limfosit T dan mencegah apoptosis melalui jalur patogenik. Pada jalur non patogenik, *Mycobacterium Tuberculosis* membatasi aktivasi *mitogenactive* protein kinase (MAPK) yang dapat menghambat makrofag melakukan fungsi bakterisid, mencegah pematangan fagosom melalui stimulasi aktivitas *calmodulin dependent kinase II* (CaMKII) dan *phospatidylinositol-3-kinase* (PI3K) (Dewi, 2019).

Dalam Irianti tahun 2016 individu dengan mekanisme peradangan yang tidak normal sebagai proses imunitas juga berisiko terkena tuberkulosis aktif, terutama setelah penggunaan tumor necrosis factor (TNF)-alpha inhibitor dalam pengobatan berbagai penyakit autoimun (Smith dkk, 2011 & Winthrop, 2006).

BCG adalah vaksin yang terdiri dari basil hidup yang dihilangkan virulensinya (attenuated). Vaksin hidup attenuated diproduksi dengan cara melakukan modifikasi virus atau bakteri penyebab penyakit di laboratorium. Mikroorganisme vaksin yang dihasilkan masih memiliki kemampuan untuk tumbuh (replikasi) dan menimbulkan kekebalan tetapi tidak menyebabkan penyakit. Walaupun vaksin hidup attenuated menyebabkan penyakit, umumnya bersifat ringan dibanding dengan penyakit alamiah dan itu dianggap sebagai kejadian samping (adverse event). Basil ini berasal dari suatu strain TB bovin yang dibiakkan selama beberapa tahun dalam laboratorium

Efektivitas vaksinasi BCG sangat tergantung pada beberapa aspek seperti kualitas vaksin, dosis, waktu dan cara pemberian. Semua kontak dengan pasien dewasa dan semua vaksin BCG belum tentu dapat menyebabkan TB paru. Anak yang sudah mendapatkan vaksinasi BCG masih menunjukkan indikasi terinfeksi penyakit TB. Kurangnya perlindungan terhadap BCG bisa saja karena banyak faktor, misalnya cara pemberian BCG yang tidak efektif dan efisien (Ernawati & Lestari, 2015).

e. Kebiasaan Merokok

Asap rokok menghasilkan banyak zat karsinogenik dan beracun yang dapat melemahkan sistem kekebalan tubuh perokok sehingga lebih rentan terhadap bakteri. Karena racun yang terkandung dalam rokok menumpuk di dalam tubuh.

Menurut Arcavi dan Benowitz tahun 2004 pembersihan oleh sekresi mukosa yang dilemahkan, pengurangan kemampuan fagositik dari makrofag alveolus dan penurunan respon imun dan/atau CD4 + *lymphopenia* akibat kandungan nikotin dalam rokok menjadi alasan peningkatan kerentanan tuberkulosis paru akibat rokok (Irianti, 2016).

Dalam Ozturk (2014) merokok memegang peranan penting dalam terjadinya penyakit tuberkulosis. Ukuran partikel dari rokok dan bahan kimia lainnya berperan dalam menyebabkan peradangan saluran pernapasan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa Tumor Necrosis Factor Alpha (TNF- α), Interleukin-6 (IL-6), sitokin IL-8, aktivasi faktor nuklir (NF- $\kappa\beta$) dan peroksidasi lipid seluler efektif dalam menginduksi kerusakan oksidatif dan peradangan pada paru-paru. Selain itu juga rokok dapat menyebabkan perubahan struktural saat terpapar *Mycobacterium tuberculosis*. Fungsi produksi cairan pada paru juga akan meningkat baik itu pada orang yang normal dan orang yang terkena TBC. Dalam Chuang *et all* (2015) diketahui bahwa merokok juga menjadi faktor penyebab dari perubahan imunitas seluler alami dan dapat mempengaruhi makrofag dan leukosit pada tubuh seseorang (Ernawati dkk, 2017).

Seseorang yang telah merokok untuk waktu yang lama dan terus merokok secara terus-menerus dapat saling mempengaruhi untuk mendapatkan infeksi tuberkulosis paru, karena asap rokok yang dihasilkan dan bakteri *Mycobacterium tuberculosis* dapat masuk melalui saluran pernafasan.

Partikel dalam asap rokok dapat menyebabkan saluran udara bergetar atau rambut yang bergetar tidak berfungsi dengan baik karena kerusakan yang menghalangi pembersihan sistem lendir. Selain itu, partikel tersebut dapat mengendap pada lapisan mukosa yang dapat menyebabkan iritasi pada epitel mukosa bronkial sehingga memudahkan seseorang terinfeksi berbagai penyakit yang menyerang paru-paru khususnya tuberkulosis paru. Kehadiran zat tersebut juga merusak sel-sel di paru-paru perokok reaktivitas toksik yang dihasilkan dari interaksi langsung partikel asap rokok dengan epitel, yang dapat menimbulkan respons imun dan inflamasi aktif (Ernawati et al, 2018).

Menurut Riskesdas (2013) proporsi rata-rata jumlah konsumsi rokok yang dihisap oleh penduduk Indonesia pada usia 10 tahun keatas yaitu sebanyak 12 batang per orang dalam satu hari atau hampir setara dengan satu bungkus rokok.

Kebiasaan merokok secara umum di hampir semua negara berkembang lebih dari 50% di antaranya terjadi pada pria dewasa dan kurang dari 5% pada perokok wanita. Jika seseorang sedang merokok, maka ia bisa lebih mudah untuk terkena infeksi TB paru. Hal ini didukung

dari hasil penelitian Kakuhes dkk (2020) yang menyatakan hasil bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara merokok dengan kejadian penyakit TB paru berdasarkan hasil uji bivariat yang menunjukkan nilai p -value = 0,003 atau $p < \alpha(0,05)$ dan OR = 3,701 yang memiliki arti bahwa responden yang merokok beresiko sebesar 3,701 kali lebih besar menderita tuberkulosis paru dari pada responden yang tidak merokok.

3. *Environment* (Lingkungan)

Faktor lingkungan adalah elemen eksternal (non-agen dan inang) yang mampu mempengaruhi agen penyebab dan kemungkinan infeksi penyakit.

a. Lingkungan Fisik

1) Jenis Dinding

Menurut Sahid (2016) dinding merupakan salah satu unit dari bagian rumah yang menjadi pembatas antara satu ruangan dengan ruangan lainnya, rumah dengan dinding tembok atau beton jauh lebih baik daripada anyaman bambu atau dinding semi permanen. Menurut keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, No: 829/SK/VII/1999 yaitu perihal syarat kesehatan hunian rumah, dimana dinding rumah harus dipastikan mempunyai ventilasi untuk kamar tidur, ruang keluarga terutama kamar mandi untuk mengatur pergantian sirkulasi udara dan dinding kamar mandi harus tahan air dan mudah untuk dibersihkan.

Kondisi dinding yang lembab seperti dinding yang terbuat dari kayu atau bambu memfasilitasi kelangsungan hidup bakteri

Mycobacterium tuberculosis di hunian tersebut. Dinding yang baik permukaannya halus atau rata, mudah dibersihkan dan tidak dapat menyerap air. Berdasarkan hasil observasional semua rumah responden telah berbentuk dinding beton yang sudah memenuhi syarat, yaitu kedap air dan mudah dibersihkan. Dinding rumah yang jarang dibersihkan, banyak mengandung debu dan lembab serta mengandung bakteri sehingga dapat menjadi tempat berkembang biaknya bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Berdasarkan hasil penelitian Monintja dkk (2020) ditemukan hasil bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara jenis dinding dengan kejadian tuberkulosis paru dengan nilai $OR=0,19$.

2) Jenis Lantai

Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia) lantai adalah bagian bawah (alas ataupun pondasi) ruangan atau bangunan yang terbuat dari papan, semen, batu bata. Rumah dengan lantai tanah akan berbeda dengan lantai ubin dan keramik bila ditinjau dari segi kesehatan. Pada rumah yang sehat, lantai harus kering dan gampang untuk bisa dibersihkan supaya dapat mencegah kelembaban yang dapat dengan mudah memicu timbulnya tempat berkembang biakan bakteri *Mycobacterium Tuberculosis* untuk bertahan hidup sehingga dapat dengan mudah membuka jalur penyebaran TBC.

Lantai rumah juga mempengaruhi penularan tuberkulosis paru karena lantai yang lembab dapat mempercepat dan mempertahankan

bakteri *Mycobacterium tuberculosis* hidup lebih lama dalam rumah penderita, karena *Mycobacterium tuberculosis* dapat bertahan lama dalam kelembaban yang tidak sesuai standar dan ruangan yang gelap (Monintja dkk, 2020).

Oleh karena itu, lapisan dasar lantai yang masih tanah sebaiknya tidak digunakan lagi dikarenakan pada musim hujan lapisan dasar lantai akan lembab, sehingga dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada penghuni rumah tersebut (Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor: 829/SK/VII/1999). Berdasarkan hasil penelitian Monintja dkk (2020) ditemukan hasil bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara jenis lantai dengan kejadian tuberkulosis paru dengan nilai OR=1,739.

3) Pencahayaan

Menurut Kemenkes RI (2002) pencahayaan adalah jumlah paparan sinar yang jatuh pada suatu ruangan yang dibutuhkan untuk melakukan suatu kegiatan agar lebih efisien. Rumah dengan pencahayaan yang kurang memudahkan perkembangan sumber penyakit. Sinar matahari mengandung sinar ultraviolet yang bisa membunuh kuman penyakit.

Pencahayaan alami atau buatan langsung maupun tidak langsung mampu memberikan penerangan seluruh bagian ruangan minimal 60 lux dan tidak menyilaukan mata. Kualitas cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan rumah ditentukan berdasarkan penembusan cahaya setidaknya sepersepuluh dari luas lantai ruangan melalui lubang-lubang

kecil yang ada pada dinding rumah agar sinar matahari langsung dapat masuk ke dalam ruangan minimal satu jam sehari, dan pencahayaan yang efektif dimulai pada pukul 08.00-16.00 WIB.

Kuman tuberculosis dapat bertahan hidup pada tempat yang sejuk, lembab dan gelap tanpa sinar matahari sampai bertahun-tahun lamanya, dan mati bila terkena sinar matahari, sabun, lisol, karbol dan panas api, kuman *Mycobacterium tuberculosis* akan mati dalam waktu 2 jam oleh sinar matahari. Hal ini didukung oleh Depkes RI (1994) yang menyatakan bahwa sinar matahari dapat dimanfaatkan untuk pencegahan penyakit tuberculosis paru, dengan mengusahakan masuknya sinar matahari pagi ke dalam rumah. Cahaya matahari masuk ke dalam rumah melalui jendela atau genteng kaca. Diutamakan sinar matahari pagi karena mengandung sinar ultraviolet yang dapat mematikan kuman. Berdasarkan hasil penelitian Monintja dkk (2020) menyatakan hasil bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara pencahayaan dengan kejadian tuberculosis paru dengan $OR=4,808$.

4) Kepadatan Hunian

Kepadatan hunian adalah salah satu indikator kualitas hidup karena mempengaruhi keamanan dan kesehatan hunian bagi anggota rumah tangga. Rumah yang terlalu padat penghuni meningkatkan risiko berbagai penyakit dan mempermudah penyebaran penyakit antara penghuni rumah tangga. Kepadatan hunian berdasarkan Sesuai dengan keputusan Menteri Perumahan dan Prasarana Wilayah No.

403/KPTS/M/2002, rumah sederhana sehat dengan luas minimal 36m², dapat digunakan untuk maksimal 4 (empat) orang penghuni. Jika tempat tinggal lebih dari 4 (empat) orang, maka luas rumah harus ditambah sehingga luas setiap orang menjadi 9m².

Semakin padat rumah maka perpindahan penyakit, khususnya penyakit menular melalui hawa akan semakin mudah dan cepat, apabila terdapat anggota keluarga yang menderita TB dinyatakan BTA positif yang secara tidak sengaja batuk. Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* akan berada di udara sekitar kurang lebih 2 jam dapat sebagai faktor penularan penyakit pada salah satu anggota yang belum terjangkit kuman *Mycobacterium tuberculosis*.

Jika luas rumah responden tidak sebanding dengan jumlah penghuni atau jumlah penghuni lebih banyak dari jumlah kamar yang ada di rumah maka kebutuhan oksigen pada responden tidak tercukupi. Semakin padat, maka perpindahan penyakit khususnya penyakit menular melalui udara akan semakin mudah dan cepat. Semakin banyak manusia yang berada di dalam ruangan kelembabannya semakin tinggi khususnya karena uap air baki dari pernapasan maupun keringat (Vianitati dan Fembi, 2022).

5) Ventilasi Udara

Menurut WHO (2022) ventilasi adalah proses pertukaran udara dengan mengatur aliran udara segar (O²) ke dalam ruangan dan mengeluarkan udara pengap (CO²). Hal ini dilakukan untuk menjaga

kualitas udara di dalam ruangan. Aliran udara (ventilasi) berkaitan dengan penularan penyakit. Rumah dengan ventilasi yang baik akan menyulitkan pertumbuhan kuman penyakit. Pertukaran udara dapat memecah dan mengurai konsentrasi kuman di udara.

Ventilasi memiliki berbagai fungsi diantaranya adalah untuk membebaskan ruangan rumah dari bakteri-bakteri patogen, terutama kuman tuberkulosis. Kuman TB yang ditularkan melalui droplet nuclei, dapat melayang di udara karena memiliki ukuran yang sangat kecil, yaitu sekitar 50 mikron, apabila ventilasi rumah memenuhi syarat, maka kuman TB dapat terbawa keluar ruangan rumah, tetapi apabila ventilasinya buruk maka kuman TB akan tetap ada di dalam rumah.

Untuk dapat dikatakan sebagai ventilasi yang baik di dalam ruangan, adapun syaratnya antara lain sebagai berikut.

- (a) Luas bukaan ventilasi tetap, minimal 5% dari luas lantai ruangan sedangkan lubang ventilasi yang sewaktu-waktu yang dapat terbuka atau tertutup setidaknya 5%. Jumlah keduanya adalah 10% dikalikan luas ruangan.
- (b) Pasokan udara tidak berasal dari asap dapur atau bau kamar mandi/toilet.
- (c) Ventilasi silang sampel udara melalui penempatan dua lubang jendela terletak diantara dua dinding ruangan untuk memungkinkan udara mengalir lebih lancar.
- (d) Hal terutama yaitu untuk ventilasi dapur dan kamar mandi/toilet

diperlukan perangkat bantu elektromekanis seperti kipas atau exhaust fan yang harus memenuhi beberapa syarat, yakni ubang penghawaan keluar tidak bising sehingga tidak mengganggu fasilitas bangunan sekitar serta tidak mengganggu kenyamanan ruang aktivitas di dalam hunian, seperti ruang keluarga, tamu dan kamar tidur (Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor: 829/SK/VII/1999).

b. Lingkungan Biologis

1) Riwayat Kontak

Intensitas kontak adalah lama waktu pasien tuberkulosis paru BTA positif berinteraksi dengan responden yang dekat dengannya (keluarga dan tetangga) setiap hari. Durasi interaksi dapat dilihat dari seberapa lama kontak menghabiskan waktu bersama dengan orang yang sakit melalui kegiatan seperti menonton TV, berbicara bersama lebih lama tanpa masker, makan bersama dan tidur bersama di kamar yang sama dalam kurun waktu 8 jam/hari (Kristini & Hamidah, 2020).

Orang-orang yang memiliki riwayat kontak dengan penderita TB positif memiliki risiko lebih tinggi untuk mengembangkan proses penularan *Mycobacterium tuberculosis*. *Mycobacterium tuberculosis* dapat menyebar melalui waktu kontak yang singkat, lokasi yang tidak biasa, dan peluang interaksi yang tinggi (Irianti, 2016).

Setiap satu BTA (+) mampu menginfeksi 10-15 orang lagi, sehingga dapat memungkinkan setiap kontak memiliki risiko 17%

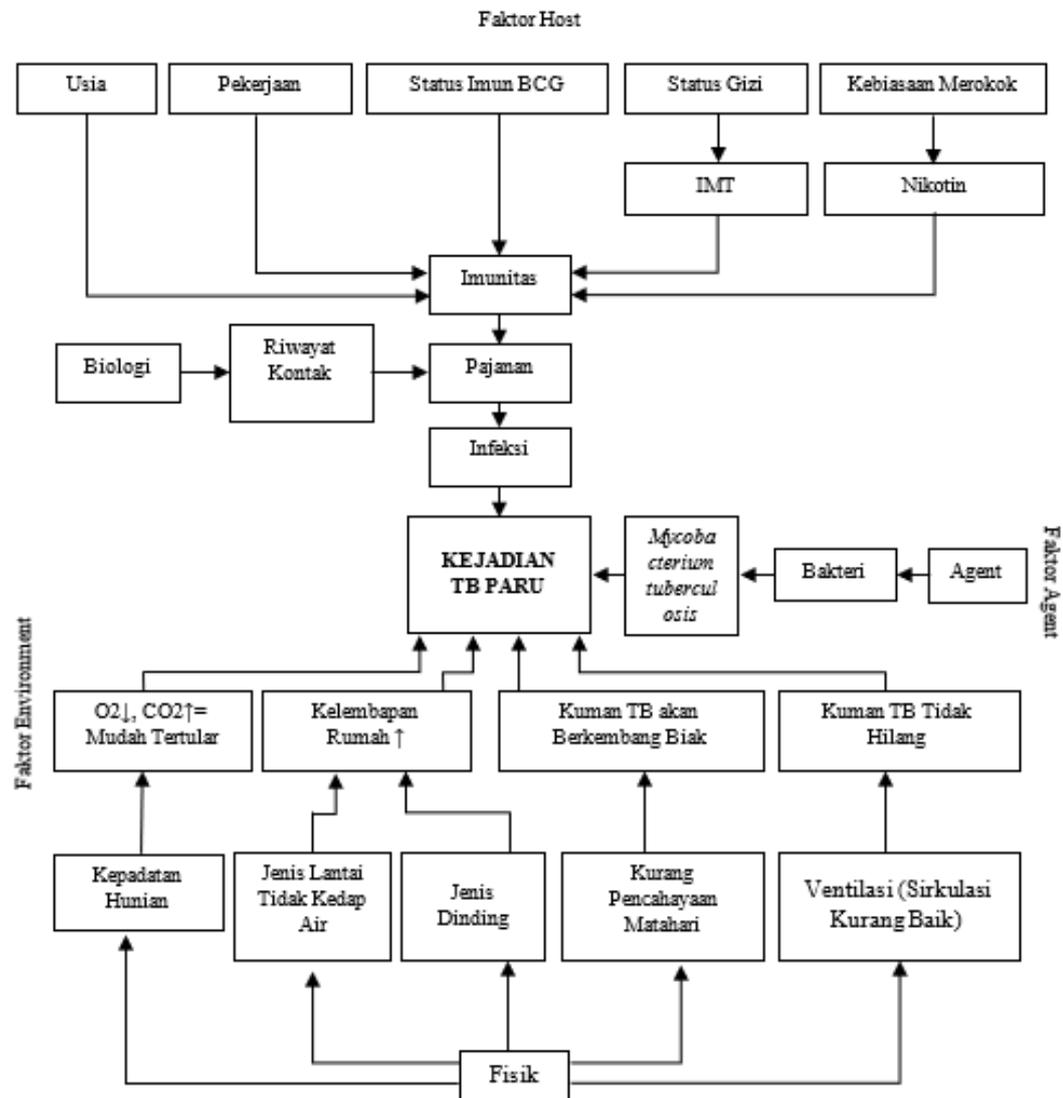
tertular TBC. Ini terjadi karena ada pasien TBC di rumah dan sekitarnya dapat meningkatkan proporsi dari durasi kontak dengan kuman TB yang merupakan salah satu faktor utama patogenesis tuberkulosis. Saat kondisi tubuh dalam keadaan baik, maka dorman yang terbentuk di jaringan paru yang dapat bertahan selama berbulan-bulan sampai bertahun-tahun, namun nantinya akan mencair pada saat kondisi tubuh menurun sehingga orang tersebut menjadi sakit yang disebut infeksi pasca primer (Fitrianti dkk, 2022).

Seseorang dengan TBC yang bersin sekali dapat mengeluarkan 20.000 hingga 40.000 percikan droplet. Seorang pasien yang batuk >48 kali/malam mampu menulari 48 orang yang kontak dengan pasien TB paru tersebut. Sedangkan pasien yang batuk < 12 kali/malam mampu menulari 28% dari kontakannya. Dengan demikian, orang yang berisiko tertular TB paru adalah anggota keluarga dan orang yang sering melakukan kontak dengan penderita TB paru (Misnadiarly, 2006). Berdasarkan penelitian Nopita dkk (20123) menyatakan hasil bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara riwayat kontak dengan kejadian tuberkulosis paru dengan nilai $OR=0,120$.

E. Kerangka Konsep

Menurut Notoatmodjo tahun 2010 kerangka teori adalah bentuk gambaran pemikiran yang mendeskripsikan mengenai hubungan dari berbagai macam faktor yang telah dipilih sebagai suatu hal yang perlu bagi suatu masalah yang diteliti

(Hardani dkk, 2020).



Gambar 2.1
Kerangka Teori

Modifikasi : John Gordon & La Richt (1950); Kemenkes (2011); Irianti (2012).