

## ANALISIS FAKTOR LINGKUNGAN FISIK DALAM RUANG YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEJADIAN TUBERKULOSIS PARU DI NEGARA BERKEMBANG

Eldrajune Agnes Sriratih<sup>1\*</sup>, Suhartono<sup>2</sup>, Nurjazuli<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Peminatan Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro

\*Corresponding author : [eldragnes26@gmail.com](mailto:eldragnes26@gmail.com)

### ABSTRACT

*One of all the contributing factors of Tuberculosis cases is environmental factors. So many cases of Tuberculosis are found in developing countries. Developing countries still have some issues or problems with environmental or living conditions. For example, in Indonesia, which takes the third place in Tuberculosis cases based on the World Health Organization in 2018, there are problems with sanitation and living conditions that are not well in some provinces in Indonesia. Based on those reasons, this review aims to describe what's the factor that influences the incidence of Tuberculosis. Systematic Review used in this research based on the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis) guidelines. Articles reviewed took from some international database and national database. For the international database there are 5 databases, those are NCBI (MEDLINE/PubMed), Science Direct, Scopus, Springer Link, JSTOR and for national databases are Portal SINTA and Garuda Rujukan Digital. Based on 11 articles reviewed, 7 factors associated with Tuberculosis cases found, those are overcrowding, structure and material of building, temperature, lighting, dampness, and cooking fuel. Density of occupancy or overcrowding and the presence of ventilation are factors of the physical environment that are often found. Those factors are related to the income level of their population in each country. In developing country income level leads to the fact that people didn't have so many sources, especially material to build a good building. A bad structure or quality of the building leads to other environmental factors such as overcrowding also the presence and the functions of ventilation associated with temperature, lighting and dampness.*

**Keywords:** *Indoor Environmental Factors, Tuberculosis, Developing Country*



## PENDAHULUAN

Tiga puluh negara pada tahun 2018 dikelompokkan sebagai 87% negara penyumbang kasus Tuberkulosis baru. Delapan negara merupakan  $\frac{2}{3}$  penyumbang kasus baru dari total seluruh kasus, yaitu India sebagai peringkat pertama, diikuti China di peringkat ke dua, selanjutnya Indonesia, Filipina, Pakistan, Nigeria, Bangladesh, dan Afrika Selatan.<sup>1</sup>

Sekitar 26% kasus TB berkaitan dengan permasalahan polusi dalam ruang.<sup>2</sup> Umur, tingkat Pendidikan, kepadatan penduduk, tipe rumah, ketercukupan air pada rumah tangga memiliki nilai yang signifikan sebagai faktor risiko tinggi terjangkit penyakit TB.<sup>3</sup> Pada negara berkembang, penyakit paru biasanya disebabkan oleh tuberculosi dan infeksi paru lainnya dapat berkembang menjadi kanker paru, termasuk pada orang yang tidak pernah merokok.<sup>4</sup>

Penyakit TB masih menjadi salah satu masalah dari 10 besar masalah penyakit yang menyebabkan kematian di dunia, dimana 95% kasus baru dan kasus meninggal akibat terjangkit penyakit ini terdapat di negara berkembang.<sup>1</sup> Kondisi lingkungan di negara berkembang kemungkinan besar mempengaruhi kesehatan penduduknya. Di berbagai negara berkembang ditemukan berbagai limbah beracun dibuang langsung ke tanah, air, dan udara dari proses industri, produksi kertas, penyamakan kulit, pertambangan, dan bentuk yang tidak stabil dalam pertanian, dengan jumlah di atas ambang batas yang dapat ditoleransi oleh tubuh. Bersamaan juga dengan masalah keracunan akut, akumulatif paparan berbagai kombinasi bahan kimia dan racun pada tubuh manusia dapat menjadi faktor adanya penyakit.<sup>5</sup>

Negara berkembang merupakan negara yang memiliki standar kehidupan rendah. Negara-negara ini biasanya mempunyai pendapatan per kapita (GNP) rendah meskipun mereka berada pada perkembangan ekonomi dan mempunyai GDP yang cukup tinggi. Data dari *Society for International Development* memperlihatkan bahwa walaupun sebagian besar masyarakat Kenya sudah memiliki akses untuk mendapatkan air bersih namun, 19 juta masyarakat Kenya masih meminum air yang tidak baik, sehingga akses air bersih lebih dibutuhkan. Orang dengan kondisi kesehatan yang rendah akan menurunkan pendapatan rumah tangga dan meningkatkan pembiayaan medis yang dikeluarkan oleh pemerintah.<sup>6</sup> Di Indonesia sendiri pertumbuhan penyakit TB didukung oleh wilayah Indonesia yang beriklim tropis dan belum meratanya perbaikan kondisi

lingkungan. Hal ini ditunjukkan dengan data statistik BPS pada tahun 2019 yang memperlihatkan kesenjangan antara wilayah Timur Indonesia dibandingkan terutama dengan wilayah pada pulau Jawa. Pada negara Brasil, ditemukan pula permasalahan kepadatan penduduk. Penduduk yang bertambah banyak mengakibatkan permintaan untuk wilayah tempat tinggal juga meningkat dan polusi udara bertambah lebih banyak akibat kegiatan industri yang terus berkembang, sehingga kesehatan masyarakat dapat terganggu khususnya pada sistem saluran pernapasan.<sup>7</sup>

Bervariasinya hasil penelitian berkaitan dengan faktor lingkungan fisik dan besar pengaruhnya yang tentunya berbeda pada beberapa penelitian maka tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu diharapkan dapat merangkum dan mengidentifikasi setiap faktor-faktor lingkungan fisik dalam ruang dan pengaruhnya yang berkaitan dengan penyakit TB di negara berkembang serta membandingkan dan menganalisis penyebab adanya faktor tersebut pada negara berkembang dan diharapkan dapat berkontribusi untuk mengatasi permasalahan Tuberkulosis terutama di negara berkembang, yang masih menjadi penyumbang terbesar kejadian Tuberkulosis menurut WHO.

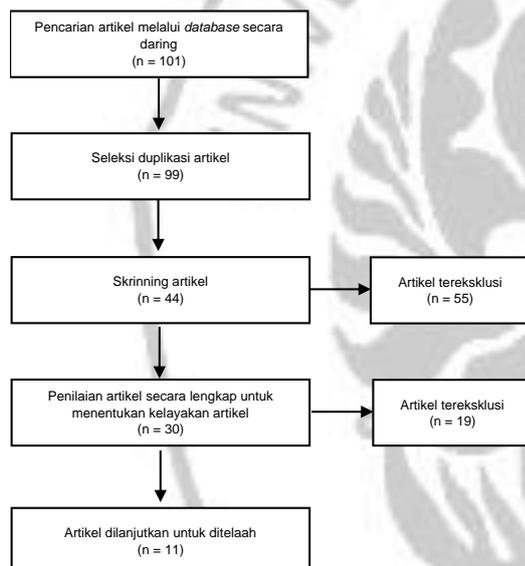
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode systematic review dengan berpedoman pada protokol PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis*). Penelitian dilakukan sejak bulan Mei sampai dengan bulan Oktober 2020.

Penelitian ini membahas mengenai hubungan antara faktor lingkungan fisik dalam ruang sebagai variabel bebas dengan kejadian Tuberkulosis Paru sebagai variabel terikat, sehingga jurnal yang akan digunakan sebagai subjek review adalah yang menjelaskan hubungan tentang keduanya.

Kriteria inklusi dalam penentuan artikel yaitu mengenai tahun publikasi artikel adalah tahun 2010 – 2020. Penelitian pada artikel yang akan diseleksi harus berlokasi di negara berkembang (d disesuaikan dengan list data World Bank tahun 2019). Artikel merupakan penelitian kuantitatif. Metode yang digunakan pada artikel adalah selain *cross-sectional*. Penelitian berbahasa Indonesia dan/atau bahasa Inggris. Artikel berasal dari situs pencarian jurnal bereputasi apabila dalam skala internasional, dan pada artikel Indonesia memiliki nilai minimal sinta 4. Artikel akan dieksklusi ketika artikel merupakan hasil *review* baik itu *systematic review* ataupun jenis *review* yang lainnya.

Pencarian artikel dilakukan pada beberapa situs jurnal dengan menggunakan kata kunci pencarian dalam Bahasa Indonesia yaitu keterkaitan, lingkungan, faktor tuberkulosis paru, negara berkembang. Sedangkan pencarian artikel atau jurnal internasional menggunakan kata kunci pencarian dalam bahasa Inggris seperti *factor, environmental, condition, tuberculosis, middle income country*. Seleksi tahap pertama adalah mengenai kesesuaian judul dengan topik, dilanjutkan dengan seleksi abstrak dan selanjutnya adalah penilaian artikel secara keseluruhan. Seleksi ini disebut juga *Critical Appraisal*. Pada tahap ini pedoman yang digunakan untuk menilai jurnal secara keseluruhan adalah pedoman yang berasal dari CASP (*Critical Appraisal Skills Programme*). CASP digunakan karena dinilai dapat menjadi pedoman penilaian artikel sesuai dengan metode yang digunakan. Jurnal yang akan digunakan sebelumnya dinilai untuk mengetahui kualitas jurnal tersebut.



**Gambar 1. Alur Pemilihan Artikel**

### Hasil

Dari 44 jurnal yang masuk ke tahap seleksi abstrak 30 di antaranya lolos untuk dilakukan seleksi selanjutnya, yaitu penilaian CASP. Artikel yang telah lolos sampai dengan tahap *Critical Appraisal* ada 11 jurnal. Maka jurnal ini yang akan dijadikan subjek review pada penelitian ini.

**Tabel 1 Hasil Penelitian yang Ditemukan dari Artikel Terpilih**

No	Judul	Tahun	Penulis	Lokasi	Responden	Desain Studi	Variabel	Hasil
1	Kebiasaan Tinggal di Rumah Etnis Timor Sebagai Faktor Risiko Tuberkulosis Paru	2013	Naben AX, Suhartono, Nurjazuli	Kabupaten Timor Tengah Utara, Provinsi Nusa Tenggara Timur	Terdiri dari 50 responden kelompok kasus dan 50 responden kelompok kontrol	Case control	Ventilasi silang Luas lubang ventilasi Pencahaya-an,  Jenis dinding rumah Jenis lantai rumah Kelembaban  Kepadatan hunian rumah	OR = 4,2 OR = 6,3 64% responden yang terdiri dari 84% kasus dan 44% control menempati rumah dengan pencahayaan yang tidak memenuhi syarat OR = 4,7 OR = 3,7 76% responden menempati rumah dengan kelembaban yang tidak memenuhi syarat OR = 9.3
2	Faktor Risiko Lingkungan Fisik Rumah dan Karakteristik Wilayah Sebagai Determinan Kejadian Penyakit Tuberkulosis Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Sentani Kabupaten Jayapura Provinsi Papua	2012	Ayomi AC, Setiani O, Joko T	Wilayah Kerja Puskesmas Sentani Kabupaten Jayapura Provinsi Papua	106 responden, 53 kasus dan 53 kontrol	Case control	Jenis rumah Sinar matahari Luas ventilasi rumah Luas ventilasi kamar Kelembaban udara kamar tidur Suhu udara kamar tidur Kepadatan hunian kamar Jenis lantai rumah	OR = 2,372 OR = 2,522 OR = 2,522 OR = 3,272 OR = 5,365 OR = 4,926 OR = 3,208 OR = 3,718

3	Hubungan Antara Perilaku Ibu dan Lingkungan Fisik Rumah dengan Kejadian Tuberkulosis Paru Anak di Kota Pekalongan	2015	Mudiyono, W NE, Adi MS	Kota Pekalongan	100 responden, 50 kasus dan 50 kontrol	Retrospektif studi, dengan pendekatan <i>case control</i>	Kepadatan hunian Luas ventilasi Suhu ruangan, Kelembaban ruangan Pencahayaan alami Jenis lantai	OR = 6,641 OR = 3,622 OR = 2,298 OR = 6,000 OR = 2,912 OR = 1,714
4	Hubungan Faktor Kesehatan Lingkungan Rumah Dengan Kejadian Tuberkulosis Paru Di Puskesmas Seginim Kabupaten Bengkulu Selatan	2012	Juliansyah E, Martono A, Harsono P	Kabupaten Bengkulu Selatan	Total responden n 128 (64 kasus dan 64 kontrol)	<i>Case control</i>	Intensitas pencahayaan Kelembaban	OR = 165,571 OR = 165,571 OR = 299,667
5	Analisa Faktor Risiko Lingkungan Terhadap Kejadian Tuberkulosis Paru	2011	Harfadhilah D, Noor NN, Sunarka IN	wilayah kerja Puskesmas Poasia	68 sampel untuk kasus dan 68 sampel untuk kontrol.	<i>Case control</i>	Kepadatan hunian rumah Ventilasi Jenis dinding Jenis lantai rumah Kontak serumah dengan keluarga yang menderita TB paru.	OR = 7,756 OR = 6,651 OR = 1,548 OR = 6,217 OR = 18,962
6	Association of childhood pulmonary tuberculosis with exposure to indoor air pollution: a case control study	2011 - 2014	Jafta N, Jeena PM, Barregard L, Naidoo RN	Durban, Afrika Selatan	234 responden, 107 kasus dan 127 kontrol	<i>Case control</i>	Bahan bakar utama memasak Kelembaban Kepadatan hunian	OR = 2.6 (1.1–6.4) OR = 1.8 (1.01–3.1) OR = 1.8 (1.1–3.2)
7	Factors associated with tuberculosis cases in Semarang	2012 - 2013	Rahayu SR, Katsuyama H, Demura M, Katsuyama M, Ota Y,	Semarang, Indonesia	129 kasus dan 83 kontrol	<i>Case control</i>	Jenis lantai Keberadaan ventilasi Sinar matahari	OR = 0,06 OR = 0,02 OR = 0,06

	District, Indonesia: case-control study performed in the area where case detection rate was extremely low		Tanii H, et al				Letak dapur (di dalam atau di luar rumah) Bahan bakar memasak, Kelembaban	
8	Incident Mycobacterium tuberculosis infection in household contacts of infectious tuberculosis patients in Brazil	2008 - 2013	Jones-López EC, Acuña-Villaorduña C, Fregona G, Marques-Rodrigues P, White LF, Hadad DJ, et al	Brasil	277 keluarga	Cohort	Tidur di ruang yang sama dengan penderita Tuberkulosis	OR 2.22, 95% CI 0.91–5.36; p = 0.08
9	Measuring ventilation and modelling M. tuberculosis transmission in indoor congregate settings, rural KwaZulu-Natal	2014	Taylor JG, Yates TA, Mthethwa M, Tanser F, Abubakar I, Altamirano H.	KwaZulu-Natal, Afrika Selatan	3 bangunan (gereja, ruang kelas, rumah tunggu rumah sakit)	Eksperimental	Lama waktu tinggal Kepadatan Ventilasi silang	Ventilasi baru dan <i>laticing</i> dapat mengurangi risiko penularan sebanyak 10% dan 70%.
10	Predictors of pediatric tuberculosis in public health facilities of Bale zone, Oromia region, Ethiopia: a case control study	2016	Gebremichael B, Abebaw TA, Moges T, Abaerei AA, Worede N	Ethiopia	432 sample, terdiri dari 144 kasus dan 288 kontrol	Case control	Jumlah orang dalam satu rumah Keberfungsian jendela Letak/posisi dapur	OR= 1.48(0.76–2.88) OR= 2.7(1.40–5.32) OR= 2.56(1.50–4.39)
11	Factors associated with default from treatment among tuberculosis patients in nairobi province, Kenya: A	2011	Mutare BN, Keraka MN, Kimuu PK, Kabiru EW, Ombeka VO, Oguya F	Nairobi, Kenya	120 kasus dan 154 kontrol	Case control	Ukuran rumah Jumlah orang dalam 1 rumah	OR= ,09 (0,87-4,83) t = 1.8 [p = 0,07]

case control  
study

## PEMBAHASAN

### Faktor lingkungan fisik dalam ruang

#### Kepadatan hunian

Kepadatan hunian merupakan salah satu faktor yang sering ditemukan, karena 72,7% jurnal yang direview membahas kepadatan sebagai salah satu faktor risiko lingkungan yang memiliki hubungan dengan kejadian Tuberkulosis. Pada penelitian yang dilakukan di Nairobi, Kenya, rata-rata populasi dalam rumah yaitu sebesar 4.7 orang per rumah untuk kasus dan 5.4 untuk kontrol dan kebanyakan tinggal di rumah yang hanya memiliki 1 kamar.<sup>8</sup> Kepadatan hunian rumah erat kaitannya dengan kejadian Tuberkulosis Paru dimana semakin banyak penghuninya udara dalam rumah akan cepat tercemar dikarenakan meningkatkan kadar CO<sub>2</sub> di udara dalam rumah.<sup>9</sup>

Pada penelitian yang dilakukan di Puskesmas Seginim, ditemukan bahwa risiko terjadinya penyakit Tuberkulosis paru pada balita yang menempati rumah padat penghuni 42,14 kali lebih besar dibanding dengan balita yang tidak menempati rumah padat penghuni.<sup>10</sup> Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan di NTT, Indonesia, yang menemukan bahwa kepadatan hunian dimana rumah dengan kepadatan hunian kurang dari 9 m<sup>2</sup>/orang, memiliki risiko menderita tuberkulosis paru 9,2 kali lebih besar.<sup>9</sup>

Pada penelitian yang dilakukan Harfadhilah D, dkk. Mengemukakan bahwa kontak serumah dengan keluarga yang memiliki riwayat Tuberkulosis juga memiliki risiko 18 kali lebih besar untuk terjangkit TB paru dibuktikan dengan nilai OR sebesar 18,962,<sup>11</sup> Maka dengan demikian semakin banyak jumlah orang dalam suatu ruangan tertutup, maka semakin erat kontak secara fisik pada setiap orang dalam ruangan tersebut, apabila salah satu orang dalam ruangan terjangkit penyakit menular khususnya Tuberkulosis, penyakit akan lebih cepat tertular jika terjadi kontak erat dalam ruang dikarenakan jarak antar orang dalam ruang terlalu dekat. Sehingga sebaiknya ukuran rumah dengan jumlah anggota keluarga lebih disesuaikan kembali mengingat pentingnya memiliki rumah dengan jumlah anggota keluarga yang seimbang. Menurut UK Shelter, kepadatan hunian dibagi menjadi 2 yaitu berdasarkan standar jumlah ruang dan standar luas ruang. Dikatakan ukuran rumah seimbang dengan jumlah anggota keluarga dilihat dari jumlah indeks orang dalam rumah tidak melebihi 2 per 10.2 m<sup>2</sup>. Hitungan indeks adalah 0.5 untuk anak berusia 1 – 9 tahun, dan indeks 1 adalah untuk anak di atas 10 tahun dan orang dewasa.<sup>12</sup>

#### Ventilasi udara

Ventilasi udara menjadi salah satu faktor selanjutnya, hal ini dikarenakan 63% jurnal yang ditelaah menyatakan bahwa ventilasi udara atau lubang sirkulasi udara adalah faktor risiko yang memiliki hubungan dengan kejadian Tuberkulosis Paru berikutnya. Keberadaan ventilasi udara akan sangat mempengaruhi faktor lain seperti akses sinar matahari masuk dan pertukaran udara, serta suhu dan kelembaban pada suatu ruangan.

Fungsi dari keberadaan ventilasi rumah adalah menjaga udara dalam rumah agar tetap terjaga kesehatannya. Keberadaan ventilasi udara dalam suatu ruangan dapat mendukung pertukaran udara luar dan dalam ruangan sehingga udara yang tercemar dalam ruang dapat digantikan udara baru dari luar ruangan atau mendukung proses dilusi udara.

Hal serupa terjadi pada penelitian yang dilakukan di Nusa Tenggara Timur, Indonesia. Masyarakat yang memilih tinggal di rumah etnis "Ume Bubu" tidak memiliki jendela, ventilasi dan pintu yang memenuhi syarat, sehingga kondisi dalam rumah suhunya panas, gelap dan lembab. Ventilasi selain sebagai tempat keluar masuknya udara juga merupakan tempat untuk masuknya cahaya ultraviolet. Dengan adanya ventilasi, rumah akan tetap segar, dan menjaga pergerakan udara antara udara dalam dan udara luar rumah, mengeluarkan udara yang tercemar (bakteri dan CO<sub>2</sub>) di dalam rumah dan menggantikan dengan udara yang mengandung O<sub>2</sub> yang segar dan bersih, disamping itu ventilasi mempengaruhi proses dilusi udara dengan kata lain mengencerkan konsentrasi kuman tuberkulosis paru dan kuman lain.<sup>9</sup> Hal ini juga terjadi pada penelitian di Pekalongan, dimana ditemukan bahwa anak yang tinggal dalam hunian yang memiliki luas ventilasi kurang dari 10% luas lantai memiliki risiko 3,224 kali menderita TB paru.<sup>13</sup>

Pada penelitian yang dilakukan di Peru yaitu pembuatan jendela baru yang dapat menjadi sarana sirkulasi udara menunjukkan bahwa adanya pengurangan risiko sebesar 10% per jam yang menunjukkan apabila keberadaan ventilasi terutama ventilasi silang dapat mengurangi penyebaran penyakit Tuberkulosis Paru dikarenakan bakteri Tuberkulosis yang terkandung dalam udara dapat keluar secara alami akibat sirkulasi udara yang baik.<sup>14</sup> Berkaitan dengan permasalahan ventilasi dapat diusahakan untuk membuat ventilasi tambahan apabila rumah terasa pengap. Ventilasi rumah dapat berupa jendela ataupun lubang segi empat di atas sekitar dinding, juga untuk mencegah

adanya serangga ataupun nyamuk bisa digunakan jarring kecil untuk menutupnya, sehingga udara dalam dan luar tetap bisa bertukar. Namun ventilasi dapat berjalan optimal apabila digunakan secara optimal, seperti rajin membuka jendela di pagi hari, membuka pintu rumah agar sirkulasi udara dapat berjalan dengan baik.

### **Struktur dan jenis bahan bangunan**

Struktur dan jenis bahan bangunan yang termasuk dalam pembahasan ini adalah jenis lantai dan jenis dinding. Sebanyak 45% jurnal membahas mengenai struktur dan jenis bahan pada bangunan terutama jenis lantai dan jenis dinding. Jenis dinding yang tidak kedap air, terbuat dari lumpur dan rumah dengan jenis lantai yang tidak memenuhi syarat (tanah, papan dan lontar/ tidak kedap air) mempunyai risiko meningkatkan kejadian penyakit tuberculosis.<sup>9,13</sup> Kondisi dinding harus bersifat kedap air agar tidak berpotensi memicu perkembangbiakan bakteri.<sup>15</sup> Kondisi lantai tanah kemungkinan besar memiliki kelembaban berlebih terutama saat hujan atau udara dingin, dan apabila saat musim panas lantai tanah yang kering akan berpotensi menimbulkan debu dan mengganggu kesehatan khususnya pada saluran pernapasan.<sup>16</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Ayomi, dkk memperlihatkan bahwa penggunaan rumah adat sebagai alternatif tinggal berpengaruh terhadap faktor Tuberculosis. Hal ini didukung oleh jenis bahan yang digunakan untuk dinding, lantai dan atap rumah tersebut tidak kedap air sehingga memicu perkembangbiakan bakteri pada rumah tersebut.<sup>17</sup> Pada penelitian yang dilakukan di Bale Zone, Brasil memperlihatkan bahwa masyarakat yang tinggal berpindah akibat tidak memiliki rumah tetap sehingga harus berganti sewa tempat tinggal dari satu rumah ke rumah yang lain menjadi salah satu penyebab masyarakat dapat terindikasi bakteri karena kondisi lingkungan rumah yang tidak menentu dan berbeda-beda.<sup>18</sup> Berdasarkan hal tersebut, diperkirakan masyarakat tidak dapat tinggal di rumah yang layak dikarenakan pendapatan masyarakat yang masih rendah.<sup>17,18</sup> Bantuan alokasi dana kepada masyarakat dari pemerintah terkait rumah tinggal dan peningkatan ekonomi masyarakat diharapkan mampu menjadi salah satu solusi permasalahan ini.

### **Suhu dan Pencahayaan**

Sebanyak 27% jurnal membahas mengenai suhu yang berpengaruh terhadap risiko kejadian Tuberculosis Paru. Ketiga jurnal tersebut merupakan jurnal yang dilakukan di Indonesia. Bakteri Tuberculosis dapat hidup bertahun-tahun dan dapat hidup dalam suhu kamar sekitar 6 – 8 bulan. Namun bakteri dapat mati pada suhu 60°C selama 15 - 20

menit. Sinar matahari langsung juga dapat membunuh bakteri Tuberculosis akibat adanya kandungan sinar ultraviolet.<sup>9,10,13</sup>

Empat puluh lima persen (45%) jurnal yang ditelaah menyatakan bahwa pencahayaan juga menjadi faktor yang memiliki hubungan dengan kejadian Tuberculosis Paru. Pencahayaan dibagi menjadi dua yaitu pencahayaan alami yang bersumber dari matahari dan pencahayaan buatan yang bersumber dari lampu. Pencahayaan sinar matahari dinilai lebih efektif dibandingkan pencahayaan buatan yang berasal dari lampu. Sinar matahari mengandung ultraviolet yang dapat membunuh kuman, bakteri ataupun virus, dan mikroorganisme lainnya. Angka kuman yang ada dalam ruangan akan lebih ditekan apabila sinar matahari dapat masuk dalam ruang. Pencahayaan dari lampu biasa hanya mampu menerangi namun tidak turut serta memerangi kuman ataupun mikroorganisme dalam suatu ruangan. Pencahayaan yang dibutuhkan dalam syarat rumah sehat adalah 60 lux dengan syarat tidak menyilaukan. Bakteri akan mati apabila terkena sinar matahari secara langsung karena tidak dapat melakukan proses fotosintesis, maka dari itu penting untuk memastikan sinar matahari masuk dalam ruangan atau dalam rumah.

### **Kelembaban**

Kelembaban juga menjadi faktor lingkungan fisik yang memiliki hubungan dengan kejadian Tuberculosis Paru. Hal ini dinyatakan sebanyak 56% jurnal yang ditelaah. Bakteri dapat hidup beberapa jam ditempat yang gelap dan kelembabannya lebih dari 60%.<sup>9,10</sup> Penelitian yang dilakukan di kota Pekalongan, Indonesia menyatakan bahwa anak yang tinggal di rumah yang memiliki kelembaban kurang dari 40% atau lebih dari 70% memiliki risiko menderita Tuberculosis Paru sebesar 3.236 kali.<sup>13</sup> Kelembaban diketahui mempengaruhi infeksi jamur pada sistem pernapasan tetapi belum ditemukan adanya studi yang membahas hubungannya dengan Tuberculosis Paru. Diasumsikan bahwa ada hubungan antara kelembaban dengan tuberculosis. Mengenai hal tersebut, dapat diasumsikan bahwa kelembaban berhubungan dengan tumbuhnya jamur (Mould) dalam ruang. Jamur ini diketahui membuat pernapasan menjadi buruk atau berkoloni dan membuat luka yang menghasilkan lesi di paru-paru dimana bakteri Tuberculosis dapat tumbuh dan berkembang. Maka dari itu paparan jamur atau kelembaban mengindikasikan paparan racun dari jamur, glukosa dan VOCs (*Volatile Organic Compounds*) yang berkaitan dengan kekebalan dari sistem pernapasan.<sup>19</sup>

### Bahan bakar memasak

Pada penelitian yang dilakukan di Durban, 10% - 40% rumah tangga yang menggunakan bahan bakar tidak bersih untuk memasak memiliki tingkat PM10 dan konsentrasi NO<sub>2</sub> yang tinggi. Di lingkungan perkotaan, PM10 dalam ruang dan NO<sub>2</sub> merupakan hasil dari berbagai substansi seperti emisi bahan bakar dan polutan udara lainnya, sedangkan pada daerah pedesaan bahan bakar memasak menjadi kontributor utama.<sup>18</sup> Dari beberapa sampel PM10 yang dikumpulkan menunjukkan adanya beberapa hubungan dengan kasus aktif Tuberkulosis Paru karena bagian dari PM seperti *metals*, PAHs diketahui dapat menyebabkan sakit pada saluran pernapasan atau berhubungan dengan kekebalan paru-paru terhadap infeksi, sehingga memungkinkan bakteri Tuberkulosis lebih mudah untuk berkembang biak apabila menjangkiti paru-paru yang kekebalannya kurang.

### Penyebab keberadaan faktor pada negara berkembang

Pada telaah yang telah dilakukan pada beberapa negara yaitu Afrika Selatan, Brasil, Indonesia, masing-masing negara mempunyai karakteristik dan faktor lingkungan yang berpengaruh dengan kejadian Tuberkulosis Paru. Sebanyak 72.7% jurnal menyatakan bahwa faktor kepadatan hunian dan 63% jurnal menyatakan bahwa keberadaan ventilasi dalam ruangan mempengaruhi kejadian Tuberkulosis Paru pada negara masing-masing. Kepadatan hunian mengacu kepada jumlah penduduk pada negara tersebut. Hal ini juga dapat dilihat dari berbagai piramida penduduk pada negara berkembang. Piramid ekspansif memperlihatkan angka yang besar atau persentasi dari populasi pada kelompok usia muda, biasanya dengan setiap kelompok grup lebih kecil ukuran atau proporsinya dibandingkan dengan kelompok yang lahir lebih dulu. Tipe piramida ini biasanya ditemukan pada populasi dengan laju fertilitasi sangat besar dan angka harapan hidupnya rendah. Beberapa negara yang mungkin memperlihatkan komposisi penduduknya dengan piramid ekspansif ini adalah Amerika Latin dan beberapa negara ke-3 (*third world countries*) atau kini biasa disebut negara berkembang (*developing countries*).<sup>20</sup>

Pendapatan pada kelompok kasus tuberkulosis di Semarang ditemukan signifikan lebih rendah dibanding kelompok kontrol dan 3/4 dari kelompok kasus mendapatkan kurang dari 100\$ per bulan. Penelitian di Bale Zone juga menyatakan bahwa salah satu faktor pendukung faktor risiko adalah kemiskinan. Penelitian yang dilakukan di Indonesia, yaitu di Kabupaten Timor Tengah Utara, Provinsi Nusa Tenggara Timur, menunjukkan bahwa masyarakat yang tergolong ke dalam ekonomi yang

rendah tidak dapat membuat rumah yang sesuai dengan standar sehat, seperti mempunyai ventilasi, jenis dinding dan lantai yang kedap air, dsb., maka rumah etnis "ume bubu" dipilih sebagai alternatif tempat tinggal. Penelitian yang dilakukan di Brasil juga menunjukkan bahwa keluarga yang hidup di rumah sewa, merupakan indikator status sosial ekonomi rendah pada penelitian tersebut. Maka dengan rendahnya pendapatan keluarga khususnya pada negara berkembang, dimana negara berkembang atau negara berpendapatan menengah kebawah ditentukan apabila memiliki pendapatan nasional bruto antara \$1,006 dan \$3,955 per kapita<sup>21</sup>, menyebabkan penduduk tidak bisa mengusahakan tempat tinggal yang layak sesuai dengan ketentuan.

### Kesimpulan dan Saran

Berbagai macam faktor lingkungan ditemukan melalui telaah jurnal, dan dapat disimpulkan faktor lingkungan fisik yang berkaitan dengan Tuberkulosis Paru adalah kepadatan hunian, keberadaan ventilasi udara, struktur dan jenis bahan bangunan, pencahayaan, suhu, kelembaban, dan bahan bakar memasak. Kepadatan penduduk dan keberadaan ventilasi merupakan faktor yang paling sering ditemukan. Keberadaan faktor di negara berkembang disebabkan karena tingkat pendapatan penduduk pada masing-masing negara tersebut yang masih rendah dan komposisi penduduk ekspansif yang cenderung menimbulkan kepadatan penduduk. Pelaksanaan program seperti pembuatan tabungan atau pinjaman daerah dapat menjadi salah satu alternatif menolong masyarakat dalam segi pendapatan. Peningkatan pengetahuan masyarakat melalui edukasi mengenai pentingnya menjaga kesehatan lingkungan fisik dapat dilakukan secara lebih menyeluruh melalui pihak-pihak terkait supaya kasus Tuberkulosis Paru diharapkan dapat dikendalikan.

### DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization. WHO TB Report. World Health Organization Library Cat Data World. 2019;7.
2. Narasimhan P, Wood J, MacIntyre CR, Mathai D. Review Article Risk Factors for Tuberculosis. *Risk Factors Tuberculosis*. 2013;2013:8.
3. Gupta D, Das K, Balamughesh T, Aggarwal AN, Jindal SK. Role of Socio-Economic Factors in Tuberculosis Prevalence. *Indian Journal Tuberculosis*. 2004;51(1):27-31.
4. J Samet, C Humble, D Pathak. Personal and family history of respiratory disease and lung cancer risk. *Am Rev Respiratory Disease*. 1986;134(466).

5. World Health Organization, UNEP. Environment and Health in Developing Country [Internet]. The Health and Environment Linkages Initiative (HELI). Available from: <https://www.who.int/heli/risks/ehindevcoun/en/index1.html>
6. Marshall S. The Water Crisis in Kenya: Causes, Effects and Solutions. *Glob Major E-Journal*. 2011;2(1):31-45.
7. Central Bureau of Statistics. Indonesian Environmental Statistics 2019. Badan Pusat Statistik [Internet]. 2019;1-224. Available from: <https://www.bps.go.id/publication/2018/12/07/d8cbb5465bd1d3138c21fc80/statistik-lingkungan-hidup-indonesia-2018.html>
8. Muture BN, Keraka MN, Kimuu PK, Kabiru EW, Ombeka VO, Oguya F. Factors associated with default from treatment among tuberculosis patients in nairobi province, Kenya: A case control study. *BMC Public Health*. 2011;11:696.
9. Naben AX, Suhartono, Nurjazuli. Kebiasaan Tinggal di Rumah Etnis Timor Sebagai Faktor Risiko Tuberkulosis Paru The Living habit in Timorese Ethnic House as a Risk Factor for Pulmonary Tuberculosis. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 2013;12(1):10–21.
10. Juliansyah E, Martono A, Harsono P. Hubungan Faktor Kesehatan Lingkungan Rumah dengan Kejadian Tuberkulosis Paru di Puskesmas Seginim Kabupaten Bengkulu Selatan. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber daya Alam dan Lingkungan*. 2012;1(1):59–66.
11. Harfadhilah D, Noor NN, Sunarka IN. Analisa faktor risiko lingkungan terhadap kejadian tuberkulosis paru. *Medula*. 2013;1(1):7–13.
12. United Kingdom Shelter. Housing advice. [Internet]. 2019. Available from: [https://england.shelter.org.uk/housing\\_advice/repairs/check\\_if\\_your\\_home\\_is\\_overcrowded\\_by\\_law](https://england.shelter.org.uk/housing_advice/repairs/check_if_your_home_is_overcrowded_by_law).
13. Mudiyono, W NE, Adi MS. Hubungan Antara Perilaku Ibu dan Lingkungan Fisik Rumah dengan Kejadian Tuberkulosis Paru Anak di Kota Pekalongan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 2015;Vol. 14(2):45–50.
14. Taylor JG, Yates TA, Mthethwa M, Tanser F, Abubakar I, Altamirano H. Measuring ventilation and modelling M. Tuberculosis transmission in indoor congregate settings, rural KwaZulu-Natal. *Int Journal Tuberculosis Lung Disease*. 2016;20(9):1155–61.
15. Kurniawati E. Analisis Kualitas Fisik Rumah Dengan Keberadaan Mycobacterium Tuberculosis Di Udara. *Indonesia Journal Public Health*. 2019;13(1):13.
16. Lestari Muslimah DD. Physical Environmental Factors and Its Association with the Existence of Mycobacterium Tuberculosis: A Study in The Working Region of Perak Timur Public Health Center. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2019;11(1):26.
17. Ayomi AC, Setiani O, Joko T. Faktor Risiko Lingkungan Fisik Rumah dan Karakteristik Wilayah Sebagai Determinan Kejadian Penyakit Tuberkulosis Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Sentani Kabupaten Jayapura Provinsi Papua Risk Factors Of Physical Environment In Housing And Regional Character. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 2012;11(1):1–8.
18. Gebremichael B, Abebaw TA, Moges T, Abaerei AA, Worede N. Predictors of pediatric tuberculosis in public health facilities of Bale zone, Oromia region, Ethiopia: A case control study. *BMC Infect Dis*. 2018;18(1):1–9.
19. Jafta N, Jeena PM, Barregard L, Naidoo RN. Association of childhood pulmonary tuberculosis with exposure to indoor air pollution: A case control study. *BMC Public Health*. 2019;19(1):1–11.
20. American L, World T, States U, States U. Tools of the Trade: Population Pyramids. 1990;1–2.
21. World Bank. Middle-Income Country [Internet]. 2019. Available from: <http://www.worldbank.org/en/country/mic/overview#1>