

## Perbedaan Polutan Penyebab Polusi Udara Dalam Ruangan Pada Negara Maju dan Berkembang: *Literature Review*

### *Differences of Indoor Air Pollution Between Developed and Developing Countries: Literature Review*

Tarra Zettira\*<sup>1</sup>, Ririh Yudhastuti<sup>1</sup>

#### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Sebagian besar orang menghabiskan lebih banyak waktu di dalam ruangan, seperti di rumah. Adanya polusi udara dalam ruangan memiliki dampak kesehatan pada penghuni rumah seperti munculnya gejala gangguan saluran pernapasan.

**Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan polusi udara dalam ruangan di negara maju dan berkembang.

**Metode:** Metode yang digunakan untuk mengumpulkan artikel yaitu dengan *literature review*. Artikel diambil dari *database* Pubmed, Sage Journal, Science Direct, dan Scopus. Pada akhir pemilihan artikel hanya 14 artikel yang memenuhi kriteria inklusi.

**Hasil:** Kontaminan udara dalam ruangan yang ditemukan di negara maju antara lain jamur, asap rokok, dan bahan kimia seperti formaldehida. Pada negara berkembang, kontaminan udara dalam ruangan yang sering ditemukan yaitu asap hasil pembakaran ketika memasak.

**Kesimpulan:** Hasil telaah artikel menunjukkan kontaminan serta sumber kontaminan udara dalam ruangan pada negara maju dan berkembang berbeda karena perbedaan kondisi rumah dan kegiatan penghuni.

**Kata kunci:** Gejala Saluran Pernapasan, Negara Berkembang, Negara Maju, Polusi Udara dalam Ruangan, Rumah

#### ABSTRACT

**Background:** Most people spend more time indoors, such as at home. The presence of indoor air pollution has a health impact on the occupants of the house such as the appearance of respiratory symptoms.

**Objectives:** This study aims to analyze differences in indoor air pollution in developed and developing countries.

**Methods:** The method used to collect articles is literature review. Articles taken from databases such as Pubmed, SAGE Journal, Science Direct, and Scopus. At the end of selecting article only 14 articles met the inclusion criteria.

**Discussion:** Air contaminants found in developed countries include dampness, mold, cigarette smoke, and formaldehida. In developing countries, air contaminants found are the result of combustion from cooking.

**Conclusions:** This study shows that the contaminants and sources of indoor air contaminants in developed and developing countries are different due to differences in home conditions and occupants' activities.

**Keywords:** Respiratory Symptoms, Developed Countries, Developing Countries, Indoor Air Pollution, House,

---

\*Koresponden:

tarra.zettira-2018@fkm.unair.ac.id

Tarra Zettira

<sup>1</sup>Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Kampus C Mulyorejo, 60115, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

## PENDAHULUAN

Sebagian besar orang banyak menghabiskan waktu di dalam ruangan dan karena hal ini paparan polutan udara dalam ruangan memiliki dampak yang signifikan terhadap kesehatan manusia. Kualitas udara dalam ruangan merupakan penentu yang signifikan bagi kesehatan masyarakat. Kualitas udara dalam ruangan yang kurang baik dapat disebabkan oleh ventilasi yang tidak memadai, kurangnya sistem pendingin udara, bahan-bahan kimia serta aktivitas manusia. Dalam memenuhi kebutuhan hidupnya, manusia kerap kali menggunakan bahan kimia misalnya seperti untuk konstruksi atau dekorasi. Sehingga muncul sumber polusi udara lainnya yaitu antara lain pestisida, bahan-bahan pembersih, penyegar atau pengharum ruangan, dan juga gas yang dihasilkan dari memasak (Vardoulakis dan Kinney, 2019; Mannan dan Al-Ghamdi, 2021). Aktivitas-aktivitas manusia seperti ini tentunya menghasilkan beberapa polutan. Sumber polutan dalam ruangan umumnya menghasilkan polutan seperti NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, nano partikel, dan ozon (Norbäck *et al.*, 2019).

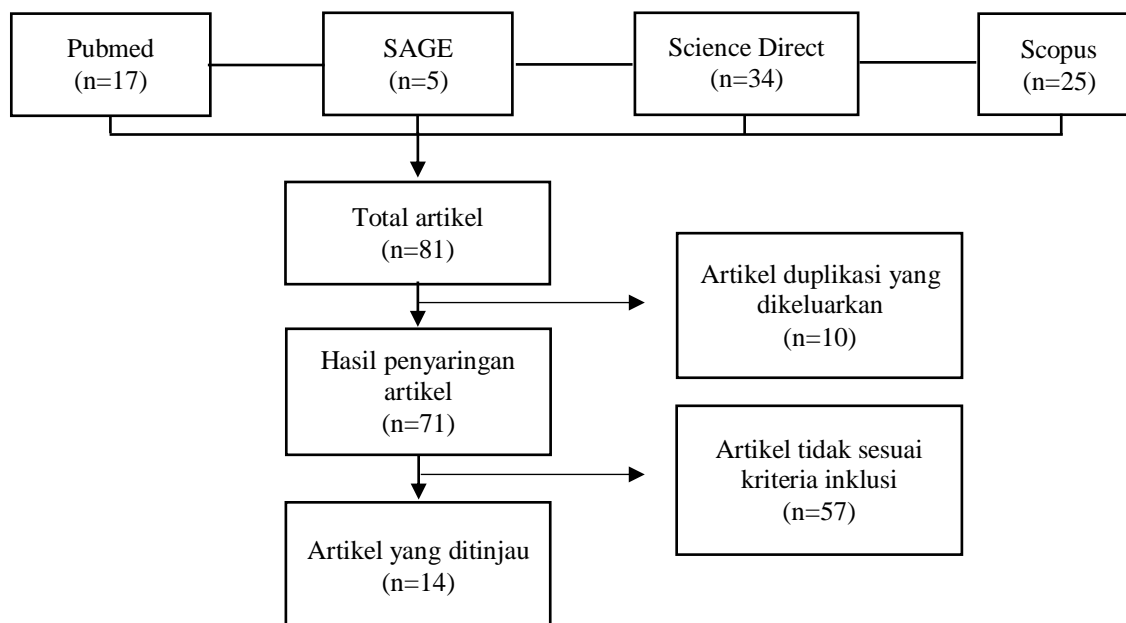
United States Environmental Protection Agency (USEPA) beserta World Health Organization (WHO) menganggap permasalahan kualitas udara dalam ruangan sebagai fenomena multi disiplin yang mana kemudian mengkategorikan polutan menjadi biologi, kimia, gas emisi, karsinogen, dan partikulat. Pada kategori biologi contohnya seperti alergen, endotoksin, dan jamur. Pada kategori kimia terdapat asap, batu bara dan hasil pembakaran bahan bakar, karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (N<sub>2</sub>O), dan pestisida. Kategori gas emisi antara lain formaldehida (HCHO), *Volatile Organic Compounds* (VOC), dan senyawa plastik. Pada kategori karsinogen yaitu radon. Pada partikulat contohnya partikel-partikel halus seperti PM 10, PM 2,5, PM 1, dan PM 0,1 (Mannan dan Al-Ghamdi, 2021).

Kondisi polusi udara dalam ruangan pada setiap negara berbeda-beda, karena dapat dipengaruhi oleh determinan seperti karakteristik hunian, penghuni, ventilasi, pola aktifitas, musim, iklim, lokasi tempat tinggal, pengaturan, dan variabilitas dalam bangunan (Vardoulakis *et al.*, 2020). Oleh karena determinan tersebut maka kondisi dan dampak kesehatan yang ditimbulkan oleh polusi udara dalam ruangan dapat berbeda di tiap negara termasuk pada negara-negara maju dan berkembang. Sebagai upaya menciptakan derajat kesehatan yang tinggi untuk masyarakat di dunia maka perlu melihat bagaimana keadaan polusi udara dalam ruangan di berbagai negara. Pada studi ini dibagi menjadi negara maju dan berkembang sehingga dengan mengetahui keadaan tersebut diharapkan dapat memberikan cara bagaimana mencegah serta menangani permasalahan ini. Melihat keseriusan permasalahan polusi udara dalam ruangan dan dampaknya bagi kesehatan khususnya pada sistem pernapasan maka studi literatur ini dilakukan. Tujuan dari studi ini adalah menganalisis perbedaan polusi udara dalam ruangan di negara maju dan berkembang.

## METODE

Waktu yang dihabiskan oleh masyarakat diketahui lebih banyak di dalam ruangan (Mannan dan Al-Ghamdi, 2021). Oleh karena itu kualitas di dalam ruangan perlu diperhatikan mengingat dua tahun terakhir ini hampir seluruh masyarakat diwajibkan beraktifitas dari rumah. Maka pada penelitian ini difokuskan mengkaji artikel terkait polusi dalam ruangan khususnya rumah. Kemudian artikel dicari dengan memanfaatkan 4 *database* yaitu Pubmed, Sage Journals, Science Direct, dan Scopus. Adapun kata kunci yang digunakan yaitu “*respiratory symptoms*” AND “*indoor air pollution*” AND “*house*” OR “*residential building*” OR “*home*”. Artikel yang dipilih merupakan publikasi 5 tahun terakhir yaitu dari tahun 2017 hingga 2022 yang memenuhi kriteria inklusi. Kriteria inklusi antara lain artikel publikasi tahun 2017-2022, artikel penelitian, *full text, open access*, berbahasa inggris, penelitian kualitatif dan kuantitatif, membahas penyakit saluran pernapasan akibat polusi udara dalam ruangan di negara maju dan berkembang. Selain kriteria inklusi dibutuhkan juga kriteria eksklusi untuk menghilangkan artikel yang dapat mengganggu keberhasilan studi dan memberikan data yang tidak akurat. Kriteria eksklusi pada studi ini adalah artikel yang tidak masuk dalam kriteria inklusi. Proses pemilihan artikel diilustrasikan pada Gambar 1.

Setelah menyaring artikel sesuai kriteria inklusi pada 4 *database* ditemukan artikel-artikel yang memenuhi dan kemudian dapat dikaji. Proses pemilihan artikel digambarkan pada Gambar 1. Pada akhir pencarian diperoleh sebanyak 14 artikel yang dianggap memenuhi kriteria inklusi. Artikel-artikel terpilih dituliskan pada Tabel 1. Artikel-artikel tersebut menunjukkan bahwa keberadaan polusi udara dalam ruangan dikaitkan dengan gejala pernapasan. Gejala pernapasan dapat berupa batuk, sesak napas, mengi, dada sesak, berdahak, hidung tersumbat, dan pilek.



**Gambar 1.** Proses Pemilihan Artikel

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setiap tahunnya polusi udara menjadi penyebab dari jutaan kematian di seluruh dunia, maka dari itu dapat dikatakan polusi udara dalam ruangan merupakan ancaman serius bagi kesehatan masyarakat. Kegiatan sehari-hari manusia umumnya menyebabkan polusi udara dalam ruangan melalui pembuangan gas, asap tembakau, pestisida, pelarut, bahan pembersih, partikulat, debu, jamur, serat, dan alergen (Mannan dan Al-Ghamdi, 2021). Normalnya polusi udara dalam ruangan merupakan campuran kompleks antara partikulat dan berbagai macam komponen gas. Polusi udara dalam ruangan umumnya memproduksi beberapa polutan seperti NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, nano partikel, dan ozon. Komposisi polusi udara dalam ruangan berbeda secara signifikan tergantung pada sumber, tingkat emisi, dan kondisi ventilasi. Kondisi rumah yang berbeda mempengaruhi polusi udara dalam ruangan yang ada (Maré *et al.*, 2018).

Kondisi rumah yang berbeda ini menyesuaikan kegiatan yang dilakukan oleh penghuni rumah setiap harinya. Salah satu kegiatannya yaitu masak, ada yang menggunakan *liquefied petroleum gas* (LPG) dan ada juga yang masih menggunakan biomassa seperti kayu bakar, arang atau sisa pertanian (Kaur-Sidhu *et al.*, 2019). Kedua cara masak tersebut mempengaruhi polusi udara dalam ruangan rumah sehingga memberikan dampak kesehatan yang berbeda. Kemudian adanya perokok di dalam rumah juga mempengaruhi adanya polusi udara dalam ruangan karena gas karbon monoksida yang ada di asap rokok. Selain itu ventilasi yang ada di dalam rumah juga dapat mempengaruhi (Ahmed *et al.*, 2019). Keadaan-keadaan seperti ini juga berbeda di berbagai negara seperti di negara maju dan berkembang dimana kebutuhan, kemampuan dan aktivitas yang dilakukan setiap masyarakatnya berbeda.

**Tabel 1.** Hasil Telaah Artikel

Nama Penulis (Tahun)	Lokasi dan Negara	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
(Wang <i>et al.</i> , 2019)	Rumah di negara Islandia, Norwegia, Denmark, dan Estonia.	Penelitian kuantitatif dengan desain studi kohort.	Adanya kerusakan saluran air menyebabkan dinding menjadi lembap dan munculnya jamur di dalam rumah. Kedua hal tersebut dapat meningkatkan terjadinya gejala-gejala saluran pernapasan seperti batuk, mengi, dan sesak napas.
(Tamire <i>et</i>	Rumah yang	Penelitian kuantitatif	Prevalensi gejala saluran pernapasan seperti

( <i>al.</i> , 2019)	berada di Kota Addis Ababa dan Butajira, Ethiopia.	dengan desain studi <i>cross-sectional</i> .	batuk, mengi, sesak napas, dan iritasi hidung serta penurunan fungsi paru lebih tinggi pada populasi pedesaan. Maka dari itu, populasi di pedesaan lebih berisiko terkena masalah pernapasan kronis
(Ranathunga <i>et al.</i> , 2019)	Pemukiman semi perkotaan di Sri Lanka.	Penelitian kuantitatif dengan desain studi kohort prospektif.	Konsentrasi CO dan PM2.5 lebih tinggi pada rumah yang menggunakan biomassa untuk memasak. Anak-anak yang tinggal di rumah tersebut lebih berisiko terkena batuk, sesak napas, dan mengi.
(Anwar <i>et al.</i> , 2021)	Pemukiman di komunitas First Nations Kanada.	Penelitian kuantitatif dengan desain studi <i>cross-sectional</i> .	Kelembapan dan bau jamur dalam rumah merupakan kontributor yang signifikan terhadap risiko mengi. Tinggal di rumah dimana penghuni merokok di dalam rumah dapat meningkatkan risiko terjadinya sesak napas.
(Chi <i>et al.</i> , 2017)	Rumah yang berlokasi di Barat Daya Taiwan.	Penelitian kuantitatif dengan desain studi longitudinal	Konsentrasi tinggi dari PM2.5 dan PM10 yang ditemukan di kamar tidur, dapur, dan ruang keluarga memiliki hubungan dengan memburuknya gejala saluran pernapasan penghuni rumah.
(Wang <i>et al.</i> , 2021)	Rumah yang berada di negara Islandia, Norwegia, Swedia, Denmark, Estonia.	Penelitian kuantitatif dengan desain studi kohort.	Merokok merupakan faktor risiko munculnya gejala saluran pernapasan. Merokok dan terpapar asap rokok merupakan faktor risiko munculnya gejala saluran pernapasan. Emisi kimia dari kayu atau cat lantai dapat meningkatkan timbulnya gejala saluran pernapasan. Tinggal di gedung yang dibangun sebelum 1960 dapat meningkatkan serangan batuk. Tinggal di gedung yang dibangun 1986-2001 dapat meningkatkan timbulnya sesak napas di malam hari.
(Rumchev <i>et al.</i> , 2017)	Rumah yang berada di Kota Tirupur, India.	Penelitian kuantitatif dengan desain studi <i>cross-sectional</i> .	Perumahan dan karakteristik sosial ekonomi memiliki dampak kesehatan yang signifikan pada wanita dan anak-anak di India. Studi intervensi membuktikan bahwa tingkat polusi udara dalam ruangan dapat diturunkan secara signifikan dengan menggunakan strategi intervensi yang berbeda termasuk penggunaan kompor yang lebih baik dan ventilasi yang lebih baik seperti memasang cerobong asap, tudung asap dan jendela yang diperbesar.
(Juntarawijit dan Juntarawijit, 2019)	Rumah yang berlokasi di daerah pedesaan di Provinsi Phitsanulok, Thailand.	Penelitian kuantitatif dengan desain studi <i>cross-sectional</i> .	Paparan asap kompor LPG dapat meningkatkan risiko terhadap munculnya batuk. Durasi memasak menjadi faktor risiko dari munculnya gejala saluran pernapasan karena semakin lama memasak maka semakin lama juga waktu paparan.
(Hu <i>et al.</i> , 2017)	Rumah di daerah perkotaan di Changsha, China.	Penelitian kuantitatif	Konsentrasi PM2.5 lebih banyak ditemukan pada ruang keluarga dan kamar tidur dan angkanya lebih tinggi pada musim dingin dibanding musim gugur. PM2.5 juga menjadi faktor risiko terjadinya gejala saluran pernapasan pada anak-anak.
(Norbäck <i>et al.</i> , 2019)	Rumah yang berada di 6 kota besar di China.	Penelitian kuantitatif dengan desain studi <i>cross-sectional</i> .	Rumah yang baru dilakukan renovasi memiliki emisi bahan kimia lebih banyak yang berasal dari perabotan baru. Oleh karena itu, kondisi tersebut memiliki hubungan lebih tinggi dengan terjadinya mengi pada

			penghuni rumah dan dapat meminimalisir kejadiannya dengan lebih sering membersihkan rumah. Penggunaan kompor gas, kondensasi pada kaca jendela, dan penggunaan pendingin ruangan juga memiliki hubungan.
(Coker <i>et al.</i> , 2020)	Rumah yang berada di daerah perkotaan di Uganda.	Penelitian kuantitatif dengan desain studi <i>cross-sectional</i> .	Tidak hanya jenis bahan bakar dan kompor yang digunakan untuk memasak, tetapi kombinasi polutan udara dalam ruangan juga memiliki hubungan dengan batuk terus menerus pada anak.
(Andualem <i>et al.</i> , 2020)	Rumah yang berada di Kota Gondar, Ethiopia.	Penelitian kuantitatif dengan desain studi <i>cross-sectional</i> .	Gejala saluran pernapasan terjadi pada rumah yang menggunakan kayu bakar dan batu bara untuk memasak. Ventilasi yang tidak memadai pada area dapur juga ikut serta mempengaruhi terjadinya gejala saluran pernapasan. Sama halnya dengan ventilasi dan bahan bakar memasak, emisi bahan kimia yang bersumber dari perabot baru juga memiliki hubungan dengan terjadinya gejala saluran pernapasan.
(Hasan <i>et al.</i> , 2019)	Rumah yang berada di daerah perkotaan di Bangladesh.	Penelitian kuantitatif dengan desain studi <i>cross-sectional</i> .	Prevalensi batuk, sesak napas, hidung tersumbat, dan hidung meler lebih tinggi pada anak-anak yang keluarganya menggunakan biomassa. Anak-anak yang berada dengan ibunya ketika memasak diketahui lebih berisiko memiliki gejala saluran pernapasan.
(Singleton <i>et al.</i> , 2018)	Rumah yang tinggal di Alaska, Amerika Serikat.	Penelitian kuantitatif dengan desain studi <i>case-control</i> .	PM2.5 yang berasal dari perapian atau tungku kayu mengakibatkan batuk dan mengi bagi penghuni rumah. Polutan lain yang ditemukan dan memiliki hubungan dengan gejala saluran pernapasan yaitu VOC yang berasal dari asap tembakau, insektida, dan peralatan bengkel. Adanya perbaikan ventilasi dapat mengurangi terjadinya gejala saluran pernapasan.

## Negara Maju

Negara maju yang menjadi lokasi penelitian antara lain Islandia, Norwegia, Swedia, Denmark, Estonia, dan Kanada. Kontaminan udara dalam rumah yang sering ditemukan yaitu jamur yang mana berasal dari kerusakan pipa saluran air dan kebocoran pada bangunan sehingga dinding menjadi lembap dan tumbuh jamur. Adapun jumlah artikel yang menjelaskan terkait adanya jamur dalam rumah yaitu sebanyak 3 dari total 4 artikel yang membahas permasalahan terkait pada negara maju. Jamur tersebut merupakan jenis jamur yang tumbuh pada area lembap dan mengeluarkan spora yang dapat berbahaya ketika dihirup. Kerusakan pipa saluran air dan kebocoran pada bangunan ditandai dengan adanya noda hitam di sekitar rumah, menggelembungnya cat dinding serta terciumnya bau jamur di dalam rumah. Noda-noda hitam sering kali muncul di dinding, lantai, langit-langit. Bau jamur dapat tercium di satu atau beberapa ruangan di rumah, kecuali pada ruang bawah tanah (Wang *et al.*, 2019; Anwar *et al.*, 2021).

Kelembapan dalam ruangan diperkirakan mempengaruhi sekitar 16% rumah di Eropa. Dinding bangunan yang lembap dan keberadaan jamur dapat diperparah bila ventilasi pada rumah kurang atau tidak memadai. Diketahui pada penelitian di Norwegia bahwa rumah yang dibangun sebelum tahun 1980 mengalami kerusakan saluran air lebih parah (Becher *et al.*, 2017) kemungkinan dikarenakan teknologi yang digunakan sudah berbeda (Wang *et al.*, 2019). Bau jamur dapat disebabkan karena kurangnya ventilasi yang memadai sehingga udara dalam ruangan tidak bertukar (Anwar *et al.*, 2021). Jamur serta dinding lembap yang ditemukan pada bangunan merupakan dampak dari rusaknya saluran air, ventilasi yang buruk serta kurangnya sinar matahari yang masuk ke dalam ruangan (ERS, 2017).

Adanya dinding lembap yang mengakibatkan tumbuhnya jamur diketahui dapat menyebabkan gangguan kesehatan bagi penghuni rumah. Gangguan kesehatan yang erat hubungannya antara lain batuk, mengi, sesak napas, dan nyeri dada saat bernapas (Wang *et al.*, 2019; Anwar *et al.*, 2021). Bau jamur yang selalu ada di rumah bahkan meningkatkan risiko sebanyak dua kali pada terjadinya mengi (Anwar *et al.*, 2021). Jamur

memproduksi alergen, iritan dan terkadang toksikan. Menghirup spora jamur dapat menyebabkan reaksi seperti bersin, hidung meler, batuk, mengi, dan sesak napas. Kelembapan juga dapat menyebabkan gejala saluran pernapasan, terutama bangunan rumah yang memiliki masalah dengan saluran airnya. Kelembapan atau keberadaan jamur di ruangan yang sering ditempati seperti kamar tidur, ruang keluarga, dapur, dan kamar mandi memiliki efek kesehatan lebih besar dibanding di ruangan yang jarang ditempati (Becher *et al.*, 2017).

Selain jamur, kontaminan udara lainnya yaitu asap yang berasal dari kebiasaan merokok di dalam rumah. Merokok merupakan sumber polutan seperti partikulat, SO<sub>2</sub>, karbon monoksida, *volatile organic compounds* (VOC) (Mannan dan Al-Ghamdi, 2021). Sejumlah besar senyawa beracun VOC diproduksi selama pembakaran yang tidak sempurna. VOC yang ditemukan dalam asap rokok telah dikaitkan dengan penyakit saluran pernapasan (Pazo *et al.*, 2017). Sama seperti VOC, CO juga berasal dari pembakaran rokok yang tidak sempurna (Hasan *et al.*, 2019).

Kemudian terdapat bahan kimia yang dapat mempengaruhi udara di dalam rumah yaitu cat rumah. Cat merupakan sumber dari kontaminan formaldehida. Formaldehida dapat ditemukan pada cat untuk kayu. Formaldehida telah diketahui sebagai polutan dalam ruangan yang khas selama beberapa dekade. Konsentrasi rata-rata formaldehida pada rumah di Eropa sebesar 20-30 mg/m<sup>3</sup>. Formaldehida yang terkandung dalam cat untuk kayu dapat meningkatkan risiko terjadinya gejala saluran pernapasan (Wang *et al.*, 2021). Paparan formaldehida dalam ruangan merupakan perhatian besar dalam kesehatan masyarakat karena sebagian besar masyarakat banyak menghabiskan waktunya di dalam ruangan (Mannan dan Al-Ghamdi, 2021).

Polutan lain yang terkandung dalam cat yaitu *volatile organic compounds* (VOC). Cat dalam rumah biasanya mengandung VOC. Konsentrasi *volatile organic compounds* (VOC) dalam rumah dapat berbeda-beda tergantung dari jenis cat yang digunakan, permukaan yang dicat serta sirkulasi dari ventilasi (Mannan dan Al-Ghamdi, 2021; Wang *et al.*, 2021). Sama seperti formaldehida, VOC juga telah menjadi masalah kesehatan, terutama di negara-negara berpenghasilan tinggi. Menurut United States Environmental Protection Agency (USEPA), konsentrasi VOC dua hingga lima kali lebih besar di dalam ruangan dibanding luar ruangan. VOC berbahaya karena menghasilkan reaksi tinggi terhadap epitel saluran napas dan membran mukosa sehingga dapat menjadi gangguan pada saluran pernapasan. Dampak dari paparan VOC dapat berupa batuk, mengi, dan iritasi kerongkongan (Alford dan Kumar, 2021).

### Negara Berkembang

Hampir seluruh bagian dunia terdampak oleh polusi udara dalam ruangan, tidak terkecuali pada negara berkembang. Berdasarkan hasil telaah, salah satu sumber polutan dari polusi udara dalam ruangan adalah penggunaan biomassa. 7 dari total 10 artikel yang penelitiannya berlokasi di negara berkembang membahas penggunaan biomassa dan polusi udara yang ditimbulkan. Penggunaan bahan bakar biomassa di rumah tangga merujuk pada bahan bakar yang berasal dari tumbuhan maupun hewan seperti batu bara, kayu, kotoran hewan, atau hasil pertanian. Kayu merupakan salah satu biomassa yang sering digunakan untuk memasak. Cara memasak seperti ini menjadi salah satu ancaman serius bagi kesehatan masyarakat (Adane *et al.*, 2021) serta menjadi salah satu faktor risiko utama morbiditas dan mortalitas secara global saat ini (Stanaway *et al.*, 2018).

Artikel yang ditelaah di studi ini merupakan penelitian yang dilakukan di Ethiopia, Sri Lanka, India, Thailand, China, Bangladesh, dan Uganda. Bagi masyarakat yang tinggal di negara berpenghasilan rendah dan menengah terutama mereka yang berada pada kelompok miskin yang memiliki akses terbatas ke bahan bakar maka mereka bergantung pada bahan bakar biomassa untuk memenuhi kebutuhan energi harian mereka seperti untuk memasak dan pemanas. Penggunaan energi rumah tangga penting untuk menyiapkan makanan, penghangat ruangan dan penerangan serta tujuan lainnya (Adane *et al.*, 2021).

Meskipun cara lain telah dilakukan untuk meningkatkan penggunaan bahan bakar yang ramah lingkungan dan baik bagi kesehatan, namun hampir 2,7 miliar orang, setengah populasi dari negara berkembang, memiliki akses yang terbatas ke fasilitas memasak yang aman, sehingga mengandalkan biomassa, batu bara atau minyak tanah untuk memenuhi kebutuhan energi (Adane *et al.*, 2021). Di Ethiopia sebagian besar rumah menggunakan bahan bakar biomassa sebagai bahan bakar yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan utama mereka di rumah sehari-hari. Sama halnya di Sri Lanka dan India dimana beberapa masyarakatnya masih memanfaatkan biomassa sebagai bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga mereka (Rumchev *et al.*, 2017; Ranathunga *et al.*, 2019). Di Sri Lanka, kompor dengan bahan bakar biomassa merupakan kontributor untuk polusi udara. Sebanyak 60% rumah tangga di Sri Lanka memilih biomassa, terutama kayu bakar, sebagai sumber utama bahan bakar memasak (Vakalopoulos *et al.*, 2021). Penggunaan bahan bakar biomassa juga masih digunakan di India dan pada sebuah penelitian menunjukkan lebih banyak pengguna biomassa dibanding LPG (Rumchev *et al.*, 2017).

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, pembakaran yang tidak sempurna menghasilkan karbon monoksida (CO) dan partikulat. Rumah yang menggunakan bahan bakar biomassa untuk memasak secara signifikan memiliki konsentrasi CO yang lebih tinggi dibanding rumah yang menggunakan LPG (Nayomi Ranathunga *et al.*, 2019). Sebagian besar dampaknya mempengaruhi penduduk pada negara berpenghasilan menengah dan miskin. Penggunaan biomassa sebagai bahan bakar untuk memasak merupakan penyebab

terjadinya gangguan saluran pernapasan (Adane *et al.*, 2021). Tidak terkecuali munculnya gejala saluran pernapasan seperti batuk, mengi, hidung meler, bersin, atau sesak napas. Penelitian lain menunjukkan bahwa memasak di dalam rumah menggunakan biomassa misalnya kayu bakar dapat meningkatkan risiko batuk dan mengi. Pada penelitian tersebut juga disebutkan bahwa batuk yang diderita bisa menjadi kronis yaitu selama 3 bulan atau lebih (Tamire *et al.*, 2019).

Hal lain yang dapat mempengaruhi munculnya gejala saluran pernapasan yaitu terbatasnya ventilasi yang dibutuhkan agar asap hasil pembakaran keluar dari ruangan dan tidak terhirup oleh penghuni rumah. Adanya ventilasi yang memadai serta durasi masak yang singkat dapat mengurangi prevalensi terjadinya gejala saluran pernapasan (Tamire *et al.*, 2019). Desain rumah pengguna bahan bakar biomassa yang tidak memiliki ventilasi yang baik hingga kesulitan mengeluarkan asap dari ruangan akan lebih sering terkena dampak buruk bagi kesehatan (Juntarawijit dan Juntarawijit, 2019). Paparan terhadap polusi udara dalam ruangan ini sebagian besar mempengaruhi wanita dan anak-anak salah satunya karena peran domestik berbasis gender yang terkait dengan waktu yang dihabiskan dalam ruangan. Pada negara berkembang populasi yang biasanya terdampak adalah wanita karena wanita menghabiskan cukup banyak waktu di dapur untuk menyiapkan makanan (Marc *et al.*, 2018). Tidak hanya wanita, tetapi juga anak-anak khususnya yang berusia dibawah 5 tahun karena sering kali anak-anak berada dengan ibunya ketika memasak di dapur (Anduaem *et al.*, 2020).

## KESIMPULAN

Perbedaan yang dapat dilihat antara keadaan polusi dalam ruangan di negara maju dan berkembang yaitu sumber polutan yang berada di rumah. Pada negara maju sebagian besar polutan yang ada berupa jamur yang mana muncul akibat dinding yang lembab. Selain itu juga didapatkan asap rokok dan bahan kimia yang terkandung dalam cat. Beda halnya dengan negara berkembang, dimana mereka masih kesulitan untuk mendapatkan bahan bakar untuk memasak yang aman maka sebagian besar penduduk negara berkembang masih memanfaatkan bahan bakar biomassa yang mana asap dari pembakarannya berbahaya bagi kesehatan.

## ACKNOWLEDGEMENT

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Prof. Dr. Ririh Yudhastuti, drh., M.Sc atas bimbingan dan arahannya dalam penulisan artikel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adane, M.M. *et al.* (2021) "Biomass-fuelled improved cookstove intervention to prevent household air pollution in Northwest Ethiopia: a cluster randomized controlled trial," *Environmental Health and Preventive Medicine*, 26(1), hal. 1–15. doi:10.1186/s12199-020-00923-z.
- Ahmed, F. *et al.* (2019) "Impact of household air pollution on human health: source identification and systematic management approach," *SN Applied Sciences*, 1(5), hal. 1–19. doi:10.1007/s42452-019-0405-8.
- Alford, K.L. dan Kumar, N. (2021) "Pulmonary health effects of indoor volatile organic compounds—a meta analysis," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), hal. 1–12. doi:10.3390/ijerph18041578.
- Anduaem, Z. *et al.* (2020) "Respiratory symptoms and associated risk factors among under-five children in Northwest, Ethiopia: Community based cross-sectional study," *Multidisciplinary Respiratory Medicine*, 15. doi:10.4081/mrm.2020.685.
- Anwar, N. *et al.* (2021) "Associations between housing factors and respiratory symptoms in two saskatchewan first nations communities," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7). doi:10.3390/ijerph18073744.
- Becher, R. *et al.* (2017) "Dampness and moisture problems in Norwegian homes," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(10). doi:10.3390/ijerph14101241.
- Chi, M.C. *et al.* (2017) "Exposure to indoor particulate matter worsens the symptoms and acute exacerbations in chronic obstructive pulmonary disease patients of southwestern Taiwan: A pilot study," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(1), hal. 1–11. doi:10.3390/ijerph14010004.
- Coker, E. *et al.* (2020) "Household air pollution profiles associated with persistent childhood cough in urban Uganda," *Environment International*, 136(June 2019), hal. 105471. doi:10.1016/j.envint.2020.105471.
- ERS (2017) *Mould, damp and the lungs*, *European Respiratory Society*. Norway: European Respiratory Society. doi:10.1183/20734735.ELF134.
- Hasan, M. *et al.* (2019) "Association of biomass fuel smoke with respiratory symptoms among children under 5 years of age in urban areas: Results from Bangladesh Urban Health Survey, 2013," *Environmental Health and Preventive Medicine*, 24(1). doi:10.1186/s12199-019-0827-3.
- Hu, J. *et al.* (2017) "Field Investigation of PM2.5 in Schoolchildren's Houses and Classrooms in Changsha, China," *Procedia Engineering*, 205, hal. 1433–1438. doi:10.1016/j.proeng.2017.10.347.
- Juntarawijit, Y. dan Juntarawijit, C. (2019) "Cooking smoke exposure and respiratory symptoms among those

- responsible for household cooking: A study in Phitsanulok, Thailand,” *Heliyon*, 5(5), hal. e01706. doi:10.1016/j.heliyon.2019.e01706.
- Kaur-Sidhu, M. *et al.* (2019) “Respiratory Health Status of Rural Women Exposed to Liquefied Petroleum Gas and Solid Biomass Fuel Emissions,” *Air, Soil and Water Research*, 12. doi:10.1177/1178622119874314.
- Mannan, M. dan Al-Ghamdi, S.G. (2021) “Indoor air quality in buildings: A comprehensive review on the factors influencing air pollution in residential and commercial structure,” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), hal. 1–24. doi:10.3390/ijerph18063276.
- Maré, M. *et al.* (2018) “Indoor air quality of everyday use spaces dedicated to specific purposes—areview,” *Environmental Science and Pollution Research*, 25, hal. 2065–2082. doi:https://doi.org/10.1007/s11356-017-0839-8.
- Norbäck, D. *et al.* (2019) “Onset and remission of childhood wheeze and rhinitis across China — Associations with early life indoor and outdoor air pollution,” *Environment International*, 123(May 2018), hal. 61–69. doi:10.1016/j.envint.2018.11.033.
- Pazo, D.Y. *et al.* (2017) “Mainstream Smoke Levels of Volatile Organic Compounds in 50 US Domestic Cigarette Brands Smoked with the ISO and Canadian Intense Protocols,” *Physiology & behavior*, 18(9), hal. 1886–1894. doi:10.1093/ntr/ntw118.Mainstream.
- Ranathunga, Nayomi *et al.* (2019) “Effect of household air pollution due to solid fuel combustion on childhood respiratory diseases in a semi urban population in Sri Lanka.,” *BMC pediatrics*, 19(1), hal. 306. doi:10.1186/s12887-019-1674-5.
- Ranathunga, N *et al.* (2019) “Effect of household air pollution due to solid fuel combustion on childhood respiratory diseases in a semi urban population in Sri Lanka,” *BMC Pediatrics*, 19(1). doi:10.1186/s12887-019-1674-5.
- Rumchev, K. *et al.* (2017) “Health risk assessment of indoor air quality, socioeconomic and house characteristics on respiratory health among women and children of Tirupur, South India,” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(4). doi:10.3390/ijerph14040429.
- Shi, Y. *et al.* (2020) “Precise exposure assessment revealed the cancer risk and disease burden caused by trihalomethanes and haloacetic acids in Shanghai indoor swimming pool water,” *Journal of Hazardous Materials*, 388. doi:10.1016/j.jhazmat.2019.121810.
- Singleton, R. *et al.* (2018) “Impact of home remediation and household education on indoor air quality, respiratory visits and symptoms in Alaska Native children,” *International Journal of Circumpolar Health*, 77(1). doi:10.1080/22423982.2017.1422669.
- Stanaway, J.D. *et al.* (2018) “Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Stu,” *The Lancet*, 392(10159), hal. 1923–1994. doi:10.1016/S0140-6736(18)32225-6.
- Tamire, M. *et al.* (2019) “Respiratory Symptoms and Lung Function among Ethiopian Women in Relation to Household Fuel Use.,” *International journal of environmental research and public health*, 17(1). doi:10.3390/ijerph17010041.
- Vakalopoulos, A. *et al.* (2021) “Household air pollution from biomass fuel for cooking and adverse fetal growth outcomes in rural Sri Lanka,” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), hal. 1–11. doi:10.3390/ijerph18041878.
- Vardoulakis, S. *et al.* (2020) “Indoor Exposure to Selected Air Pollutants in the Home Environment: A Systematic Review.,” *International journal of environmental research and public health*, 17(23). doi:10.3390/ijerph17238972.
- Vardoulakis, S. dan Kinney, P. (2019) “Grand Challenges in Sustainable Cities and Health,” *Frontiers in Sustainable Cities*, 1(December), hal. 1–5. doi:10.3389/frsc.2019.00007.
- Wang, J. *et al.* (2019) “Dampness, mould, onset and remission of adult respiratory symptoms, asthma and rhinitis,” *European Respiratory Journal*, 53(5). doi:10.1183/13993003.01921-2018.
- Wang, J. *et al.* (2021) “A prospective study on the role of smoking, environmental tobacco smoke, indoor painting and living in old or new buildings on asthma, rhinitis and respiratory symptoms.,” *Environmental research*, 192, hal. 110269. doi:10.1016/j.envres.2020.110269.