

## LITERATUR REVIEW : HUBUNGAN ANTARA KUALITAS UDARA RUANG DENGAN GANGGUAN KESEHATAN PADA PEKERJA

### LITERATURE REVIEW : LINK BETWEEN SPACE AIR QUALITY AND HEALTH INTERFERENCE IN WORKERS

Windy Cintya Dewi<sup>1\*</sup>, Mursid Raharjo<sup>2</sup>, Nur Endah Wahyuningsih<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro

Jl. Prof Sudarto No 13 Tembalang Kota Semarang Jawa Tengah. Indonesia

\*Email : windycintya@gmail.com

#### ABSTRACT

*Air is an important component in life. An increase in human activity causes the concentration of substances in the air to increase. Health problems are one of the consequences caused by indoor air quality that does not meet health requirements. Air quality must include physical, chemical and biological qualities. An office is one of the workplace and cannot be separated from the dangers of the work environment that can affect the safety and health of the employees in it. This research is a literature review. The method used is to conduct a study of research that falls within the criteria for a review. From the results of sorting the material, there are seven articles which are then discussed. According to the National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), the causes of indoor air quality problems are generally caused by a number of things, namely lack of air ventilation presence of contaminants in the room, contaminants from outside, microbes, building material and other. Health problems in workers related to indoor air quality can be caused by several factors including indoor environmental conditions (room temperature, humidity and air flow), building construction and furniture, processes and tools in buildings, poor air ventilation and worker's health status and psychosocial/stress factors.*

**Keywords:** indoor air quality; temperature; humidity; ventilation; health problems

#### ABSTRAK

Udara merupakan komponen penting dalam kehidupan. Adanya peningkatan aktifitas manusia menyebabkan konsentrasi zat dalam udara meningkat. Gangguan kesehatan merupakan salah satu akibat yang ditimbulkan karena kualitas udara dalam ruang yang tidak memenuhi syarat kesehatan. Kualitas udara tersebut harus meliputi kualitas fisik, kimia dan biologi. Perkantoran adalah salah satu tempat kerja dan tidak terlepas dari bahaya lingkungan kerja yang dapat mempengaruhi keselamatan dan kesehatan para karyawan di dalamnya. Penelitian ini merupakan literature review. Metode yang digunakan yaitu melakukan kajian terhadap penelitian yang masuk dalam kriteria untuk dilakukam review. Dari hasil pemilahan bahan terdapat tujuh artikel yang kemudian dibahas. Menurut *National Intitute of Occupational Safety dan Health* (NIOSH), penyebab timbulnya masalah kualitas udara dalam ruangan pada umumnya disebabkan oleh beberapa hal yaitu kurangnya ventilasi udara, adanya sumber kontaminan di dalam ruangan, kontaminan dari luar ruangan, mikroba, bahan material bangunan dan lain-lain. Gangguan kesehatan pada pekerja kaitannya dengan kualitas udara dalam ruang dapat diakibatkan oleh beberapa factor diantaranya kondisi lingkungan dalam ruang (suhu ruangan, kelembaban dan aliran udara), konstruksi gedung dan perabot/furniture, proses dan alat-alat dalam gedung, ventilasi udara yang buruk dan status kesehatan pekerja serta factor psikososial/stress.

**Kata kunci :** Kualitas Udara Ruang; Suhu; Kelembaban; Ventilasi; Gangguan Kesehatan.

## PENDAHULUAN

Udara merupakan komponen penting dalam kehidupan. Selain oksigen terdapat zat-zat lain yang terkandung dalam udara, seperti karbon monoksida, karbon dioksida, formaldehid, jamur, virus dan sebagainya. Zat tersebut jika masih dalam batas normal akan dinetralisasi. Peningkatan konsentrasi zat tersebut dalam udara disebabkan oleh factor aktifitas manusia (1). Pengelompokan udara ada dua jenis yaitu udara luar ruangan (*outdoor air*) dan udara dalam ruangan (*indoor air*). Kualitas udara dalam ruangan adalah udara di dalam suatu bangunan yang dihuni atau ditempati untuk satu periode sekurang-kurangnya 1 jam oleh orang dengan berbagai status kesehatan yang berlainan (2). Kualitas udara dalam ruang sangat mempengaruhi kesehatan manusia karena hampir 90% manusia berada dalam ruangan (3). Sebanyak 400 sampai 500 juta orang khususnya di negara yang sedang berkembang seringkali berhadapan dengan masalah polusi udara dalam ruangan (4). Ruangan disini dapat berarti sebuah kantor, sekolah, fasilitas transportasi, pusat perbelanjaan, rumah sakit dan rumah hunian. Kualitas udara dalam ruangan mendapat perhatian khusus karena dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia. Kualitas udara dalam ruang yang baik dapat dicapai dan dipertahankan dengan memperhatikan sistem ventilasi ruangan, desain dan bentuk ruangan serta manajemen polutan. Masalah yang sering didapatkan dari berbagai penelitian mengenai kualitas udara ruang meliputi tiga komponen umum yang diurutkan berdasarkan frekuensi kejadiannya yaitu yang tertinggi adalah ventilasi yang tidak adekuat, kontaminasi kimia dan terendah adalah kontaminasi mikrobiologi (5).

Menurut *International Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) 1997 yang dikutip oleh Depkes RI (2005), penyebab timbulnya masalah kualitas udara dalam ruangan pada umumnya disebabkan oleh beberapa hal yaitu kurangnya ventilasi udara (52%), adanya sumber kontaminan di dalam ruangan (16%), kontaminan dari luar ruangan (10%), mikroba (5%), bahan material bangunan (4%), dan lain-lain (13%). Penyebab polusi udara bisa berasal dari bahan alamiah maupun bahan sintesis. Sumber penyebab polusi udara dalam ruangan

berhubungan dengan bangunan itu sendiri, perlengkapan dalam bangunan (karpet, AC, dan sebagainya), kondisi bangunan, suhu, kelembaban, pertukaran udara dan hal-hal yang berhubungan dengan perilaku orang-orang yang berada di dalam ruangan, misalnya merokok. Banyaknya aktifitas di gedung berpengaruh pada meningkatnya jumlah polutan dalam ruangan.

Mikroorganisme yang berasal dalam ruangan misalnya serangga, bakteri, kutu binatang peliharaan dan jamur. Mikroba pencemar udara ini dapat berupa khamir dan kapang. Mikroorganisme yang tersebar di dalam ruangan dikenal dengan istilah bioaerosol<sup>6</sup>. Bioaerosol dalam ruangan dapat berasal dari lingkungan luar dan kontaminasi dari dalam ruangan, dari luar ruangan dapat berupa jamur yang berasal dari organisme yang membusuk, tumbuh-tumbuhan yang mati dan bangkai binatang, bakteri *Legionella* yang berasal dari soil-borne yang menembus ke dalam ruang, alga yang tumbuh dekat kolam/danau dan masuk ke dalam ruangan melalui hembusan angin dan jentik-jentik serangga di luar ruang dapat menembus bangunan tertutup. Sedangkan kontaminasi dari dalam ruang banyak terjadi pada kelembaban antara 25-75%. Pada kisaran ini spora jamur akan meningkat dan terjadi peningkatan jamur dan sumber kelembaban di dalam atau di sekitar ruangan misalnya tandon air dan bak air di kamar mandi (6).

Perkantoran merupakan salah satu tempat kerja dan tidak terlepas dari berbagai potensi bahaya lingkungan kerja yang dapat mempengaruhi keselamatan dan kesehatan para karyawan di dalamnya. Dalam rangka mendukung terwujudnya upaya keselamatan dan kesehatan kerja di gedung perkantoran diperlukan standar penyelenggaraan keselamatan, kesehatan kerja, lingkungan kerja, sanitasi dan ergonomi perkantoran (7). Gangguan kesehatan pada pekerja kaitannya dengan kualitas udara dalam ruang dapat diakibatkan oleh beberapa factor diantaranya kondisi lingkungan dalam ruang (suhu ruangan, kelembaban dan aliran udara), konstruksi gedung, perabot/*furniture*, proses dan alat-alat dalam gedung, ventilasi udara yang buruk dan status kesehatan para pekerja serta factor psikososial/stress (1). Sesuai Permenkes Nomor 48 Tahun 2016 tentang standar keselamatan dan

kesehatan pekerja perkantoran disebutkan bahwa standar k3 perkantoran meliputi keselamatan kerja, kesehatan kerja, kesehatan lingkungan kerja perkantoran dan ergonomi perkantoran. Standar tersebut ditujukan untuk mencegah dan mengurangi penyakit akibat kerja dan penyakit lain, kecelakaan kerja pada karyawan dan menciptakan perkantoran yang aman, nyaman dan efisien untuk mendorong produktifitas kerja (7). Penelitian yang telah dilakukan pada oleh Moch Sahri, dkk pada tahun 2019 dengan judul Penilaian Kualitas Udara Ruang pada Gedung Perkantoran di Surabaya menggunakan metode penelitian observasional, sampel yang diambil 11 ruangan pada salah satu gedung perkantoran di Surabaya dengan parameter yang diukur meliputi parameter fisika dan kimia. Hasil dari penelitian yaitu dari sampel yang diukur, 9 diantaranya tidak memenuhi standar penerangan, 5 ruangan tidak memenuhi standar suhu ruangan dan 7 ruangan tidak memenuhi standar kelembaban, 3 ruangan tidak memenuhi standar parameter HOCH dan 4 ruangan tidak memenuhi standar parameter

debu pm (2,5). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kualitas udara dalam ruang perkantoran dengan parameter fisik dan kimia serta melakukan evaluasi berdasarkan Permenkes No 48 tahun 2016 tentang kesehatan dan keselamatan kerja perkantoran.

#### BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan sebuah study literatur review. Pengertian *Systematic Literature Review* merupakan istilah yang sering digunakan untuk merujuk pada metodologi penelitian atau riset tertentu dan pengembangan yang dilakukan untuk mengumpulkan serta mengevaluasi penelitian yang terkait pada fokus topik tertentu. Kata kunci yang digunakan dalam studi ini yaitu “kualitas udara ruang, suhu, kelembaban, ventilasi, gangguan kesehatan.” yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yang dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Tulisan yang dicari dan digunakan dalam penulisan ini adalah tulisan yang diterbitkan mulai dari tahun 2010 sampai tahun 2021 dari berbagai sumber jurnal baik nasional maupun internasional.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Variabel Dan Hasil Penelitian

Penulis	Tujuan	Desain	Variabel	Hasil
Esi Liyastuti 2010	Mengetahui hubungan antara jumlah koloni mikroorganisme udara dalam ruang dengan Sick Building Syndrome (SBS) di B2TKS	<i>Cross sectional</i>	Temperature, kelembaban, jenis kelamin, kebiasaan merokok, status gizi, masa kerja.	Tidak ada hubungan antara jumlah mikroba udara dalam ruang dengan kejadian SBS
Cahyatri Rupisianing Candrasari dan J Mukono 2013	Menganalisis hubungan kualitas udara dalam ruang dengan keluhan yang dirasakan oleh penghuni Lembaga Pemasarakatan Kelas II A Sidoarj	<i>Cross sectional</i>	Suhu ruang, kelembaban, jumlah CO, jumlah debu, jumlah total koloni per m <sup>3</sup> udara (kuman dan jamur)	Suhu berpengaruh signifikan terhadap terjadinya keluhan kesehatan berupa iritasi kulit. Makin tinggi suhu memiliki risiko 0,634 kali lebih besar untuk terjadinya iritasi kulit.

<b>Evi Wulandari 2013</b>	Mengetahui faktor apa saja yang berhubungan dengan keberadaan <i>Streptococcus</i> di udara pada rumah susun Kelurahan Bandarharjo Kota Semarang	Analitik observasional dengan rancangan <i>Cross sectional</i>	Suhu ruang, pencahayaan, kelembaban, kepadatan hunian, sanitasi ruangan	- Ada hubungan antara suhu, pencahayaan, kelembaban dan sanitasi ruangan dengan keberadaan <i>Streptococcus</i>  - Tidak ada hubungan antara kepadatan hunian dengan keberadaan <i>Streptococcus</i>
<b>Wawan Supra Wismana. 2016</b>	Mengetahui gambaran kualitas mikrobiologi udara kamar operasi, karakteristik karyawan dan keluhan kesehatan	<i>Cross sectional</i>	Angka kuman udara, suhu udara, jenis kelamin, usia karyawan, masa kerja, lama kerja	Angka kuman melebihi baku mutu sesuai Kepmenkes No 1204 tahun 2004 yaitu di atas 10 CFU/m <sup>3</sup> . Suhu udara memenuhi standar baku mutu Keluhan karyawan yang terbanyak adalah keluhan karena iritasi kulit, sebanyak 50% responden Mayoritas keluhan dirasakan oleh karyawan perempuan sebesar 53,8% Angka kuman melebihi batas yang ditentukan sesuai Kepmenkes No 1405 tahun 2004 yaitu melebihi 500 CFU/m <sup>3</sup> . Tingginya jumlah koloni dipengaruhi waktu pengambilan sampel Ruangan dengan jumlah bakteri paling tinggi ada di Ruangan anak kelas II yaitu sebesar 5584,09 CFU/m <sup>3</sup> .
<b>Eka Sukmawaty, et. Al 2017</b>	Mengetahui kualitas udara dalam ruang berdasarkan jumlah koloni yang diperoleh dan mengetahui karakteristik koloni bakteri yang ditemukan di ruang perawatan VIP Anak RSUD H. Padjongga Daeng Ngalle	Penelitian kualitatif dengan metode <i>purposive sampling</i>	Waktu pengambilan sampel, jumlah pengunjung RS, kelembaban, suhu udara, pencahayaan	Angka kuman melebihi batas yang ditentukan sesuai Kepmenkes No 1405 tahun 2004 yaitu melebihi 500 CFU/m <sup>3</sup> . Tingginya jumlah koloni dipengaruhi waktu pengambilan sampel Ruangan dengan jumlah bakteri paling tinggi ada di Ruangan anak kelas II yaitu sebesar 5584,09 CFU/m <sup>3</sup> .
<b>Isharyadi Putra, et, al. 2018</b>	Menganalisis kualitas mikroorganisme udara dalam ruang administrasi Gedung Menara Universitas Muslim Indonesia.	<i>Cross sectional</i>	Suhu ruang, kelembaban, pencahayaan, angka total mikroorganisme, gangguan	Dari penelitian ini, hasil yang didapat bahwa : 1. Ada hubungan antara suhu ruang, kelembaban ruang, dan angka total

			Kesehatan.	mikroorganisme udara terhadap gangguan kesehatan, dengan nilai p-value 0,001 (0,001<0,05)
				2. Tidak ada hubungan antara pencahayaan ruang dengan angka total mikroorganisme udara terhadap gangguan kesehatan dengan nilai p value 0,156 (0,156>0,05)
<b>Erna Handayani, et al. 2020</b>	Mengetahui besarnya risiko paparan angka kuman udara terhadap kesehatan petugas Puskesmas menggunakan <i>Microbial Risk Assessment (MRA)</i>	Penelitian observasional dengan menggunakan metode <i>Microbial Risk Assessment (MRA)</i>	Laju inhalasi, lama pajanan, frekuensi pajanan, durasi pajanan, berat badan, konsentrasi angka kuman udara	Pengambilan sampel dilakukan pada 103 titik sampel di 13 Puskesmas. Hasil pengukuran jumlah kuman yang terbawa udara pada setiap lokasi pengambilan sampel menunjukkan bahwa di beberapa lokasi didapatkan hasil yang melebihi standar yang disyaratkan oleh ACGHI yaitu 500 CFU / m <sup>3</sup> ., Hasil pengukuran kuman 44 titik sampel (42,72%) melebihi ambang batas dan 59 titik sampel (57,28%) memenuhi ambang batas. Tertinggi di Puskesmas Karangmalang

## PEMBAHASAN

### Kualitas Udara Ruang

Kualitas udara dalam ruang yang baik didefinisikan sebagai udara yang bebas bahan pencemar penyebab iritasi, ketidaknyamanan atau terganggunya kesehatan penghuni. Temperatur dan kelembaban ruangan juga mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan penghuni. Manusia menghabiskan sebagian besar waktu, sepanjang hari, dalam ruangan di rumah, kantor, sekolah, fasilitas kesehatan, atau tempat publik lainnya. Kualitas udara yang kita hirup di gedung-gedung merupakan faktor penentu penting dari kesehatan. Polusi udara

dalam ruangan karena faktor kelembaban, keberadaan mikroorganisme, merupakan penyebab utama morbiditas dan mortalitas di seluruh dunia (WHO, 2009). Penyakit yang berhubungan dengan bioaerosol dapat berupa penyakit infeksi seperti flu, hipersensitivitas (asma, alergi) dan toxicoses, yaitu toksin dalam udara di ruangan yang terkontaminasi yang menjadi penyebab gejala SBS (*Sick Building Syndrome*) (8).

Sesuai Permenkes Nomor 48 tahun 2016 tentang standar keselamatan dan kesehatan pekerja perkantoran disebutkan bahwa standar K3 perkantoran meliputi keselamatan kerja, kesehatan

kerja, kesehatan lingkungan kerja perkantoran dan ergonomi perkantoran. Standar tersebut ditujukan untuk mencegah dan mengurangi penyakit akibat kerja dan penyakit lain, kecelakaan kerja pada karyawan dan menciptakan perkantoran yang aman, nyaman dan efisien untuk mendorong produktifitas kerja.

### Ventilasi

Ventilasi merupakan kondisi sirkulasi udara keluar masuk dalam suatu ruangan. Ventilasi yang tidak adekuat merupakan penyebab tunggal yang paling utama dalam keluhan mengenai kualitas udara dalam ruang. Umumnya, masalah ventilasi memungkinkan meningkatnya kontaminasi dalam ruang kerja hingga pada tingkat yang dapat mengganggu ataupun menurunkan kenyamanan pada pekerja. Dampaknya terhadap kesehatan dapat terjadi terutama pada pekerja yang lebih rentan. Kebanyakan masalah kualitas udara dalam ruang seringkali disebabkan oleh lebih dari satu kondisi yang saling mempengaruhi.

### Kelembaban

Kelembaban relative udara adalah perbandingan jumlah uap air dalam udara dengan jumlah air maksimum yang dapat dikandung oleh udara tersebut dalam suhu yang sama dan dinyatakan dalam persen (%). Kelembaban ruangan yang dianggap nyaman adalah 40- 60%. Bila kelembaban ruangan di atas 60% akan menyebabkan berkembangbiaknya organisme patogen maupun organisme yang bersifat alergen. Namun bila kelembaban ruangan di bawah 40% (misalnya 20-30%) dapat menimbulkan ketidaknyamanan, iritasi mata, dan kekeringan pada membran mukosa (misal tenggorokan) (4).

### Suhu ruang

Suhu udara sangat berperan dalam kenyamanan bekerja, suhu ruang kerja yang terlalu dingin dapat menimbulkan gangguan bekerja bagi karyawan, seperti gangguan konsentrasi sedangkan suhu yang panas dapat menyebabkan *heat stress* serta menurunkan kualitas udara dalam ruang dan mempengaruhi kenyamanan manusia yang tinggal atau bekerja dalam ruang kerja (9).

### Kontaminasi mikrobiologi

Kontaminasi mikrobiologi dalam gedung merupakan masalah yang umum dan kadang menjadi serius di wilayah-wilayah yang memiliki kelembaban tinggi (lebih 60%). Kontaminasi mikrobiologi dalam gedung seringkali merupakan akibat dari terbentuknya kelembaban yang cepat dari berbagai sumber, seperti air hujan, genangan air dalam sistem pengatur udara ruang, dan pendingin. Dalam banyak kasus, bukti nyata pertumbuhan kapang biasanya merupakan bukti yang cukup untuk menentukan adanya kontaminasi mikrobiologis dalam Gedung.

Penggunaan *Air Conditioner* (AC) sebagai alternatif untuk mengganti ventilasi alami dapat meningkatkan kenyamanan dan produktivitas kerja, namun AC yang jarang dibersihkan akan menjadi tempat nyaman bagi mikroorganisme untuk berbiak. Kondisi tersebut mengakibatkan kualitas udara dalam ruangan menurun dan dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan yang disebut sebagai *Sick Building Syndrome* (SBS) atau *Tight Building Syndrome* (TBS).

Sumber pencemaran udara dalam ruangan menurut penelitian *The National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) dirinci menjadi 5 sumber meliputi:

1. pencemaran akibat kegiatan penghuni dalam gedung seperti asap rokok, pestisida, bahan pembersih ruangan;
2. pencemaran dari luar gedung meliputi masuknya gas buangan kendaraan bermotor, cerobong asap dapur karena penempatan lokasi lubang ventilasi yang tidak tepat;
3. pencemaran dari bahan bangunan ruangan seperti formaldehid, lem, asbestos, fibreglass, dan bahan lainnya;
4. pencemaran mikroba meliputi bakteri, jamur, virus atau protozoa yang dapat ditemukan di saluran udara dan alat pendingin ruangan beserta seluruh sistemnya; dan
5. kurangnya udara segar yang masuk karena gangguan ventilasi udara dan kurangnya perawatan sistem peralatan ventilasi (10).

### Gangguan Kesehatan

Ruangan merupakan suatu tempat aktivitas manusia di mana hampir 90% dari waktu yang ada

dihabiskan manusia di dalam ruangan, jauh lebih lama dibandingkan di udara terbuka. Beberapa gejala yang sering dirasakan pada 20-30% pekerja dalam suatu ruangan dengan adanya kejadian *sick building syndrome* adalah sakit kepala, kelelahan, iritasi mata, iritasi tenggorokan, iritasi hidung, iritasi kulit, batuk kering, sukar konsentrasi, perasaan mual, mengantuk, dan adanya hipersensitivitas terhadap bau (10,11).

Dampak pencemaran udara dalam ruangan terhadap tubuh terutama pada daerah tubuh atau organ tubuh yang kontak langsung dengan udara meliputi organ sebagai berikut :

1. Iritasi selaput lendir: Iritasi mata, mata pedih, mata merah, mata berair
2. Iritasi hidung, bersin, gatal: Iritasi tenggorokan, sakit menelan, gatal, batuk kering
3. Gangguan neurotoksik: Sakit kepala, lemah/capai, mudah tersinggung, sulit berkonsentrasi
4. Gangguan paru dan pernafasan: Batuk, nafas berbunyi/mengi, sesak nafas, rasa berat di dada
5. Gangguan kulit: Kulit kering, kulit gatal
6. Gangguan saluran cerna: Diare/mencret
7. Lain-lain: Gangguan perilaku, gangguan saluran kencing, sulit belajar

### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan review dapat diperoleh kesimpulan bahwa terdapat hubungan antara kualitas udara ruang (parameter fisik, kimia dan biologi) terhadap gangguan kesehatan pada pekerja.

Rekomendasi yang dikemukakan oleh NIOSH untuk mencegah kontaminasi mikrobiologi adalah sebagai berikut: harus dicegah masuknya air ke dalam ruang. Atap ataupun bahan bangunan lainnya harus diperbaiki untuk mencegah masuknya air hujan ke dalam bangunan; semua sistem ventilasi harus didisain dan dipelihara agar dapat mencegah terjadinya genangan air; adanya kontaminasi mikrobiologi yang terlihat (kasat mata) di dalam sistem ventilasi ataupun bahan bangunan lainnya, harus segera dihilangkan, dan sistem ventilasi harus selalu dibersihkan secara periodik dengan bahan anti mikroba. Agar angka kuman di dalam udara ruang tidak melebihi batas persyaratan maka perlu dilakukan beberapa tindakan antara lain karyawan

yang sedang menderita penyakit yang ditularkan melalui udara untuk sementara waktu tidak boleh berkerja, Lantai dibersihkan dengan antiseptik; dan Memelihara sistem ventilasi agar berfungsi dengan baik.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang serta kedua dosen pembimbing saya (Bp. Murisd Raharjo dan Ibu Nur Endah Wahyuningsih).

### DAFTAR PUSTAKA

1. Laila Fitria et al. *Kualitas Udara dalam Ruang Perpustakaan Universitas "X" Ditinjau dari Kualitas Biologi, Fisik dan Kimiawi*. Makara Kesehatan. 2008;12(2):76-82
2. Suharyo Widagdo, 2009. Kualitas Udara Dalam Ruang Kerja. *Epsilon*. 2009;13(3):86-89.
3. Susanna D, et al. *Kesehatan dan Lingkungan*. Depok: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia; 1998.
4. Tjandra Yoga. *Polusi Udara dan Kesehatan*. Jakarta : Arcen; 1992.
5. Lunau F, Reynolds GL. *Indoor Air Quality and Ventilation*. London : Selper Ltd; 1990.
6. Environmental Protection Agency. *Indoor Air Facts. No. 4(revised) Sick Building Syndrome (SBS)*. United : Environmental Protection Agency (Online) <http://www.epa.gov/iaq/pubs/sbs.html>. 2007)
7. Kementerian Kesehatan. *Permenkes RI no 48 tahun 2016 tentang Standar Keselamatan dan Kesehatan Pekerja Perkantoran*. Jakarta; 2016
8. Pujiastuti L, dkk. *Kualitas Udara Dalam Ruang*. Jakarta : Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan; 1998.
9. Mukono. 2014. *Pencemaran Udara dalam Ruangan*. Surabaya: Airlangga University Press; 2014.
10. Burge, P.S. *Sick Building Syndrome*. *Occupational Environmental Medical Journal*. 2004;61:185-190
11. Wahab SA. *Sick Building Syndrome in Public Buildings and Workpalces*. Heidelberg: Springer; 2011