



UNIVERSITAS INDONESIA

**JUMLAH KOLONI MIKROORGANISME UDARA DALAM
RUANG DAN HUBUNGANNYA DENGAN KEJADIAN *SICK
BUILDING SYNDROME* (SBS) PADA PEKERJA BALAI BESAR
TEKNOLOGI KEKUATAN STRUKTUR (B2TKS) BPPT
DI KAWASAN PUSPIPTEK SERPONG TAHUN 2010**

TESIS

ESI LISYASTUTI
0706188246

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
KESEHATAN LINGKUNGAN

DEPOK
JUNI, 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Esi Lisyastuti


NPM : 0706188246

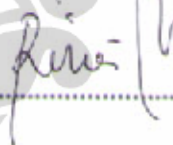
Program Studi : Kesehatan Lingkungan

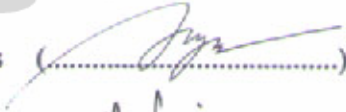
Judul Tesis : **JUMLAH KOLONI MIKROORGANISME UDARA DALAM RUANG DAN HUBUNGANNYA DENGAN KEJADIAN *SICK BUILDING SYNDROME* (SBS) PADA PEKERJA BALAI BESAR TEKNOLOGI KEKUATAN STRUKTUR (B2TKS) BPPT DI KAWASAN PUSPIPTEK SERPONG TAHUN 2010**

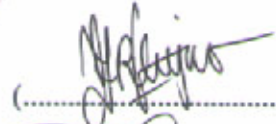
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Kesehatan Masyarakat pada Program Studi Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.


DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Laila Fitria, SKM., M Kes (.....)

Penguji : Dr. drg. Ririn A.W., M Kes (.....)

Penguji : Drg. Sri Tjahyani B.U., M Kes (.....)

Penguji : Dr. Joko Prayitno, M Sc (.....)

Penguji : Budi Haryanto, ST., MT (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 12 Juli 2010

ABSTRAK

Nama: Esi Lisyastuti

Program Studi: IKM

Judul: **Jumlah koloni mikroorganisme udara dalam ruang dan hubungannya dengan kejadian *sick building syndrome* (sbs) pada pekerja Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (B2TKS) BPPT di kawasan Puspiptek Serpong tahun 2010**

Kualitas udara dalam ruang dipengaruhi antara lain kondisi bangunan, elemen interior, fasilitas pendingin ruangan, pencemar kimia dan pencemar biologi. Buruknya kualitas udara dalam ruang akibat keberadaan pencemar biologi yaitu bakteri dan jamur ditengarai menjadi salah satu sebab kejadian *sick building syndrome* (SBS). Menggunakan desain *cross-sectional*, ingin diketahui hubungan jumlah koloni mikroba udara dalam ruangan dengan kejadian SBS pada pekerja B2TKS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kejadian SBS tidak terbukti berkaitan dengan dengan jumlah mikroba udara dalam ruang, meskipun keberadaan jamur penyebab SBS seperti *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp dan *Fusarium* sp dapat dideteksi. Variabel lain seperti temperature dan kelembaban ruang, jenis kelamin, kebiasaan merokok, status gizi, masa kerja dll juga tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian SBS. Akan tetapi pekerja yang lebih muda (dibawah 40 tahun) memiliki angka kejadian SBS yang lebih tinggi. Dari hasil penelitian ini, disarankan untuk meningkatkan sanitasi ruangan dan pemeliharaan AC secara berkala.

Kata kunci: kualitas mikrobiologi udara dalam ruang, *sick building syndrome*

ABSTRACT

Name: Esi Lisyastuti

Major: IKM

Title: ***The number of colonies of indoor air microorganism and its relationship with the incidence of sick building syndrome (SBS) on workers of the Technology Center for Strength of Structures (B2TKS), Puspiptek Serpong in 2010***

*Indoor air quality is influenced by the condition of the building, interior elements, air-conditioning facilities, chemical pollutants and biological contaminants. Poor indoor air quality due to the presence of biological contaminants such as bacteria and fungi is suspected to be one cause of sick building syndrome incidence (SBS). Using cross-sectional design the relationship of indoor air microorganisms colonies on workers of B2TKS was investigated. There was no evidence of relationships between the number of indoor-air microbes and SBS incidence on workers of B2TKS, although the presence of SBS fungi such as *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp and *Fusarium* sp, were detected. Other variables such as room temperature and humidity, sex, smoking habit, nutrient status, etc.. also had poor correlation with SBS incidence. However, the incidence of SBS was higher in your workers (below 40 year old). Results of this study suggest that room sanitation and air-conditioning maintenance should be improved and conducted on a regular basis.*

Keyword: *indoor air quality, sick building syndrome*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Pertanyaan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.4.1 Tujuan Umum	4
1.4.2 Tujuan Khusus	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pencemaran Udara	7
2.2 Pencemaran Udara <i>Indoor</i>	7
2.3 Permasalahan Kualitas Udara dalam Ruang	13
2.4 Pengukuran Kualitas Udara dalam Ruang	15
2.5 <i>Sick Building Syndrome</i>	17
2.6 Faktor Karakteristik Responden	19
3. KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP	21
3.1 Kerangka Teori	21
3.2 Kerangka Konsep	22
3.3 Definisi Operasional	23
4. METODE PENELITIAN	25
4.1 Jenis Penelitian	25
4.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	25
4.3 Populasi dan Sampel Penelitian	25
4.4 Metode Pengumpulan Data	26
4.5 Metode Pengukuran	26
4.6 Pengolahan Data	28
5. HASIL PENELITIAN	29
5.1 Gambaran Umum B2TKS BPPT	29
5.2 Kualitas Fisik dan Jumlah Koloni Mikroorganisma	31
5.3 Gejala SBS dan Karakteristik Karyawan	34
5.4 Distribusi Persepsi Karyawan	38
5.5 Distribusi Keberadaan Karyawan dalam Ruang	39
5.6 Hasil Analisis Bivariat	41

6. PEMBAHASAN	44
7. KESIMPULAN DAN SARAN	53
7.1 Simpulan	53
7.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	55



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Agen dan Penyakit Bawaan Udara	12
Tabel 2.2 Indeks Masa Tubuh	20
Tabel 3.1 Definisi Operasional Variabel Penelitian	23
Tabel 5.1 Gambaran umum ruangan di B2TKS.....	30
Tabel 5.2 Jumlah koloni mikroorganisme, suhu dan kelembaban dalam ruang.....	31
Tabel 5.3 Identifikasi golongan bakteri dan genus/ spesies jamur di ruangan kerja.....	33
Tabel 5.4 Distribusi gangguan SBS pada karyawan dan kondisi kesehatan karyawan saat pengukuran.....	34
Tabel 5.5 Distribusi gejala dan frekuensi kejadian SBS pada karyawan	35
Tabel 5.6 Distribusi keluhan karyawan saat terjadi SBS.....	36
Tabel 5.7 Distribusi karyawan B2TKS menurut karakteristik individu.....	37
Tabel 5.8 Persepsi karyawan B2TKS terhadap beberapa variabel dalam ruangan.....	39
Tabel 5.9 Distribusi keberadaan karyawan dalam ruangan AC.....	40
Tabel 5.10 Hasil analisis bivariat variabel jumlah koloni mikroorganisme dan variabel kovariat lainnya dengan gejala SBS	42

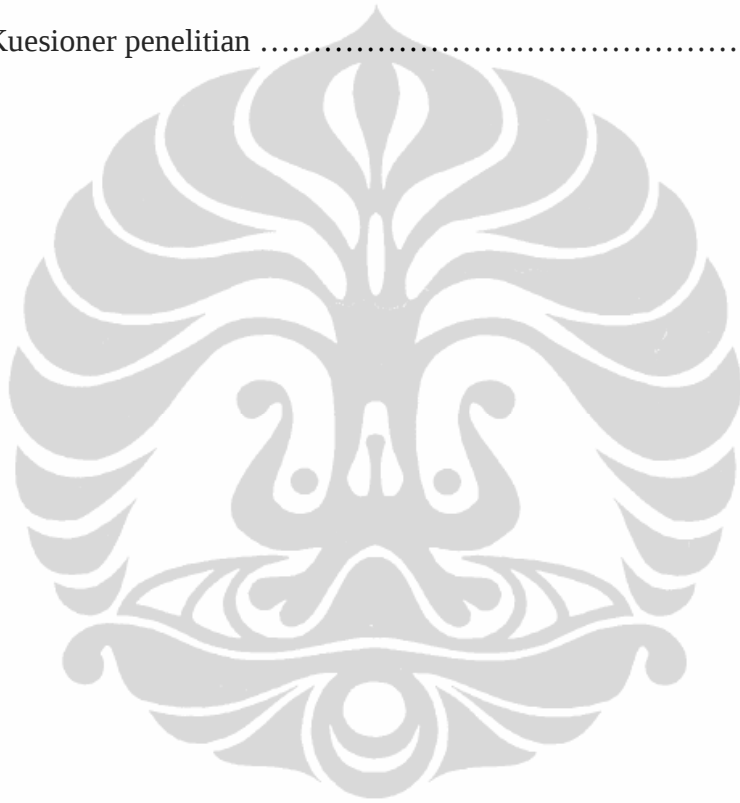
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sirkulasi Kontaminan yang Berpindah dari Tekanan Udara Positif ke Tekanan Udara Negatif pada Konstruksi Bangunan Menggunakan Pendingin Udara Sentral	15
Gambar 3.1 Bagan Kerangka Teori	21
Gambar 3.2 Bagan Kerangka Konsep	22



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Bivariat	59
Lampiran 2. Hasil Uji Laboratorium Identifikasi Jamur	71
Lampiran 3. Gambar Jamur	72
Lampiran 4. Gambar Ruangan B2TKS	75
Lampiran 5. Kuesioner penelitian	79



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara bersih merupakan hak dasar seluruh masyarakat yang tidak hanya untuk pemenuhan kebutuhan vital untuk bernapas akan tetapi juga udara yang memenuhi syarat kesehatan. Berpijak pada kebutuhan masyarakat akan udara bersih sehat ini, program pengendalian pencemaran udara menjadi salah satu dari sepuluh program unggulan dalam Pembangunan Kesehatan Indonesia 2010. Kontribusi industri, mobilisasi dan urbanisasi terhadap perubahan kualitas udara menjadi dilema yang tak bisa dielakkan. Karena disatu sisi menjadi hal penting dan wajib ada akan tetapi salah satu dampak negatifnya adalah terjadi pencemaran udara.

Penelitian tentang pencemaran udara dan prakiraan peningkatannya menunjukkan bahwa kontribusi terbesar emisi di Jakarta didominasi oleh pencemar CO (72,7%), Nox (24,6%) dan PM 10 (2,7%). Tanpa adanya pengendalian pencemaran udara maka beban emisi dari kendaraan bermotor pada 2014 diperkirakan meningkat 1,4 kali lipat dibandingkan tahun 2008, dan 2 kali lipat pada 2020. Sedangkan konsentrasi pencemar diperkirakan akan meningkat 1,2 kali lipat pada tahun 2014 dan 2,3 kali lipat pada 2020 (Rahmawati, 2009).

Sedangkan studi yang dilakukan oleh Ditjen PPM & PL tahun 1999 pada pusat keramaian di 3 kota besar di Indonesia yaitu Jakarta, Yogyakarta dan Semarang menunjukkan gambaran sebagai berikut : kadar debu (SPM) 280 ug/m³, kadar SO₂ sebesar 0,76 ppm, dan kadar NO_x sebesar 0,50 ppm, dimana angka tersebut telah melebihi nilai ambang batas/standar kualitas udara yang ditetapkan dan diatur dalam Kep.Men LH No.Kep-45/MENLH/10/1997 tentang Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU).

Disamping kualitas udara ambien, kualitas udara dalam ruangan (indoor air quality) juga merupakan masalah yang perlu mendapat perhatian karena akan berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Timbulnya permasalahan yang

mengganggu kualitas udara dalam ruangan umumnya disebabkan oleh beberapa hal, yaitu kurangnya ventilasi udara (52%) adanya sumber kontaminasi di dalam ruangan (16%) kontaminasi dari luar ruangan (10%), mikroba (5%), bahan material bangunan (4%) , lain-lain (13%) CDC-NIOSH dalam Godish (1994).

Kualitas udara dalam ruang selain dipengaruhi oleh keberadaan agen abiotik juga dipengaruhi oleh agen biotik seperti partikel debu, dan mikroorganisme termasuk di dalamnya bakteri, jamur, virus dan lain-lain (Salo, et al 2006). Keberadaan mikroorganisme dalam ruangan umumnya dalam bentuk spora jamur terdapat pada tempat-tempat seperti sistem ventilasi, karpet atau tempat lain. Kehadiran bioaerosol dalam udara ruang berbentuk spora jamur ini bisa menimbulkan kesakitan pada beberapa orang yaitu menyebabkan alergi. Kelembaban dan kehadiran jamur berhubungan erat dalam memicu timbulnya keluhan pernapasan pada bangunan perkantoran (Park, 2004). Selain itu kelembaban juga berhubungan secara signifikan terhadap kejadian alergi pada anak-anak usia pra sekolah (Bornehag, 2005).

Mikroorganisme dalam udara terdiri dari komposisi yang kompleks antara bioaerosol seperti jamur, bakteri dan *allergen* dan partikel non biologi seperti asap rokok, partikel pembakaran generator dan lain-lain. Lebih dari 80 genera jamur dihubungkan dengan kejadian gejala alergi (Horner, 1995). Beberapa jenis yang umum yaitu *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus* dan *Fusarium*. Aktivitas seperti berbicara, batuk, berjalan adalah sebagian aktivitas yang dapat menghasilkan partikel biologi di udara. Selain itu pot tanaman, debu, tekstil, karpet, material kayu, furnitur kadang-kadang melepaskan spora *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Scopulariopsis* ke udara (Cox & Wathes, 1995; Maeir, 2002). .

Udara dalam ruang atau *indoor air* menurut NHMRC (National Health Medical Research Council) adalah udara dalam ruang gedung (rumah, sekolah, restoran, hotel, rumah sakit, perkantoran) yang ditempati sekelompok orang dengan tingkat kesehatan yang berbeda-beda selama minimal satu jam. EPA (Environmental Protection Agency of America) mendudukan polusi dalam

ruangan dalam urutan ke tiga faktor lingkungan beresiko terhadap kesehatan manusia. Masih menurut EPA, kualitas udara dalam ruangan 2-5 kali lebih buruk daripada udara di luar.

Bangunan menggunakan *Air Conditioning* (AC) berhubungan dengan gejala *legionnaires* dan *sick building syndrome* (SBS). Kasus kejadian *outbreak* di Inggris antara tahun 1979 dan 1985 sebanyak 22 kasus dikaitkan dengan permasalahan pada menara pendingin pada sistem pendingin ruangan pada hotel, rumah sakit dan perkantoran. Kejadian kesakitan yang menimpa karyawan yang bekerja pada tempat yang sama menunjukkan dugaan terjadinya gangguan pada udara yang diakibatkan oleh bakteri *legionella*.

Sick Building Syndrome (SBS) atau sindrome bangunan sakit yaitu kumpulan gejala yang disebabkan terutama oleh buruknya kualitas udara ruangan; ditandai dengan keluhan-keluhan mata pedih, merah, berair, kepala pusing, batuk, pilek, hidung tersumbat, bersin-bersin, rongga mulut sakit, rongga mulut kering, badan panas dingin, mual, tidak nafsu makan, lesu, kelelahan, pegal-pegal anggota tubuh dan kulit gatal. Penilaian *Indoor Air Quality* (IAQ) pada beberapa perkantoran menggunakan pendingin ruangan (AC) di Hongkong (Ooi, 1998) menyebutkan bahwa kontribusi terbesar yang menyebabkan ketidaknyamanan adalah total *volatile organic compounds* (TVOC), *indoor airborne fungi count* (AFC) dan *airborne bacteria count* (ABC). Beberapa genera dominan diidentifikasi terdapat pada beberapa ruang publik pada penelitian di Taiwan yaitu dari jenis bakteri *Staphylococcus spp*, *Micrococcus spp.*, *Corynebacterium spp.*, dan *Bacillus spp*. Sedangkan untuk jenis jamur *Penicillium spp.*, *Cladosporium spp.*, dan *Aspergillus spp* (Li, 1999). Meskipun dari jumlah koloni yang berhasil ditemukan masih berada di bawah ambang batas, akan tetapi keberadaan jenis bakteri dan jamur di udara ini perlu diwaspadai untuk mengantisipasi kejadian SBS.

1.2 Perumusan Masalah

Kualitas udara dalam ruang dipengaruhi antara lain kondisi bangunan, elemen interior, fasilitas pendingin ruangan, pencemar kimia dan pencemar

biologi. Buruknya kualitas udara dalam ruang akibat keberadaan pencemar biologi yaitu bakteri dan jamur ditengarai menjadi salah satu sebab kejadian *sick building syndrome* (SBS). Kondisi kesakitan akibat mikroba udara dalam ruangan bersifat akut akan tetapi bisa mengganggu penghuni dalam ruangan khususnya pekerja.

Kawasan perkantoran Puspipstek Serpong merupakan salah satu kawasan yang dianggap memiliki potensi untuk terjadinya SBS pada pekerjanya bukan karena udara di sekitar kawasan yang tercemar akan tetapi diduga ada pencemar lain yang diduga bisa memicu timbulnya SBS dalam ruang perkantoran misalnya jumlah koloni mikroorganisme di udara. Kualitas mikrobiologi udara *indoor* di kawasan perkantoran Puspipstek, belum pernah diteliti kondisinya. Selain itu kondisi lokasi penelitian yaitu Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (B2TKS) yang memiliki gedung tertua di kawasan Puspipstek dan laboratoria yang masih menggunakan dan merawat fasilitas pendingin ruangan sistem sentral menjadi alasan untuk melakukan penelitian tentang faktor mikrobiologi dikaitkan dengan kejadian SBS.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Apakah ada hubungan antara jumlah koloni mikroorganisme udara dalam ruangan dengan kejadian *sick building syndrome* pada pekerja di Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (B2TKS)

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Diketuinya hubungan antara jumlah koloni mikroorganisme udara dalam ruang dengan *sick building syndrome* di B2TKS

1.4.2. Tujuan Khusus

1. Diketuinya jumlah koloni mikroorganisme udara dalam ruangan kerja di B2TKS
2. Diketuinya kejadian *sick building syndrome* pada pekerja di gedung B2TKS

3. Diketuainya hubungan jumlah koloni mikroorganism udara dalam ruangan dengan *sick building syndrome* pada pekerja di B2TKS
4. Diketuainya faktor kovariat yang berhubungan dengan kejadian SBS di gedung B2TKS, yaitu suhu ruang, kelembaban ruang, jenis kelamin karyawan, umur, status gizi, masa kerja dan kebiasaan merokok dalam ruang
5. Diketuainya jenis bakteri, spesies dan genus jamur yang ditemukan di ruang kerja B2TKS

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Masyarakat Umum

Hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan pengambil kebijakan dalam melaksanakan kegiatan pencegahan dan penanggulangan *sick building syndrome* pada pekerja di lokasi tempat kerja yang menggunakan pendingin ruangan.

1.5.2 Program

Memberikan gambaran *sick building syndrome* pada gedung perkantoran, khususnya di lingkungan Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur dalam meningkatkan mekanisme mengkaji dan melakukan evaluasi untuk perbaikan berkelanjutan dalam perencanaan pengelolaan program perbaikan lingkungan bekerja khususnya kualitas udara dalam ruang.

1.5.3 Pengembangan Ilmu

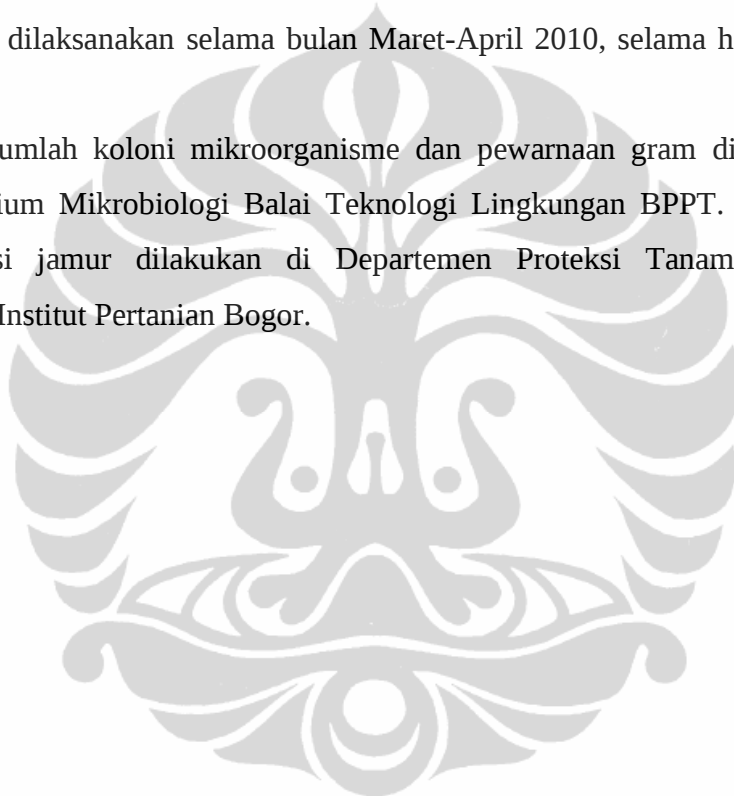
Diharapkan dapat menjadi bahan kajian lebih lanjut, sehingga penelitian ini dapat bermanfaat dalam ilmu kesehatan masyarakat.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

- Penelitian dilakukan di gedung perkantoran kawasan Puspiptek Serpong, tepatnya di Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (B2TKS) BPPT, yang terdiri dari tiga gedung, dengan jumlah responden sebanyak 90 orang (total sampling). Desain penelitian yang digunakan adalah *Cross Sectional*
- Kualitas udara yang diukur meliputi kualitas fisik dan kualitas mikrobiologi udara. Pengukuran kualitas fisik dengan mengambil data suhu dan

kelembaban ruangan, sedangkan pengukuran kualitas mikrobiologi untuk mengetahui jumlah koloni, golongan pada bakteri dan jamur yang ditemukan di udara.

- Pengukuran data kejadian SBS, karakteristik karyawan dan persepsi terhadap kondisi ruangan pada karyawan menggunakan kuesioner
- Data observasi lapang dilakukan untuk mengetahui kondisi ruangan yang ada di lokasi dilakukan dengan mengisi daftar pertanyaan
- Penelitian dilaksanakan selama bulan Maret-April 2010, selama hari kerja di B2TKS
- Analisis jumlah koloni mikroorganisme dan pewarnaan gram dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Balai Teknologi Lingkungan BPPT. Sedangkan identifikasi jamur dilakukan di Departemen Proteksi Tanaman, Klinik Tanaman Institut Pertanian Bogor.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

Pencemaran udara diartikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing di dalam udara dalam jumlah tertentu serta berada di udara dalam waktu yang cukup lama, akan dapat mengganggu kehidupan manusia. Bila keadaan seperti itu terjadi maka udara dikatakan telah tercemar

Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 41 tahun 1999 mengenai Pengendalian Pencemaran udara, yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam udara ambient oleh kegiatan manusia sehingga mutu udara ambient turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambient tidak memenuhi fungsinya

Pencemaran udara menurut Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (2004) diartikan sebagai terjadinya kontaminasi atmosfer oleh gas, cairan maupun limbah padat serta produk samping dalam konsentrasi dan waktu yang sedemikian rupa, sehingga menciptakan gangguan, kerugian atau memiliki potensi merugikan terhadap kesehatan dan kehidupan manusia, hewan, tumbuh-tumbuhan atau benda serta menciptakan ketidaknyamanan.

Pencemaran udara, yaitu masuknya zat pencemar baik dalam bentuk gas maupun partikel kecil atau aerosol ke dalam udara. Masuknya zat pencemar ke dalam udara dapat secara alamiah, misalnya asap kebakaran hutan, akibat gunung berapi, debu meteorit dan pancaran garam dari laut; juga sebagian besar disebabkan oleh kegiatan manusia, misalnya akibat aktivitas transportasi, industri, pembuangan sampah, baik akibat proses dekomposisi ataupun pembakaran serta kegiatan rumah tangga (Soedomo, 1999).

2.2 Pencemaran Udara Indoor

Pencemaran udara dapat terjadi di luar (*outdoor*) dan di dalam ruangan (*indoor*). Pencemaran udara di luar ruangan biasanya terjadi akibat asap

kendaraan bermotor dan asap industri sedangkan pencemaran udara di dalam ruangan akibat asap rokok, gangguan sirkulasi udara di gedung-gedung dan asap dari dapur tradisional, pemakaian kompor gas serta pemanas ruangan. Sumber yang terakhir bahkan dapat menghasilkan NO₂ hingga 4 *partpermillion* (ppm) di dalam ruangan.

WHO memperkirakan sekitar 400-500 juta orang khususnya di negara-negara berkembang saat ini menghadapi masalah polusi udara di dalam ruangan dan diperkirakan setiap tahunnya dari sekitar 3 juta kematian akibat polusi udara, 2,8 juta di antaranya akibat polusi udara dalam ruangan serta 0,2 juta lainnya akibat polusi udara luar ruangan.

Studi yang dilakukan EPA melalui suatu studi menemukan bahwa polusi udara dalam ruangan 100 kali lebih berbahaya dibandingkan udara luar.

2.2.1 Sumber Pencemar Udara Indoor

Jenis pencemar dalam ruang ada yang bisa dikendalikan keberadaannya ada yang tidak bisa dikendalikan. Tipe pencemaran yang tidak dapat dihindari berasal dari proses metabolisme seperti karbondioksida, bau dan aktivitas pokok manusia yang berada di dalam ruangan. Tipe pencemar yang dapat dihindari antara lain berasal dari emisi senyawa organik dari bangunan dan isinya. Sumber pencemar dibagi tiga kelompok yaitu pencemar berasal dari luar, berasal dari dalam dan mikroorganisme yang berasal dari dalam dan luar ruangan.

A. Pencemar dari luar ruang

Beberapa jenis pencemar yang berasal dari luar ruangan antara lain yang berasal dari aktifitas lalu lintas, dengan zat pencemar antara lain karbonmonoksida, timbal, nitrogen oksida. Jenis pencemar yang lain berasal dari aktifitas industrial, dengan zat pencemar antara lain nitrogen oksida, sulfur oksida, senyawa organik mudah menguap, asap, serat dan padatan halus (Pudjiastuti, 1998).

B. Pencemar dari dalam ruang

Cemaran dari dalam ruang ada yang berasal dari bangunan dan isinya

misalnya asbestos, formaldehid, senyawa organik yang mudah menguap (volatile organic compounds) (Pudjiastuti, 1998). Formaldehid misalnya ditemukan pada bangunan yang banyak menggunakan *particle board*, *fibreboard* dan *plywood* . Bisa juga ditemukan pada gedung yang banyak menggunakan panel berbahan dasar kayu, lem, cat dan rokok. Sedangkan VOCs bisa ditemukan pada material baik sintetis atau natural. Emisi tertinggi terjadi pada saat material atau bahan tersebut masih baru, misalnya renovasi ruangan, ruangan baru diganti cat, pemasangan karpet baru. Penelitian yang dilakukan oleh Takeda, 2009 menyatakan bahwa pada kondisi baru, suatu bangunan yang mengandung cemaran formaldehyde, alphapinene dan faktor kelembaban bisa menyebabkan terjadinya SBS.

Selain itu bisa ditemukan juga pada bahan-bahan pembersih ruangan dan furnitur perkantoran. Keberadaan VOCs dalam ruangan lebih tinggi dibandingkan dengan di luar ruangan, walaupun tingkat konsentrasi di industrial lebih tinggi jika dibandingkan dengan di rumah dan perkantoran non industrial (WHO, 2001). Pencemaran dalam ruang bisa berasal dari aktifitas manusia dalam ruangan yaitu asap rokok, insektisida, pestisida, pembersihan ruangan dan lain-lain. Asap rokok di lingkungan atau *environmental tobacco smoke (ETS)* adalah campuran asap *side stream* dan *main stream* yang dilepaskan di udara (First, 1984 dalam Pudjiastuti,1998).

C. Pencemar berupa mikroorganism

Mikroorganism yang berasal dari luar misalnya serbuk sari, jamur dan spora, yang bisa juga berada di dalam ruangan. Selain itu cemaran dalam ruangan yang berasal dari mikroorganism dalam ruangan seperti serangga, jamur pada ruangan yang lembab, bakteri. Mikroorganism yang tersebar di dalam ruangan dikenal dengan istilah *bioaerosol* (Pudjiastuti, 1998).

2.2.2Bioaerosol

Bioaerosol adalah mikroorganism atau partikel, gas, substansi dalam gas

atau organisme hidup yang hidup atau terdapat dalam udara. Contoh bioaerosol di udara bakteri (*Legionella*, *Actinomycetes*), jamur (*Histoplasma*, *Alternaria*, *Pencillium*, *Aspergillus*, *Stachybotrys*, *aflatoxins*), protozoa (*Naegleria*, *Acanthamoeba*), virus (*Influenza (flu)*). Pada jumlah terbatas, keberadaan bioaerosol tidak akan menimbulkan efek apapun, akan tetapi dalam jumlah tertentu dan terhirup akan menimbulkan infeksi pernapasan misalnya asma, alergi (PEOSH, 1994).

Partikulat diatmosfir dapat mengandung virus, bakteri, jamur, alga, dan protozoa. Mikroorganisme tidak dapat bertahan lama diatmosfir karena kurangnya nutrisi dan adanya pengaruh radiasi ultraviolet cahaya matahari. Namun beberapa organisme dapat membentuk spora sehingga dapat bertahan dalam waktu yang lebih lama. Spora dan serbuk sari ini umumnya dapat menyesuaikan diri dalam dispersi udara dan dapat ditemukan pada ketinggian diatas 2000 meter (Peavy, 1985).

Udara bukan tempat alamiah mikroba karena itu bentuknya vegetatif akan cepat musnah, terutama diudara bebas, yang lebih dapat bertahan adalah spora-spora dan virus. Lamanya mikroba berada diudara tergantung dari kecepatan angin serta kelembaban udara, sedangkan banyaknya sangat ditentukan oleh aktifitas lingkungan setempat, misalnya diatas tanah yang subur akan didapat lebih banyak mikroba dibandingkan dengan udara diatas tanah yang tertutup tanaman. Atas dasar tersebut dapat dimengerti bahwa penularan penyakit lewat udara bebas sulit terlaksana, kecuali apabila penyakit yang disebabkan oleh mikroba berspora dan virus (Soemirat, 2000).

Unsur mikroba yang dapat mempengaruhi kualitas udara dalam ruangan adalah jamur. Fungi atau jamur mempunyai peranan dalam kesehatan atau disebut mikosis baik bersifat patogen yang bisa menyebabkan sakit maupun sebagai penyebab alergi (Moore, 1996). Sebagai negara tropis dengan kelembaban 60-80%, Indonesia adalah surga bagi pertumbuhan berbagai jenis jamur. Secara alamiah mikroorganisme tidak ada di udara, karena udara bukan habitat

mikroorganisme. Mikroorganisme berada di udara karena terbawa angin bersama partikel debu atau untuk sementara mengapung di udara (Volk, 1990).

Walaupun udara bukan habitat hidup mikroba, aktivitas manusia baik disengaja maupun tidak membantu terciptanya media hidup sementara di udara, misalnya kelembaban yang terjadi saat manusia bernapas atau bersin, furniture atau alas ruangan yang basah, tumpukan buku-buku, tanaman dalam ruangan dan lain lain (Anonymomous, 2009).

EPA (2010) mengilustrasikan bahwa kebocoran pipa air yang hanya berupa tetesan air dapat menjadi media yang baik untuk pertumbuhan jamur. Permukaan furnitur, dinding atau lantai harus kering dan bebas dari genangan air atau kondisi basah. Karpet atau benda-benda dalam ruangan yang sudah berjamur harus segera dikeluarkan karena berakibat pada perubahan kualitas mikrobiologi udara.

Konsentrasi mikroba dalam ruangan akan bertambah banyak pada ruangan yang kondusif untuk pertumbuhannya misalnya dari kelembaban, suhu dan aktifitas manusianya. Material biologi yang mengalir di udara dan bertumpuk di ruangan dan menutupi permukaan interior akan menyebabkan perubahan kualitas udara dalam ruangan. Sedikit saja sumber karbon dan air di ruangan akan menjadi media pertumbuhan mikroorganisme (Pudjiastuti, 1998).

Elsberry (2004) menyatakan bahwa mikroorganisme berikutnya yang dapat menimbulkan permasalahan dalam hubungannya dengan kesehatan udara dalam ruang adalah pertumbuhan jamur. Karena dalam pertumbuhannya jamur akan menghasilkan vegetasi, material organik, mampu menghasilkan mikotoksin yaitu substansi yang toksik terhadap manusia apabila terhirup, tertelan dan bersentuhan dengan kulit.

Pajanan konsentrasi spora jamur pada udara dapat menyebabkan alergi alveolus dan asma pada pekerja (Cote, 1991; Richardson, 1998). Alat pengatur kelembaban yang terkontaminasi oleh bakteri, alga dan spora jamur juga bisa menyebabkan *humidifier fever* (Rask-Andersen, 1996).

2.2.3 Efek Kesehatan Akibat Bioaerosol

Bioaerosols dapat menyebabkan efek kesehatan yang cukup luas. Bioaerosol dapat menyebabkan infeksi (patogen) dan alergi atau reaksi keracunan. Ilustrasi efek bioaerosol terhadap kesehatan respirasi adalah ledakan alga merah (red tide blooms), dimana jumlah alga yang melimpah akan berbahaya pada kehidupan akuatik. Alga yang mengandung racun akan luruh ke dalam perairan saat terjadi gelombang. Racun bioaerosol yang luruh di udara dikenal sebagai non viabel aerosol, akan menyebabkan iritasi pada mata dan saluran pernapasan. Tabel 2.1 adalah beberapa agen dan penyakit bawaan udara (Kingsley, 1982 dan Jawetz, 1986)

Tabel 2.1. Agen dan penyakit bawaan udara

Jenis Mikroba	Agen	Penyakit
Batang gram negatif	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pseudomonas 2. Salmonella, Shigella dan Vibrio 3. Klebsiella 4. Proteus 5. Brucella 6. Bordetella 7. Bacteroides fragilis dan Escherichia coli 8. Haemophilus 9. Legionella 	<p>Infeksi telinga yang berat, infeksi mata</p> <p>Enteritis enterokolitis dan diare</p> <p>Pneumonia</p> <p>Infeksi saluran kemih</p> <p>Bruselosis</p> <p>Batuk rejan</p> <p>Abses hati</p> <p>Epiglottitis, Sinusitis, Laringotrakheitis, Otitis, Meningitis</p> <p>Legionnaire's disease</p>
Batang gram positif	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bacillus fragilis 2. Clostridium 3. Corynebacterium diphtheriae 4. Mycobacterium tuberculosis 	<p>Kholesistitis</p> <p>Diare</p> <p>Diphtheriae</p> <p>Tuberculosa</p>
Jamur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Candida 2. Histoplasma capsulatum 3. Sporothrix schenckii 	<p>Endokarditis, infeksi pada mata, infeksi kulit, sariawan, Pneumonia</p> <p>Infeksi granulomatosa menahun</p>

Sumber: Kingsley, 1982 dan Jawetz, 1986)

2.3 Permasalahan Kualitas Udara dalam Ruangan

Selain dipengaruhi adanya zat pencemar, faktor lain yang mempengaruhi kualitas udara dalam ruangan adalah suhu dan kelembaban. Suma'mur (1997) menyatakan bahwa suhu dingin dapat mengurangi efisiensi dengan timbulnya keluhan kaku atau kurangnya koordinasi otot sedangkan kondisi udara yang panas dapat menurunkan prestasi kerja, kualitas udara dalam ruangan dan mempengaruhi kenikmatan manusia yang tinggal atau bekerja dalam ruangan tersebut. Kelembaban dan suhu yang ekstrim juga menjadi media pertumbuhan beberapa jenis bakteri dan jamur. Sebagai contoh jamur dapat tumbuh dalam suasana an aerob dengan kelembaban udara lebih dari 65%. Suhu optimum jamur saprofit adalah 22-30°C sedangkan jamur patogen akan hidup dengan baik pada suhu 30-37°C (Suwondo, 1997). Suhu adalah panas atau dinginnya udara yang dinyatakan dengan satuan derajat tertentu. Suhu udara dibedakan menjadi: 1). Suhu kering, yaitu suhu yang ditunjukkan oleh termometer suhu ruangan setelah diadaptasikan selama kurang lebih sepuluh menit, umumnya suhu kering antara 24 – 34 °C; 2) Suhu basah, yaitu suhu yang menunjukkan bahwa udara telah jenuh oleh uap air, umumnya lebih rendah daripada suhu kering, yaitu antara 20-25 °C.

Secara umum, penilaian suhu rumah dengan menggunakan termometer ruangan. Berdasarkan indikator pengawasan perumahan, suhu rumah yang memenuhi syarat kesehatan adalah antara 20-25 °C, dan suhu rumah yang tidak memenuhi syarat kesehatan adalah < 20 °C atau > 25 °C Suhu dalam rumah akan membawa pengaruh bagi penguninya. Menurut Walton (1991), suhu berperan penting dalam metabolisme tubuh, konsumsi oksigen dan tekanan darah. Sedangkan Lennihan dan Fletter (1989), mengemukakan bahwa suhu rumah yang tidak memenuhi syarat kesehatan akan meningkatkan kehilangan panas tubuh dan tubuh akan berusaha menyeimbangkan dengan suhu lingkungan melalui proses evaporasi. Kehilangan panas tubuh ini akan menurunkan vitalitas tubuh dan merupakan predisposisi untuk terkena infeksi terutama infeksi saluran nafas oleh agen yang menular.

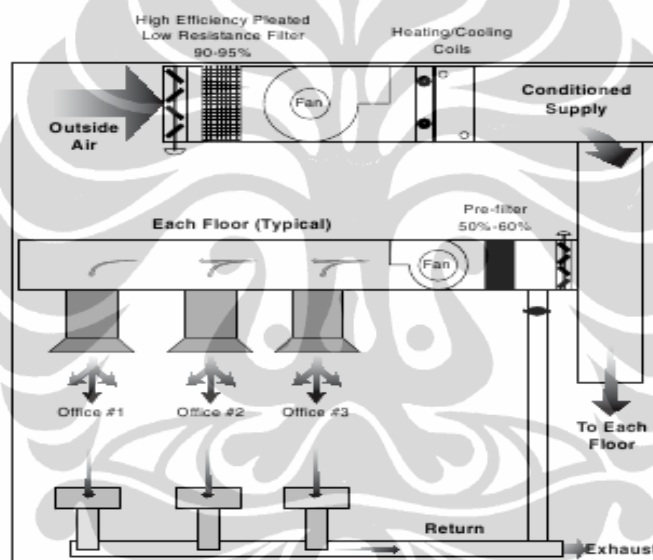
Pada lingkungan yang ada didalam ruangan, sekitar 25% dari panas tubuh diemisikan oleh transpirasi. Sebagai temperatur udara ambien dan meningkatnya aktifitas metabolisme, transpirasi ditandai dengan tingginya kelembaban relatif, sehingga menghasilkan panas yang tidak nyaman. Dengan kata lain udara kering pada temperatur rendah sampai dengan normal membuat kehilangan transpirasi dan mengakibatkan dehidrasi (Pudjiastuti,1998).

Kelembaban udara adalah prosentase jumlah kandungan air dalam udara (Depkes RI, 2002). Kelembaban terdiri dari 2 jenis, yaitu 1) Kelembaban absolut, yaitu berat uap air per unit volume udara; 2) Kelembaban nisbi (relatif), yaitu banyaknya uap air dalam udara pada suatu temperatur terhadap banyaknya uap air pada saat udara jenuh dengan uap air pada temperatur tersebut. Secara umum penilaian kelembaban dalam rumah dengan menggunakan *hygrometer*. Menurut indikator pengawasan perumahan, kelembaban udara yang memenuhi syarat kesehatan dalam rumah adalah 40-60 % dan kelembaban udara yang tidak memenuhi syarat kesehatan adalah $< 40 \%$ atau $> 60 \%$ (Depkes RI, 2002).

Rumah yang tidak memiliki kelembaban yang memenuhi syarat kesehatan akan membawa pengaruh bagi penghuninya. Rumah yang lembab merupakan media yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme, antara lain bakteri, spiroket, ricketsia dan virus. Mikroorganisme tersebut dapat masuk ke dalam tubuh melalui udara. Selain itu kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan membran mukosa hidung menjadi kering sehingga kurang efektif dalam menghadang mikroorganisme

Pemakaian pendingin udara dalam sistem perkantoran bertujuan untuk memberikan suasana kerja yang nyaman. Permasalahan ini menghasilkan solusi dengan memanfaatkan HVAC *system* (heating, ventilating and air conditioning). Sistem pendingin sentral ini dinilai lebih efektif, baik dari sisi produktifitas maupun *performance* selain itu juga dinilai lebih sehat. Dalam sistem ini, udara dari luar yang masuk ke dalam gedung akan melalui sistem pengolahan udara sentral. Sistem HVAC bertindak sebagai pengontrol polutan dan kontaminan.

Apabila sistem HVAC tidak dirawat dengan baik maka bisa dipastikan pendingin ruangan sentral ini akan menjadi sumber utama polutan, seperti misalnya polutan biologi (Burroughs, 2008). Gambar 2.1 adalah salah satu model HVAC sistem. Sistem ini disebut *Variable Air Volume* (VAV). Prinsipnya adalah mengatur aliran udara melalui kotak VAV dengan membatasi aliran udara yang berasal dari luar secara proporsional. Sistem ini dinilai lebih ekonomis khususnya dalam penggunaan kontrol sirkulasi. Apabila ruangan suhunya optimal (nyaman) maka kotak VAV akan mematikan aliran udara secara otomatis (Burroughs, 2008).



Gambar 2.1. Sirkulasi kontaminan yang berpindah dari tekanan udara positif ke tekanan udara negatif pada konstruksi bangunan menggunakan pendingin udara sentral

2.4. Pengukuran Kualitas Udara dalam Ruang

Penyehatan udara dalam ruang kerja adalah usaha yang dilakukan agar suhu, kelembaban, debu, sirkulasi udara, bahan pencemar dan mikroba dalam ruang kerja memenuhi syarat kesehatan. Merujuk pada Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri antara lain adalah

1. Suhu dan kelembaban:

Suhu : 18-28oC

Kelembaban : 40%-60%

2. Debu

Debu Total:0,15 mg/m³

Asbes Bebas : 5 serat/ml udara dengan panjang serat 5 mikron

Silika Total: 50mg/m³

3. Pertukaran Udara (sirkulasi udara) :

0,283 m³/menit/orang dengan laju udara 0,15-0,25 m/detik

4. Mikrobiologi:

Angka kuman < 700 koloni/m³ udara

Bebas kuman patogen

5. Cahaya: Minimal 100 lux

6. Kebisingan: Maksimal 85 dBA

7. Getaran : <37 (10Hz)

8. Medan Magnet Listrik : 0,5mT

9. Vektor Penyakit:

A. Serangga

- Indeks Lalat: maks. 8 ekor/fly (100x100 cm) dalam pengukuran 30 menit
- Indeks Kecoa: maks. 2 ekor/fly (20x20 cm) dalam pengukuran 24 jam
- Indeks Nyamuk *Aedes aegypti*: container indeks <5%

B. Tikus: setiap ruang kantor harus bebas dari tikus

Untuk mengetahui jumlah koloni bakteri dan jamur di udara bisa dilakukan antara lain dengan menggunakan metode Impinger. Metode ini adalah salah satu metode aktif sampler. Kuman atau mikroorganisme yang ditentukan jumlahnya adalah yang bersifat melayang-layang di udara ruang yang akan ditentukan angka kumannya. Volume udara yang disampling adalah representatif terhadap sejumlah volume ruangan yang diukur angka kumannya. Udara dalam ruangan yang akan diukur dihisap melalui pompa hisap dengan kecepatan alir udara yang diketahui, kemudian udara hisap dialirkan melalui larutan isotonik (NaCl 0,85%) sehingga sejumlah mikroba di udara akan tersuspensi dalam larutan tersebut. Selanjutnya menghitung jumlah koloni mikroba dalam larutan penangkap mikroba dengan metode *Total Plate Count* (TPC), dengan menggunakan rumus akan diketahui jumlah kuman yang berhasil disampling per m³ udara (Efendi, 2009).

2.5. *Sick Building Syndrome*

Sindrom gedung sakit ini diperkenalkan oleh ahli kedokteran Skandinavia pada tahun delapan puluhan. Pada waktu itu istilah SBS identik dengan sindrom gedung tinggi (*Tigh Building Syndrome*) karena kejadiannya terjadi pada gedung-gedung pencakar langit. Namun NIOSH melalui kajian-kajiannya pada rentang waktu 1978-1988 menemukan fakta bahwa kejadian SBS dialami juga oleh gedung perkantoran non pencakar langit yang karakteristik kualitas udara ruangnya buruk (NIOSH, 1989., Perry & Gee, IL., 1995).

Istilah SBS ditujukan pada gedung yang apabila karyawan yang bekerja di dalamnya mengalami hal-hal sebagai berikut:

1. Adanya gejala ketika bekerja atau tinggal dalam gedung
2. Berkurangnya gejala ketika meninggalkan gedung atau secara temporer berada di tempat lain

3. Gejala akan muncul lagi saat berada di gedung semula
4. Jumlah orang yang merasakan sindrom banyak (Hodgson, 2000).

Seseorang dikatakan terkena gejala SBS apabila menderita 2/3 dari sekumpulan gejala seperti lesu, hidung tersumbat, kerongkongan kering, sakit kepala, kulit gatal-gatal, mata pedih, mata kering, mata tegang, pilek, pegal-pegal, sakit leher/ punggung dalam waktu bersamaan. Akan disebut terkena SBS apabila terdapat lebih dari 20% responden-50% mempunyai keluhan tersebut di atas. Akan tetapi apabila hanya 2-3 orang hanya diindikasikan kejadian flu biasa (Aditama, 1991). Menurut Brinke (1995) orang dikatakan terkena gejala SBS apabila memiliki 1 atau lebih gejala yang sedikitnya 1 kali dialami dalam 1 minggu. Seseorang dikatakan terjangkit SBS apabila gejala muncul lebih dari 2 kali/ minggu selama jam kerja dan pulih setelah meninggalkan gedung (Finnegan dalam Isyana Dewi, 2005).

Faktor-faktor pada kondisi ruangan yang potensial menjadi penyebab timbulnya SBS antara lain penurunan kualitas udara dalam ruang, kepadatan manusia, bahan material ruangan, dekorasi interior, sistem ventilasi dan pemanasan, keberadaan jamur dan bakteri, gas berbahaya dan radiasi (Godish, 1989. Moseley, 1990. Roe FJC, 1994).

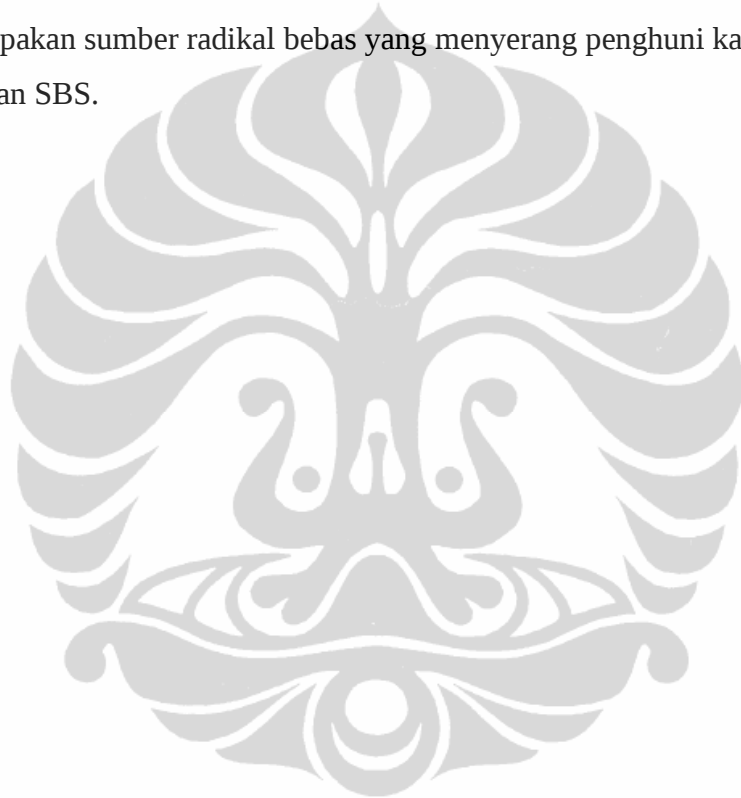
Faktor yang berhubungan dengan kualitas udara dalam ruang sebagai penghantar terjadinya SBS yaitu:

1. Kondisi lingkungan dalam ruangan meliputi suhu ruangan, kelembaban, aliran udara. Ketiga faktor tersebut akan terkait dengan absorpsi polutan kimia dalam ruang, peningkatan pertumbuhan mikroorganisme di udara dan timbulnya bau tidak sedap.
2. Konstruksi gedung dan furniture yang ditengarai bisa melepaskan gas polutan dalam ruangan, misalkan formaldehide, serat asbes, cat, karpet
3. Aktivitas dalam ruangan menggunakan alat-alat atau mesin yang membantu proses suatu pekerjaan, misalkan mesin fotokopi.
4. Ventilasi dalam ruangan yang buruk akan berpengaruh terhadap distribusi

udara dan ketersediaan udara segar

5. Status kesehatan pekerja, misalnya riwayat alergi/ asma yang diderita pekerja, perilaku merokok, pengguna alkohol
6. Faktor psikososial/ stress

Haryanto (2009) menyebutkan bahwa lingkungan tempat kerja sangat mempengaruhi terjadinya penyebaran polutan yang dapat mengganggu kesehatan. Sirkulasi udara yang tidak lancar, adanya bakteri dan virus, zat kimia dalam ruangan merupakan sumber radikal bebas yang menyerang penghuni kantor dalam bentuk kejadian SBS.



2.6. Faktor Karakteristik Responden

1. Jenis Kelamin

Wanita memiliki kemungkinan lebih tinggi dan sensitif terhadap kejadian SBS (Brasche, 2001). Jenis kelamin wanita terbukti lebih berisiko terkena SBS dibandingkan laki-laki (Winanrni, 2003)

2. Usia

Apte & Erdman (2002) melalui hasil penelitiannya menyebutkan usia diatas 40 tahun berisiko SBS 1,2-1,3 kali lebih tinggi daripada usia 40 tahun. Sedangkan penelitian lain (Burge, 1987) menyebutkan usia 21-40 tahun lebih banyak yang SBS dibanding umur lebih muda atau lebih tua. Hasil penelitian Engvall (2003), menunjukkan bahwa prevalence SBS lebih banyak terjadi pada usia muda dibandingkan usia tua.

3. Masa Kerja/ Lama Kerja

Masa kerja lebih dari satu tahun dan terpajan polutan selama lebih dari 5 jam per hari dalam gedung akan mempengaruhi tingkat keterpaparan responden terhadap polutan dalam ruangan (Anonymous, 2009)

4. Status Gizi

Status gizi yang digambarkan dengan kekurangan dan kelebihan gizi pada orang dewasa (lebih dari 18 tahun), pola konsumsi makanan, gaya hidup aktivitas dan faktor lingkungan yang tidak bersahabat dapat memberikan kontribusi terhadap terjadinya SBS. Defisiensi gizi secara umum diduga menjadi awal terjadinya degenerasi sistem imunitas tubuh (Alisyahbana, 1985). Salah satu parameter pengukuran status gizi adalah dengan menggunakan Indeks Massa Tubuh (IMT), yang untuk masyarakat Indonesia menurut PUGS (2002) dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan (m)} \times \text{Tinggi Badan (m)}}$$

Kategori IMT untuk Indonesia menurut Departemen Kesehatan (PUGS, 2002) ditampilkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Indeks Massa Tubuh

Kriteria	Kategori	IMT
Kurus	Kekurangan Berat Badan Tingkat Tinggi	<17,0
	Kekurangan Berat Badan Tingkat Rendah	17,0-18,4
Normal		18,5-25,0
Gemuk	Kelebihan Berat Badan Tingkat Rendah (<i>over weight</i>)	25,1-27,0
	Kelebihan Berat Badan Tingkat Tinggi (<i>obesitas</i>)	>27,0

Sumber: PUGS Depkes, 2002

Faktor lain yang ternyata mempengaruhi kejadian SBS pada khususnya karyawan adalah psikososial. Hal ini seperti yang dilakukan penelitiannya oleh Marmot (2006) yaitu bahwa tidak ada hubungan bermakna antara aspek fisik lingkungan kerja dengan kejadian SBS. Efek terbaik yang menunjukkan hubungan bermakna terletak pada kondisi psikososial pekerja termasuk di dalamnya adalah tingginya beban kerja dan rendahnya support yang diperoleh oleh pekerja. Faktor stres kaitannya terhadap kejadian SBS juga diteliti oleh Ooi (1997), dinyatakan bahwa terdapat hubungan bermakna antara stres pada pekerja dengan kejadian SBS. Ooi menyatakan bahwa perlunya manajemen stres dimasukkan dalam pencegahan kejadian sakit akibat gedung pada perkantoran.

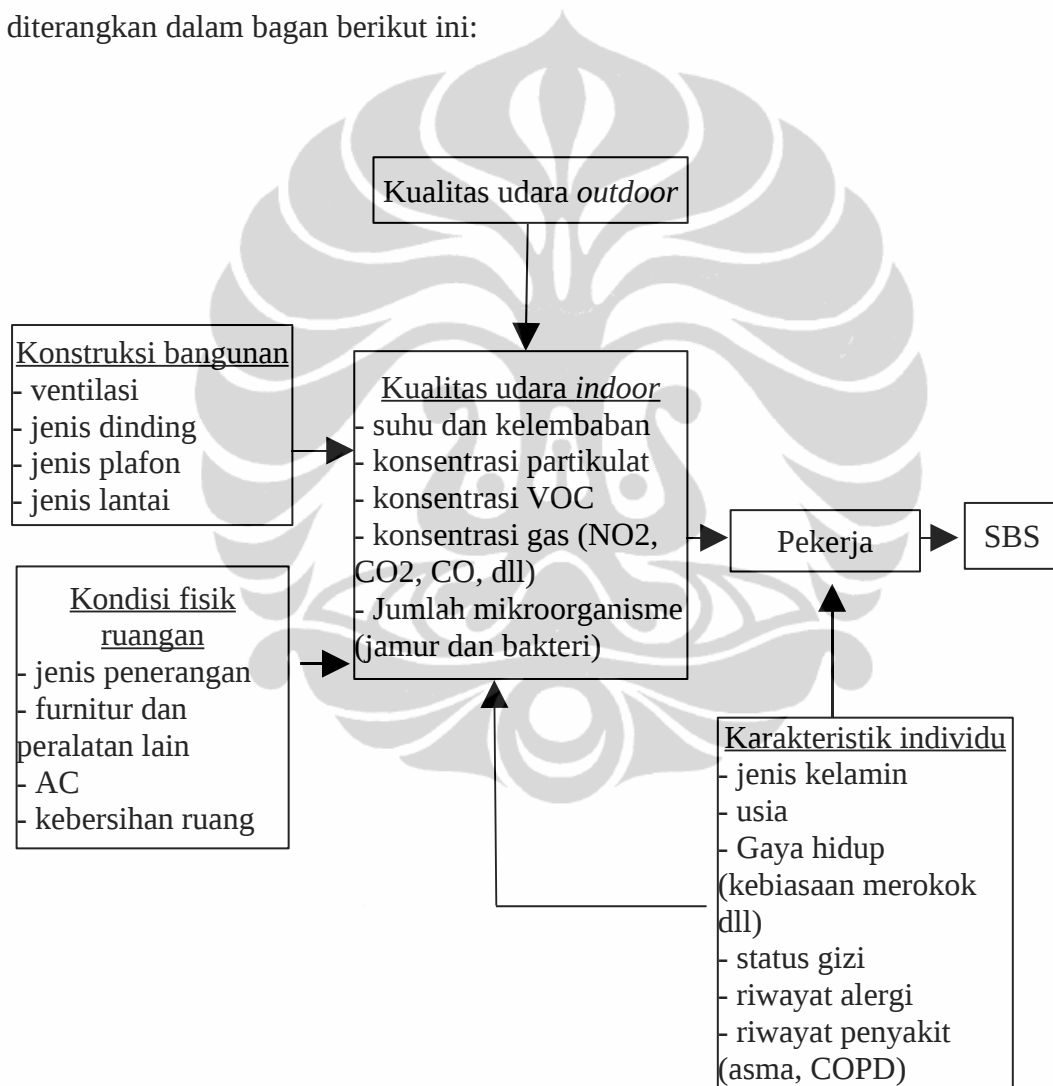
Cemaran lain yang memberikan kontribusi cukup besar terhadap perubahan kualitas udara dalam ruangan adalah kebiasaan merokok. Asap yang dilepaskan baik *side stream* maupun *main stream* akan melepaskan kurang lebih 4000 partikulat ke udara. Bahan-bahan kimia yang dilepaskan akibat pembakaran rokok ini akan terakumulasi di udara, tidak hanya menyebabkan iritasi atau masalah kesehatan pada perokok aktif akan tetapi juga berdampak negatif kepada perokok pasif (Elsberry, 2007).

BAB 3

KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP

3.1 Kerangka Teori

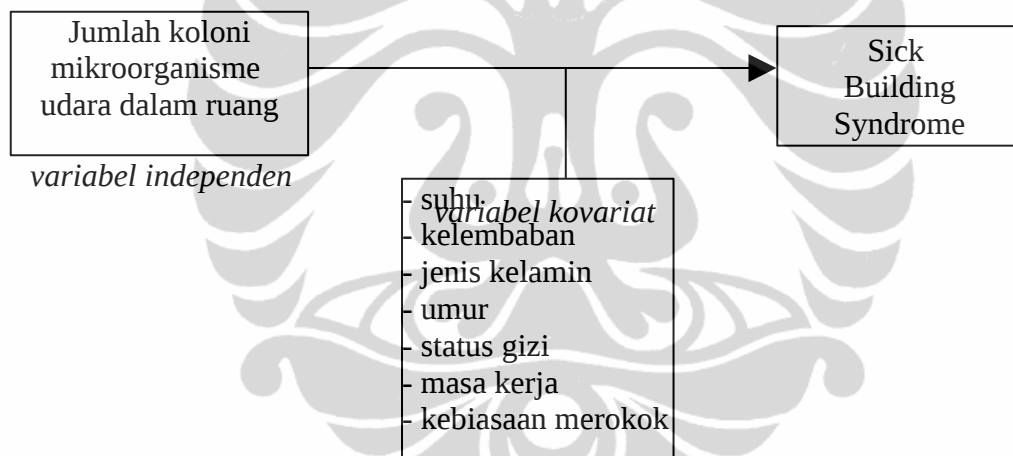
Landasan teori mengenai sumber serta mekanisme elemen mikrobiologi di udara dalam ruangan dapat masuk ke dalam tubuh dan menimbulkan penyakit diterangkan dalam bagan berikut ini:



Gambar 3.1 Bagan kerangka Teori Penelitian

3.2 Kerangka Konsep

Berdasarkan kerangka teori yang telah dikemukakan, dengan pertimbangan pekerja dalam gedung perkantoran tertutup menggunakan pendingin udara baik sentral atau lokal sangat rentan terhadap *sick building syndrome*, maka dapat dibuat pengelompokan faktor risiko yang menjadi kelompok variabel independen, variabel dependen dan variabel kovariat. Yang merupakan variabel independen dalam penelitian ini adalah parameter jumlah koloni mikroorganisme udara dalam ruang. Sedangkan variabel dependen adalah kejadian *sick building syndrome* pada pekerja. Variabel kovariat adalah kualitas udara fisik (suhu dan kelembaban), kebiasaan merokok dan karakteristik individu pekerja



Gambar 3.2 Bagan kerangka konsep penelitian

3.3 Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional Variabel Penelitian

Nama Variabel	Definisi Operasional	Skala Ukur	Hasil Ukur	Cara Ukur	Alat Ukur
<i>Sick Building Syndrome (SBS)</i>	Kumpulan gejala yang disebabkan terutama oleh kualitas udara dalam ruangan ditandai dengan keluhan: - iritasi mata pedih, merah, berair, kepala pusing, batuk, pilek, hidung tersumbat, bersin-bersin, hidung tersumbat, rongga mulut sakit, rongga mulut kering, badan panas dingin, mual, tidak nafsu makan, lesu, kelelahan, pegal-pegal anggota tubuh dan kulit gatal.	Ordinal	0 = ya, bila mengalami gejala 1 atau lebih gejala SBS 1 = tidak, bila tidak mengalami gejala SBS (Brinke, 1995)	Wawancara dan observasi	Kuesioner
Jumlah mikroorganisme udara	Kuman atau mikroorganisma yang melayang-layang di udara ruang yang akan ditentukan angka kumannya atau jumlah koloni yang terbentuk menggunakan metode Impinger. Satuan jumlah dalam cfu/m ³ udara. Dari koloni yang terbentuk, kemudian diidentifikasi spesies/genus untuk jamur, dan golongan untuk bakteri (gram positif/ gram negatif)	Ordinal	0= buruk (> 700 cfu) 1= baik (< = 700 cfu) Kepmenkes RI No. 1405/MENKES/S K/XI/2002	Pengukuran dan uji laboratorium	Metode Impinger
Suhu	Parameter fisik udara yang diukur langsung di lokasi untuk menyatakan tekanan panas dalam ruangan dengan menggunakan thermometer (satuan derajat celcius)	Ordinal	0. = buruk > 26oC 1.= normal 18-26oC Kepmenkes RI No. 1405/MENKES/S K/XI/2002	Pengukuran	Thermometer
Nama	Definisi Operasional	Skala	Hasil Ukur	Cara	Alat Ukur

Variabel		Ukur		Ukur	
Kelembaban	Parameter fisik udara yang menyatakan perbandingan relatif temperatur basah dan kering udara ruangan dan diukur langsung dilokasi dengan alat higrometer	Ordinal	0= kelembaban tinggi >60% 1= kelembaban normal 40-60% Kepmenkes RI No. 1405/MENKES/SK/XI/2002	Pengukuran	Higrometer
Kebiasaan merokok	Pekerja yang merokok di dalam ruang kerja	Ordinal	0= ada 1= tidak ada	Wawancara	Kuesioner
Status Gizi	Perhitungan Indeks Masa Tubuh (IMT) dengan rumus Berat Badan (kg) per kuadrat Tinggi Badan (m ²)	Ordinal	0 = Tidak normal, IMT <18,5 atau > 25 1. = Normal, IMT 18,5-25 (PUGS, 2002)	Pengukuran menggunakan timbangan badan dan alat ukur tinggi badan	Timbangan Badan dan Microtoise
Umur	Perhitungan lama hidup responden dari mulai tanggal lahir sampai dengan bulan saat dilakukan penelitian	Ordinal	0= < 40 tahun 1= > = 40 tahun	Wawancara	Kuesioner
Lama Kerja	Perhitungan jumlah masa bekerja dalam tahun pada pekerja di gedung B2TKS, terhitung sejak hari pertama mulai bekerja hingga hari saat dilakukan penelitian	Ordinal	0= < 1 tahun 1= >= 1 tahun	Wawancara	Kuesioner
Jenis Kelamin	Perbedaan anatomi kelamin responden	Nominal	0= wanita 1= laki-laki		Kuesioner

3.4 Hipotesis

Ada hubungan antara jumlah koloni mikroorganisme udara dalam ruangan dengan kejadian *sick building syndrome* pada pekerja.

BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Desain yang digunakan adalah *cross sectional*, yang mengamati jumlah koloni mikroorganisme dalam ruang sebagai variabel independen dan kejadian *sick building syndrome* sebagai variabel dependen, dimana variabel tersebut diukur pada saat bersamaan. Desain ini bisa dipakai untuk studi deskriptif, studi komparatif, atau studi faktor risiko. Secara umum desain ini merujuk pada penelitian yang terikat dengan dimensi waktu, pengukuran dilakukan hanya satu kali (Ghazali, 2006)

4.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah gedung Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur, BPPT, Kawasan Perkantoran dan Laboratoria Puspipstek Serpong. Pengambilan sampel udara dalam ruangan dan data kuesioner dilaksanakan pada bulan Maret-April 2010 selama 1 bulan (22 hari kerja).

4.3 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian adalah seluruh karyawan Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (B2TKS) BPPT. Sampel penelitian adalah karyawan yang bekerja di gedung satu, dua dan gedung *workshop*. Penentuan sampel adalah total sampling yaitu jumlah karyawan yang ditemui saat pengukuran berlangsung. Jumlah karyawan yang ditemui saat pengukuran berjumlah 90 orang, yang terdistribusi pada 3 gedung dengan rincian sebagai berikut:

4.3.1. Gedung satu:

Menggunakan AC sentral dan masing-masing ruangan dilengkapi AC lokal (split). Jumlah yang menjadi responden saat pengukuran sebanyak 49 orang yang terbagi dalam 14 ruangan.

4.3.2. Gedung dua:

Menggunakan AC sentral dan AC lokal pada masing-masing ruangan. Terdapat satu lantai, dengan ruangan sebanyak 7 buah. Jumlah karyawan yang menjadi responden saat pengukuran sebanyak 35 orang, yang terbagi dalam 7 ruangan.

4.3.3. Gedung Workshop

Hanya satu ruangan berada di *hall* yang digunakan untuk aktivitas uji konstruksi. Ruangan menggunakan AC lokal. Jumlah karyawan sebagai responden sebanyak 6 orang yang berada dalam satu ruangan.

4.4. Metode Pengumpulan Data

Data Primer meliputi pengukuran suhu dan kelembaban, pengambilan sampel udara dan analisis sampel mikrobiologi udara. Skenario pengukuran dan pengambilan sampel udara sebagai berikut:

1. Masing-masing ruangan diukur dan diambil sampel udaranya, yaitu gedung satu, dua dan ruang karyawan di *workshop*. Pada masing-masing ruangan akan ditentukan 5 titik sampling udara secara proporsional, dan alat akan dinyalakan selama 30 menit.
2. Paralel dengan pengambilan sampel udara akan dilakukan pengukuran suhu dan kelembaban, dengan menentukan 5 titik sampling secara proporsional.
3. Pengambilan data karakteristik karyawan yang berada dalam ruangan di laksanakan dengan menggunakan kuesioner.

4.5. Metode Pengukuran

Alat dan bahan yang digunakan pada pengukuran serta metode pengukurannya sebagai berikut:

1. *Impinger Air Sampler*: cara kerja mengambil sampel udara menggunakan metode ini adalah sebagai berikut:
 - Menyiapkan larutan penangkap mikroba yaitu NaCl fisiologis 0,85% dalam aquadest, kemudian dimasukkan dalam tabung impinger sebanyak 25 ml

- Tabung impinger dan selang penyambung, tutup dengan kapas atau *aluminium foil* di autoclave pada suhu 121oC selama 15 menit
 - Pompa impinger dengan laju alir udara yang sudah dikalibrasi (2-10lpm) kemudian disiapkan sesaat sebelum pengukuran dilakukan
 - Alat sampling diletakkan pada lokasi yang sudah diperhitungkan mewakili ruangan secara proporsional, misalkan 4 sudut 1 sentral
 - Seting tabung impinger yang sudah steril pada alat sampling yang sudah disiapkan, selama 30-60 menit
 - Selesai sampling, tutup kembali tabung impinger untuk kemudian ditumbuhkan pada media pertumbuhan
2. Termometer ruangan:
- Digunakan untuk pengukuran suhu ruangan sesaat dalam ruang. Pengukuran dilakukan dengan pembacaan skala ° Celcius, yang diadaptasikan selama 30 menit
3. Hygrometer:
- Alat ini digunakan untuk pengukuran kelembaban relatif dalam ruang. Pengukuran dilakukan setelah diadaptasi selama 30 menit
4. Alat ukur berat badan:
- Digunakan untuk mengukur berat badan responden, dengan sistem injak. Alat menggunakan skala 0-180 dengan satuan kilogram (kg). Alat ukur berat badan pada saat sebelum pengukuran harus selalu berada pada skala 0 (kalibrasi).
5. Alat ukur tinggi badan
- Menggunakan alat ukur tinggi badan *microtoise*. Skala alat ukur ini sampai dengan 200 cm, dengan ketelitian 0,1cm.
 - Pembacaan hasil ukur pada posisi tegak lurus dengan mata (sudut pandang mata dan skala *microtoise* harus sudut 90 derajat).

6. Kuesioner

- Alat ukur yang digunakan untuk memperoleh karakteristik individu responden, persepsi dan terjadinya keluhan atau gejala SBS

4.6 Pengolahan Data

Pengolahan data melalui proses editing, kemudian pengkodean (coding) berdasarkan seluruh instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data (jumlah koloni mikroorganisme, kualitas fisik, kuesioner, status gizi dll). Data yang sudah dikode kemudian dientry pada program pengolah data yang pada penelitian ini menggunakan SPSS versi 13.0. Melalui proses pembersihan dan verifikasi data maka data yang sudah diperiksa kembali.

Analisa data univariat adalah untuk mengetahui gambaran distribusi proporsi dari karakteristik individu meliputi jenis kelamin, umur responden, tingkat pendidikan, masa kerja, status gizi, kebiasaan merokok. Selain itu untuk mengetahui distribusi gangguan SBS pada kayawan, kondisi kesehatan dan persepsi yang dirasakan oleh responden meliputi kenyamanan dengan indikator kelembaban, suhu dan keberadaan debu dalam ruangan.

Analisis bivariat dengan uji *chi square* dengan nilai $\alpha = 0,05$ dilakukan untuk mengetahui kemaknaan dan besarnya hubungan variabel independen (jumlah koloni mikroorganisme, kualitas fisik udara, jenis kelamin, usia, lama kerja, status gizi) dengan variabel dependen yaitu kejadian SBS.

BAB 5

HASIL PENELITIAN

5.1 Gambaran Umum Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur BPPT

Gedung B2TKS menempati salah satu lokasi di kawasan Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PUSPIPTEK) yang berlokasi di kecamatan Cisauk, Tangerang Selatan. Luas lahan yang ditempati oleh B2TKS kurang lebih 4 ha, luas bangunan yang terdiri dari 3 gedung utama yang memiliki luas ± 15000 m².

Ruangan yang diteliti meliputi 22 ruangan yang terdapat di 3 gedung B2TKS. Gedung satu terbagi menjadi 14 ruangan dengan jumlah karyawan menjadi responden sebanyak 49 orang. Gedung dua terbagi menjadi 7 ruangan, jumlah karyawan sebagai responden sebanyak 35 orang. Gedung tiga merupakan area *workshop* terdapat satu ruangan yang digunakan oleh karyawan. Jumlah karyawan sebanyak 6 orang. Gambaran secara umum dari masing-masing ruangan di B2TKS bisa dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Gambaran umum ruangan di B2TKS

R	Plafon	Dinding	Lantai	Jendela	Tirai	AC	Juml AC split
1	terbuka, bahan asbes	tembok, partisi	Keramik	Tidak ada	Tanpa tirai	Sentral	0
2	asbes	tembok, partisi	Keramik	Jendela tidak bisa dibuka	Tanpa tirai	Sentral	0
3	asbes	tembok, partisi	Keramik	Jendela bisa dibuka	Tanpa tirai	Sentral	0
4	asbes	partisi	Keramik	Jendela tidak bisa dibuka	Tanpa tirai	Sentral	0
5	asbes	tembok, partisi	Keramik	Jendela bisa dibuka	Plastik	Sentral	0
6	asbes	tembok, partisi	Keramik	Jendela bisa dibuka	Plastik	Sentral dan Split	1 buah
7	asbes	tembok, partisi	Keramik	Jendela tidak bisa dibuka	Plastik	Sentral	0
8	plywood	tembok, partisi	vinyl	Jendela bisa dibuka	Plastik	Sentral dan Split	> 2 buah
9	plywood	tembok, partisi	vinyl	Jendela bisa dibuka	Plastik	Sentral dan Split	2 buah
10	asbes	tembok, partisi	vinyl	Jendela bisa dibuka	Plastik	Sentral dan Split	> 2 buah
11	beton	tembok	vinyl	Jendela bisa dibuka	Tanpa tirai	AC split	> 2 buah
12	plywood	tembok, partisi	vinyl	Jendela bisa dibuka	Plastik	Sentral dan Split	1 buah
13	asbes	tembok, partisi	vinyl	Jendela bisa dibuka	Plastik	Sentral dan Split	1 buah
14	asbes	tembok, partisi	Keramik	Jendela bisa dibuka	Tanpa tirai	AC split	1 buah
15	plywood	tembok, partisi	vinyl	Jendela bisa dibuka	Plastik	Sentral dan Split	> 2 buah
16	plywood	tembok, partisi	vinyl	Jendela bisa dibuka	Plastik	Sentral dan Split	1 buah
17	plywood	tembok, partisi	vinyl	Jendela bisa dibuka	Tanpa tirai	Sentral dan Split	2 buah
18	plywood	tembok, partisi	beton	Jendela tidak bisa dibuka	Tanpa tirai	AC split	1 buah
19	asbes	tembok, partisi	vinyl	Jendela bisa dibuka	Plastik	Sentral	0
20	plywood	tembok berlapis	vinyl	Jendela bisa dibuka	Plastik	AC split	2 buah
21	plywood	tembok, partisi	vinyl	Jendela bisa dibuka	Plastik	Sentral dan Split	Lampu
22	plywood	tembok, partisi	vinyl	Jendela bisa dibuka	Tanpa tirai	Sentral	0

Secara umum kondisi ruangan yang ada di B2TKS relatif homogen untuk material bangunannya. Berdasarkan interview saat observasi, material bangunan tidak ada yang berubah dari awal berdiri (lantai, dinding dan plafon). Seluruh ruangan menggunakan pendingin ruangan (AC), dan sebagian besar menggunakan AC sentral. Jendela yang ada di ruangan berdasarkan wawancara saat observasi dilapangan tidak dimanfaatkan sebagai bukaan dengan alasan faktor keamanan dan ruangan sudah menggunakan AC.

5.2 Kualitas fisik dan jumlah koloni mikroorganisme udara dalam ruang

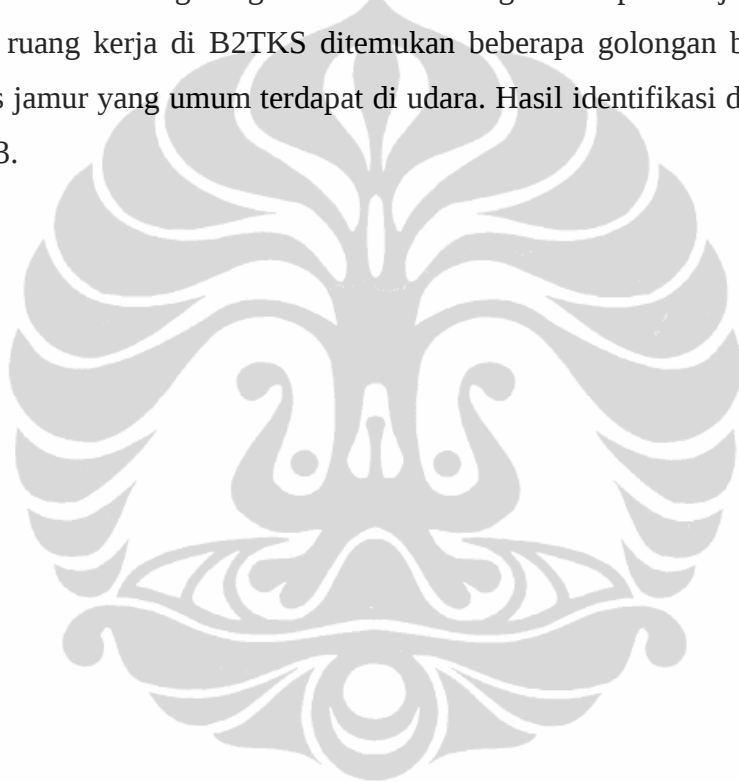
Kualitas fisik dan mikrobiologi dalam ruang di B2TKS yang ditunjukkan melalui hasil pengukuran suhu dan kelembaban dalam ruang, serta jumlah mikroorganisme udara dalam ruang, disajikan dalam Tabel 5.2. berikut ini:

Tabel 5.2. Jumlah koloni mikroorganisme, suhu dan kelembaban dalam ruang di B2TKS tahun 2010

Lokasi	Ruang	Jumlah Koloni	Rata-rata Suhu	Rata-rata Kelembaban
Gedung 1	1	264	26	68
Gedung 1	2	198	25.5	70
Gedung 1	3	396	26.55	66
Gedung 1	4	330	27.75	63.5
Gedung 1	5	198	26.5	66.5
Gedung 1	6	320,346	25.55	73.5
Gedung 1	7	667	24.5	67.5
Gedung 2	8	990	26	62.5
Gedung 2	9	298.32	30	65
Gedung 2	10	858	28.75	62.5
Gedung 2	11	198	30.5	59.5
Gedung 1	12	132	28	65.5
Gedung 1	13	924	27	71
Gedung 2	14	132	28	66.25
Gedung 1	15	594	28.75	68.5
Gedung 1	16	792	30.25	66.5
Gedung 2	17	594	28.5	59
Gedung 3	18	528	31.5	60
Gedung 1	19	587.4	26	66.5
Gedung 2	20	343.2	29.75	62
Gedung 1	21	396	26	67
Gedung 1	22	495	25.75	62.5
Normal		<700cfu/m ³	18-26°C	40-60%

Pada hasil pengujian kualitas mikrobiologi udara pada ruang kerja diperoleh hasil bahwa dari 22 ruangan yang ada terdapat 4 ruangan yang jumlah koloninya melebihi jumlah koloni mikroorganisme yang disyaratkan oleh Departemen Kesehatan RI. Pada ruangan-ruangan tersebut, suhu dan kelembaban (kecuali ruangan 8) ternyata memiliki suhu dan kelembaban yang melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Departemen Kesehatan RI.

Hasil identifikasi golongan bakteri dan genus/ spesies jamur yang ditemukan di ruang kerja di B2TKS ditemukan beberapa golongan bakteri dan genus/ spesies jamur yang umum terdapat di udara. Hasil identifikasi ditunjukkan pada Tabel 5.3.



Tabel 5.3. Identifikasi golongan bakteri dan genus/ spesies jamur di ruangan kerja B2TKS tahun 2010

Lokasi	Ruang	Golongan Bakteri	Spesies/Genus Jamur
Gedung 1	1	Gram +	<i>Penicillium sp, unidentified</i>
Gedung 1	2	Gram -	<i>Scopulariopsis brumptii</i>
Gedung 1	3	Gram -	Basidiomycetes, <i>unidentified</i>
Gedung 1	4	Gram -	<i>Penicillium sp</i>
Gedung 1	5	Gram -	<i>Penicillium sp</i>
Gedung 1	6	4 Gram (+) 1 Gram (-)	<i>Fusarium verticillioides</i>
Gedung 1	7	Gram +, -	<i>Fusarium sp</i>
Gedung 2	8	Gram +, -	<i>Oidiodendron sp</i>
Gedung 2	9	Gram -	<i>Aspergillus sp</i>
Gedung 2	10	Gram -	<i>Penicillium sp</i>
Gedung 1	11	Gram +,-	<i>Penicillium sp</i>
Gedung 1	12	Gram +,-	<i>Curvularia lunata, Penicillium sp</i>
Gedung 1	13	Gram +,-	<i>Penicillium sp, Nigrospora sp</i>
Gedung 2	14	Gram +	<i>Penicillium sp, Aspergillus sp</i>
Gedung 1	15	Gram +,-	<i>Aspergillus sp, Aspergillus sp</i>
Gedung 1	16	Gram -	<i>Dark septate mycellium</i>
Gedung 2	17	Gram -	<i>Beauveria sp</i>
Gedung 3	18	Gram -	<i>Penicillium sp, Aspergillus clavatus</i>
Gedung 1	19	Gram +	<i>Chrysosporium sp, Aspergillus sp</i>
Gedung 2	20	Gram +	<i>Penicillium sp</i>
Gedung 1	21	Gram -	<i>Aspergillus sp, unidentified</i>
Gedung 1	22	Gram -	<i>Fusarium sp, unidentified</i>

Golongan bakteri gram negatif ditemukan disebagian besar ruangan, kecuali ruangan 1, 14, 19 dan 20. Sedangkan genus/ spesies jamur yang paling banyak ditemukan adalah *Penicillium sp, Aspergillus sp, dan Fusarium sp*.

5.3. Gejala SBS dan Karakteristik Karyawan

Berdasarkan distribusi gejala SBS yang dialami oleh karyawan di B2TKS, diperoleh hasil bahwa dari jumlah 90 orang karyawan yang diwawancara, sebanyak 48,9% menyatakan mengalami gejala SBS pada saat dilakukan penelitian. Kondisi kesehatan karyawan saat pengukuran sebagian besar menyatakan diri sehat (90%) atau sebanyak 81 orang. Sebagian besar karyawan B2TKS menyatakan tidak memiliki riwayat alergi (80,0%) atau sebesar 72 responden. Karyawan sehat dan tidak memiliki riwayat alergi (80%), karyawan tidak memiliki riwayat penyakit lain sebesar 80,0% atau 72 orang. Distribusi terjadinya SBS dan kondisi kesehatan lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4. Distribusi gangguan SBS pada karyawan dan kondisi kesehatan karyawan saat pengukuran tahun 2010

Variabel	Jumlah (n=90)	Persentase (%)
Keluhan SBS		
Ya SBS	44	48,9
Tidak SBS	46	51,1
Kondisi kesehatan		
Tidak sehat	9	10,0
Ya sehat	81	90,0
Riwayat alergi karyawan		
Ya, menderita alergi	18	20,0
Tidak alergi	72	80,0
Riwayat penyakit lain		
Ya sedang dalam pengobatan	8	8,9
Sudah dinyatakan sembuh	10	11,1
Tidak	72	80,0

Berdasarkan jumlah karyawan yang terkena SBS keluhan paling banyak ditemui pada saat pengukuran adalah lelah (43,18%) atau sebanyak 19 responden. Berikutnya berturut-turut pegal-pegal (36,36%), kulit kering (31,8%) dan mata pedih (22,72%). Data disajikan pada Tabel 5.5

Tabel 5.5 Distribusi gejala dan frekuensi kejadian SBS pada karyawan B2TKS tahun 2010

No	Keluhan	Jumlah		Saat Pengukuran	Kemarin	2 hari yll	3 hari yll	Lain-lain
		Ya	%					
1	hidung gatal	5	11,36	1	3	0	0	1
2	bersin	7	15,90	1	1	2	2	1
3	hidung berair	3	6,81	1	0	1	0	1
4	hidung buntu	3	6,81	0	1	2	0	0
5	sakit kepala	9	20,45	0	3	2	2	2
6	pusing	9	20,45	0	2	4	1	2
7	sesak napas	1	2,27	0	0	1	0	0
8	mual	0	0	0	0	0	0	0
9	mata gatal	3	6,81	1	0	1	0	1
10	mata merah	4	9,09	2	0	1	1	0
11	mata pedih	10	22,72	3	1	3	2	1
12	kulit kering	14	31,8	2	4	3	0	5
13	kulit gatal	4	9,09	0	1	2	0	1
14	lelah	19	43,18	3	4	9	3	0
15	tenggorok	7	15,9	1	1	3	1	1
16	batuk	6	13,6	2	1	2	1	0
17	pegal	16	36,36	2	2	6	3	3

Karyawan yang tidak merasakan gejala SBS saat pulang atau keluar gedung menempati persentase tertinggi yaitu sebesar 54,5% atau sebanyak 24 orang dari 44 karyawan yang mengalami SBS. Sedangkan pada saat libur atau cuti sebagian besar karyawan tidak mengalami gejala SBS yaitu sebesar 88,63. Waktu yang dirasakan sebagian besar karyawan saat terjadi SBS adalah pada saat siang hari yaitu 43,18% atau sebanyak 19 orang dari 44 orang karyawan yang dinyatakan SBS berdasarkan kuesioner (Tabel 5.6)

Tabel 5.6 Distribusi keluhan karyawan saat terjadi SBS di B2TKS pada tahun 2010

Variabel	Jumlah (n=44)	Persentase (%)
Keluhan tidak dirasakan saat pulang atau keluar gedung		
Tidak merasakan keluhan	24	54,5
Ya masih merasakan keluhan	20	45,5
Keluhan tidak dirasakan saat libur atau cuti		
Tidak	39	88,63
Ya, masih dirasakan	5	11,37
Waktu terjadinya SBS yang dikeluhkan		
Pagi hari	11	25
Siang hari	19	43,18
Sore hari	14	31,82

Data karakteristik individu yang diperoleh dari kuesioner menunjukkan jumlah karyawan yang berada di dalam ruangan saat dilakukan pengukuran sebanyak 90 orang, dengan jumlah karyawan wanita sebanyak 10 orang dan karyawan laki-laki sebanyak 80 orang. Kebiasaan merokok pada karyawan menunjukkan bahwa jumlah karyawan yang tidak merokok memiliki persentase tertinggi yaitu 62,2% (56 orang). Kebiasaan merokok dalam ruangan yang dilakukan karyawan hanya 22,2% atau sebesar 20 orang. Pendidikan karyawan strata 1 memiliki persentase terbesar yaitu 52,2%. Masa kerja dengan persentase terbesar adalah masa kerja di atas 1 tahun. Status gizi normal pada karyawan memiliki persentase tertinggi 58,9%. Karakteristik karyawan secara lengkap disajikan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7. Distribusi karyawan B2TKS menurut karakteristik individu tahun 2010

Karakteristik Individu	Jumlah (n=90)	Persentase (%)
Jenis Kelamin		
Wanita	10	11,1
Laki-laki	80	88,9
Umur (tahun)		
< 40 tahun	24	26,7
>= 40 tahun	66	73,3
Tingkat Pendidikan		
SMA	14	15,6
S1	47	52,2
S2	22	24,4
Lain-lain	7	7,8
Masa Kerja		
< 1 tahun	13	14,4
> = 1 tahun	77	85,6
Status Gizi		
Tidak normal	37	41,1
Normal	53	58,9
Kebiasaan Merokok		
Ya merokok	34	37,8
Tidak merokok	56	62,2
Kebiasaan merokok dalam ruangan		
Ya, dalam ruangan	20	22,2
Tidak, dalam ruangan	70	77,8

5.4 Distribusi persepsi karyawan terhadap kondisi ruang, sensitivitas terhadap asap rokok dan kondisi kenyamanan secara umum

Terhadap keberadaan pencemar berupa asap yang berasal dari rokok dan debu, persepsi karyawan menunjukkan ruangan kerja tidak berdebu memiliki persentase tertinggi yaitu 77,8% (70 orang). Sedangkan karyawan yang tidak sensitif atau tidak terganggu dengan keberadaan pencemar asap rokok sebesar 62,2% (56 orang). Persepsi karyawan terhadap gambaran umum ruang kerjanya menunjukkan bahwa sebagian besar karyawan merasakan ruangan cukup bersih sebesar 90% (81 orang). Persepsi karyawan terhadap suasana ruang kerja dengan parameter suhu terlalu dingin atau terlalu panas yang dinyatakan dengan kenyamanan menunjukkan bahwa 78,9% karyawan menyatakan kondisi ruang kerja nyaman (71 orang). Sedangkan pada parameter kelembaban persentase tertinggi menunjukkan bahwa kondisi ruangan cukup ideal kelembabannya sebesar 91,1% (82 orang). Data ditampilkan pada Tabel 5.8

Tabel 5.8 Persepsi karyawan B2TKS terhadap beberapa variabel dalam ruangan tahun 2010

Persepsi	Jumlah (n=90)	Persentase (%)
Karyawan terhadap debu dalam ruangan		
Ya berdebu	20	22,2
Tidak berdebu	70	77,8
Karyawan terhadap asap rokok		
Ya sensitif terhadap asap rokok	34	37,8
Tidak sensitif terhadap asap rokok	56	62,2
Kondisi umum ruang kerja		
Kotor	9	10,0
Cukup bersih	81	90,0
Kenyamanan dikaitkan dengan kelembaban dalam ruang		
Ya, Lembab	8	8,9
Tidak Lembab	82	91,1
Kenyamanan dikaitkan dengan suhu udara dalam ruang		
Ya, Nyaman	19	21,1
Tidak nyaman	71	78,9

5.5. Distribusi keberadaan karyawan dalam ruang ber AC dan pembagian ruang kerja karyawan

Keberadaan karyawan dalam ruangan ber AC pada kisaran 2-5 jam menunjukkan persentase tertinggi yaitu 56,7% (51 orang). Kebiasaan keluar masuk ruangan oleh responden dengan rata-rata 5-10 kali memiliki persentase tertinggi sebesar 57,8% (52 orang). Pembagian karyawan dalam ruang kerja di B2TKS menunjukkan bahwa sebagian besar karyawan berada dalam ruangan dengan beberapa orang dalam ruang tertutup (77,8%) atau sebesar 70 karyawan (Tabel 5.9)

Tabel 5.9 Distribusi keberadaan karyawan dalam ruangan AC pada tahun 2010

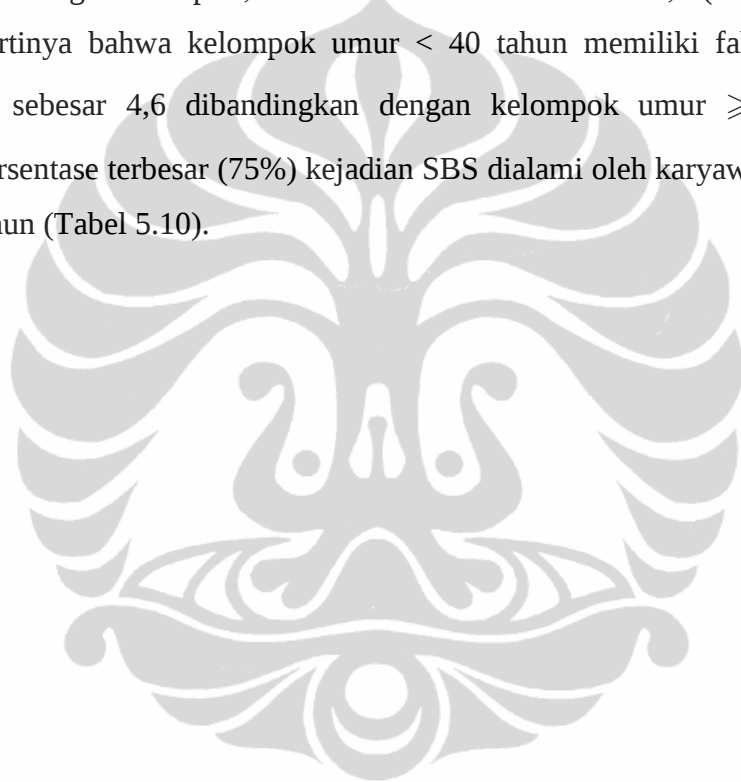
Aktivitas	Jumlah (n=90)	Persentase (%)
Lama rata-rata berada dalam ruangan ber AC		
< 2 jam	6	6,7
2-5 jam	51	56,7
6-8 jam	29	32,2
> 8 jam	4	4,4
Rata-rata keluar masuk ruangan		
< 5 kali	16	17,8
5-10 kali	52	57,8
> 10 kali	22	24,4
Ruangan Karyawan		
Sendirian dalam ruang tertutup	2	2,2
Beberapa orang dalam ruang tertutup	70	77,8
Ruangan terbuka dipisahkan partisi	8	8,9
Ruangan terbuka tanpa partisi	6	6,7
Lain-lain	4	4,4

5.6 Hasil analisis bivariat variabel jumlah koloni mikroorganisme dan variabel kovariat lainnya dengan gejala SBS

Berdasarkan hasil analisa statistik pada 5 variabel faktor risiko terhadap kejadian SBS, diperoleh hasil penelitian bahwa 4 variabel tidak terdapat hubungan bermakna dan hanya variabel umur memiliki perbedaan bermakna secara statistik, sehingga analisa tidak bisa dilanjutkan sampai dengan uji interaksi dan multivariat.

Pada hubungan antara jumlah koloni mikroorganisme dengan kejadian SBS menunjukkan hasil uji statistik dengan nilai $p = 0,5$ yaitu belum bisa

dibuktikan secara statistik antara jumlah koloni mikroorganisme dalam ruangan dengan kejadian SBS dengan nilai OR 0,7 (95% CI 0,3-2,0). Hubungan suhu dengan kejadian SBS juga tidak bisa dibuktikan secara statistik ($p>0,05$) dengan nilai OR sebesar 0,6 (95% CI 0,5 – 3,3), demikian juga kelembaban relatif dan status gizi ($p>0,05$) dengan nilai OR masing-masing sebesar 1,8 (95% CI 0,6 – 5,3) dan 0,8 (95% CI 0,6-5,3). Hanya umur yang memiliki perbedaan bermakna secara statistik dengan nilai $p=0,003$ dan memiliki OR sebesar 4,6 (95% CI 1,7–13,2) yang artinya bahwa kelompok umur < 40 tahun memiliki faktor risiko terkena SBS sebesar 4,6 dibandingkan dengan kelompok umur ≥ 40 tahun, sedangkan persentase terbesar (75%) kejadian SBS dialami oleh karyawan dengan umur < 40 tahun (Tabel 5.10).

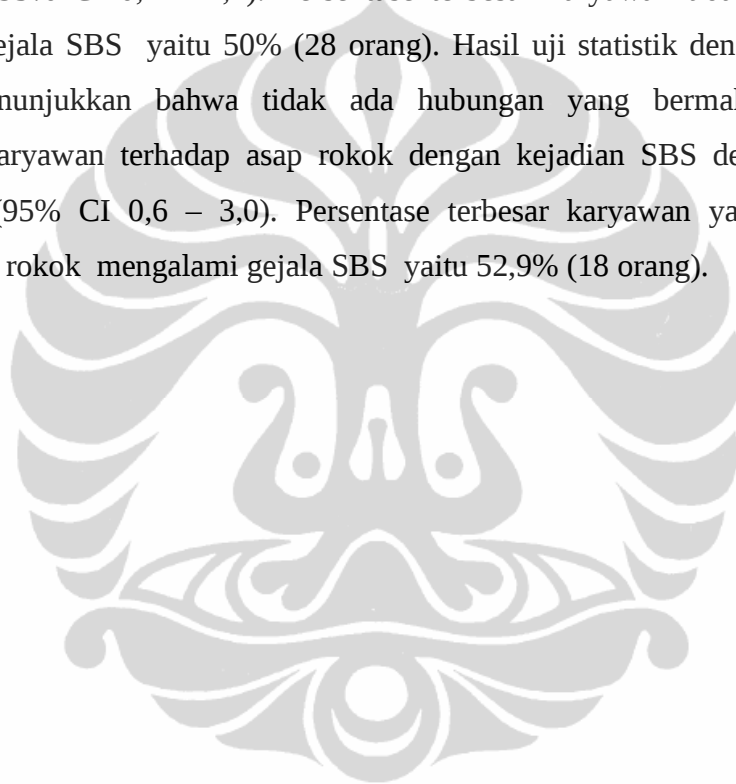


Tabel 5.10 Hasil analisis bivariat variabel jumlah koloni mikroorganisme dan variabel kovariat lainnya dengan gejala SBS di B2TKS tahun 2010

Nama Variabel	SBS				Total	Nilai p	OR	OR 95% CI
	Ya	%	Tidak	%				
Koloni Bakteri								
Buruk > 700	8	42,1	11	57,9	19	0,5	0,7	0,3-2,0
Baik < =700	36	50,7	35	49,3	71			
Suhu								
> 26°C	33	50,8	32	49,2	65	0,6	1,3	0,5-3,3
18-26 °C	11	44,0	14	56,0	25			
Kelembaban								
Tinggi > 60%	38	51,4	36	48,6	74	0,32	1,8	0,6-5,3
Normal 40-60%	6	37,5	10	62,5	16			
Status gizi								
Tidak normal	17	45,9	20	54,1	37	0,64	0,8	0,4-1,9
Normal	27	50,9	26	49,1	53			
Umur								
< 40 tahun	18	75,0	6	25,0	24	0,003	4,6	1,7-13,2
≥ 40 tahun	26	39,4	40	60,6	66			
Jenis Kelamin								
Wanita	7	70,0	3	30,0	10	0,2	2,7	0,7-11,2
Laki-laki	37	46,3	43	53,8	80			
Masa Kerja								
< 1 tahun	7	53,8	6	46,2	13	0,7	0,8	0,2-2,6
> = 1 tahun	37	48,1	40	51,9	77			
Kebiasaan merokok dalam ruangan								
Ya	10	50,0	10	50,0	20	0,91	1,1	0,4-2,9
Tidak	34	48,6	36	51,4	70			
Kebiasaan merokok karyawan								
Ya, merokok	16	47,1	18	52,9	34	0,8	0,8	0,4-2,1
Tidak merokok	28	50,0	28	50,0	56			
Sensitivitas terhadap asap rokok								
Ya, sensitif	18	52,9	16	47,1	34	0,5	1,3	0,6-3,0
Tidak sensitif	26	46,4	30	53,6	56			

Hasil uji statistik dengan $p= 0,2$ ($p>0,05$) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara jenis kelamin karyawan dengan kejadian SBS dengan OR sebesar 2,7 (95% CI 0,7 – 11,2). Persentase terbesar berdasarkan perbedaan jenis kelamin karyawan adalah karyawan wanita terkena gejala SBS (70,0%). Hasil uji statistik dengan $p= 0,7$ ($p>0,05$) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara masa kerja dengan kejadian SBS dan memiliki

OR sebesar 0,8 (95% CI 0,2 – 2,6). Persentase terbesar karyawan terkena gejala SBS (53,8%) yaitu pada masa kerja < 1 tahun. Hasil uji statistik dengan $p= 0,9$ ($p>0.05$) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara kebiasaan merokok dalam ruangan dengan kejadian SBS. Hasil uji statistik dengan $p= 0,8$ ($p>0.05$) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara kebiasaan merokok karyawan dengan kejadian SBS dengan nilai OR sebesar 0,8 (95% CI 0,4 – 2,1). Persentase terbesar karyawan tidak merokok mengalami gejala SBS yaitu 50% (28 orang). Hasil uji statistik dengan $p= 0,5$ ($p>0.05$) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara sensitivitas karyawan terhadap asap rokok dengan kejadian SBS dengan OR sebesar 1,3 (95% CI 0,6 – 3,0). Persentase terbesar karyawan yang sensitif terhadap asap rokok mengalami gejala SBS yaitu 52,9% (18 orang).



BAB 6

PEMBAHASAN

6.1 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain *cross sectional* yang bertujuan untuk mencari hubungan antara jumlah koloni mikroba dalam udara ruang dengan kejadian gejala *Sick Building Syndrome* (SBS) pada karyawan dengan melakukan pengukuran sesaat. Tentunya tidak semua subjek harus diperiksa pada hari ataupun saat yang sama, namun baik variabel faktor risiko maupun variabel efek dinilai hanya satu kali saja. Faktor-faktor risiko serta efek diukur menurut keadaan atau statusnya pada waktu observasi, jadi tidak ada tindak lanjut atau *follow up*. Pada studi ini masih ditemukan beberapa keterbatasan dan kekurangan, meliputi :

- Sulitnya menentukan sebab dan akibat karena pengambilan data risiko dan efek dilakukan pada saat bersamaan, akibatnya tidak mungkin ditentukan mana penyebab dan mana akibat.
- Timbulnya gejala SBS pada karyawan hanya berdasarkan persepsi, kemampuan mengingat dan kerjasama responden tanpa ditunjang dengan pemeriksaan klinik atau laboratorium dan dibatasi hanya pada ada atau tidak adanya gejala selama periode waktu penelitian.
- Pengukuran jumlah koloni bakteri, suhu dalam ruang dan kelembaban dalam ruang kerja tidak diukur secara terus menerus pada periode tertentu dan tidak dilakukan pengulangan dalam periode pengukuran. Fluktuasi data dan kecenderungan kualitas mikrobiologi udara dalam ruangan tidak bisa ditentukan secara tepat.

6.2 Kondisi Ruangan dengan Jumlah Mikroorganisme dan Kejadian Sick Building Syndrome

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) berkantor pusat di Jl. Thamrin Jakarta. Untuk mendukung kinerja BPPT sebagai lembaga kajian dan riset, maka dibentuklah laboratoria yang memiliki spesifikasi dan tupoksi yang

sesuai dengan visi dan misi BPPT. Salah satunya adalah Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (B2TKS). Gedung Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (B2TKS) merupakan gedung tertua di kawasan Puspiptek.

Kawasan Puspiptek didirikan pada tahun 1976 atas prakarsa Menristek waktu itu, Prof. Dr. Sumitro Djohadikusumo yang kemudian dilaksanakan pendiriannya oleh Prof. Dr. Ing. BJ. Habibie. Menempati area seluas \pm 660 Ha, kawasan Puspiptek dibagi menjadi 3 lokasi yaitu Laboratoria, Kebun Propinsi dan Perumahan. Institusi-institusi yang berada dalam kawasan ini yaitu LIPI, BPPT, BATAN dan Pusarpedal. Kecuali Pusarpedal yang berada dibawah KLH, institusi yang lain berada di bawah LPND Ristek.

Penyebab terjadinya SBS cukup variatif salah satu yang mampu memberikan kontribusi adalah kondisi gedung atau bangunan dan tentu saja lingkungan sekitar gedung. Karakter lokasi bangunan B2TKS yang bisa jadi merupakan varian penyebab SBS antara lain usia bangunan yang sudah cukup lama yaitu 26 tahun, kondisi lingkungan dalam hal ini udara ambien sekitar lokasi yang secara visual kontra dengan kejadian SBS, dan belum pernah dilakukan penelitian untuk melihat besaran masalah gejala SBS di kawasan Puspiptek.

Hasil penelitian menunjukkan dari 22 (dua puluh dua) ruangan yang terdapat di B2TKS, terdapat 4 (empat) ruangan yang memiliki jumlah mikroorganisme melebihi ambang batas yang ditetapkan Departemen Kesehatan RI. Ruangan tersebut masing-masing 2 (dua) ruangan di gedung 1 (ruang 13 dan 16) dan 2 (dua) ruangan di gedung 2 (ruang 8 dan 10). Ruangan dengan jumlah mikroorganisme yang melebihi baku mutu, memiliki suhu ruangan dan kelembaban relatif yang tinggi. Kondisi ini diduga menjadi penyebab timbulnya gejala SBS pada karyawan yang berada dalam ruangan tersebut. Jenis mikroorganisme terbesar yang ditemukan pada ruangan yang menggunakan AC sentral adalah jamur, karena karakteristiknya yang relatif lebih tahan lama. Jamur dapat tumbuh dalam suasana an aerob dengan kelembaban udara lebih dari 65%. Suhu optimum jamur saprofit adalah 22-30°C sedangkan jamur patogen akan hidup dengan baik pada suhu 30-37°C (Suwondo, 1997). Ruangan dengan jumlah

mikroorganisme melebihi ambang batas memiliki beberapa persamaan yaitu bahan plafon berupa plywood (ruang 8 dan 16) dan asbes (ruang 10 dan 13), dinding sebagian tembok dan partisi, lantai ruangan vinyl, menggunakan AC sentral dan AC split. Penelitian tentang bahan plafon berupa plywood dan lantai vinyl yang dikategorikan pencemar non biologi yang pernah dilakukan di Jepang terhadap kejadian SBS menunjukkan tidak ada hubungan bermakna terhadap kejadian SBS. (Takeda, 2009)

Ruangan dengan jumlah mikroorganisme di bawah ambang batas, tetap harus diperhatikan karena jumlah mikroorganisme dalam ruang berapapun jumlahnya merupakan kontaminan udara dalam ruang (ECC, dalam Soto, 2009).

Hasil uji statistik tidak ada hubungan yang bermakna antara jumlah koloni bakteri dalam ruangan dengan kejadian SBS. Persentase terbesar responden mengalami gejala SBS terjadi pada ruangan dengan jumlah koloni bakteri normal menurut Departemen Kesehatan RI (50,7%). Penyebab tingginya persentase responden yang mengalami SBS justru pada ruangan dengan jumlah koloni bakteri normal, diduga karena ditemukannya jamur khas yang biasa ditemukan di ruangan dan merupakan pemicu kejadian SBS. Apabila mengacu pada ECC (Soto, 2009), keberadaan mikroorganisme udara dalam ruangan dalam jumlah ambang normal yaitu $< 50\text{cfu/m}^3$ (bakteri) dan 25cfu/m^3 (jamur) patut diwaspadai karena potensial menyebabkan gejala SBS. Hasil penelitian Sulistiowati (2001) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan bermakna antara jumlah koloni mikroorganisme di dalam udara ruangan. Burge dalam Lunau (1990) menyebutkan bahwa keberadaan bakteri dan jamur menunjukkan tidak ada korelasi bermakna dengan terjadinya gejala SBS. Penelitian ini menyebutkan bahwa korelasi bermakna terjadi pada kemampuan mikroorganisme yang ditemukan di udara dalam memproduksi toksin. Friskarini (1999) dalam penelitiannya tentang inventarisasi jamur dalam ruang menyebutkan bahwa ruangan dengan suhu dan kelembaban tinggi memiliki potensi terhadap pertumbuhan jamur. Penelitian ini mengidentifikasi bahwa jamur positif ada pada ruangan dengan tumpukan kertas dan buku dan furnitur berbahan kayu.

Penelitian lain juga menyebutkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara jumlah koloni mikroorganisme khususnya jamur terhadap kejadian SBS pada lingkungan kerja non industri (Kolstad, 2000). Dalam penelitiannya Kolstad (2000) menyatakan keberadaan mikroorganisme (jamur) walaupun secara hubungan lemah dan tidak terbukti menyebabkan SBS tetap menunjukkan indikasi udara dalam ruangan yang kurang sehat. Penelitian Marmot (2006) menunjukkan tidak ada hubungan bermakna antara jumlah koloni mikroorganisme dalam udara ruang dengan kejadian SBS. Marmot mengambil kesimpulan dari penelitiannya bahwa kondisi fisik lingkungan kerja tidak terlalu penting dibandingkan faktor psikososial pekerja yaitu beban kerja dan dukungan serta aspirasi atasan. Apabila mengacu pada pernyataan Marmot (2006) faktor psikososial antara lain beban kerja, hubungan antar pekerja dan impresi atasan terhadap bawahan pada penelitian ini tidak diteliti spesifik, variabel pendukung yang diteliti adalah persepsi responden terhadap kondisi lingkungan kerjanya secara fisik.

Penelitian Prasasti (2004) menyatakan bahwa terdapat hubungan bermakna antara jumlah koloni mikroorganisme baik jamur maupun bakteri terhadap kejadian SBS di ruang kerja. Prasasti juga menyebutkan bahwa jamur berpengaruh terhadap gejala SBS berupa iritasi hidung dengan risiko sebesar 16,463 kali pada ruangan dengan jumlah koloni jamur yang bertambah banyak. Sedangkan untuk kuman, disebutkan bahwa terdapat risiko 1,008 kali berupa gangguan mual apabila terdapat penambahan jumlah kuman di dalam ruangan.

Jenis bakteri dan jamur yang ditemukan di ruang kerja B2TKS didominasi bakteri gram negatif, sedangkan jamur didominasi *Penicillium* sp, *Aspergillus* sp dan *Fusarium* sp. Penelitian-penelitian tentang keberadaan jamur di udara dalam ruang menunjukkan bahwa jamur dominan adalah *Penicillium* sp, *Aspergillus* sp dan *Fusarium* sp (CIAR, 1996; Cooley, 1998; McGrath, 1999; Chao, 2001; Setyaningsih, 2003; Morsy, 2005; Sen, 2007; Khan, 2009). Secara umum jamur yang ditemukan merupakan jamur yang positif berhubungan dengan kejadian SBS dengan sebagian besar gejala adalah gangguan pernapasan. Keberadaan jamur

dalam ruangan

Bakteri gram negatif yang dominan ditemukan dalam udara ruang kerja diduga menyebabkan SBS yaitu berupa gangguan iritasi mukosa (Skulberg, 2004). Pada penelitian ini Skulberg menyimpulkan bahwa membersihkan debu secara rutin dalam ruang kerja sangat efektif untuk mengurangi kontaminan mikroorganisme, konsentrasi debu dan TVOCs. Penelitian yang lain menyatakan bahwa bakteri gram negatif ditemukan pada sejumlah besar gedung "sakit". Konsentrasi endotoksinya mencapai 6-7 kali lebih tinggi dibandingkan pada gedung yang sehat (254 vs 46ng/m³) yang pada kondisi gedung dengan ventilasi alami sebesar 35ng/m³ (Teeuw, 1994)

6.3 Hubungan Variabel dengan Kejadian SBS pada Karyawan

Studi ini menganalisis hubungan variabel kualitas fisik (suhu, kelembaban) dan karakteristik individu (kebiasaan merokok dalam ruang, status gizi, umur, lama kerja dan jenis kelamin) yang turut berperan bersama kualitas mikrobiologi udara dalam meningkatkan risiko karyawan terkena SBS.

6.3.1 Kualitas Fisik

Hasil uji statistik pada pengukuran suhu sesaat dan kelembaban relatif dengan kejadian SBS menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna. Persentase terbesar dari pengukuran suhu sesaat (50,8%) kejadian SBS pada suhu > 26°C. Kelembaban relatif yang mendukung terjadinya SBS, persentase terbesar yaitu 51,4% terjadi pada nilai kelembaban > 60% . Hal ini seperti yang disampaikan Wyon (2005) bahwa kualitas udara dalam ruang yang buruk, misalnya suhu udara ruang meningkat, sistem HVAC yang kurang pemeliharaan dapat mengganggu kinerja pekerja. Meningkatnya suhu udara dalam ruang juga dapat meningkatkan resiko terjadinya *Sick Building Syndrome* (SBS), yang gejalanya antara lain sakit kepala, sulit konsentrasi, lelah dan lesu (Krogstad, 1991; Wargocki, 2002; Norback, 2008). Pada penelitian meningkatnya suhu udara dalam ruangan lebih signifikan menyebabkan SBS dibandingkan dengan keberadaan konsentrasi gas.

Berhubungan dengan suhu udara dan kelembaban relatif dalam ruang, dari data yang diperoleh menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan bermakna antara persepsi kenyamanan karyawan menggunakan parameter suhu dan kelembaban dengan kejadian SBS. Masing-masing parameter menunjukkan persentase terbesar responden yang terkena gejala SBS adalah merasa tidak nyaman dengan suhu dalam ruang kerja (50,7%) dan merasa ruangan lembab (62,5%). Penelitian tentang persepsi terhadap kenyamanan ruang kerja dengan parameter suhu dan kelembaban antara lain menunjukkan bahwa sensitivitas responden tergantung dari tingkah laku motorik dan kognitif individu responden. Kondisi lingkungan yang sangat panas akan menyebabkan hilangnya performance karyawan dan lambannya proses produksi, sedangkan pada kondisi sebaliknya akan menimbulkan efek pada kesigapan dan kadang-kadang berhubungan dengan kesakitan (Prakash, 2005).

Persepsi karyawan tentang kondisi ruangan meliputi suhu, kelembaban dan kondisi ruangan secara umum menggambarkan ruangan sebagai media ideal pertumbuhan mikroorganisme yang memicu timbulnya SBS. Ruangan yang lembab memungkinkan tikus, kecoa, virus penyakit pernafasan, dan jamur yang semuanya dapat berperan dalam patogenesis penyakit pernafasan (Krieger dan Higgins, 2002)

6.3.2 Karakteristik Individu

Karakteristik individu karyawan yaitu kebiasaan merokok karyawan di dalam ruangan, lama kerja, status gizi dan jenis kelamin pada uji statistik menunjukkan tidak memiliki hubungan bermakna dengan kejadian SBS.

Pada kebiasaan merokok persentase terbesar menunjukkan bahwa responden dengan kebiasaan merokok dalam ruangan mengalami gejala SBS (50%). Kebiasaan merokok dalam ruangan ini selain berdampak kepada perokok, juga menimbulkan efek negatif kepada non perokok atau lazim disebut perokok pasif. Karena asap rokok menghasilkan polutan di udara (*environmental tobacco smoke*) dengan melepaskan lebih dari 4000 bahan kimia termasuk di dalamnya nikotin, carbon monoksida, formaldehid, benzene dan lain-lain. Fakta lain dari

kebiasaan merokok dalam ruang, perokok pasif lebih sensitif terhadap karbon monoksida yaitu pada saat konsentrasi karbon monoksida 30ppm di udara, maka gejala SBS sudah terjadi yaitu pusing. Sebaliknya perokok aktif, baru akan merasakan gejala SBS apabila konsentrasi karbon monoksida di udara 50-250 ppm (<http://www.lungusa.org/>).

Faktor masa kerja responden menunjukkan hasil uji statistik tidak ada hubungan yang bermakna antara masa kerja dengan kejadian SBS. Persentase terbesar karyawan terkena gejala SBS (53,8%) yaitu pada masa kerja ≤ 1 tahun. Sukmaningsih (2009) dalam penelitiannya juga menyatakan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara masa kerja responden dengan kejadian SBS. Masa kerja < 1 tahun pada penelitian Sukmaningsih memiliki persentase terbesar mengalami SBS yaitu 76,9%, sedangkan responden dengan masa kerja ≥ 1 tahun sebesar 52,5%. Asumsi bahwa karyawan baru memasuki fase adaptasi lingkungan kerja dan lebih sensitif terhadap kualitas udara dalam ruang. Penelitian Jaya (2008) menyebutkan bahwa lama kerja tidak memiliki hubungan bermakna dengan kejadian SBS. Persentase terbesar responden mengalami SBS yaitu responden dengan masa kerja ≤ 7 tahun (22,6%), sedangkan responden dengan masa kerja > 7 tahun sebesar (15,3%).

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara status gizi dengan kejadian SBS. Persentase terbesar menunjukkan status gizi kurang, mengalami SBS (61,5%). Sukmaningsih (2009) menyebutkan dalam penelitiannya bahwa status gizi < 17 memiliki persentase terbesar terkena gejala SBS (66,7%). Secara statistik, status gizi ini ternyata tidak memiliki hubungan bermakna. Bisa diinterpretasikan bahwa kondisi status gizi tidak menentukan secara signifikan kejadian SBS pada individu yang berada dalam ruangan.

Fenomena ini erat kaitannya dengan tercukupinya kebutuhan tubuh akan gizi seimbang yang akan meningkatkan daya tahan tubuh terhadap kondisi lingkungan yang tidak kondusif. Dalam kondisi normal manusia memiliki proteksi diri terhadap infeksi dari bakterial yaitu melalui sistem imunitas tubuh. Kemampuan merawat dan menjaga kontinuitas sistem imun ini akan mengurangi

resiko infeksi yang ditimbulkan oleh bakteri.

Rendahnya sistem imun tubuh erat kaitannya dengan status gizi. Tubuh manusia memerlukan diet seimbang yang menyediakan cukup nutrisi, mineral dan vitamin untuk fungsi dan efektivitas sistem imun (Chandra, 2004). Sistem imun individu dipengaruhi antara lain oleh status hormon, umur dan status gizi (Hedlund, J. 1995).

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara jenis kelamin karyawan dengan kejadian SBS. Persentase terbesar berdasarkan perbedaan jenis kelamin karyawan adalah karyawan wanita terkena gejala SBS (70,0%). Gender pada penelitian tentang kejadian SBS dengan variabel jenis kelamin menunjukkan bahwa 44,3% dari wanita (n=888) dan 26,2% pria (n=576) mengalami gejala SBS dengan hubungan bermakna antara laki-laki dan wanita pada beberapa variabel. Masih pada penelitian ini menyebutkan bahwa wanita dengan karakteristik pekerjaan yang baik mengalami SBS 35,9% (laki-laki 19,4%), sedangkan pada pekerjaan yang kurang diminati, wanita akan mengalami SBS 53,0% , sedangkan laki-laki 33,3% (Brasche, 2000). Wanita menjadi faktor kuat mengalami SBS, selain faktor riwayat alergi, psikologis dan tingkat stres. Reynold (2001) menyatakan bahwa faktor psikososial pada pekerja berhubungan bermakna terhadap kejadian SBS pada wanita, sedangkan faktor lingkungan berhubungan lebih dekat dengan kejadian pada laki-laki.

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa ada hubungan yang bermakna antara umur dengan kejadian SBS. Persentase terbesar (75%) kejadian SBS dialami oleh karyawan dengan umur < 40 tahun. Nilai OR =4,615 diinterpretasikan dengan karyawan berumur < 40 tahun akan terkena SBS sebesar 4,6 kali dibandingkan karyawan berumur >= 40 tahun. SBS sebagai kategori penyakit tidak spesifik memiliki variasi yang berkaitan dengan meningkatnya keluhan atau gejala yaitu pada usia muda, wanita, perokok aktif, tipe pekerjaan, kepadatan ruang, pemakaian alas lantai dan tipe ventilasi (Menzies, 1997). Chandra RK (2004) dalam penelitiannya menyatakan bahwa usia muda akan mudah terkena infeksi bakteri patogen misalnya E. Coli, sedangkan usia lebih dari

60 tahun akan mudah terkena gangguan pernafasan misalnya karena *Streptococcus pneumoniae*. Penelitian lain menyebutkan bahwa SBS lebih banyak terjadi pada wanita dibandingkan laki-laki, dan sensitivitas pada gejala SBS terjadi pada dewasa muda (younger adults) usia antara 30-50 (Anonim, 2010). Studi tentang SBS menyebutkan bahwa gejala SBS terjadi pada orang muda yaitu dengan skor rata-rata 2,5 dengan rentang usia 39-44 tahun (Marmot, 2006). Berturut-turut rata-rata gejala SBS dengan rata-rata 2,4 (45-49 tahun) dan 2,2 (50-54 tahun), dan 2,1 (55-62 tahun). Sukmaningsih (2009) dalam penelitiannya menyatakan bahwa terdapat hubungan bermakna antara usia responden dengan kejadian SBS. Risiko responden berusia < 40 tahun mengalami SBS 1,63 kali dibandingkan responden berusia \geq 40 tahun. Engvall (2009) dalam penelitiannya menyatakan bahwa 58% respondennya yaitu perempuan mengalami SBS, 46% responden berusia 18-44 tahun, dan 32% responden berusia 45-54. Penelitian ini menyebutkan bahwa hubungan antara umur dengan SBS hanya signifikan pada gejala kulit muka pada responden berusia muda, sedangkan sisanya terjadi pada responden berusia > 64 tahun. Penelitian Norlen (1993) umur dengan kejadian SBS dipengaruhi banyak hal yang cukup kompleks, tidak hanya kondisi fisik dan ketahanan akan tetapi juga stres individu dan kondisi sosial. Kondisi responden < 40 yang memiliki kecenderungan SBS dipengaruhi oleh banyak hal, misalnya usia muda mudah stres sedangkan usia tua cenderung adaptif. Bahwa usia tua lebih rentan terhadap SBS karena kondisi fisik yang mulai mengalami penurunan belum bisa dibuktikan secara presisi dari beberapa penelitian SBS (Mendel, 1993 Apter, 1994; Hodgson, 1995). Selain itu kecenderungan usia muda rentan terhadap SBS diduga karena gaya hidup (makan tidak teratur dan tidak bergizi, merokok, *workaholic*, istirahat tidak teratur) dan psikososial lain khas usia muda (*younger adult*).

BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Simpulan

Hasil penelitian tentang Sick Building Syndrome seperti yang sudah diuraikan pada Bab Hasil dan Pembahasan, disimpulkan sebagai berikut :

- 1 Jumlah koloni mikroorganisme dalam udara di B2TKS yang melebihi ambang batas yang ditentukan oleh Departemen Kesehatan RI adalah ruang 8 (990 cfu/m³), ruang 10 (858cfu/m³), ruang 13 (924 cfu/m³) dan ruang 16 (792cfu/m³)
- 2 Kejadian SBS pada karyawan di lingkungan B2TKS sebesar 48,9%.
- 3 Hubungan jumlah mikroorganisme di udara pada ruangan kerja terhadap kejadian SBS di B2TKS menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna secara analisis statistik.
- 4 Hubungan variabel lain yaitu suhu, kelembaban, kebiasaan merokok dalam ruang, status gizi, lama kerja dan jenis kelamin terhadap kejadian SBS belum bisa dibuktikan secara statistik ada hubungan yang bermakna. Sedangkan variabel umur karyawan menunjukkan hubungan yang bermakna terhadap kejadian SBS yaitu karyawan berumur < 40 tahun berisiko 4,6 kali untuk mengalami SBS.
- 5 Bakteri gram negatif ditemukan pada sebagian besar ruangan di B2TKS yaitu 81,8% dari 22 ruangan. Spesies/ genus jamur ditemukan pada seluruh ruangan dengan sebagian besar adalah *Penicillium* sp, *Aspergillus* sp dan *Fusarium* sp.

7.2 Saran

7.2.1 Manajemen Gedung

1. Manajemen B2TKS hendaknya meningkatkan upaya pembenahan ruangan meliputi kebersihan ruangan, merapikan kertas dan file-file (dimasukkan

lemari), membersihkan furnitur bahan kayu secara rutin, menghindari intrusi air dalam ruangan dengan tujuan untuk meminimalisir tempat berkembangnya mikroorganisme khususnya spora jamur.

2. Peningkatan pemeliharaan AC baik sentral maupun lokal. AC sentral walaupun direkomendasikan sebagai pendingin ruangan yang efisien dan sehat, harus diperhatikan rutinitas pemeliharaan. Karena pemeliharaan yang tidak bertanggung jawab, menyebabkan AC sentral sebagai penyebar mikroorganisme yang merugikan kinerja karyawan. Selain itu, mematikan AC sejenak diharapkan bisa membantu sirkulasi udara dan mengurangi akumulasi kontaminan mikroorganisme dalam ruangan.

7.2.2 Pengembangan Ilmu Pengetahuan

1. Penelitian lebih lanjut tentang hubungan kualitas mikrobiologi udara dalam ruangan dengan jumlah sampel yang lebih banyak, dengan pengambilan sampel diulang secara periodik misalnya dalam seminggu 3 kali atau sehari 3 kali.
2. Dilakukan menggunakan desain penelitian yang lain misalnya *case control*
3. Penelitian lebih lanjut dengan melihat persepsi individu khususnya pada perilaku sosial, gaya hidup, beban kerja dan impresi atasan terhadap bawahan

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, U.F. (2005) *Pencemaran udara dan gangguan penyakit pernapasan non infeksi*. Manajemen penyakit berbasis wilayah. Penerbit Buku Kompas
- Aditama, Tjandra, Y. (2002) *.Kesehatan dan keselamatan kerja*. Jakarta. University Press
- Alisyahbana. (1995) *Kurang infeksi dan infeksi aspek kesehatan gizi anak balita*. Yayasan Obor Indonesia
- Brasche, S., Bullinger M., Moefeld, M., Geghardt H.J., Bischof, W. (2001) *Why do women suffer from SBS more often than men? Subjective higher sensitifity versus objective causes*. *Indoor Air* (4).
- Brooks, G.F., Butel, J.S., Morse, S.A. (2005) *Mikrobiologi kedokteran*. Terjemahan tim FKUI. Salemba Medika Utama
- Burroughs, H.E. (2008) *Managing indoor air quality*. 4th Ed. Fairmont Press
- Chao, HJ., Milton, DK., Schwartz, Burge, HA. (2001). Dustborne fungi in large office buildings. *Mycopathologia* 154;93-106
- CIAR. (1996). *Sick building syndrome, biological aerosols and system control of indoor air quality*. Published by CIAR. Maryland
- Cooley, JD. Wong, WC., Jumper, CA., Straus DC. (1998). Correlation between the prevalence of certain fungi and sick building syndrome. *Occup Environ Med* 55;579-584
- Cox, C.S., Wathes, C.M (1995) *Bioaerosols handbook*. NY: Lewis Publisher
- Departemen Kesehatan RI (2008). *Persyaratan kesehatan lingkungan kerja perkantoran*.
- Efendi. (2009) *Teknik analisis mikrobiologi dari udara*. LIPI

Elsberry, RB., (2007) Indoor air pollution can sicken office workers. *Electrical Apparatus. August. Pg 34.*

Engvall, K., Hult M., Corner, R., Lampa (2009) A new multiple regression model to identify multi-family houses with a high prevalence of sick building symptoms "SBS" within the healthy sustainable house study in Stockholm (3H). *Int Arch Occup Environ Health. 83; 85-94*

Flannigan, B. (1992) *Indoor microbiological pollutants-sources, spesies, characterisation an evaluation. State of the Art in SBS pp. 73-98*

Friskarini, K. (1999). *Inventarisasi jenis jamur dalam ruangan.* Jakarta.

Godish, T. (1994) *Sick buildings: definitions, diagnosis and mitigation.* CRC Press. Florida

Hodgson. M.(2000) Sick Building Syndrome. *Occup Med 15;571-585*

Horner, W.E., Helbling., A., Salvaggio, J.E., Lehrer, S.B., (1995) Fungal Allergens. *Clinical microbiology revies. 8; 161-179*

Isyana Dewi.(2005). *Gambaran hubungan faktor fisik dan psikososial dengan SBS pada karyawan pusat administrasi Universitas Indonesia.*

Jaya, Rosa. (2008) *Kualitas udara dalam ruangan dan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kejadian SBS di gedung DepKes RI.* Jakarta

Khan, AAH. Karuppayil, SM. (2009). Isolation, identification and testing for allergenicity of fungi from air-conditioned indoor environments. *Aerobiologia 25;119-123*

Kusnoputranto (2002) *Kesehatan lingkungan pemukiman dan perkotaan.*FKM UI

Kolstad, H.A. Brauer, C. Iversen, M. Sigsgaard T., Mikkelsen, S. (2002). Do indoor molds in non industrial environments threaten workers' health? A review of the epidemiologic evidence. *Epidemiol Rev. 24;203-217.*

Maeir, R.M., Pepper, J.L., Gerba, P.C., (2002) *Environmental microbiology.* Canada; Academic Press

Marmot, AF. Eley, J. Stafford, M. Stansfeld, Warwick E, Marmot, MG (2006) Building health: an epidemiological study of "sick building syndrome" in the Whitehall II study. *Occup Environ Med; 63:283-289.*

McGrath, JJ. Wong, WC, Cooley, JD, Straus, DC. (1999). Continually measured fungal profiles in sick building syndrome. *Current Microbiology* 38;33-36.

Morsy, EL. (2006). Preliminary survey of indoor and outdoor airborne microfungi at coastal buildings in Egypt. *Aerobiologia* 22;197-210

Moseley, C. (1990) Indoor air quality problem; A proactive approach for new or renovated buildings. *Jurnal of Env. Vol 53, No. 3.*

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (1989) *Indoor air quality*. Ohio. Selected References

Norback, D., Nordstrom, K. (2008). Sick building syndrome in relation to air exchange rate, CO₂, room temperature and relative humidity in university computer classroom; an experimental study. *Int Arch Occup Environ Health* 82;21-30

Prasasti, Corie. I. (2004) Pengaruh kualitas udara dalam ruangan ber AC pada gedung bertingkat terhadap gangguan kesehatan. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Unair.

Pudjiastuti, L., Rendra, S., Santosa, H.R. (1998) *Kualitas udara dalam ruang*. Direktorat Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional

PUGS. (2002). Direktorat Bina Kesehatan Masyarakat. Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI. Jakarta

Rahmawati. (2009). *Analisis penerapan kebijakan pengendalian pencemaran udara dari kendaraan bermotor berdasarkan estimasi beban emisi (studi kasus: DKI Jakarta)*. Bogor. Sekolah Pasca Sarjana IPB

Sabri, L., Priyo Hastono, S. (2006) *Statistik kesehatan*. Raja Grafindo Persada

Sastroasmoro, S., Ismael, S. (2002) *Dasar-dasar metodologi penelitian klinis*. Edisi ke 2. Sagung Seto

Setyaningsih, Y. Soebijanto, Soedirman.(2003). Hubungan antara kualitas udara dalam ruangan berpendingin sentral dan *sick building syndrome*. *Sains Kesehatan*, 16;3; 373-388.

Skulberg, KR., Skyberg, K., Kruse, K. Eduard, W. Djuspeland, P. Levy, F.,Kjuus, H. (2004). The effect of cleaning on dust and the health of office workers. Intervention study. *Epidemiology* 15;71-78.

Soto, T. Murcia, R.M.G, Franco, A.,Vicente-Soler, J. Cansado, J. Gacto, M. (2009) Indoor airborne microbial load in a Spanish university. *Anales de Biologica* 31;109-115

Sukar, A., Tugaswati, T., Athena, A. dkk. (2000) SBS dalam perspektif epidemiologi lingkungan. *Majalah Kesehatan Masyarakat Indonesia*. Tahun XXVIII, Nomor 5.

Sulistiowati (2001). *Hubungan antara kualitas fisik dan mikrobiologi udara dalam ruang dengan kejadian SBS*. Depok.

Takeda, M. Saijo, Y. Yuasa, M. (2009). Relationship between sick building syndrome and indoor environmental factors in newly built Japanese dwellings. *Int. Arch Occup Environ Health* 82; 583-593

Teeuw, B., Vandenbroucke-Grauls, CMJE., Verhouf, J. (1994) Airborne gram negative bacteria and endotoxin in sick building syndrome. *Arch Intern Med* 154 (20) 2339-2345.

ten Brinke, J.(1995.) *Development of New VOC Exposure Metrics and Their Relationship to "Sick Building Syndrome" Symptoms*. Energy and Environment Division, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA. LBNL-37652

U. S. EPA. Indoor Air Facts No.4 (Revised): Sick Building Syndrome (SBS). Washington, D. C: U.S. Environmental Protection Agency. Available: <http://www.epa.gov/iaq/pubs/sbs.html>

Winarni, M., Basuki, B., Hamid, A., (2003) Air movement, gender and risk of SBS headache among employee in Jakarta office. *Jurnal Med Indonesia*. Vol 12, No. 3.

Wargocki, P. Wyon, D.P., Matysiak, B., Irgens, S (2005) The effects of classroom air temperature and outdoor air supply rate on the performance of school work by children. *Proceedings;Indoor Air 2005*

Lampiran 4. Gambar Ruangan B2TKS

Sebagian ruang di gedung 1 B2TKS





Gedung 2 B2TKS



Gedung 3 B2TKS (Workshop)



Lampiran 1. . Analisis Bivariat

1. Hubungan jumlah koloni mikroorganisma dengan kejadian SBS

mikro_biv * Sick Building Syndrome Crosstabulation

		Sick Building Syndrome		Total
		Ya SBS	Tidak SBS	
mikro_biv	Buruk > 700	Count 8	11	19
		% within mikro_biv 42.1%	57.9%	100.0%
	Baik < 700	Count 36	35	71
		% within mikro_biv 50.7%	49.3%	100.0%
Total		Count 44	46	90
		% within mikro_biv 48.9%	51.1%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.444 ^a	1	.505		
Continuity Correction ^b	.166	1	.684		
Likelihood Ratio	.445	1	.505		
Fisher's Exact Test				.608	.343
Linear-by-Linear Association	.439	1	.508		
N of Valid Cases	90				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,29.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for mikro_biv (Buruk > 700 / Baik < 700)	.707	.254	1.966
For cohort Sick Building Syndrome = Ya SBS	.830	.467	1.476
For cohort Sick Building Syndrome = Tidak SBS	1.174	.749	1.842
N of Valid Cases	90		

Lampiran (lanjutan)

2. Hubungan kelembaban relatif dengan kejadian SBS

Kelembab_biv * Sick Building Syndrome Crosstabulation

		Sick Building Syndrome		Total	
		Ya SBS	Tidak SBS		
Kelembab_ biv	Tinggi > 60%	Count	38	36	74
		% within Kelembab_biv	51.4%	48.6%	100.0%
	Normal 40 60%	Count	6	10	16
		% within Kelembab_biv	37.5%	62.5%	100.0%
Total		Count	44	46	90
		% within Kelembab_biv	48.9%	51.1%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1.010 ^a	1	.315		
Continuity Correction ^b	.532	1	.466		
Likelihood Ratio	1.020	1	.312		
Fisher's Exact Test				.411	.234
Linear-by-Linear Association	.999	1	.318		
N of Valid Cases	90				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,82.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kelembab_biv (Tinggi > 60% / Normal 40 60%)	1.759	.580	5.338
For cohort Sick Building Syndrome = Ya SBS	1.369	.700	2.677
For cohort Sick Building Syndrome = Tidak SBS	.778	.498	1.216
N of Valid Cases	90		

3. Hubungan status gizi dengan kejadian SBS

DSG_biv * Sick Building Syndrome Crosstabulation

			Sick Building Syndrome		Total
			Ya SBS	Tidak SBS	
DSG_biv	Tidak normal DSG	Count	17	20	37
		% within DSG_biv	45.9%	54.1%	100.0%
	Normal DSG	Count	27	26	53
		% within DSG_biv	50.9%	49.1%	100.0%
Total		Count	44	46	90
		% within DSG_biv	48.9%	51.1%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.218 ^a	1	.641		
Continuity Correction ^b	.064	1	.801		
Likelihood Ratio	.218	1	.641		
Fisher's Exact Test				.673	.401
Linear-by-Linear Association	.215	1	.643		
N of Valid Cases	90				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 18,09.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for DSG_biv (Abnormal DSG / Normal DSG)	.819	.353	1.899
For cohort Sick Building Syndrome = Ya SBS	.902	.582	1.398
For cohort Sick Building Syndrome = Tidak SBS	1.102	.735	1.651
N of Valid Cases	90		

Lampiran (lanjutan)

4. Hubungan umur dengan kejadian SBS

Umur Responden * Sick Building Syndrome Crosstabulation

		Sick Building Syndrome			
		Ya SBS	Tidak SBS	Total	
Umur Responden	< 40 tahun	Count	18	6	24
		% within Umur Responden	75.0%	25.0%	100.0%
	>= 40 tahun	Count	26	40	66
		% within Umur Responden	39.4%	60.6%	100.0%
Total		Count	44	46	90
		% within Umur Responden	48.9%	51.1%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	8.930 ^a	1	.003		
Continuity Correction ^b	7.562	1	.006		
Likelihood Ratio	9.227	1	.002		
Fisher's Exact Test				.004	.003
Linear-by-Linear Association	8.830	1	.003		
N of Valid Cases	90				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 11,73.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Umur Responden (< 40 tahun / >= 40 tahun)	4.615	1.619	13.157
For cohort Sick Building Syndrome = Ya SBS	1.904	1.305	2.778
For cohort Sick Building Syndrome = Tidak SBS	.413	.201	.847
N of Valid Cases	90		

5. Hubungan suhu dengan SBS

Pengukuran Suhu * Sick Building Syndrome Crosstabulation

		Sick Building Syndrome		Total
		Ya SBS	Tidak SBS	
Pengukuran Suhu > 26 Celcius	Count	33	32	65
	% within Pengukuran Suhu	50.8%	49.2%	100.0%
Pengukuran Suhu 18-26 Celcius	Count	11	14	25
	% within Pengukuran Suhu	44.0%	56.0%	100.0%
Total	Count	44	46	90
	% within Pengukuran Suhu	48.9%	51.1%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.331 ^a	1	.565		
Continuity Correction ^b	.116	1	.734		
Likelihood Ratio	.332	1	.565		
Fisher's Exact Test				.641	.367
Linear-by-Linear Association	.327	1	.567		
N of Valid Cases	90				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 12,22.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Pengukuran Suhu (> 26 Celcius / 18-26 Celcius)	1.313	.519	3.318
For cohort Sick Building Syndrome = Ya SBS	1.154	.698	1.908
For cohort Sick Building Syndrome = Tidak SBS	.879	.574	1.346
N of Valid Cases	90		

Lampiran (lanjutan)

6. Hubungan kebiasaan merokok dalam ruang dengan SBS

Merokok dalam ruangan * Sick Building Syndrome Crosstabulation

			Sick Building Syndrome		Total
			Ya SBS	Tidak SBS	
Merokok dalam ruangan	Ya merokok dalam ruangan	Count % within Merokok dalam ruangan	10 50.0%	10 50.0%	20 100.0%
	Tidak merokok dalam ruangan	Count % within Merokok dalam ruangan	34 48.6%	36 51.4%	70 100.0%
Total		Count % within Merokok dalam ruangan	44 48.9%	46 51.1%	90 100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.013 ^a	1	.910		
Continuity Correction ^b	.000	1	1.000		
Likelihood Ratio	.013	1	.910		
Fisher's Exact Test				1.000	.555
Linear-by-Linear Association	.013	1	.911		
N of Valid Cases	90				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,78.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Merokok dalam ruangan (Ya merokok dalam ruangan / Tidak merokok dalam ruangan)	1.059	.392	2.861
For cohort Sick Building Syndrome = Ya SBS	1.029	.624	1.698
For cohort Sick Building Syndrome = Tidak SBS	.972	.593	1.593
N of Valid Cases	90		

Lampiran (lanjutan)

7. Hubungan masa kerja dengan kejadian SBS

Masa Kerja Kategori * Sick Building Syndrome Crosstabulation

		Sick Building Syndrome		Total
		Ya SBS	Tidak SBS	
Masa Kerja Kategori	> 1 tahun	Count 37	40	77
		% within Masa Kerja Kategori 48.1%	51.9%	100.0%
Kategori	<= 1 tahun	Count 7	6	13
		% within Masa Kerja Kategori 53.8%	46.2%	100.0%
Total		Count 44	46	90
		% within Masa Kerja Kategori 48.9%	51.1%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.149 ^a	1	.699		
Continuity Correction ^b	.008	1	.931		
Likelihood Ratio	.149	1	.699		
Fisher's Exact Test				.770	.465
Linear-by-Linear Association	.148	1	.701		
N of Valid Cases	90				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,36.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Masa Kerja Kategori (> 1 tahun / <= 1 tahun)	.793	.244	2.576
For cohort Sick Building Syndrome = Ya SBS	.892	.513	1.553
For cohort Sick Building Syndrome = Tidak SBS	1.126	.602	2.103
N of Valid Cases	90		

8. Hubungan jenis kelamin dengan kejadian SBS

Jenis kelamin responden * Sick Building Syndrome Crosstabulation

		Sick Building Syndrome		Total
		Ya SBS	Tidak SBS	
Jenis kelamin responden	Wanita	Count 7 70.0%	Count 3 30.0%	Count 10 100.0%
	Laki-laki	Count 37 46.3%	Count 43 53.8%	Count 80 100.0%
Total		Count 44 48.9%	Count 46 51.1%	Count 90 100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2.007 ^a	1	.157		
Continuity Correction ^b	1.169	1	.280		
Likelihood Ratio	2.052	1	.152		
Fisher's Exact Test				.192	.140
Linear-by-Linear Association	1.984	1	.159		
N of Valid Cases	90				

a. 1 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,89.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Jenis kelamin responden (Wanita / Laki-laki)	2.712	.654	11.242
For cohort Sick Building Syndrome = Ya SBS	1.514	.946	2.420
For cohort Sick Building Syndrome = Tidak SBS	.558	.212	1.470
N of Valid Cases	90		



Lampiran (lanjutan)

9. Hubungan kebiasaan merokok dengan kejadian SBS

Crosstab

			Sick Building Syndrome		Total
			Ya SBS	Tidak SBS	
Apakah anda merokok	Ya merokok	Count % within Apakah anda merokok	16 47.1%	18 52.9%	34 100.0%
	Tidak meroko	Count % within Apakah anda merokok	28 50.0%	28 50.0%	56 100.0%
Total		Count % within Apakah anda merokok	44 48.9%	46 51.1%	90 100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.073 ^a	1	.787		
Continuity Correction ^b	.003	1	.958		
Likelihood Ratio	.073	1	.787		
Fisher's Exact Test				.830	.479
Linear-by-Linear Association	.072	1	.788		
N of Valid Cases	90				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 16,62.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Apakah anda merokok (Ya merokok / Tidak meroko)	.889	.379	2.086
For cohort Sick Building Syndrome = Ya SBS	.941	.605	1.465
For cohort Sick Building Syndrome = Tidak SBS	1.059	.702	1.597
N of Valid Cases	90		

Lampiran (lanjutan)

10. Hubungan sensitivitas terhadap asap rokok dengan kejadian SBS

			Sick Building Syndrome		Total
			Ya SBS	Tidak SBS	
Apakah sensitif terhadap asap rokok	Ya sensitif terhadap asap rokok	Count % within Apakah sensitif terhadap asap rokok	18 52.9%	16 47.1%	34 100.0%
	Tidak sensitif terhadap asap rokok	Count % within Apakah sensitif terhadap asap rokok	26 46.4%	30 53.6%	56 100.0%
Total		Count % within Apakah sensitif terhadap asap rokok	44 48.9%	46 51.1%	90 100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.359 ^a	1	.549		
Continuity Correction ^b	.146	1	.703		
Likelihood Ratio	.359	1	.549		
Fisher's Exact Test				.664	.351
Linear-by-Linear Association	.355	1	.551		
N of Valid Cases	90				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 16,62.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Apakah sensitif terhadap asap rokok (Ya sensitif terhadap asap rokok / Tidak sensitif terhadap asap rokok)	1.298	.553	3.049
For cohort Sick Building Syndrome = Ya SBS	1.140	.746	1.742
For cohort Sick Building Syndrome = Tidak SBS	.878	.570	1.353
N of Valid Cases	90		

Lampiran (lanjutan)

11. Karakteristik Individu

11.1 Umur Responden

umur_biv

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid >= 40 tahun	66	73.3	73.3	73.3
< 40 tahun	24	26.7	26.7	100.0
Total	90	100.0	100.0	

11.2 Jenis Kelamin Responden

Jenis kelamin responden

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Wanita	10	11.1	11.1	11.1
Laki-laki	80	88.9	88.9	100.0
Total	90	100.0	100.0	

11.3 Status Gizi Responden

DSG_biv

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Abnormal DSG	37	41.1	41.1	41.1
Normal DSG	53	58.9	58.9	100.0
Total	90	100.0	100.0	

11.4 Jumlah Koloni Mikroorganisma

mikro_biv

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Buruk > 700	19	21.1	21.1	21.1
Baik < 700	71	78.9	78.9	100.0
Total	90	100.0	100.0	

11.5 Suhu Sesaat dalam Ruang

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid > 26 Celcius	65	72.2	72.2	72.2
18-26 Celcius	25	27.8	27.8	100.0
Total	90	100.0	100.0	

Lampiran (lanjutan)

11.6 Kelembaban Relatif dalam Ruang

Kelembab_biv

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tinggi > 60%	74	82.2	82.2	82.2
Normal 40 60%	16	17.8	17.8	100.0
Total	90	100.0	100.0	

11.7 Kebiasaan Merokok Responden dalam Ruang

Merokok dalam ruangan

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Ya merokok dalam ruangan	20	22.2	22.2	22.2
Tidak merokok dalam ruangan	70	77.8	77.8	100.0
Total	90	100.0	100.0	

11.8 Sensitivitas Responden terhadap Asap Rokok

Apakah sensitif terhadap asap rokok

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Ya sensitif terhadap asap rokok	34	37.8	37.8	37.8
Tidak sensitif terhadap asap rokok	56	62.2	62.2	100.0
Total	90	100.0	100.0	

11.9 Kebiasaan Merokok Responden

Apakah anda merokok

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Ya merokok	34	37.8	37.8	37.8
Tidak meroko	56	62.2	62.2	100.0
Total	90	100.0	100.0	

Lampiran 2. Hasil Identifikasi Jamur

No	Kode sampel	Spesies	Warna koloni
1.	1	<i>Penicillium</i> sp	Putih
2.	1	<i>Unidentified</i>	Hitam
3.	2	<i>Scopulariopsis brumptii</i>	Coklat muda
4.	3	Basidiomycetes	Putih
		<i>Unidentified</i>	Hitam
5.	4	<i>Penicillium</i> sp	Putih
6.	5	<i>Penicillium</i> sp	Hitam
7.	6	<i>Fusarium verticillioides</i>	Coklat muda
8.	7	<i>Fusarium</i> sp	Putih
9.	8	<i>Oidiodendron</i> sp	Hitam
10.	9	<i>Aspergillus</i>	Hitam
11.	10	<i>Penicillium</i> sp	Hitam
12.	11	<i>Penicillium</i> sp	Hitam
13.	12 (φ B1F2)	<i>Curvularia lunata</i>	Oranye hitam
		<i>Penicillium</i> sp	Hitam
14.	13(φ F single/1)	<i>Penicillium</i> sp	Hitam
	13 (PDA)	<i>Nigrospora</i> sp.	Hitam
15.	14 (NA φ)	<i>Penicillium</i> sp	Hitam
		<i>Aspergillus</i> sp	Coklat oranye
16.	15 (F2)	<i>Aspergillus</i> sp	Hitam
		<i>Aspergillus</i> sp	Oranye
17.	16	Dark septate mycelium	Hitam
18.	17	<i>Beauveria</i> sp	Putih
19.	18	<i>Penicillium</i> sp	Hitam
		<i>Aspergillus clavatus</i>	Hitam
20.	19 (F2)	<i>Chrysosporium</i> sp	Coklat muda
		<i>Aspergillus</i> sp	
21.	φ	<i>Penicillium</i> sp	Putih
22.	21 (F1)	<i>Aspergillus</i> sp	Hitam
		<i>Unidentified</i>	Putih
23.	22	<i>Fusarium</i> sp	Oranye
		<i>Unidentified</i>	Hitam

LEMBAR OBSERVASI

Kualitas udara dalam ruang dan hubungannya dengan kejadian *sick building syndrome* (SBS) pada pekerja Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (B2TKS) BPPT di kawasan PUSPIPTEK Serpong

- 1 Nomor Ruang :
- 2 Letak Ruang :
- 3 Ukuran Ruang (m²) :
- 4 Jumlah staf dalam ruangan : orang
- 5 Jenis Atap : Beton Asbes Plywood
 Lain-lain (sebutkan).....
- 6 Dinding : Tembok Kayu Tembok berlapis
 Lain-lain (sebutkan)
- 7 Lantai : Teraso Keramik Karpas Kayu
 Lain-lain (sebutkan)
- 8 Jendela : Ada, bisa dibuka
 Ada, tidak bisa dibuka
 Tidak ada jendela
- 9 Tirai jendela : Plastik
 Kayu
 Kain
 Tanpa tirai
- 10 Pendingin Ruangan (AC) : AC *Split*
 AC sentral/ *HVAC System*
 Tanpa AC
 Lain-lain (sebutkan)
- 11 Jumlah AC (apabila No. 8 menggunakan AC *split*) : 1 buah
 2 buah
 > 2 buah
- 12 Sumber Penerangan : Penerangan buatan/ lampu
 Bukaas dalam ruang/ tanpa lampu

13. Daftar peralatan berikut ini terdapat dalam ruangan kerja:

Nama Alat	Jumlah
Komputer/PC/Note Book	
Printer Laser	
Printer Desk Jet	
Mesin Fotokopi	
Kipas Angin	

14. Apakah ada perubahan furniture di ruangan kerja anda, dalam 3 bulan terakhir?

Keterangan	Ya	Tidak
Karpet		
Cat Dinding		
Furniture		
Partisi		
<i>Wallpaper</i>		
Lain lain (sebutkan)		

15. Deskripsi Ruangan:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS INDONESIA**

2010

KUESIONER

Kualitas udara dalam ruang dan hubungannya dengan kejadian *sick building syndrome* (SBS) pada pekerja Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (B2TKS) BPPT di kawasan PUSPIPTEK Serpong Tahun 2010

Oleh :

Esi Lisyastuti

KUESIONER

Kualitas udara dalam ruang dan hubungannya dengan kejadian *sick building syndrome* (SBS) pada pekerja Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (B2TKS) BPPT di kawasan PUSPIPTEK Serpong Tahun 2010

1. IDENTITAS RESPONDEN

- 1 Nomor Responden :(diisi oleh pewawancara)
- 2 Nama Responden :(opsional)
- 3 Umur Responden :(tgl/bln/thn)
- 4 Jenis Kelamin Responden : 1. Wanita 2. Pria
- 5 Pendidikan Terakhir : 1. SMA 2. S1 3. S2 4. S3
5. Lain-lain
- 6 Masa kerja di gedung ini : tahun bulan
- 7 Data Status Gizi :
Tinggi Badan : cm
Berat Badan :kg

2. DATA RUANGAN KERJA RESPONDEN

1. Ruangan kerja anda:
 - 1.1 Sendirian dalam ruang tertutup
 - 1.2 Beberapa orang dalam ruang tertutup
 - 1.3 Ruangan terbuka, dipisahkan partisi
 - 1.4 Ruangan terbuka tanpa partisi
 - 1.5 Lain-lain (sebutkan)
2. Berapa lama rata-rata anda berada dalam ruangan ber AC
 1. >8 jam 2. 6-8 jam 3. 2-5 jam 4. < 2 jam
3. Berapa kali rata-rata dalam sehari anda keluar masuk ruangan?
 1. < 5 kali 2. 5-10 kali 3. > 10 kali

3. PERSEPSI RESPONDEN TERHADAP RUANG KERJA

1. Apakah suhu udara dalam ruang kerja nyaman? Tidak terlalu panas atau terlalu dingin?
 1. Tidak nyaman
 2. Nyaman
2. Apakah ruangan kerja terasa basah/lembab
 1. Ya
 2. Tidak
3. Apakah ruangan kerja terasa berdebu?
 1. Ya
 2. Tidak
4. Apakah anda merokok?
 1. Ya
 2. Tidak
5. Apakah anda merokok dalam ruangan kerja?
 1. Ya
 2. Tidak
6. Apakah anda sensitif terhadap asap rokok?
 1. Ya
 2. Tidak
7. Gambaran umum ruangan kerja anda?
 1. sangat berdebu/ kotor
 2. cukup bersih

4. GEJALA SBS DI RUANG KERJA

1. Pada saat bekerja hari ini, apakah anda dalam keadaan sehat?
 1. Tidak sehat
 2. Sehat
2. Apakah anda memiliki riwayat alergi?
 1. Ya
 2. Tidak
3. Apakah anda memiliki riwayat penyakit lain?
 1. Ya, sedang dalam pengobatan
 2. Ya, sudah dinyatakan sembuh
 3. Tidak

4. Selama bekerja dalam ruangan ber AC terkait dengan SBS, apa keluhan yang ada rasakan?

Keluhan	Saat Pengukuran		Frekuensi Keluhan		
			Kemarin	2 hari yang lalu	3 hari yang lalu
	Ya	Tidak			
Hidung gatal					
Bersin					
Hidung berair					
Hidung buntu					
Sakit kepala					
Pusing					
Sesak napas					
Mual dan atau muntah					
Mata gatal					
Mata merah					
Mata pedih					
Kulit kering					
Kulit gatal-gatal					
Lelah					
Tenggorokan kering dan gatal					
Batuk-batuk					
Pegal-pegal					

5. Apabila anda tidak mengalami gejala tersebut di atas, maka mohon berhenti mengisi, terimakasih.

Akan tetapi jika ada satu keluhan, mohon dilanjutkan ke pertanyaan berikut:

6. Apakah keluhan masih dirasakan saat pulang atau keluar gedung?

1. Tidak 2. Ya

7. Apakah keluhan dirasakan saat libur/ cuti?

1. Tidak 2. Ya

8. Pada saat kapan keluhan anda rasakan?

1. Pagi hari 2. Siang hari 3. Sore hari

Terima kasih



**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS INDONESIA**

2010

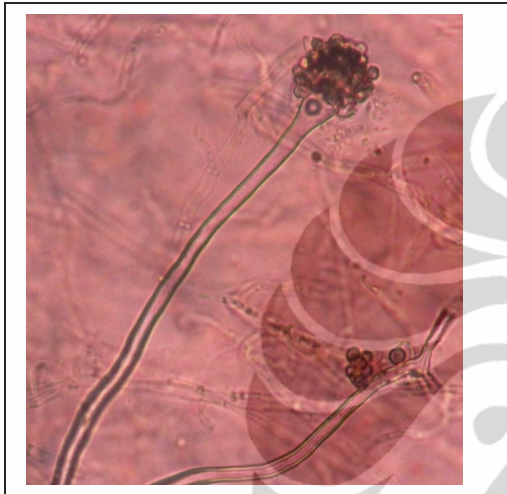
Dengan Hormat,

Guna mengetahui kualitas mikrobiologi udara dalam ruang dan hubungannya terhadap kejadian penyakit infeksi dan gangguan *Sick Building Syndrome* bagi para karyawan perusahaan, kami dari Departemen Kesehatan Lingkungan – Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia bermaksud melakukan studi tentang: “ **Kualitas udara dalam ruang dan hubungannya dengan kejadian *sick building syndrome* (SBS) pada pekerja Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (B2TKS) BPPT di kawasan PUSPIPTEK Serpong Tahun 2010**”.

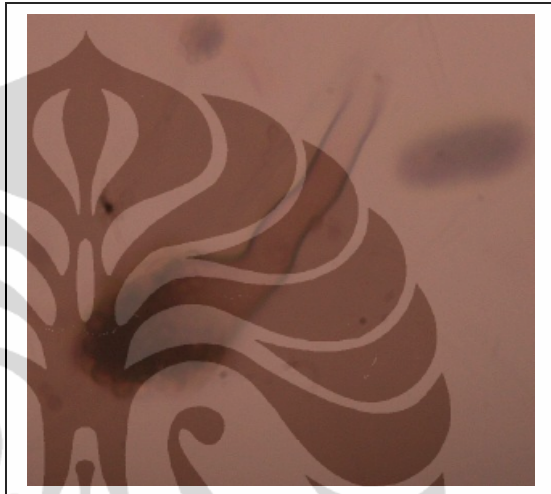
Sehubungan dengan terpilihnya Bapak/Ibu sebagai responden dalam studi ini, kami sangat mengharapkan kesediaan Bapak/Ibu untuk berkenan diwawancarai oleh kami sebagai bagian dari informasi yang kami butuhkan. Kami menjamin kerahasiaan identitas dan informasi dari Bapak/Ibu, untuk itu kami mengharapkan Bapak/Ibu dapat memberikan informasi sejujurnya.

Terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya.

Lampiran 3. Gambar Jamur



Aspergillus sp.



Aspergillus sp.



Aspergillus sp.



Aspergillus sp.

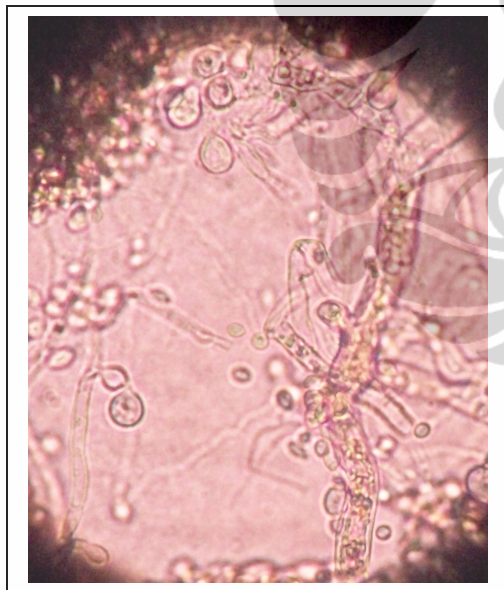
Lampiran 3. (lanjutan)



Penicillium sp.



Curvularia lunata

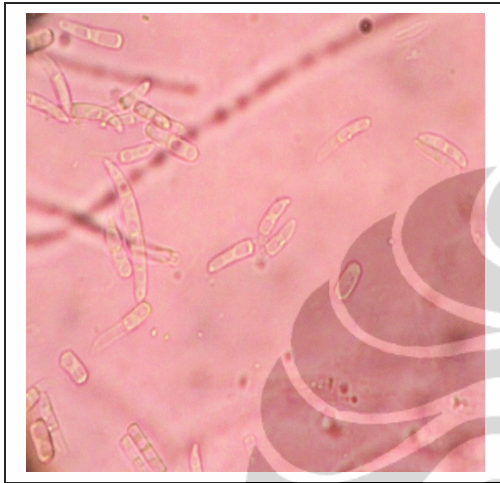


Scopulariopsis brumptii

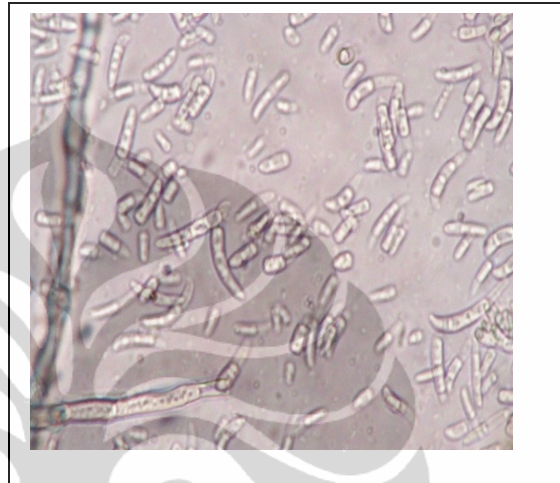


Oidiodendron sp.

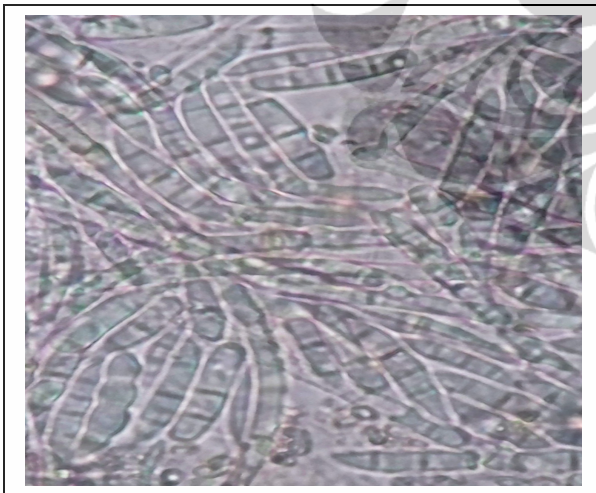
Lampiran 3. (lanjutan)



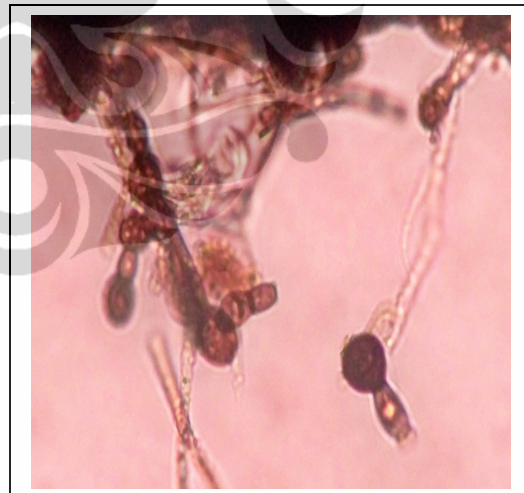
Fusarium sp.



Fusarium sp.



Fusarium verticillioides



Nigrospora sp.