

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pencemaran udara dalam ruang (*indoor air pollution*) terutama rumah sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, karena pada umumnya orang lebih banyak menghabiskan waktu untuk melakukan kegiatan di dalam rumah sehingga rumah menjadi sangat penting sebagai lingkungan mikro yang berkaitan dengan risiko dari pencemaran udara.

Dampak dari adanya pencemar udara dalam ruang rumah terhadap kesehatan dapat terjadi baik secara langsung maupun tidak langsung. Gangguan kesehatan secara langsung dapat terjadi setelah terpajan, antara lain yaitu iritasi mata, iritasi hidung dan tenggorokan, serta sakit kepala, mual dan nyeri otot (*fatigue*), termasuk asma, hipersensitivitas pneumonia, flu dan penyakit-penyakit virus lainnya. Sedangkan gangguan kesehatan secara tidak langsung dampaknya dapat terjadi beberapa tahun kemudian setelah terpajan, antara lain penyakit paru, jantung, dan kanker, yang sulit diobati dan berakibat fatal (USEPA, 2007).

Selain penyakit tersebut di atas, Bronkhitis kronis, Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK), kanker paru, kematian Berat Bayi Lahir Rendah (BBLR), kematian bayi usia kurang dari satu minggu, otitis media dan ISPA, *tuberculosis* sering dijumpai pada lingkungan dengan kualitas udara dalam ruang yang tidak baik.

Di negara maju diperkirakan angka kematian pertahun karena pencemaran udara dalam ruang rumah sebesar 67% di pedesaan dan sebesar 23% di perkotaan, sedangkan di negara berkembang angka kematian terkait dengan pencemaran udara dalam ruang rumah daerah perkotaan sebesar 9% dan di daerah pedesaan sebesar 1%, dari total kematian (Buletin WHO 2000). Pneumonia merupakan penyebab utama kematian pada anak dibawah 5 tahun dengan jumlah kematian lebih dari 2 juta jiwa setiap tahunnya.

Lebih dari 2 (dua) dasawarsa ini penyakit infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) selalu menduduki peringkat pertama dari 10 penyakit terbanyak di Indonesia. Salah satu penyebab terjadinya ISPA adalah rendahnya kualitas udara baik di dalam maupun di luar rumah, baik secara biologis, fisik, maupun kimia (Kementerian Negara Perencanaan Pembangunan Nasional, <http://udarakota.bappenas.go.id> diakses tanggal 29 November 2007). ISPA mendominasi kesakitan ada anak di bawah 5 tahun (balita) dan menyebabkan kematian sekitar empat juta balita pertahunnya (Kartasasmita, 2004; Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2001).

Kualitas udara di dalam ruang rumah dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain, bahan bangunan (misal; asbes), struktur bangunan (misal; ventilasi), bahan pelapis untuk furniture serta interior (pada pelarut organiknya), kepadatan hunian, kualitas udara luar rumah (*ambient air quality*), radiasi dari Radon (Rd), formaldehid, debu, dan kelembaban yang berlebihan. Selain itu, kualitas udara juga dipengaruhi oleh kegiatan dalam rumah seperti dalam hal penggunaan energi tidak ramah lingkungan, penggunaan sumber energi yang relatif murah seperti batubara dan biomasa (kayu, kotoran kering dari hewan ternak, residu pertanian), perilaku merokok dalam rumah, penggunaan pestisida, penggunaan bahan kimia pembersih, dan kosmetika. Bahan-bahan kimia tersebut dapat mengeluarkan polutan yang dapat bertahan dalam rumah untuk jangka waktu yang cukup lama.

Pencemaran udara dalam ruang rumah, khususnya di daerah perdesaan pada negara-negara berkembang, antara lain dikarenakan penggunaan bahan bakar padat sebagai energi untuk memasak dengan tungku sederhana/kompor tradisional. Bahan bakar tersebut menghasilkan polutan dalam konsentrasi tinggi dikarenakan terjadi proses pembakaran yang tidak sempurna. Keadaan tersebut akan memperburuk kualitas udara dalam ruang rumah apabila kondisi rumah tidak memenuhi syarat fisik, seperti ventilasi yang kurang memadai, serta tidak adanya cerobong asap di dapur. Gangguan kesehatan akibat pencemaran udara dalam ruang rumah sebagian besar terjadi di perumahan yang cenderung menggunakan energi untuk memasak dengan energi biomasa.

Dalam upaya melindungi kesehatan masyarakat dari pencemar udara dalam ruang rumah, maka diperlukan adanya peraturan perundang-undangan yang dapat memberikan acuan dalam pengendalian pencemaran udara dalam ruang rumah.

B. Pengertian

1. **Penyehatan** adalah upaya untuk meningkatkan kualitas udara dalam ruang rumah dan pencegahan terhadap penurunan kualitas udara dalam ruang rumah.
2. **Rumah** adalah bangunan gedung yang berfungsi sebagai tempat tinggal yang layak huni, sarana pembinaan keluarga, cerminan harkat dan martabat penghuninya, serta aset bagi pemiliknya.
3. **Pencemaran Udara dalam Ruang Rumah** adalah, suatu keadaan adanya satu atau lebih polutan dalam ruangan rumah yang karena konsentrasinya dapat berisiko menimbulkan gangguan kesehatan penghuni rumah.
4. **Energi Biomasa** adalah energi yang dihasilkan dari pembakaran bahan biomasa yang belum diproses seperti kayu, kotoran kering dari hewan ternak, dan sisa hasil pertanian.
5. **Faktor Risiko Pencemar Udara** adalah unsur yang berpengaruh terhadap kesehatan akibat pencemaran udara secara fisik, kimia, dan biologi.
6. **Kualitas Fisik Udara dalam Ruang Rumah** adalah nilai parameter yang mengindikasikan kondisi fisik udara dalam rumah seperti kelembaban, pencahayaan, suhu, dan partikulat.
7. **Kualitas Kimiawi Udara dalam Ruang Rumah** adalah nilai parameter yang mengindikasikan kondisi kimiawi udara dalam rumah seperti *Sulfur dioksida* (SO₂), *Nitrogen dioksida* (NO₂), *Ozon*, *Karbon dioksida* (CO₂), *Karbon monoksida* (CO), *Timbal* (Plumbum=Pb), dan *Asbes*.
8. **Kualitas Biologi Udara dalam Ruang Rumah** adalah nilai parameter yang mengindikasikan kondisi biologi udara dalam rumah seperti bakteri dan jamur.
9. **Asap Rokok** (*Environmental Tobacco Smoke/ETS*) adalah gas beracun yang dikeluarkan dari pembakaran produk tembakau yang biasanya mengandung *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons* (PAHs) yang berbahaya bagi kesehatan manusia.
10. **Laju ventilasi** adalah laju pertukaran udara melalui ventilasi (lubang udara permanen selain jendela dan pintu).

BAB II
PERSYARATAN KUALITAS UDARA DALAM RUANG RUMAH

Persyaratan kualitas udara dalam ruang rumah meliputi :

- a. Kualitas fisik, terdiri dari parameter: partikulat (*Particulate Matter*/PM_{2,5} dan PM₁₀), suhu udara, pencahayaan, kelembaban, serta pengaturan dan pertukaran udara (laju ventilasi);
- b. Kualitas kimia, terdiri dari parameter: *Sulfur dioksida* (SO₂), *Nitrogen dioksida* (NO₂), *Karbon monoksida* (CO), *Karbon dioksida* (CO₂), *Timbal* (Plumbum=Pb), asap rokok (*Environmental Tobacco Smoke*/ETS), Asbes, *Formaldehid* (HCHO), *Volatile Organic Compound* (VOC); dan
- c. Kualitas biologi terdiri dari parameter: bakteri dan jamur.

A. Persyaratan Fisik

| No | Jenis Parameter | Satuan | Kadar yang dipersyaratkan |
|----|-------------------|-------------------|---------------------------|
| 1. | Suhu | °C | 18 - 30 |
| 2. | Pencahayaan | Lux | Minimal 60 |
| 3. | Kelembaban | % Rh | 40 - 60 |
| 4. | Laju Ventilasi | m/dtk | 0,15 – 0,25 |
| 5. | PM _{2,5} | µg/m ³ | 35 dalam 24 jam |
| 6. | PM ₁₀ | µg/m ³ | ≤ 70 dalam 24 jam |

B. Persyaratan Kimia

| No | Jenis Parameter | Satuan | Kadar maksimal yang dipersyaratkan | Keterangan |
|----|---|-------------------|------------------------------------|------------|
| 1. | <i>Sulfur dioksida</i> (SO ₂) | ppm | 0,1 | 24 jam |
| 2. | <i>Nitrogen dioksida</i> (NO ₂) | ppm | 0,04 | 24 jam |
| 3. | <i>Carbon monoksida</i> (CO) | ppm | 9,00 | 8 jam |
| 4. | <i>Carbondioksida</i> (CO ₂) | ppm | 1000 | 8 jam |
| 5. | <i>Timbal</i> (Pb) | µg/m ³ | 1,5 | 15 menit |

| No | Jenis Parameter | Satuan | Kadar maksimal yang dipersyaratkan | Keterangan |
|----|-----------------------------------|-------------------|------------------------------------|------------------|
| 6. | Asbes | serat/ml | 5 | Panjang serat 5μ |
| 7. | Formaldehid (HCHO) | ppm | 0,1 | 30 menit |
| 8. | Volatile Organic Compound (VOC) | ppm | 3 | 8 jam |
| 9. | Environmental Tobacco Smoke (ETS) | μg/m ³ | 35 | 24 jam |

C. Persyaratan Kontaminan Biologi

Parameter kontaminan biologi dalam rumah adalah parameter yang mengindikasikan kondisi kualitas biologi udara dalam rumah seperti bakteri, dan jamur.

| No | Jenis Parameter | Satuan | Kadar maksimal |
|----|-----------------|--------------------|--------------------------|
| 1. | Jamur | CFU/m ³ | 0 CFU/m ³ |
| 2. | Bakteri patogen | CFU/m ³ | 0 CFU/m ³ |
| 3. | Angka kuman | CFU/m ³ | < 700 CFU/m ³ |

Catatan :

- CFU= Coloni Form Unit
- Bakteri patogen yang harus diperiksa : *Legionela*, *Streptococcus aureus*, *Clostridium* dan bakteri patogen lain bila diperlukan.

BAB III UPAYA PENYEHATAN

Upaya penyehatan udara dalam ruang rumah meliputi upaya penyehatan terhadap sumber pencemar fisik, kimia, dan biologi.

A. Sumber pencemar Fisik

Upaya penyehatan terhadap sumber pencemar fisik yang terdiri dari suhu, pencahayaan, kelembaban, laju ventilasi, PM_{2.5}, PM₁₀. Kualitas udara yang tidak memenuhi persyaratan fisik akibat faktor risiko dapat menimbulkan dampak kesehatan dan perlu dilakukan upaya penyehatan.

1. Suhu

a. Dampak

Suhu dalam ruang rumah yang terlalu rendah dapat menyebabkan gangguan kesehatan hingga *hypotermia*, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan dehidrasi sampai dengan *heat stroke*.

b. Faktor risiko

Perubahan suhu udara dalam rumah dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

- 1) Penggunaan bahan bakar biomassa
- 2) Ventilasi yang tidak memenuhi syarat
- 3) Kepadatan hunian
- 4) Bahan dan struktur bangunan
- 5) Kondisi Geografis
- 6) Kondisi Topografi

c. Upaya Penyehatan

- 1) Bila suhu udara di atas 30°C diturunkan dengan cara meningkatkan sirkulasi udara dengan menambahkan ventilasi mekanik/buatan.
- 2) Bila suhu kurang dari 18°C, maka perlu menggunakan pemanas ruangan dengan menggunakan sumber energi yang aman bagi lingkungan dan kesehatan.

2. Pencahayaan

a. Dampak

Nilai pencahayaan (*Lux*) yang terlalu rendah akan berpengaruh terhadap proses akomodasi mata yang terlalu tinggi, sehingga akan berakibat terhadap kerusakan retina pada mata.

Cahaya yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kenaikan suhu pada ruangan.

b. Faktor Risiko

Intensitas cahaya yang terlalu rendah, baik cahaya yang bersumber dari alamiah maupun buatan.

c. Upaya Penyehatan

Pencahayaan dalam ruang rumah diusahakan agar sesuai dengan kebutuhan untuk melihat benda sekitar dan membaca berdasarkan persyaratan minimal 60 *Lux*.

3. Kelembaban

a. Dampak

Kelembaban yang terlalu tinggi maupun rendah dapat menyebabkan suburnya pertumbuhan mikroorganisme.

b. Faktor risiko

Konstruksi rumah yang tidak baik seperti atap yang bocor, lantai, dan dinding rumah yang tidak kedap air, serta kurangnya pencahayaan baik buatan maupun alami.

c. Upaya Penyehatan

1) Bila kelembaban udara kurang dari 40%, maka dapat dilakukan upaya penyehatan antara lain :

- a) Menggunakan alat untuk meningkatkan kelembaban seperti *humidifier* (alat pengatur kelembaban udara)
- b) Membuka jendela rumah
- c) Menambah jumlah dan luas jendela rumah
- d) Memodifikasi fisik bangunan (meningkatkan pencahayaan, sirkulasi udara)

2) Bila kelembaban udara lebih dari 60%, maka dapat dilakukan upaya penyehatan antara lain :

- a) Memasang genteng kaca
- b) Menggunakan alat untuk menurunkan kelembaban seperti *humidifier* (alat pengatur kelembaban udara)

4. Laju Ventilasi

a. Dampak

Pertukaran udara yang tidak memenuhi syarat dapat menyebabkan suburnya pertumbuhan mikroorganisme, yang mengakibatkan gangguan terhadap kesehatan manusia.

b. Faktor Risiko

- 1) Kurangnya ventilasi (jumlah dan luas ventilasi tidak cukup, sesuai persyaratan kesehatan).
- 2) Tidak ada pemeliharaan AC secara berkala.

c. Upaya Penyehatan

Upaya penyehatan dapat dilakukan dengan mengatur pertukaran udara, antara lain yaitu :

- 1) Rumah harus dilengkapi dengan ventilasi, minimal 10% luas lantai dengan sistem ventilasi silang
- 2) Rumah ber-AC (*Air Condition*) pemeliharaan AC dilakukan secara berkala sesuai dengan buku petunjuk, serta harus melakukan pergantian udara dengan membuka jendela minimal pada pagi hari secara rutin
- 3) Menggunakan *exhaust fan*
- 4) Mengatur tata letak ruang

5. Partikel debu diameter $2,5\mu$ (PM_{2,5}) dan Partikel debu diameter 10μ (PM₁₀)

a. Dampak

PM_{2,5} dan PM₁₀ dapat menyebabkan pneumonia, gangguan sistem pernapasan, iritasi mata, alergi, bronchitis khronis.

PM_{2,5} dapat masuk kedalam paru yang berakibat timbulnya emfisema paru, asma bronchial, dan kanker paru-paru serta gangguan kardiovaskular atau *kardiovaskular* (KVS).

b. Faktor Risiko

Secara umum PM_{2,5} dan PM₁₀ timbul dari pengaruh udara luar (kegiatan manusia akibat pembakaran dan aktifitas industri).

Sumber dari dalam rumah antara lain dapat berasal dari perilaku merokok, penggunaan energi masak dari bahan bakar biomasa, dan penggunaan obat nyamuk bakar.

c. Upaya Penyehatan

Upaya penyehatan yang dapat dilakukan untuk mengendalikan konsentrasi $PM_{2,5}$ antara lain:

- 1) Rumah dibersihkan dari debu setiap hari dengan kain pel basah atau alat penyedot debu.
- 2) Memasang penangkap debu (*electro precipitator*) pada ventilasi rumah dan dibersihkan secara berkala.
- 3) Menanam tanaman di sekeliling rumah untuk mengurangi masuknya debu ke dalam rumah.
- 4) Ventilasi dapur mempunyai bukaan sekurang-kurangnya 40% dari luas lantai, dengan sistem silang sehingga terjadi aliran udara, atau menggunakan teknologi tepat guna untuk menangkap asap dan zat pencemar udara.

B. Sumber pencemar Kimia

Upaya penyehatan terhadap sumber pencemar kimia terdiri dari Sulfur dioksida (SO_2), Nitrogen dioksida (NO_2), Karbon monoksida (CO), Karbon dioksida (CO_2), Timbal (Plumbum = Pb), Asbes, Formaldehid (HCHO), *Volatile Organic Compounds/VOCs* (senyawa organik yang mudah menguap), Asap rokok (*Environmental Tobacco Smoke/ETS*). Kualitas udara yang tidak memenuhi persyaratan kimia akibat faktor risiko dapat menimbulkan dampak kesehatan dan perlu dilakukan upaya penyesuaian.

1. Sulfur dioksida (SO_2)

a. Dampak

Sulfur dioksida (SO_2) dapat mempengaruhi sistem pernapasan dan gangguan fungsi paru, menyebabkan iritasi pada mata, *inflamasi* pada saluran pernapasan menyebabkan batuk, sekresi lendir, memicu *asma* dan *bronkhitis* kronis serta tekanan darah rendah, nadi cepat, dan sakit kepala.

b. Faktor Risiko

- 1) Penggunaan bahan bakar seperti arang, kayu, minyak bumi dan batu bara.
- 2) Merokok di dalam rumah.

c. Upaya Penyehatan

Upaya penyehatan yang dapat dilakukan dalam mengendalikan kadar SO₂ antara lain:

- 1) Menggunakan ventilasi alami atau mekanik dalam rumah agar terjadi pertukaran udara;
- 2) Menggunakan bahan bakar rumah tangga yang ramah lingkungan, seperti *Liquid Petroleum Gas* (LPG) dan listrik;
- 3) Tidak merokok di dalam rumah.

2. Nitrogen dioksida (NO₂)

a. Dampak

Nitrogen dioksida (NO₂) dapat menimbulkan gangguan sistem pernapasan seperti lemas, batuk, sesak napas, *bronchopneumonia*, *edema* paru, dan *cyanosis* serta *methemoglobinemia*.

b. Faktor Risiko

- 1) Penggunaan bahan bakar seperti arang, kayu, minyak bumi dan batu bara.
- 2) Merokok di dalam rumah.

c. Upaya Penyehatan

Upaya penyehatan yang dapat dilakukan dalam mengendalikan kadar NO₂ antara lain:

- 1) Menggunakan ventilasi alami atau mekanik dalam rumah agar terjadi pertukaran udara;
- 2) Menggunakan bahan bakar rumah tangga yang ramah lingkungan, seperti LPG dan listrik;
- 3) Tidak merokok di dalam rumah.

3. Karbon monoksida (CO)

a. Dampak

- 1) Efek toksik CO menyebabkan kegagalan transportasi O₂ ke jaringan dan mengakibatkan *anoksia* jaringan, gangguan sistem syaraf pusat (kehilangan sensitifitas ujung jari, penurunan daya ingat, pertumbuhan mental buruk terutama pada balita, berat badan bayi lahir rendah, kematian janin dan gangguan kardiovaskular).
- 2) Gejala yang muncul akibat keracunan gas CO, antara lain pusing, mual, gelisah, sesak napas, sakit dada, bingung, pucat, tidak sadar, kegagalan pernapasan dan kematian.

b. Faktor Risiko

- 1) Penggunaan bahan bakar seperti arang, kayu, minyak bumi, dan batu bara.
- 2) Merokok di dalam rumah.

c. Upaya Penyehatan

Upaya penyehatan yang dapat dilakukan dalam mengendalikan kadar CO antara lain:

- 1) Menggunakan ventilasi alami atau mekanik dalam rumah agar terjadi pertukaran udara untuk mengalirkan udara sisa hasil pembakaran
- 2) Menggunakan bahan bakar rumah tangga yang ramah lingkungan, seperti LPG dan listrik
- 3) Tidak merokok di dalam rumah
- 4) Tidak menghidupkan mesin kendaraan bermotor dalam ruangan tertutup
- 5) Melakukan pemeliharaan peralatan pembakaran secara berkala.

4. Karbon dioksida (CO₂)

a. Dampak

- 1) Pada konsentrasi di atas nilai ambang batas yang dipersyaratkan, dapat menyebabkan mengantuk, sakit kepala, dan menurunkan aktivitas fisik.
- 2) Pada konsentrasi 3% (30.000 ppm), bersifat narkotik ringan dan menyebabkan peningkatan tekanan darah serta gangguan pendengaran.
- 3) Pada konsentrasi 5% (50.000 ppm), menyebabkan stimulasi pernapasan, pusing-pusing, dan kesulitan pernapasan yang diikuti oleh sakit kepala.
- 4) Pada konsentrasi >8% (80.000 ppm,) dapat menyebabkan sakit kepala, berkeringat terus menerus, tremor, dan kehilangan kesadaran setelah paparan selama 5-10 menit.

b. Faktor Risiko

- 1) Penggunaan bahan bakar seperti arang, kayu, minyak bumi, dan batu bara
- 2) Merokok di dalam rumah
- 3) Kepadatan penghuni dalam ruang tinggi

c. Upaya Penyehatan

Upaya penyehatan yang dapat dilakukan dalam mengendalikan kadar CO₂ antara lain:

- 1) Menggunakan ventilasi alami atau mekanik dalam rumah agar terjadi pertukaran udara
- 2) Menggunakan bahan bakar rumah tangga yang ramah lingkungan, seperti LPG dan listrik
- 3) Tidak merokok di dalam rumah
- 4) Tidak menghidupkan mesin kendaraan bermotor dalam ruangan tertutup
- 5) Pemeliharaan kendaraan bermotor secara berkala (lulus uji emisi gas buang)
- 6) Menanam tanaman di sekeliling rumah

5. Timbal (Plumbum = Pb)

a. Dampak

- 1) Gangguan pada sistem saraf pusat, sel darah, dan ginjal.
- 2) Dalam konsentrasi tinggi, dapat menyebabkan *konvulsi*/kejang, koma, bahkan kematian.
- 3) Paparan pada anak-anak atau janin dapat lebih parah, karena menyebabkan pertumbuhan yang terlambat, penurunan kecerdasan, mengurangi konsentrasi, dan gangguan perilaku.

b. Faktor Risiko

- 1) Cat yang bahan dasarnya mengandung Pb
- 2) Gas timbal dapat pula berasal dari luar rumah

c. Upaya Penyehatan

- 1) Membersihkan lantai dan ruangan tempat anak-anak bermain, menggunakan campuran air dan deterjen yang mengandung *fosfat* berkonsentrasi tinggi, sehingga dapat membersihkan timbal yang ada beserta debu
- 2) Membiasakan anak-anak selalu mencuci tangan dengan sabun
- 3) Mencuci mainan dan boneka anak-anak secara rutin
- 4) Tidak menggunakan cat yang mengandung Pb
- 5) Tidak membakar, membersihkan, atau mengerok/mengelupas kayu bercat karena kemungkinan cat tersebut mengandung Pb
- 6) Bagi pekerja yang berhubungan dengan Pb (pekerja pabrik aki bekas/pemulung) sebaiknya mengganti pakaian kerja serta

mencuci tangan dan kaki dengan sabun sebelum memasuki rumah

- 7) Mengonsumsi makanan yang mengandung kalsium dan zat besi yang tinggi
- 8) Pemeliharaan kendaraan bermotor secara berkala (lulus uji emisi gas buang)

6. Asbes

a. Dampak

Asbes dapat memicu kanker (bersifat *karsinogenik*), dan *asbestosis* (kerusakan paru permanen).

b. Faktor Risiko

Bahan bangunan yang mengandung asbes (atap dan langit-langit), dan sebagai isolasi tahan api.

c. Upaya Penyehatan

- 1) Pastikan bahan yang mengandung asbes dalam kondisi baik, periksa secara berkala dan mengganti bahan bangunan sebelum mengalami kerusakan (pelapukan).
- 2) Jangan memotong, mengamplas, atau menggunakan bahan bangunan yang mengandung bahan asbes.
- 3) Jangan membuang bahan yang mengandung asbes secara sembarangan. Apabila akan memusnahkan bahan yang mengandung asbes, sebaiknya menggunakan tenaga terlatih.
- 4) Menggunakan alat pelindung diri pada saat melakukan kegiatan yang berkaitan dengan asbes.

7. Formaldehid (HCHO)

a. Dampak

- 1) Gas *formaldehid* dapat menyebabkan mata berair, rasa terbakar pada mata dan tenggorokan, sulit bernapas terutama dalam konsentrasi lebih dari 0,1 ppm.
- 2) Pada konsentrasi lebih tinggi dapat menjadi pencetus serangan *asma* dan mungkin dapat menyebabkan kanker pada manusia.

b. Faktor risiko:

- 1) Bahan bangunan dan produk-produk rumah tangga.
- 2) Hasil sampling dari pembakaran bahan bakar biomasa dan proses alamiah lainnya, sehingga gas ini secara alamiah berada dalam ruang maupun luar ruang.

- 3) Dalam rumah, berasal dari kayu olahan yang diawetkan dengan *resin formaldehid urea* atau *fenol formaldehid*, cat, lem dan produk-produk kayu olahan lainnya.

c. Upaya Penyehatan

- 1) Menggunakan produk kayu untuk perabotan (*pressed woods*) yang direkomendasikan aman bagi kesehatan, yaitu yang beremisi lebih rendah karena mengandung *fenol resin* dan bukan *urea resin*.
- 2) Mencari tahu tentang kadar formaldehida dalam perabotan atau bahan baku bangunan sebelum anda membelinya.
- 3) Menggunakan penyejuk udara (*Air Conditioning/AC*) dan pengatur kelembaban untuk mempertahankan suhu sedang (tidak terlalu panas atau dingin) serta mengurangi tingkat kelembaban.
- 4) Rumah harus dilengkapi dengan ventilasi.

8. *Volatile Organic Compounds/VOCs* (senyawa organik yang mudah menguap)

a. Dampak

- 1) Gangguan kesehatan akibat paparan *VOCs* cukup bervariasi tergantung dari jenis senyawanya seperti iritasi mata, hidung, tenggorokan, sakit kepala, mual, kehilangan koordinasi sampai dengan kerusakan ginjal, hati dan sistem syaraf pusat.
- 2) Produk-produk yang mengandung *methylene chloride* termasuk cat, pelarut dan *aerosol* cat diketahui menyebabkan kanker pada hewan.
Senyawa ini juga dapat dikonversi menjadi *karbon monoksida* dalam tubuh dan dapat menimbulkan gejala seperti keracunan *karbon monoksida*.

b. Faktor risiko

- 1) Dikeluarkan sebagai gas oleh beragam produk seperti cat dan vernis, cairan pembersih dan disinfektan, pestisida, bahan-bahan bangunan dan pelapis, peralatan kantor seperti mesin fotokopi dan printer, bahan-bahan kerajinan dan grafis, termasuk lem dan perekat, spidol permanen, dan pelarut fotografi.
- 2) Penggunaan maupun penyimpanan bahan bakar minyak atau pelarut organik.

- 3) *Formaldehid* adalah salah satu senyawa *VOCs* dengan mudah diukur.
- 4) *Benzena* adalah *karsinogen*
- 5) Asap tembakau
- 6) Cat pasokan
- 7) Bahan bakar
- 8) Emisi mobil di garasi
- 9) Emisi dari pakaian yang dicuci dengan cara *dry-clean* berupa senyawa *perchloroethylene*.

c. Upaya Penyehatan

- 1) Meningkatkan ventilasi ketika menggunakan produk yang memancarkan *VOCs*.
- 2) Tidak menyimpan kontainer bahan yang mengandung *VOCs* baik yang masih terpakai maupun yang tidak terpakai.
- 3) Kurangi pajanan dengan melindung/menutup semua permukaan panel dan perabotan lainnya yang terbuka.
- 4) Menggunakan teknik-teknik pengelolaan hama terpadu untuk mengurangi kebutuhan akan pestisida.
- 5) Gunakan produk rumah tangga sesuai dengan petunjuk pabriknya.
- 6) Jauhkan bahan-bahan yang mengandung *VOCs* dari jangkauan anak-anak dan hewan peliharaan.
- 7) Jangan pernah mencampur produk perawatan rumah tangga, kecuali sesuai dengan petunjuk pada label kemasan.
- 8) Ikuti petunjuk penggunaan apabila menggunakan bahan yang mengandung *VOCs*.
- 9) Dilarang merokok.

9. Asap rokok (*Environmental Tobacco Smoke/ETS*)

a. Dampak

- 1) *ETS* dapat memperparah gejala anak-anak penderita asma
- 2) Senyawa dalam asap rokok menyebabkan kanker paru pada manusia, impotensi, serangan jantung, gangguan kehamilan dan janin, bersifat iritan yang kuat.
- 3) Bayi dan anak-anak yang orang tuanya perokok mempunyai risiko lebih besar terkena gangguan saluran pernapasan dengan gejala sesak napas, batuk dan lendir berlebihan.

b. Faktor Risiko

Asap rokok yang terhirup oleh pernapasan.

c. Upaya Penyehatan

- 1) Merokok di luar rumah yang asapnya dipastikan tidak masuk kembali ke dalam rumah.
- 2) Merokok di tempat yang telah disediakan apabila berada di fasilitas/tempat-tempat umum.
- 3) Penyuluhan kepada para perokok.
- 4) Penyuluhan kepada masyarakat tentang bahaya menghirup asap rokok.

C. Sumber Pencemar Biologi

Upaya penyehatan terhadap sumber pencemar biologi terdiri dari parameter jamur, bakteri patogen dan angka kuman. Kualitas udara yang tidak memenuhi persyaratan biologi akibat faktor risiko dapat menimbulkan dampak kesehatan dan perlu dilakukan upaya penyehatannya.

Jamur, bakteri patogen, dan angka kuman;

a. Dampak

- 1) Penyakit yang berhubungan dengan bioaerosol dapat berupa penyakit infeksi seperti *flu*, *hipersensitivitas (asma, alergi)*, dan juga *toxicosis* yaitu toksin dalam udara di ruangan yang terkontaminasi sebagai penyebab gejala *Sick Building Syndrome/SBS*. Gejala SBS antara lain sakit kepala, kehilangan konsentrasi, tenggorokan kering, iritasi mata dan kulit.
- 2) Beberapa bentuk penyakit yang berhubungan dengan SBS yaitu iritasi mata dan hidung, kulit dan lapisan lendir yang kering, kelelahan mental, sakit kepala, *Infeksi Saluran Pernapasan Akut/ISPA*, batuk, bersin-bersin, dan reaksi *hipersensitivitas*.
- 3) Gejala fisik yang biasa dijumpai akibat kontaminan biologis adalah batuk, dada sesak, demam, menggigil, nyeri otot, dan reaksi alergi seperti iritasi *membran mukosa* dan *kongesti* saluran napas atas. Salah satu bakteri kontaminan udara dalam ruang yaitu *Legionella sp.*, menyebabkan *Legionnaire's disease*.

b. Faktor Risiko

- 1) Serangga
- 2) Bakteri
- 3) Kutu binatang peliharaan
- 4) Jamur
- 5) Serbuk sari yang masuk kedalam ruang
- 6) Bakteri *Legionella* yang berasal dari *soil borne* yang menembus dalam ruang
- 7) Alga yang tumbuh dekat kolam/danau masuk ke dalam ruangan melalui hembusan angin
- 8) Serangga di luar ruang yang dapat menembus bangunan tertutup
- 9) Kontaminasi yang berasal dari dalam ruang dengan kelembaban tinggi, maka spora jamur akan meningkat

c. Upaya Penyehatan

- 1) Perabotan rumah tangga dibersihkan secara rutin
- 2) Rumah harus dilengkapi dengan ventilasi yang *adequate*
- 3) Membersihkan AC minimal 3 atau 6 bulan sekali
- 4) Membersihkan dan mengeringkan karpet yang basah atau lembab.
- 5) Apabila hendak menggunakan *basement* sebagai salah satu ruang tempat tinggal, pastikan tidak ada kebocoran dan ruangan memiliki system ventilasi yang baik. Apabila perlu, gunakan mesin pengatur kelembaban untuk menjaga kelembaban udara antara 40 - 60%
- 6) Lantai selalu dibersihkan dengan antiseptik secara berkala
- 7) Mengisolasi anggota rumah tangga yang mempunyai penyakit menular dan mencegah kontaminasi dari bahan dan peralatan yang telah dipakai oleh penderita dengan cara disinfeksi.
- 8) Mengupayakan sinar matahari pagi dapat memasuki rumah terutama setiap kamar tidur.
- 9) Mengelola sampah basah dengan baik.

BAB IV
TATA LAKSANA
PENGAWASAN KUALITAS UDARA DALAM RUANG RUMAH

Pelaksanaan pengawasan kualitas udara dalam ruang rumah dimaksudkan untuk mewujudkan kualitas udara dalam ruang rumah agar memenuhi persyaratan.

Pengawasan dilakukan melalui kegiatan pemantauan, pengolahan dan analisis data, rekomendasi, rencana tindak lanjut, serta pelaporan.

A. Pemantauan

Pemantauan memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

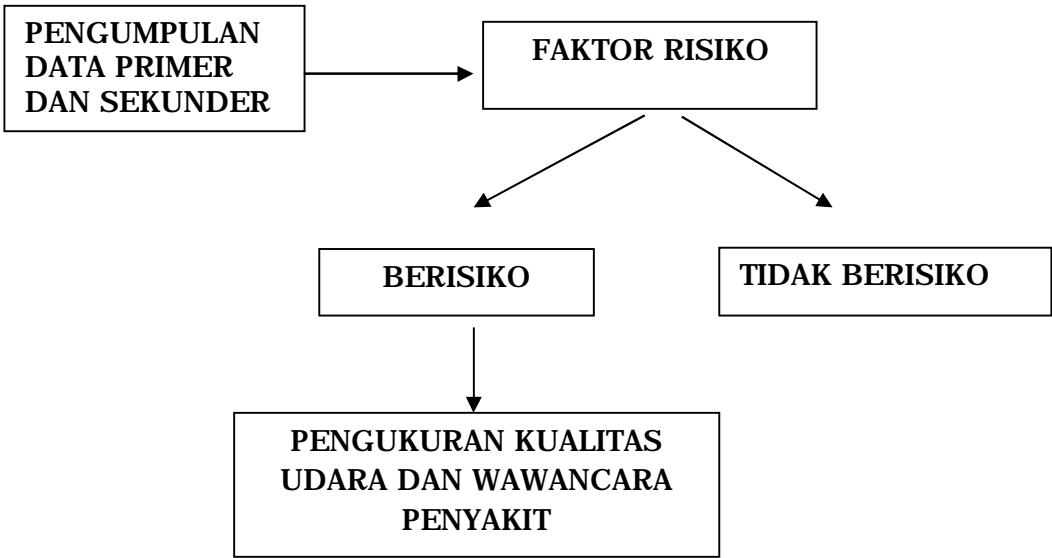
1. Perencanaan meliputi persiapan tenaga, bahan dan alat, biaya, waktu.
 - Tenaga adalah petugas kesehatan lingkungan puskesmas dan kabupaten/kota
 - Bahan dan alat:
Bahan meliputi formulir wawancara pemantauan kualitas udara dalam ruang rumah (Form 1.), formulir observasi pemantauan kualitas udara dalam ruang rumah (Form 2.), formulir data penyakit di puskesmas (LB1), dan laporan kegiatan klinik sanitasi.
 - Alat deteksi kualitas udara;

| No. | Jenis alat/detektor | Fungsi | Cara pengukuran |
|-----|---------------------------------------|--|---|
| 1. | Alat pengukur pajanan personal PM 2,5 | Mengukur banyaknya partikel debu dengan $\varnothing 0,1\mu\text{m} - \leq 2,5\mu\text{m}$ yang terhirup (pajanan) | Selama 24 jam, menyertai individu berkegiatan di dalam dan luar rumah |

| No. | Jenis alat/detektor | Fungsi | Cara pengukuran |
|-----|---|---|--|
| 2. | Alat pengukur udara lingkungan mikro untuk PM Ultrafine | Mengukur banyaknya debu, gas, aerosol dalam rumah/gedung /kendaraan yang berukuran $\varnothing 0,01 - 0,1 \mu\text{m}$ | Selama 12 jam (waktu kegiatan puncak, memasak, jam makan, jam kumpul keluarga), radius 10m dari individu yang diukur |
| 3. | Personal gas sampler dan fisik udara | Mengukur suhu, kelembaban, CO dan SO ₂ | Selama 24 jam menyertai individu berkegiatan di dalam dan di luar rumah |
| 4. | Alat ukur kapasitas paru | Mengukur kondisi kapasitas paru-paru responden | Sebanyak 3 kali pengukuran berNapas normal |
| 5. | Mata perih dan berair | Mengetahui adanya pajanan gas <i>formaldehyde</i> | Saat memasak |

- Waktu pelaksanaan/frekuensi: minimal 1 kali dalam setahun.
- Biaya bersumber dari APBN, APBD dan sumber lain yang sah sesuai dengan peraturan perundang-undangan.

2. Alur pemantauan



Keterangan:

- a. Pengumpulan data primer melalui pemetaan faktor risiko wilayah sekitar permukiman/perumahan untuk mengetahui gangguan penyakit dan faktor risiko di dalam rumah maupun di luar rumah dengan menggunakan Formulir Wawancara Pemantauan Kualitas Udara dalam Ruang Rumah (Form 1) dan Formulir Observasi Pemantauan Kualitas Udara dalam Ruang Rumah (Form 2).
 - b. Pengumpulan data sekunder informasi tentang gangguan kesehatan atau kejadian penyakit pada masyarakat dengan menggunakan LB1 dan data dari kegiatan klinik sanitasi.
 - c. Metode pengumpulan data : survei cepat
 - d. Jumlah sampel : (7 kluster, setiap kluster ada 30 rumah total 210 rumah)
3. Pelaksanaan pengukuran kualitas udara dilakukan pada rumah yang mempunyai salah satu atau lebih faktor risiko dengan kondisi sebagai berikut:
- a. Bahan bakar untuk memasak menggunakan biomassa/minyak tanah;
 - b. Ventilasi < 20 % dari luas lantai;
 - c. Ada anggota keluarga dan atau orang lain yang merokok di dalam rumah; dan
 - d. Menggunakan obat nyamuk bakar/semprot/elektrik dan penyegar ruangan dalam bentuk semprot.

B. Pengolahan dan Analisis Data

1. Pengolahan data

Pengolahan data hasil pemantauan, baik pemantauan kondisi kesehatan lingkungan rumah maupun gangguan kesehatan/penyakit dan pengukuran kualitas udara dalam rumah dilakukan dengan mengelompokkan data menurut orang (jenis kelamin, umur, pendidikan, status perkawinan, lama tinggal di rumah), tempat (Rukun tetangga/RT, Rukun Warga/RW, Desa, Kelurahan, Kecamatan, Kabupaten/Kota), dan waktu

2. Analisis data

Analisis data dilakukan dalam bentuk univariat dan bivariat sebagai berikut :

- 1) Analisis *univariat* yaitu data hasil pemantauan dibuat presentase untuk melihat komposisi sesuai variabel yang diinginkan.
- 2) Analisis *bivariat* yaitu mencari hubungan dari hasil pemantauan dengan kejadian penyakit.

3. Penyajian data

Data disajikan dalam bentuk tabel, gambar/grafik dan interpretasinya

4. Diseminasi Informasi

Hasil interpretasi disampaikan kepada pemangku kepentingan terkait guna proses pengambilan keputusan selanjutnya.

Hasil ini juga dapat dipergunakan untuk :

- a. Bahan penyusunan *modelling* perbaikan kualitas udara dalam ruang rumah;
- b. Menyusun *trend*/kecenderungan kualitas udara dalam ruang rumah dan dampaknya terhadap kesehatan;
- c. Menyusun proyeksi kualitas udara dalam ruang rumah; dan
- d. Bahan perencanaan jangka panjang pengelolaan kualitas udara dalam ruang rumah.

C. Rekomendasi

Menyampaikan hasil dari analisis kepada pemangku kepentingan, opsi upaya penyehatan untuk dapat ditindaklanjuti.

D. Rencana Tindak Lanjut

Kegiatan yang dapat dilakukan sebagai rencana tindak lanjut serta dilaksanakan di level, diantaranya yaitu;

| No. | Bentuk Tindak Lanjut | Kecamatan | Kab/Kota | Provinsi | Pusat |
|-----|---------------------------|-----------|----------|----------|-------|
| 1. | Penyuluhan | V | V | | |
| 2. | Pengukuran kualitas udara | | V | V | |

| No. | Bentuk Tindak Lanjut | Kecamatan | Kab/Kota | Provinsi | Pusat |
|-----|--|-----------|----------|----------|-------|
| 3. | Perbaikan faktor risiko seperti perbaikan ventilasi | V | V | | |
| 4. | Pemberian stimulan | | V | V | V |
| 5. | Pengembangan Teknologi Tepat Guna (Pembuatan tungku bebas asap, dll) | | V | V | V |
| 6. | Pembuatan bahan penyuluhan (leaflet, poster, dll) | | V | V | V |
| 8. | Pembinaan dan pemantauan | | V | V | V |
| 9. | Pendampingan kepada masyarakat | V | V | | |
| 10. | Fasilitasi sarana/teknis | | V | V | V |
| 11. | Diseminasi informasi | V | V | V | V |
| 12. | Perencanaan tindak lanjut | V | V | V | V |
| 13. | Sosialisasi dan advokasi | V | V | V | V |
| 14. | Peningkatan kapasitas petugas dan pemangku kepentingan (berjenjang) | V | V | V | V |

E. Laporan

Dinas Kesehatan menyampaikan laporan tahunan kondisi kualitas udara dalam ruang rumah di wilayahnya kepada Gubernur/Bupati/Walikota guna pemantauan dan evaluasi serta ditembuskan kepada Menteri Kesehatan c.q. Direktur Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan.

BAB V PENUTUP

Dengan ditetapkannya Persyaratan Kualitas Udara dalam Ruang Rumah diharapkan terwujudnya kualitas udara dalam ruang rumah yang memenuhi persyaratan kesehatan, untuk mendukung program rumah sehat dalam rangka melindungi kesehatan masyarakat dari risiko penyakit. Upaya penyehatan kualitas udara dalam ruang rumah memerlukan komitmen yang tinggi dari pemerintah, pemerintah daerah, lintas program, lintas sektor, penyelenggara perumahan, dan masyarakat serta *stakeholder* terkait.

MENTERI KESEHATAN,

ENDANG RAHAYU SEDYANINGSIH

Form 1.

**FORMULIR WAWANCARA
PEMANTAUAN KUALITAS DALAM UDARA DALAM RUANG RUMAH**

I. DATA UMUM

- | | | |
|----------------------------------|---|------------------------------------|
| 1. Provinsi | : | |
| 2. Kab/Kota | : | |
| 3. Kec. | : | |
| 4. Puskesmas | : | |
| 5. Desa/Kel. | : | |
| RT | : | |
| RW | : | |
| 6. Dusun | : | |
| 7. Lokasi permukiman | : | (industri / jalan raya /) |
| 8. Nama KK | : | |
| 9. Nama Responden | : | |
| 10. Umur responden | : | Tahun bulan |
| 11. Hubungan KK dengan Responden | : | |
| 12. Jenis kelamin responden | : | |
| 13. Status perkawinan responden | : | Menikah/tidak menikah |
| 14. Jumlah penghuni rumah | : | orang |
| 15. Pendidikan responden | : | |
| Tidak sekolah | | |
| Tamat SD | | |
| Tamat SLTP | | |
| Tamat SLTA | | |
| Tamat Perguruan Tinggi/Akademi | | |
| 16. Lama tinggal di rumah | : | |
| 17. Waktu observasi | : | |
| 18. Nama petugas/kader | : | |

II. KRITERIA RESPONDEN :

1. Ibu Rumah Tangga / anggota keluarga dewasa lainnya
2. Rumah tangga yang memiliki anggota keluarga usia di bawah lima tahun

III. DATA KHUSUS

| No | PERTANYAAN | JAWABAN |
|----|---|---------|
| 18 | Jenis alat untuk memasak yang Saudara pakai : a. Kompor gas 1. Ya 2. Tidak b. Kompor minyak tanah (kerosin)..... 1. Ya 2. Tidak c. Kompor listrik 1. Ya 2. Tidak d. Tungku 1. Ya 2. Tidak e. Pasangan bata 1. Ya 2. Tidak f. Lain-lain sebutkan 1. Ya 2. Tidak | |
| 19 | Jenis bahan bakar / sumber yang dipakai untuk memasak : a. Listrik b. LPG c. Minyak tanah d. Kayu bakar e. Arang (kayu, batok kelapa, dll) f. Sekam g. Briket batubara (Bila jawaban selain d atau e atau f atau g, maka langsung ke pertanyaan no : 21) | |
| 20 | Apakah kayu yang Saudara gunakan sebagai bahan bakar mengeluarkan cairan kecoklatan (yang menyebabkan mata perih dan berair) setelah dibakar ? a. Ya b. Tidak | |
| 21 | Apakah Saudara menggunakan lampu minyak sebagai penerangan di rumah ? a. Ya b. Tidak | |
| 22 | Apakah di dapur Saudara ada ventilasi / lubang angin ? a. Ya b. Tidak | |
| 23 | Apakah semua jendela dibuka pada pagi hari ? a. Ya b. Tidak | |
| 24 | Apakah ada anggota keluarga yang merokok di dalam rumah ? a. Ya b. Tidak | |

| No | PERTANYAAN | JAWABAN |
|----|---|-------------|
| 25 | Apakah ada diantara tamu keluarga ini yang juga merokok saat bertemu ? a. Ya b. Tidak | |
| 26 | Apakah di rumah Saudara menggunakan obat nyamuk (bakar / semprot /elektrik) ? a. Ya b. Tidak | |
| 27 | Berapa lama Saudara memasak setiap hari ? | jam |
| 28 | Apakah pada saat memasak balita anda juga berada di dapur? a. Ya b. Tidak | |
| | KONDISI KESEHATAN | |
| 29 | Apakah hari ini atau 2 minggu terakhir ini Saudara atau anggota keluarga lainnya mengalami tanda-tanda seperti di bawah ini ? (pilihan - 26 -ias lebih dari satu) → gejala ISPA a. Pusing b. Mual c. Batuk d. Sesak Napas e. Sakit tenggorokan f. Mata perih dan berair g. Pilek | |
| 30 | Berapa orang yang mengalami tanda-tanda di atas ? | orang |

Form 2.

**FORMULIR OBSERVASI
PEMANTAUAN KUALITAS UDARA DALAM RUANG RUMAH**

| No | PERTANYAAN | JAWABAN |
|----|---|---------|
| 1 | Tata ruang dalam rumah a. Bersekat b. Tidak bersekat | |
| 2 | Dinding/sekat pemisah dapur a. Ada b. Tidak ada | |
| 3 | Dinding rumah a. Permanen b. Semi Permanen c. Bilik/papan d. Lain-lain | |
| 4 | Luas ventilasi/lubang angin di ruang tempat berkumpulnya keluarga : a. < 20 % dari luas lantai b. ≥ 20 % dari luas lantai | |
| 5 | Luas ventilasi/lubang angin di kamar tidur : a. < 20 % dari luas lantai b. ≥ 20 % dari luas lantai | |
| 6 | Apakah dapur memiliki lubang keluarnya asap hasil kegiatan memasak? a. Ya, bentuknya (lanjut ke no. ventilasi dapur) b. Tidak | |
| 7 | Luas ventilasi/lubang angin di dapur : a. < 20 % dari luas lantai b. ≥ 20 % dari luas lantai | |
| 8 | Cerobong asap dapur : a. Ada b. Tidak ada | |