



RESPIRATORY TOXICITY DUE TO FOREST FIRE DISASTER: ACUTE AND CHRONIC IMPACT

Adrienne Marisa Tauran

PENDAHULUAN

- Indonesia: hutan ketiga terluas di dunia.
- Kebakaran hutan & lahan (karhutla) setiap tahun di Sumatera & Kalimantan.
- Kebakaran hutan menjadi masalah bukan hanya di Indonesia.
- Pengaruh terhadap berbagai sektor kehidupan.
- 20 juta orang Indonesia terpajan asap kebakaran → gangguan paru.
- Masalah: peningkatan keluhan pernapasan, penurunan fungsi paru, peningkatan serangan asma akut dan PPOK, peningkatan kunjungan UGD & perawatan RS.

DEFINISI

- Kebakaran hutan (*wildfire*): keadaan api menjadi tidak terkontrol dalam vegetasi yang mudah terbakar di daerah pedesaan atau daerah yang luas.
- *Bush fire, forest fire, grass fire, hill fire, peat fire, vegetation fire, wildland fire.*
- Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 289 Tahun 2013: Prosedur Pengendalian Dampak Pencemaran Udara Akibat Kebakaran Hutan terhadap Kesehatan → Indeks Standar Pencemaran Udara.
- Parameter: PM_{10} , SO_2 , CO , O_3 & NO_2 .
- Fase bencana kebakaran hutan: ISPU >200.

Indeks Standar Pencemaran Udara

ISPU	PENCEMARAN UDARA LEVEL	DAMPAK KESEHATAN	TINDAKAN PENGAMANAN
0 - 50	BAIK	Tidak ada dampak kesehatan	
51 - 100	SEDANG	Tidak ada dampak kesehatan	
101 - 199	TIDAK SEHAT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menimbulkan gejala iritasi pada saluran pernafasan ▪ Bagi penderita penyakit jantung, gejalanya akan semakin berat 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menggunakan masker atau penutup hidung bila melakukan aktifitas di luar rumah ▪ Aktifitas fisik bagi penderitanya jantung dikurangi
200 - 299	SANGAT TIDAK SEHAT	Pada penderita ISPA, Pneumonia, dan jantung maka gejalanya akan meningkat	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aktifitas diluar rumah harus dibatasi ▪ Perlu dipersiapkan ruang khusus untuk perawatan penderita ISPA, Pneumonia berat, di RS, Puskesmas dll ▪ Aktifitas bagi penderita jantung dikurangi
300 - 399	BERBAHAYA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bagi penderita suatu penyakit, gejalanya akan semakin serius ▪ Orang sehat akan merasa mudah lelah 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penderita penyakit ditempatkan pada ruang bebas pencemaran udara ▪ Aktifitas kantor dan sekolah harus menggunakan AC
>400	SANGAT BERBAHAYA	Berbahaya bagi semua orang, terutama : balita, ibu hamil, orang tua, dan penderita gangguan pernafasan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Semua harus tinggal di rumah dan tutup pintu serta jendela, ▪ Segera lakukan evakuasi selektif bagi orang berisiko seperti: balita, ibu hamil, orang tua, dan penderita gangguan pernafasan ke tempat/ ruang bebas pencemaran udara

PENYEBAB KEBAKARAN HUTAN

- Alami: petir, erupsi vulkanik, percikan api dari reruntuhan batu & pembakaran spontan (gambut).
- Buatan: menyuburkan lahan, *arson*, puntung rokok, percikan api dari peralatan.

MEKANISME UMUM KEBAKARAN HUTAN

- Proses kompleks.
- Api, bahan bakar, faktor iklim (ketinggian & meteorologi).
- Pembakaran bahan organik: proses oksidasi yang menghasilkan uap air dan CO₂ sehingga terbentuk senyawa yang tidak teroksidasi sempurna atau terbentuk senyawa tereduksi.
- Senyawa dalam asap: partikel + gas.
- Komposisi asap: jenis bahan (kayu dan tumbuhan) dan kandungannya.

KOMPOSISI ASAP KEBAKARAN HUTAN

GAS

- Karbon monoksida (CO)
- Karbon dioksida (CO₂)
- Nitrogen oksida (NO_x)
- Ozon (O₃),
- Sulfur dioksida (SO₂)

PARTICULATE MATTER

- *Coarse particles* (PM₁₀) 2,5 – 10 μm.
- *Fine particles* (PM_{2,5}) 0,1 – 2,5 μm.
- *Ultrafine particles* <0,1 μm.

BAHAN LAIN

- Aldehid (akrolein, formaldehid)
- Posisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH, benzo-α-pyrene)
- *Benzene*, toluene, *styrene*, metal & dioksin

Komposisi Asap Kebakaran Hutan: GAS

Karbon monoksida
(CO)

- Gas tidak berwarna
- Tidak berbau
- Asfiksian
- Ikat Hb 200x >>> O₂
- Mengurangi transport oksigen

Sulfur dioksida
(SO₂)

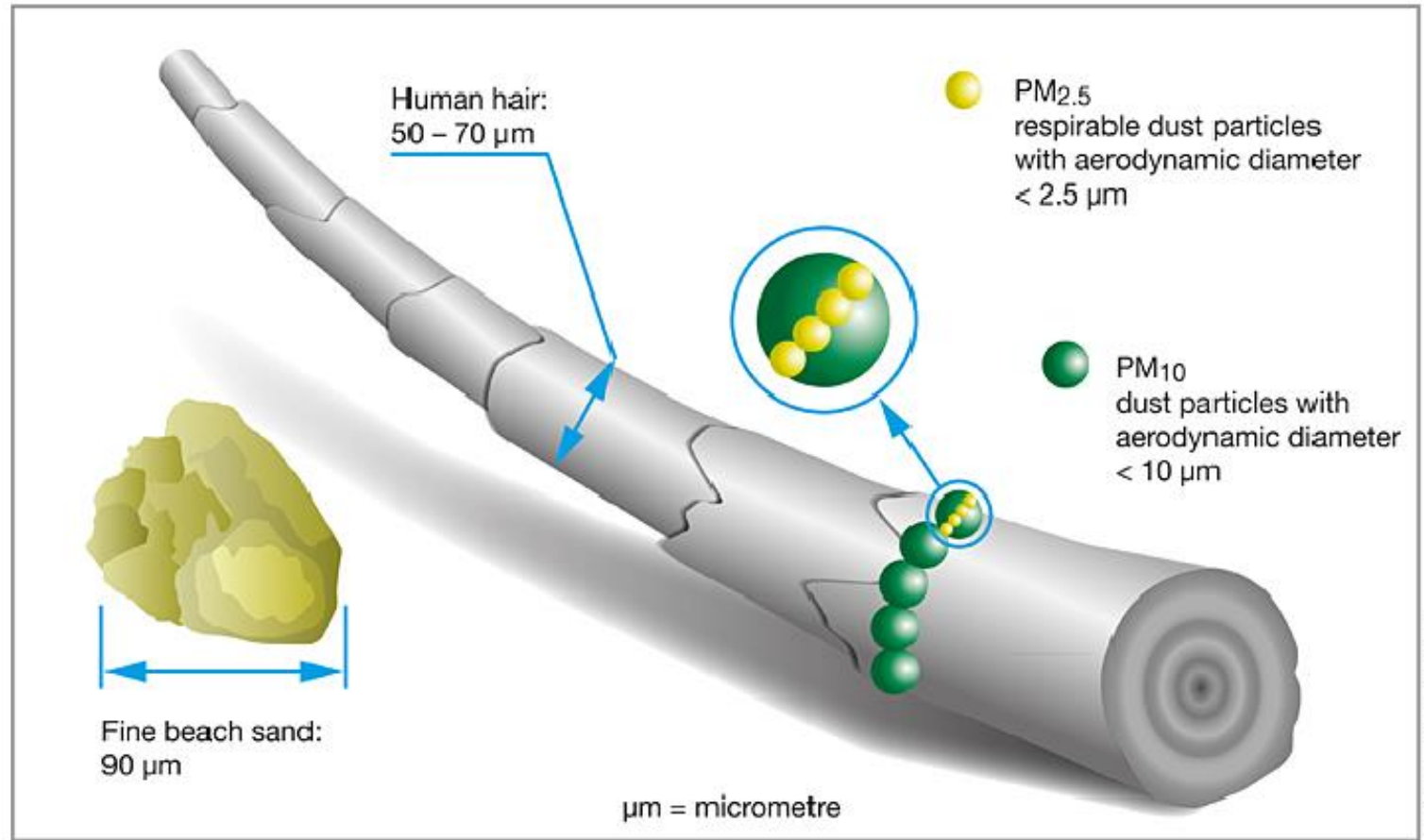
- 5 menit → induksi bronkokonstriksi → VEP1 turun
- Konsentrasi kecil, terpajan berulang: Hiperplasia & metaplasia epitel → Kanker

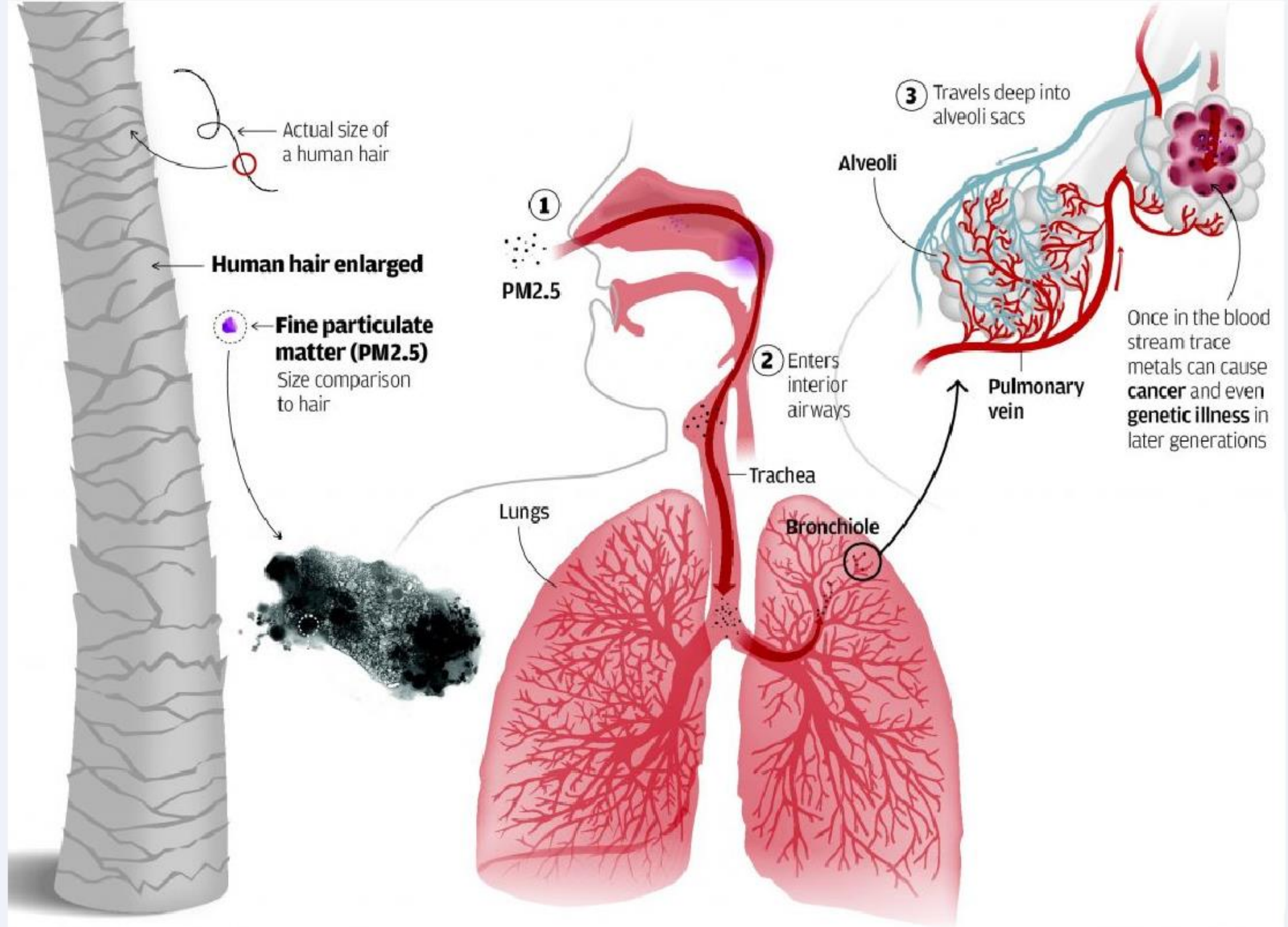
Nitrogen oksida
(No_x)

- Iritan
- Hipereaktivitas bronkus, bronkokonstriksi
- Gangguan pembersihan mukosiliar
- Menekan makrofag alveoli

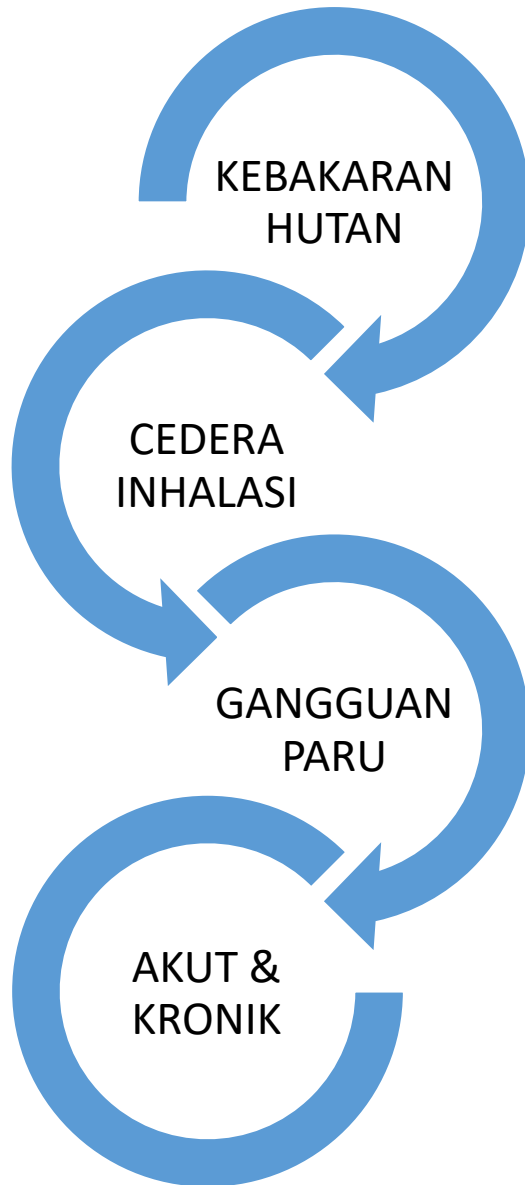
Komposisi Asap Kebakaran Hutan: *Particulate Matter*

- Polutan utama asap kebakaran hutan.
- Bentuk padat & *droplet*.
- Ukuran partikel mempengaruhi.
- Partikel $> 10 \mu\text{m}$ \rightarrow iritasi mata, hidung & tenggorokan.
- Partikel $\leq 10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) \rightarrow capai paru.





Dampak Asap Kebakaran Hutan terhadap Kesehatan



EFEK JANGKA PENDEK (AKUT):

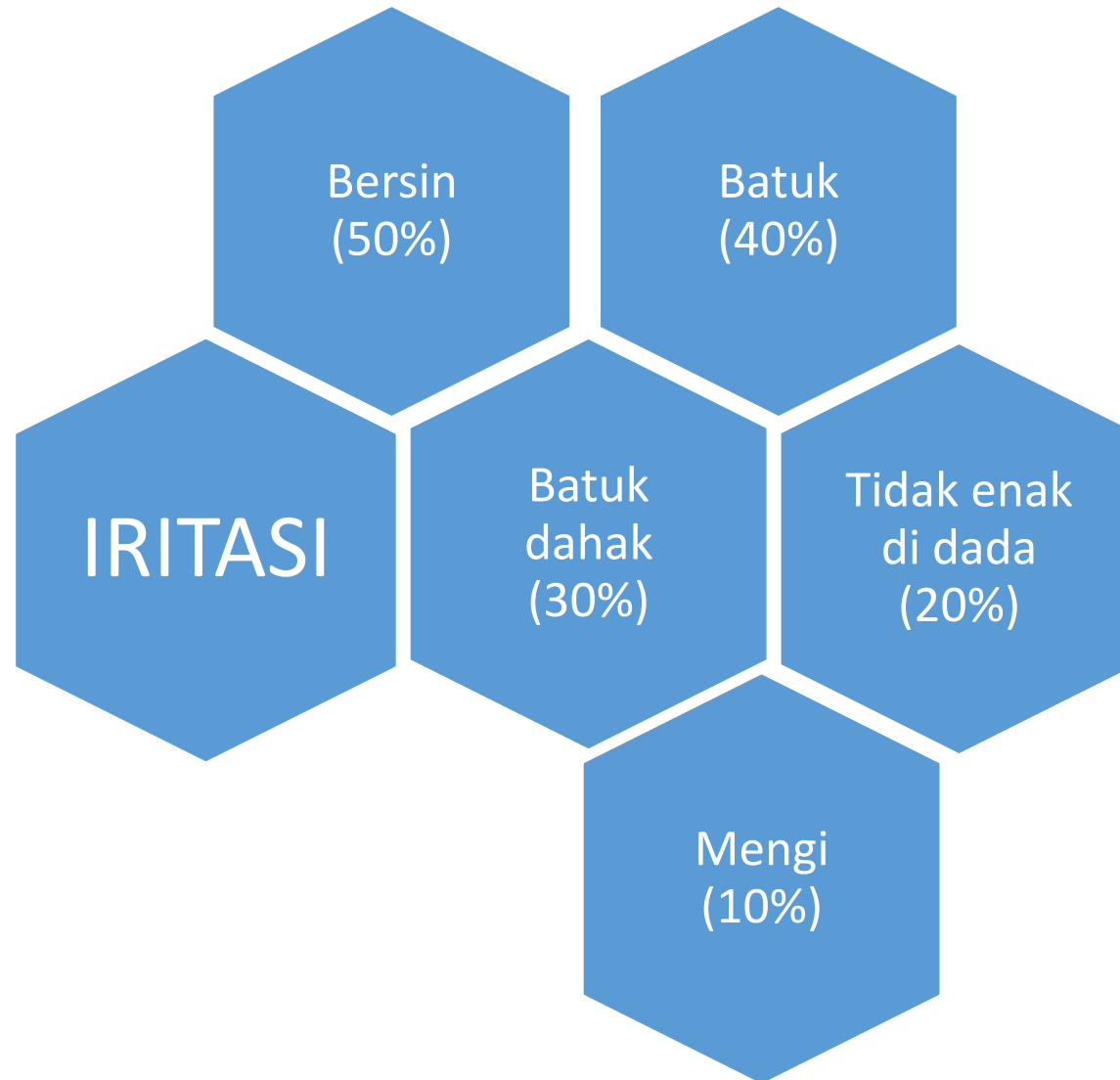
- Iritasi
- Infeksi saluran pernapasan akut (ISPA)
- Penurunan fungsi paru
- Eksaserbasi penyakit paru obstruktif
- Peningkatan rawat inap
- Risiko kematian

an:

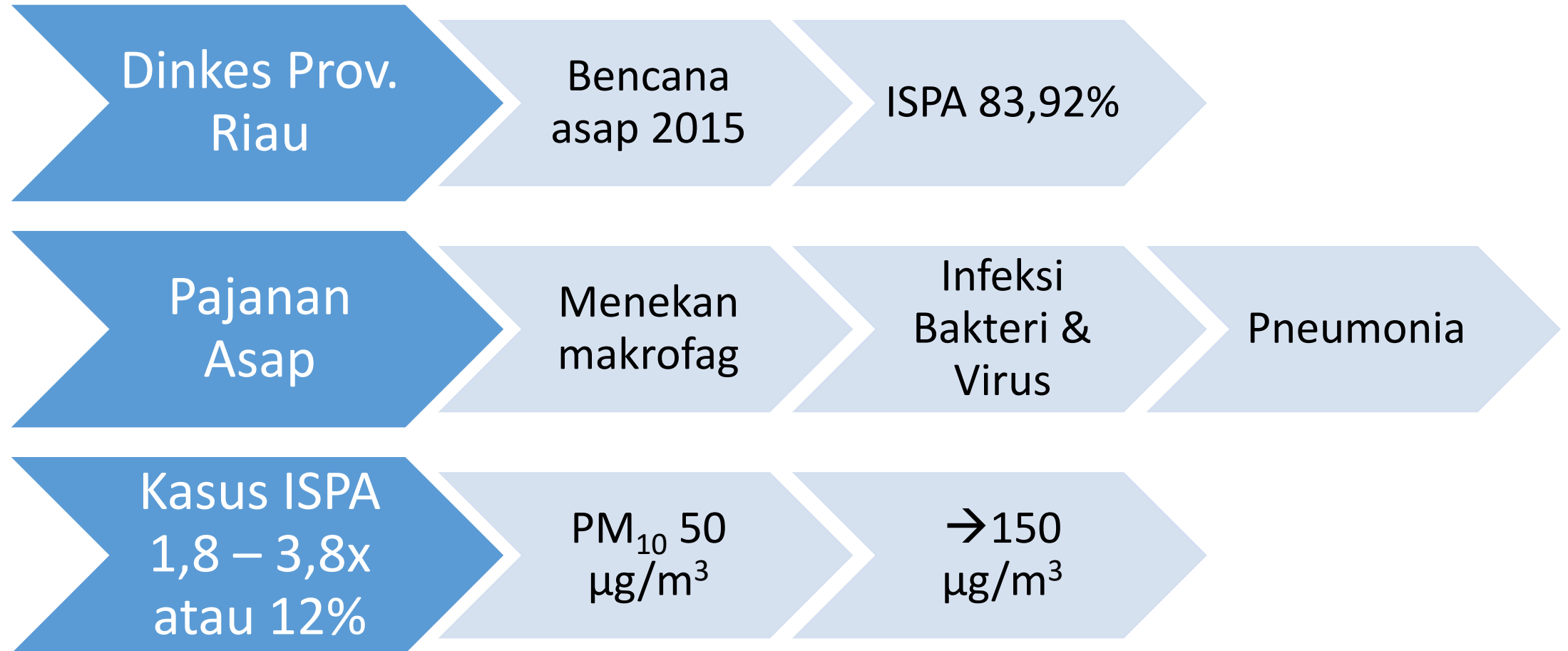
EFEK JANGKA PANJANG (KRONIS):

- Penurunan fungsi paru
- Peningkatan hipereaktivitas saluran napas, episode bronkospasme
- Fibrosis saluran napas, parenkim & interstitial paru
- Kanker paru
- *Reactive (lower) airway disfunction syndrome (RADS)*

Efek Akut: Iritasi



Efek Akut: Infeksi Saluran Pernapasan Akut



Efek Akut: Penurunan Fungsi Paru

- Terjadi penurunan kapasitas vital paksa (KVP) dan volume ekspirasi detik pertama (VEP_1) beberapa jam setelah terpajan.
- Umumnya *reversible*.
- *Japan International Cooperation Agency, Jambi, 1997:*
17% restriksi & obstruksi; 10,2% kelainan obstruksi tanpa restriksi.

Efek Akut: Eksaserbasi Penyakit Paru Obstruktif

- Asap → inflamasi & konstiksi jalan napas.
- Setiap kenaikan PM_{10} $50 \mu\text{g}/\text{m}^3 \rightarrow 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$: Eksaserbasi asma 19%.
- Peningkatan kunjungan pasien asma & PPOK ke IGD: 30-40%.

Efek Akut: Peningkatan Rawat Inap

- Setiap peningkatan PM_{10} sebesar $30 \mu\text{g}/\text{m}^3 \rightarrow$ Peningkatan perawatan akibat penyakit pernapasan 11-18%.

Efek Akut: Risiko Kematian

- Kematian karena menghirup asap kebakaran hutan tanpa luka bakar jarang terjadi, yakni sekitar kurang dari 10%.
- Setiap kenaikan PM_{10} sebesar $30 \mu\text{g}/\text{m}^3 \rightarrow$ Risiko kematian meningkat 3%

Efek Akut → Efek Kronis

- Paparan kebakaran hutan berlangsung 4 – 5 bulan dalam setahun.
- Intensitas tergantung luas kebakaran hutan.
- Populasi sensitif tertentu dapat mengalami gejala kronik yang lebih berat.
- Akibat paparan asap kebakaran hutan: gangguan fungsi makrofag, peningkatan kadar laktat dehidrogenase → membran dan sel epitel rusak.
- Paparan asap → infeksi saluran napas akibat penekanan aktivitas makrofag → pneumonia dan komplikasi pernapasan lain.

Efek Kronis

- Penurunan fungsi paru, peningkatan hipereaktivitas saluran napas, episode bronkospasme.
- Fibrosis saluran napas, parenkim & interstitial paru → obstruksi dan restriksi.
- Karsinogen: Polisiklik hidrokarbon aromatik (PAH) → Kanker paru
- *Reactive (lower) airway dysfunction syndrome (RADS)*
- Penyakit paru interstitial.

Pencegahan & Penanganan

Dampak Kesehatan Akibat Asap Kebakaran Hutan

Upaya Primer

- Hilangkan asap → pemadaman kebakaran
- Minimalkan asap: kurangi aktivitas di luar ruangan, masker, *air purifier*
- Pantau kualitas udara: ISPU, *visibility reducing particle*
- Pola hidup bersih dan sehat

Upaya Sekunder

- Kenali gejala atau keluhan yang timbul
- Persiapkan obat pertolongan awal
- Segera ke dokter/pelayanan kesehatan
- Evaluasi dampak kesehatan → skrining berkala

Upaya Tersier

- Stop rokok
- Pengobatan maksimal dan teratur
- Rawat inap

Faktor yang Berpengaruh Secara Umum pada Kondisi Paru & Pernapasan pada Bencana

ALAM

- Beratnya kejadian bencana
- Kualitas udara saat bencana terjadi
- Ukuran partikel yang terhirup
- Materi infeksius yang terhirup

MANUSIA

- Usia
- Kondisi awal kesehatan korban

PENANGANAN

- Penggunaan masker
- Ketersediaan alat bantu di dekat lokasi kejadian
- Kecepatan tatalaksana saluran napas di lokasi kejadian
- Penjagaan dan pemeliharaan saat korban ditransportasi
- Jarak dari tempat bantuan pernapasan pertama sampai ke tempat penanganan dengan sarana yang lebih memadai

KESIMPULAN

- Kebakaran hutan merupakan masalah kesehatan yang serius.
- Komposisi asap kebakaran hutan yang paling besar pengaruhnya adalah *Particulate Matter* < 10 μm .
- Dampak asap kebakaran hutan akan menurunkan fungsi paru serta menyebabkan berbagai gangguan dan keluhan pernapasan, terutama pada orang yang berisiko tinggi atau sensitif.
- Mencegah kebakaran hutan mutlak dilakukan dan disertai dengan menghindari pajanan asap bila kebakaran hutan tidak dapat dicegah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditama TY, Nurhidayati I, Susanto AD. 2009. Bunga Rampai. Penyakit Paru Kerja dan Lingkungan. Seri 1. Jakarta: FKUI; p175-90.
- Faisal F, Yunus F, Harahap F. 2012. Dampak Asap Kebakaran Hutan pada Pernapasan. CDK-189/vol.39 no.1; 31-5.
- Kementerian Kesehatan RI. 2015. Masalah Kesehatan Akibat Kabut Asap Kebakaran Hutan dan Lahan Tahun 2015. Jakarta: Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI.
- Perhimpunan Dokter Paru Indonesia. 2015. Pencegahan dan Penanganan Dampak Kesehatan Akibat Asap Kebakaran Hutan. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
- Rasmin M. 2017. Buku Ajar Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi. Buku 2. Jakarta: UI Publishing; p446-50.



Terimakasih

Pengaruh Polutan Asap Kebakaran pada Sistem Pernapasan

Polutan	Mekanisme	Efek potensial pada kesehatan
Partikulat (partikel kecil < 10 μ , diameter aero dinamik < 2.5 μ)	<ul style="list-style-type: none"> • Akut: iritasi bronkus, inflamasi dan reaktivitas meningkat • Berkurangnya bersihan mukosilier • Mengurangi respons makrofag dan imunitas lokal • Reaksi fibrotik 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengi, asma eksaserbasi • Infeksi saluran napas • Bronkitis kronik dan PPOK • PPOK eksaserbasi
Karbon monoksida	<ul style="list-style-type: none"> • Berikatan dengan hemoglobin menghasilkan karboksi hemoglobin yang dapat mengurangi transport oksigen ke organ vital dan menyebabkan gangguan janin 	<ul style="list-style-type: none"> • Berat badan bayi lahir rendah • Meningkatnya kasus kematian perinatal
Hidrokarbon aromatik polisiklik (<i>benzo-alpyrene</i>)	Karsinogenik	<ul style="list-style-type: none"> • Kanker paru
Nitrogen dioksida	<ul style="list-style-type: none"> • Paparan akut menyebabkan reaktivitas bronkus • Paparan kronik dapat meningkatkan kerentanan infeksi bakteri dan virus 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengi, asma eksaserbasi • Infeksi saluran napas • Berkurangnya fungsi paru anak
Sulfur dioksida	<ul style="list-style-type: none"> • Paparan akut menyebabkan reaktivitas bronkus • Paparan kronik sulit untuk memisahkan efek partikel 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengi, asma eksaserbasi • PPOK eksaserbasi