

# PENCEMARAN SMOG (ASAP KABUT) SEBAGAI DAMPAK AKTIVITAS ANTROPOGENIK

Dessy Gusnita

Pusat Sains Teknologi Atmosfer

e-mail: gusnita@yahoo.com

## RINGKASAN

Tulisan ini akan mengulas fenomena asap kabut (*smog*) dengan alasan **pertama** *smog* merupakan akibat dari aktifitas antropogenik yang semakin meningkatkan polusi udara yang berbahaya bagi lingkungan dan manusia. Dampak yang ditimbulkan oleh *smog* cukup serius, sehingga kajian ini merupakan hal yang cukup penting. **Kedua** kejadian *smog* ini semakin hari semakin menunjukkan frekuensi yang cukup banyak terjadi, terutama di perkotaan. *Smog* (asap kabut) merupakan koloid (aerosol) yang mengandung gas nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ) dan gas ozon ( $\text{O}_3$ ) yang berasal dari reaksi gas buang kendaraan bermotor dengan sinar matahari. Gas buang kendaraan bermotor umumnya mengandung gas  $\text{NO}$ ,  $\text{CO}$  dan hidrokarbon. Gas-gas itu tersebut selanjutnya akan mengalami reaksi fotokimia yaitu reaksi yang terjadi karena adanya foton (cahaya). Reaksi fotokimia ini menghasilkan polutan sekunder yang mengandung gas  $\text{NO}_2$  dan ozon ( $\text{O}_3$ ) yang akhirnya terbentuk *smog*. Kejadian *smog* telah terjadi di India, Amerika, Cina serta beberapa negara di belahan dunia lainnya. Oleh karena itu pada tulisan ini akan di ulas bagaimana terjadinya *smog* serta bagaimana proses reaksi terjadinya *smog* tersebut di lingkungan atmosfer.

## 1 PENDAHULUAN

Baru-baru ini kita dikejutkan oleh kejadian asap kabut yang terjadi di 25 provinsi di negara China. Pemerintah setempat menyatakan kota tersebut *kota berbahaya dan setiap warga yang akan beraktivitas dihimbau menggunakan masker penutup hidung*. Pusat Meteorologi Nasional setempat menyebutkan, sebagian besar wilayah timur Cina dan selatan dilaporkan diselimuti kabut tipis. Sementara kabut tebal melanda Sichuan Basin, Provinsi Guizhou, Provinsi Yunnan, Provinsi Anhui, Provinsi Fujian, dan Provinsi Xinjiang. Minimnya aliran udara horizontal dan vertikal membuat asap knalpot dan polutan yang tercipta sulit untuk menguap. Kondisi inilah yang akhirnya membuat Cina terperangkap di dalam tebalnya kabut asap (Tempo, 2013). Kejadian kabut asap ini merupakan permasalahan kompleks yang diakibatkan oleh pencemar udara di perkotaan. Hal ini sebetulnya

bukanlah hal baru, mengingat pada tahun 1952 kota London gelap tertutup awan yang bukan awan hujan tetapi merupakan awan yang berisi kabut dan asap yang mengandung gas  $\text{SO}_2$  dan disebut dengan *smog*. Pada hari terjadi *smog* tersebut tercatat adanya 3000 warga kota London yang meninggal dan merupakan suatu kejadian langka karena dalam satu hari terjadi angka kematian yang sangat tinggi. Kasus serupa terjadi lagi pada 1962 yang mengakibatkan 700 warga London meninggal (Foust, 2012).

Pencemaran udara merupakan permasalahan kompleks yang senantiasa terjadi, khususnya di perkotaan. Berdasarkan proses pembentukannya pencemar udara terbagi menjadi 2 yaitu: pencemar primer dan sekunder. Pencemar primer adalah substansi pencemar yang ditimbulkan langsung dari sumber pencemaran udara. Contohnya karbonmonoksida yang berasal dari pembakaran kurang

sempurna kendaraan bermotor. Pencemar sekunder adalah substansi pencemar yang terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer. Pembentukan ozon dalam *smog* fotokimia adalah sebuah contoh dari pencemaran udara sekunder. Asap kabut (*asbut*) atau lebih dikenal *smog* (*smoke* dan *fog*) adalah sejenis kasus pencemaran udara berat yang bisa terjadi sehari-hari hingga hitungan bulan. Asbut sendiri merupakan koloid jenis aerosol padat dan aerosol cair. Dewasa ini terdapat dua jenis asbut yaitu asbut klasik yang pertama kali muncul, dan asbut fotokimia yang muncul (Anonym, 1999).

Dari penelitian diketahui bahwa *smog* dan sekarang dikenal sebagai *smog* fotokimia merupakan koloid (aerosol) yang mengandung gas nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ) dan gas ozon ( $\text{O}_3$ ) yang berasal dari reaksi gas buang kendaraan bermotor dengan sinar matahari. Gas buang kendaraan bermotor umumnya mengandung gas  $\text{NO}$ ,  $\text{CO}$  dan hidrokarbon. Gas-gas itu tersebut selanjutnya akan mengalami reaksi fotokimia yaitu reaksi yang terjadi adanya foton (cahaya). Reaksi fotokimia ini menghasilkan polutan sekunder yang mengandung gas  $\text{NO}_2$  dan ozon ( $\text{O}_3$ ) yang akhirnya membentuk *smog* (Mark Z, 2002).

Sinar matahari terutama pada daerah spektrum panjang gelombang yang lebih rendah dari 400 nm menyebabkan gas  $\text{NO}_2$  terurai menjadi  $\text{NO}$  dan atom oksigen yang sangat reaktif. Atom oksigen yang dihasilkan sangat reaktif dan bereaksi dengan gas oksigen membentuk molekul  $\text{M}$ , adalah gas inert (gas yang stabil dan sukar bereaksi) misalnya  $\text{N}_2$  dan ozon selanjutnya dapat bereaksi dengan ikatan rangkap yang terdapat pada hidrokarbon yang tidak terbakar pada mesin mobil,  $\text{NO}$  dan  $\text{O}_2$ . Salah satu hasil reaksi fotokimia tersebut adalah senyawa peroksiasetil (PAN) yaitu senyawa yang dapat menyebabkan mata

perih dan berair serta menimbulkan sesak nafas (Anonym, 1999).

Tulisan ini bermaksud untuk memaparkan bahaya yang ditimbulkan oleh *smog*, khususnya sebagai dampak aktivitas industri maupun transportasi di kota besar. Selain itu pada tulisan ini dijelaskan pula reaksi serta mekanisme pembentukan *smog* dan ilustrasi terjadinya *smog* yang disajikan melalui gambar.

## 2 PEMBAHASAN

### 2.1 Pembagian *Smog* Berdasarkan Proses Terbentuknya

*Smog* terbentuk/terjadi ketika musim panas sinar matahari bereaksi dengan emisi polusi dari kendaraan bermotor, industri, cat, pelarut dan uap bensin. Ketika polutan bereaksi dengan sinar matahari musim panas, mereka membentuk ozon *ground level*, komponen utama suatu asap kabut (*smog*). Ada 2 macam *smog* yang dapat terbentuk di lingkungan:

#### 2.1.1 *Smog* fotokimia

*Smog* fotokimia biasanya terjadi di daerah-daerah industri atau kota padat mobil yang menghasilkan emisi berat dan terkonsentrasi. Tetapi *smog* fotokimia tidak hanya menjadi masalah di kota-kota industri, sebab bisa menyebar ke daerah non industri. Disebabkan oleh beberapa jenis hasil pembakaran bahan kimia yang dikatalisasi oleh kehadiran cahaya matahari. *Smog* ini mengandung:

##### a. Hasil oksidasi nitrogen, misalnya nitrogen dioksida

**Nitrogen dioxide** ( $\text{NO}_2$ ) dapat bereaksi dengan radikal yang dihasilkan dari senyawa *volatile* organik dalam serangkaian reaksi yang menghasilkan produk beracun yaitu **peroxyacetyl nitrates** (PAN).

##### b. Ozon troposferik

Proses terbentuknya ozon troposferik terjadi karena adanya senyawa-senyawa prekursor seperti oksida nitrogen ( $\text{NO}_x$ ), karbon monoksida

(CO), dan senyawa organik yang mudah menguap (*Volatile Organic Compounds/VOC*), yang bereaksi dengan bantuan cahaya matahari. Pembentukan ozon troposferik melalui karbon monoksida dimulai dengan reaksi CO dengan radikal hidroksil membentuk atom H dan karbon dioksida. Atom H yang terbentuk akan bereaksi secara cepat dengan oksigen membentuk radikal peroksi (HO<sub>2</sub>).

**c. VOCs (*Volatile Organic Compounds*)**

VOC's adalah hasil penguapan dari bahan bakar minyak, cat, solven, pestisida dan bahan kimia lain. Sementara oksida nitrogen banyak dihasilkan oleh proses pembakaran dalam bahan bakar fosil seperti mesin mobil, pembangkit listrik, dan truk.

**d. Peroxyacyl nitrat (PAN)**

PAN adalah polutan sekunder dalam reaksi fotokimia asbut. Reaksi radikal bebas yang dibantu oleh sinar uv dari matahari tidak mengoksidasi hydrocarbons menjadi aldehid, ketones, dicarbonyl. Reaksi sekundernya menghasilkan peroxyacyl radikal, yang kemudian bergabung dengan dioksida nitrogen untuk membentuk peroxyacyl nitrat.

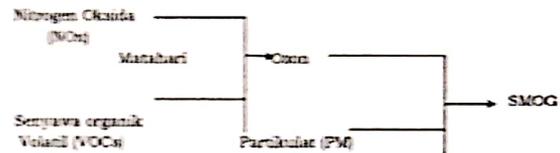
**2.1.2 Smog klasik**

Merupakan *smog* yang terjadi di London setelah terjadinya revolusi industri yang menghasilkan pencemaran besar-besaran dari pembakaran batu bara. Pembakaran ini menghasilkan campuran asap dan sulfur dioksida. Gunung berapi yang juga menyebabkan berlimpahnya sulfur dioksida di udara, menghasilkan asbut gunung berapi, atau vog (*vulcanic smog*).

**2.2 Reaksi Pembentukan Smog**

*Smog* adalah kondisi berkabut yang dihasilkan oleh kombinasi asap dan kabut. Asap kabut fotokimia terbentuk oleh reaksi kimia yang digerakkan oleh energi dari matahari. Pada hari-hari cerah yang panas, sewaktu pagi di kota besar, pemantau

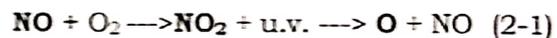
udara merekam peningkatan konsentrasi senyawa organik yang mudah menguap dan oksida nitrogen. Pola yang mirip terulang kembali selama periode lalu lintas yang padat. Proses pembentukan kabut asap dapat disajikan pada tahapan reaksi berikut ini:



Tabel 2-1: Proses terbentuknya kabut asap

Sementara ilustrasi selengkapnya bagaimana proses reaksi fotokimia *smog* disajikan pada persamaan kimia 1 berikut ini.

Reaksi Pembentukan *Smog* Fotokimia:



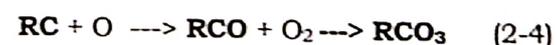
Pada reaksi pertama, dimulai dengan Oksida Nitrat, yang diemisikan dari berbagai proses pembakaran. Bergabung dengan oksigen di atmosfer membentuk dioksida nitrogen (NO<sub>2</sub>), yang mempunyai warna coklat yang khas. Saat u.v dari sinar matahari mengenai NO<sub>2</sub>, memotong satu radikal oksigen (O) yang memicu reaksi *photochemical* asbut berikutnya.



Pada reaksi tahap 2, kita melihat radikal oksigen tunggal membantu pembentukan ozon (O<sub>3</sub>). Molekul yang bertindak sebagai katalis dalam reaksi ini.



Reaksi tahap 3 disebut reaksi pencucian dan secara normal terjadi saat sore hari. Karena pada reaksi ini terjadi konversi ozon menjadi O<sub>2</sub>, hasil reaksi menurunkan konsentrasi ozon sore hari.



Reaksi ke empat melibatkan hidokarbon (RC). Saat berkombinasi dengan radikal oksigen bebas, terbentuk RCO, yang mewakili sejumlah aldehid dan keton. Beberapa konstituen ini

### 3 PENUTUP

Melihat begitu besarnya dampak dan kerugian yang diakibatkan oleh pencemaran kabut asap yang banyak terjadi di beberapa wilayah dunia, maka perlu kiranya pemerintah dan masyarakat Indonesia secara bersama meminimalisir penyebab terjadinya fenomena asap kabut tersebut dengan cara mengurangi emisi khususnya dari kendaraan bermotor dan industri penghasil polutan udara yang akan mencemari atmosfer dan membahayakan kehidupan manusia. Perlu dilalukan diseminasi pengurangan polusi kepada masyarakat antara lain dengan menggiatkan penghijauan dan lebih memanfaatkan kendaraan umum dibanding kendaraan pribadi.

### DAFTAR RUJUKAN

- Anonim, 1999. Majalah Ilmu Pengetahuan Populer, Jakarta.  
<http://www.tempo.co/read/news/2013/12/07/118535383/25-Provinsi-di-Cina>, download maret 2014.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Photochemical\\_smog#Photochemical\\_smog](http://en.wikipedia.org/wiki/Photochemical_smog#Photochemical_smog), download Februari 2014.
- Mark, Z Jacobson, 2002, *Atmospheric Pollution, Aerosol Partikel in Smog*, Cambridge University.
- Richard Foust, 2012. *Photochemical Smog*, <http://mtweb.mtsu.edu/nchong/Smog-Atm1.html>, download Februari 2014.