



**Kampus  
Merdeka**  
INDONESIA JAYA

# MODUL PEMBELAJARAN

## KIMIA UDARA



Disusun Oleh:  
Dr. Dini Hadiarti, S.Si., M.Sc  
nurhadyati, S.Si., MT

# Daftar Isi

Daftar Isi .....	i
Sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub CPMK).....	ii
Pendahuluan .....	1
Kualitas Udara di Kalimantan Barat.....	2
Dampak Pencemaran Udara .....	3
<i>Sampling</i> Udara.....	4
Pengurangan Pencemaran Pada Udara.....	6
Kesimpulan.....	9
Referensi .....	10

## **Sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub CPMK)**

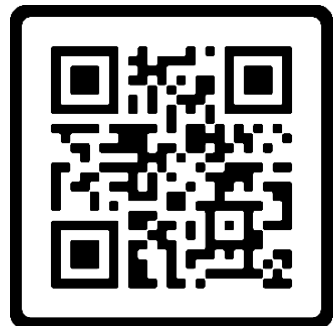
1. Mampu mengkatagorikan kualitas udara berdasarkan peraturan yang berlaku (A1, A3, C3, P1, dan P2).
2. Mampu mengkomunikasikan tahapan analisis kualitas udara (A1, A3, C1, C2, P1, dan P2)

## Pendahuluan

Kalimantan Barat memiliki kawasan hutan seluas 8.389.600 ha atau mencapai 57,14% dari jumlah total luas wilayah Provinsi ± 14.680.790 ha. Hutan dengan luasan yang cukup besar dan tersebar di seluruh wilayah Kabupaten atau Kota di Kalimantan Barat. Hutan dapat memproduksi oksigen sekitar 700-900 Kilogram oksigen dan dapat menyerap sekitar 10-30 Ton CO<sub>2</sub> per hektar per tahun.

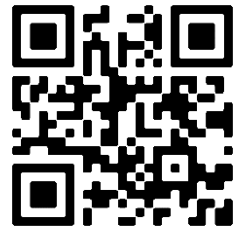
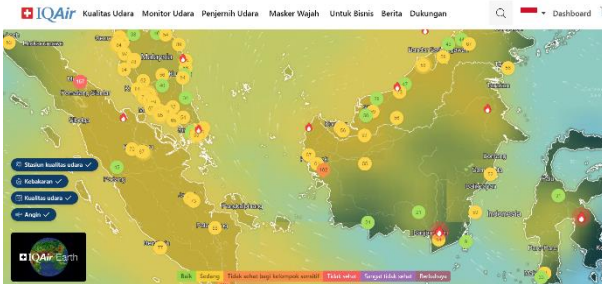
Namun sayangnya kebakaran hutan dan lahan (karhutla) di kabupaten dan kota yang ada di Provinsi Kalbar sejak tahun 2019 hingga 2022 seluas 129.980 hektar dari sebelumnya mencapai 151.819 hektar membuat fungsi hutan terganggu. Fenomena ini memperparah polusi udara yang terjadi akibat aktivitas transportasi, pembangkit listrik, pabrik, pertambangan, pertanian, dan rumah tangga seperti membakar sampah, menggunakan AC dan *hair dryer*, serta pengecatan.

Kabut asap yang terjadi Kota Pontianak sebagai akibat dari kebakaran hutan memiliki banyak dampak negatif di berbagai sektor antara lain kesehatan dan transportasi. Terganggunya berbagai kegiatan di Kota Pontianak dapat menimbulkan efek domino dimana kota-kota lain di Kalimantan Barat akan terganggu pula kegiatannya seperti aktivitas perdagangan dan pemerintahan, sedangkan di lain sisi kota tersebut juga memiliki kemungkinan menghadapi masalah kabut asap seperti yang terjadi di Kota Pontianak. Sedangkan gangguan kesehatan yang ditimbulkan akibat polusi udara antara lain asma, bronchitis, Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), serta kematian.



**Gambar 1. Kabut Asap di Pontianak**

# Kualitas Udara di Kalimantan Barat



Gambar 2. Indeks Kualitas Udara di Pontianak

Indeks Kualitas Udara (*Air Quality Index* atau AQI) mengkatagorikan Pontianak pada kota terpolusi ke 9 di Indonesia. Konsentrasi PM2.5 saat ini dalam Pontianak adalah 1 *times above* batas yang direkomendasikan yang diberikan oleh nilai pedoman kualitas udara 24 jam WHO. Indeks Kualitas Udara (*Air Quality Index* atau AQI) adalah sebuah indeks yang menunjukkan indikasi polusi udara di lokasi tertentu secara internasional. AQI adalah metode pengukuran global yang dimulai dari titik 0 di ujung paling bawah dan dapat melebihi 300 di ujung paling atas. Semakin tinggi nilai AQI, semakin tinggi tingkat polusi udara dan semakin tinggi risiko udara terhadap kesehatan. Nilai AQI 100 atau lebih rendah umumnya dianggap cukup aman. Nilai AQI dihitung berdasarkan kalkulasi rumit yang pada intinya membagi konsentrasi enam polutan udara utama (ozon (O3) di permukaan tanah, PM10, PM2.5, karbon monoksida

(CO), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), dan nitrogen dioksida (NO<sub>x</sub>) oleh nilai standar yang diperbolehkan. Partikulat (PM<sub>10</sub>) adalah Partikel udara yang berukuran lebih kecil dari 10 mikron (mikrometer). Nilai Ambang Batas (NAB) adalah Batas konsentrasi polusi udara yang diperbolehkan berada dalam udara ambien. NAB PM<sub>10</sub> = 150 µgram/m<sup>3</sup>. Partikulat (PM 2.5) adalah partikel udara yang berukuran lebih kecil dari 2.5 mikron (mikrometer). Nilai Ambang Batas (NAB) konsentrasi PM<sub>2.5</sub> adalah sebesar 65 µg/m<sup>3</sup>.

## Dampak Pencemaran Udara

Pencemaran udara memiliki dampak terhadap kesehatan diantaranya adalah gangguan saluran pernafasan, penyakit jantung, kanker berbagai organ tubuh, gangguan reproduksi dan hipertensi. Beberapa jenis pencemaran udara yang paling sering ditemukan berupa karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO<sub>2</sub>), sulfur oksida (SO<sub>x</sub>), Photochemical Oksida dan partikel. Sumber pencemaran udara dapat diklasifikasikan menjadi sumber diam dan sumber bergerak. Sumber diam terdiri dari industri, pembangkit listrik dan rumah tangga. Sedangkan sumber bergerak adalah aktifitas kendaraan bermotor dan transportasi laut.

Dampak Pencemaran Udara diantaranya

### 1. Kualitas udara yang menurun

Turunnya kualitas udara terjadi akibat adanya asap dan partikulat bahan kimia, maupun logam berbahaya yang menyebabkan udara tak lagi bersih dan menjadi berbahaya bagi pernapasan.

Kualitas udara yang rendah dapat menimbulkan berbagai penyakit, terutama penyakit pernapasan, seperti infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), asma, hingga memicu kanker paru.

### 2. Terjadinya hujan asam

Letusan gunung berapi yang menimbulkan abu vulkanik dapat membuat udara menjadi tercemar dan mengakibatkan hujan asam. Hujan asam ini mengandung sulfur yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman.

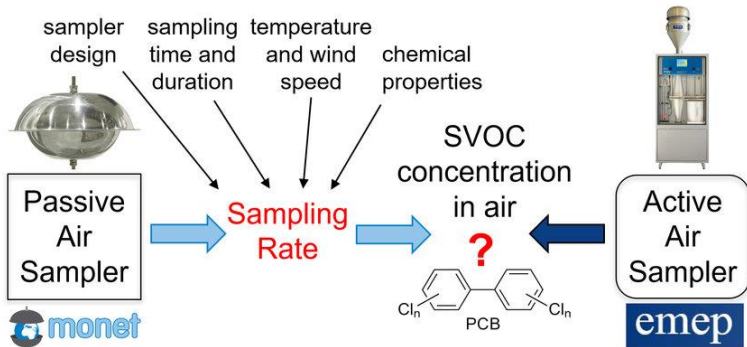
### 3. Timbulnya efek rumah kaca

Efek rumah kaca adalah peningkatan suhu bumi yang terjadi akibat adanya gas HFC yang bisa menjebak panas, serta konsentrasi karbondioksida dan karbonmonoksida yang tinggi, sehingga menyebabkan kenaikan suhu di atmosfer.

#### 4. Rusaknya lapisan ozon

Penggunaan produk pendingin ruangan yang mengandung CFC seperti pada AC dapat merusak lapisan ozon di atmosfer.

## Sampling Udara



**Gambar 3. Bagan Pasive dan Active Sampling**

Kualitas udara dipantau dengan sampling pada lokasi-lokasi representatif yang telah ditentukan oleh seorang PPC udara. PCC Udara merupakan seseorang yang sudah mengikuti sertifikasi berdasarkan keputusan Menakertrans nomor 182 tahun 2009 tentang SKKNI petugas pengambil contoh udara. Untuk mengambil sampel udara, seorang PPC Udara dapat memilih salah satu dari metode sampling berikut:

1. Berdasarkan periode waktunya, terdapat empat metode sampling udara:
  - a. *Grab sampling*, yaitu sampling yang dilakukan dalam satu waktu sesaat. Metode ini merupakan metode yang lumayan sering digunakan, terlebih pada saat survei awal lokasi pemantauan.
  - b. *Long-term sampling*, yaitu sampling yang dilakukan dalam jangka waktu 8 jam kerja.
  - c. *Continuous sampling*, yaitu sampling yang dilakukan dalam jangka waktu 8 jam kerja atau lebih.
  - d. *Short-term sampling*, yaitu sampling yang dilakukan untuk jangka waktu yang pendek, misalnya 15 menit.
2. Berdasarkan keberadaan aliran udara menuju media sampling, metode sampling dibagi menjadi:

1. *Active sampling*, yaitu metode pengambilan sampel udara yang difasilitasi peralatan mekanik. Pada umumnya, metode ini menggunakan pompa yang memiliki tiga elemen penting, yaitu:
  - *Calibrator* yang berfungsi untuk mengetahui volum udara yang terisap atau terdorong;
  - *Sampling media*, yaitu media pengumpul kontaminan pada udara;
  - *Sampling pump*, yaitu alat berbentuk pompa yang digunakan untuk mengisap dan mendorong sampel udara.
2. *Passive sampling*, yaitu metode sampling udara yang dilakukan tanpa bantuan alat apa pun. Metode sampling ini mengacu pada perpindahan udara secara alami melalui proses difusi atau permeasi melewati membran.

Selanjutnya, udara akan dikumpulkan dalam lapisan udara statis (jika menggunakan proses difusi) atau dalam media sampling tertentu (jika menggunakan proses permeasi melewati membran). Untuk membantu petugas pengumpul contoh udara dalam melaksanakan tugasnya, terdapat dua panduan yang dapat digunakan, yaitu SNI terkait pengukuran pajanan udara di lokasi kerja dan NIOSH *Manual of Analytical Methods*. Pada umumnya, petugas *sampling* menggunakan salah satu teknik berikut untuk mengambil sampel udara:

1. Teknik adsorpsi

Teknik ini merupakan teknik yang paling umum digunakan, terutama dalam *sampling* gas atau uap organik. Sampel udara diisap melalui tabung yang memiliki dua bagian di dalamnya, yaitu lapisan penyerap (sorben) dan bagian "*backup section*".

*Backup section* merupakan bagian untuk menampung kontaminan berlebih yang tidak tertampung di bagian sorben awal.

2. Teknik absorpsi

Teknik ini lebih menekankan pada penggunaan sorben cair dalam mengumpulkan kontaminan pada udara. Sampel udara akan melalui proses pembentukan gelembung (*bubbling*) ke dalam sebuah cairan tertentu. Kemudian, cairan hasil proses *bubbling* ini akan dianalisis di laboratorium.





**Gambar 4. Proses *Sampling* Udara**

## **Pengurangan Pencemaran Pada Udara**

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran udara disekitar, diantaranya

1. Menggunakan transportasi publik atau bersepeda  
Transportasi terutama mobil dengan bahan bakar diesel di jalanan merupakan penghasil nitrogen oksida terbesar. Nitrogen oksida merupakan polutan udara yang memiliki efek buruk terhadap paru-paru.
2. Hemat Energi  
Jemur pakaian daripada menggunakan mesin pengering untuk menghindari dan membuang bahan bakar fosil yang menghasilkan listrik. Buatlah sirkulasi udara yang baik di dalam ruangan dengan membuka jendela atau menggunakan sistem ventilasi yang efektif sehingga mengurangi penggunaan AC. Pastikan juga untuk mematikan dan cabut kabel *charger handphone* usai menggunakan (ini juga berlaku untuk peralatan elektronik lainnya).
3. Menggunakan Produk yang *Sustainable*  
Sebuah studi pada 2017 yang diterbitkan dalam *International Journal of Science* menyatakan bahwa 22 persen kematian dini yang disebabkan oleh polusi udara terjadi di negara-negara yang memproduksi barang 'murah.' Negara yang memproduksi barang murah tidak memiliki batasan emisi lalu udara kotor yang berasal dari negara mereka juga menjadi udara yang kita gunakan untuk bernapas. Sehingga, pola konsumsi terhadap sesuatu, mempengaruhi tingkat

polusi udara secara global. Jadi, pikir dua kali sebelum membeli barang baru demi kualitas udara yang lebih baik.



**Gambar 5. Contoh produk *sustainable***

#### 4. Melakukan Penghijauan

Tujuan utama dari penghijauan ini adalah memproduksi oksigen, umumnya dilakukan dengan revitalisasi hutan terutama di pulau Kalimantan dan Sumatera. Pada tahun 2007 Dharsono Hartono dan Rezal Kusumaatmadja di bawah PT Rimba Makmur Utama meluncurkan Katingan Mentaya Projek (KMP) untuk restorasi ekosistem dan konservasi lahan gambut. Berlokasi di antara Sungai Katingan dan Sungai Mentaya, Kalimantan Barat dengan luas 157,875 hektar yang mencakup hutan rawa gambut utuh terbesar di Asia Tenggara.

Lebih dari 90% stok karbon Katingan Mentaya Project berada di dalam tanah gambutnya. Melalui usaha kredit karbon beserta perlindungan dan restorasi ekosistem di dalam wilayah konsesi, Katingan Mentaya Project ikut serta dalam mencegah pelepasan gas rumah kaca setara dengan 447 juta ton selama 60 tahun. Sejak tahun 2020, Katingan Mentaya Project menyelenggarakan program Journey to Zero guna meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap perubahan iklim dan mendorong kegiatan nol emisi dalam upaya memperingati Zero Emissions Day setiap tanggal 21 September.



**Gambar 6. Katingan Mentaya Project**

5. Pemanfaatan Alga

Hartandi Wisnumukti dan I Made Ayu Nandini penggagas EvoGreen atau Schneider Electric Homes Bio Reactor guna menangkap CO<sub>2</sub> untuk menciptakan udara yang lebih bersih. Bioreaktor ini dibuat untuk habitat buatan untuk alga hidup. Alga dipilih sebab telah terbukti dapat menangkap CO<sub>2</sub> lebih baik daripada tumbuhan biasa. Selain itu alga juga lebih fleksibel dalam hal perawatannya.

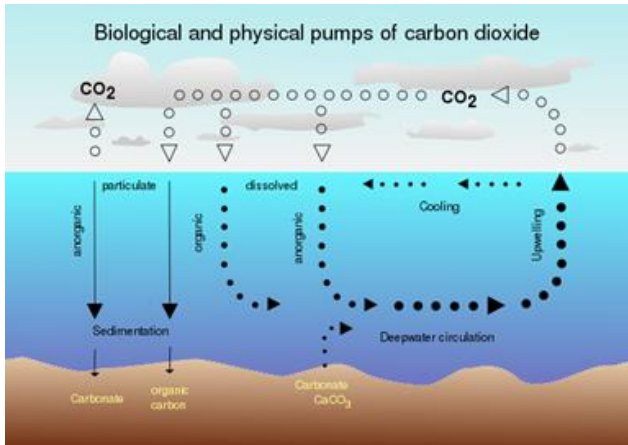


**Gambar 7. EvoGreen atau Schneider Electric Homes Bio Reactor**

Ocean Fertilization atau pemupukan laut yaitu pemupukan laut dengan besi sulfat untuk memicu alga bloom, pertumbuhan cepat alga bersel tunggal atau fitoplankton. Stimulasi pertumbuhan ganggang dengan nutrisi tambahan ini diyakini dapat menjadi solusi untuk menyerap karbon dioksida dari udara dan mengurangi laju pemanasan global.

Fitoplankton tak hanya menyediakan makanan bagi kehidupan organisme laut lainnya, tapi juga memainkan peran penting dalam mengatur konsentrasi gas

rumah kaca, karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) di atmosfer. Dalam proses fotosintesisnya, tumbuhan laut mikroskopis ini akan menyerap  $\text{CO}_2$ . Ketika mereka mati, sebagiannya lagi akan tenggelam ke dasar laut, lalu  $\text{CO}_2$  dalam tubuhnya juga akan mengendap dan tersimpan di sana. Berarti, teknik geo-engineering tersebut akan memindahkan gas rumah kaca di atmosfer ke dasar samudra dan tidak memerangkap radiasi matahari.



**Gambar 8. Proses pemupukan laut**

## Kesimpulan

1. Polutan utama pada udara ozon ( $\text{O}_3$ ) di permukaan tanah,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ , karbon monoksida ( $\text{CO}$ ), sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ), dan nitrogen dioksida ( $\text{NO}_x$ ).
2. Dampak pendamaran udara diataranta kualitas udara yang menurun, hujan asam, efek rumah kaca, rusaknya lapisan ozon.
3. Sampling yang dilakukan oleh Petugas Pengambil Contoh (PCC) udara berdasarkan periode dan aliran udara dengan tehnik adsorpsi dan absorpsi.
4. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran udara melalui penggunaan transportasi public, menghemat energi, penggunaan produk sustainable, penghijauan, dan pemanfaatan alga.

## Referensi

<https://mutuinstitute.com/post/teknik-sampling-analisis-kualitas-udara/>

<https://mutuinstitute.com/post/teknik-sampling-analisis-kualitas-udara/>

<https://katinganmentaya.com/>

[https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Katingan\\_Mentaya\\_Project](https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Katingan_Mentaya_Project)

<https://environment-indonesia.com/polusi-udara-penyebab-dan-upaya-pencegahannya/>

<https://www.its.ac.id/news/2021/04/28/mahasiswa-its-gagas-inovasi-evogreen-untuk-atasi-polusi-udara/>

<https://tekno.tempo.co/read/158016/memupuk-laut-mendinginkan-bumi>

<https://web.who.edu/ocb-fert/what-is-ocean-fertilization/>

<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2008.0139>

