

## **PENINGKATAN KONSENTRASI CO DAN AEROSOL DARI KEBAKARAN HUTAN DI SUMATERA DAN KALIMANTAN TAHUN 2012-2015**

Dessy Gusnita  
e-mail: nitagusnita@gmail.com

### **Ringkasan**

Kebakaran hutan di Sumatera dan Kalimantan selama tahun 2012-2015 merupakan kejadian yang dampaknya sangat meresahkan masyarakat. Wilayah yang khususnya mengalami dampak terberat akibat asap kebakaran hutan ini adalah Jambi, Palembang, dan Riau di Pulau Sumatera serta Palangkaraya dan Pontianak di Pulau Kalimantan. Beberapa polutan udara yang dihasilkan oleh kebakaran hutan adalah aerosol dan karbon monoksida (CO). Pembakaran biomassa dapat meningkatkan konsentrasi CO yang dihasilkan saat kebakaran hutan. Makalah ini menganalisa data total kolom konsentrasi karbon monoksida (CO) yang diunduh dari satelit AIRS ARX3STD v006 dan *Aerosol Optical Depth* (AOD) dari satelit MODIS TERRA (MOD08). Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi maksimum CO terjadi pada tahun 2014 dan AOD maksimum pada tahun 2015. *Aerosol Optical Depth* pada tahun 2015 menunjukkan ketebalan aerosol yang sangat signifikan di atas wilayah Sumatera dan Kalimantan.

### **PENDAHULUAN**

Kebakaran hutan merupakan salah satu dampak dari semakin tingginya tingkat tekanan/eksplorasi yang berlebihan terhadap sumber daya hutan. Dampak yang berkaitan dengan kebakaran hutan atau lahan adalah terjadinya kerusakan dan pencemaran lingkungan hidup, seperti terjadinya kerusakan udara, flora dan fauna, tanah, dan air. Kebakaran hutan dan lahan di Indonesia terjadi hampir setiap tahun dengan frekuensi, intensitas, dan luas arealnya berbeda<sup>1</sup>.

Secara umum kebakaran hutan yang terjadi di Indonesia disebabkan oleh tiga faktor utama yaitu kondisi bahan bakar, cuaca, dan sosial budaya masyarakat. Kondisi bahan bakar (berupa lahan gambut) yang rawan terhadap bahaya kebakaran adalah jumlahnya yang melimpah di lantai hutan dan ketersediaan bahan bakar yang berkesinambungan serta kadar air yang relatif rendah (kering). Faktor iklim berupa suhu, kelembaban, angin dan curah hujan turut

menentukan kerawanan kebakaran. Suhu yang tinggi akibat penyinaran matahari langsung menyebabkan bahan bakar mengering dan mudah terbakar, tetapi kelembaban udara yang tinggi (pada hutan dengan vegetasi lebat) mengurangi peluang terjadinya kebakaran hutan, angin juga turut mempengaruhi proses pengeringan bahan bakar serta kecepatan menjalarnya api sedangkan curah hujan mempengaruhi besar kecilnya kadar air yang terkandung dalam bahan bakar<sup>2</sup>.

Faktor lain yang tidak kalah pentingnya sebagai agen penyebab kebakaran hutan adalah migrasi penduduk dalam kawasan hutan (perambah hutan). Disadari atau tidak bahwa semakin lama, kebutuhan hidup masyarakat semakin meningkat seiring semakin bertambahnya jumlah keluarga dan semakin kompleksnya kebutuhan hidup. Hal tersebut menuntut penduduk untuk menambah luasan lahan garapan mereka agar hasil pertanian mereka dapat mencukupi kebutuhan hidupnya<sup>2</sup>. Selain itu, adanya kepentingan pihak tertentu yang sengaja melakukan pembakaran hutan dan lahan untuk kepentingan industri turut memperparah kebakaran hutan di wilayah Indonesia.

Kebakaran hutan yang terjadi khususnya di Sumatera dan Kalimantan telah menimbulkan dampak terhadap peningkatan konsentrasi karbon monoksida (CO) sebagai komponen utama yang dihasilkan dari pembakaran hutan, serta aerosol yang sangat berkaitan dengan partikel terlarut di udara yang dihasilkan dari kebakaran hutan di suatu wilayah.

Pada makalah ini akan dianalisa dan disajikan peta peningkatan konsentrasi CO dan *aerosol optical depth* (AOD) yang terjadi di Kalimantan dan Sumatera selama kurun waktu 2012-2015. Data aerosol (AOD) diperoleh dari Satelit MODIS TERRA (MOD08) dan untuk mendapatkan data konsentrasi total kolom CO digunakan satelit AIRS ARX3STD v006.

## **POLUSI UDARA AKIBAT KEBAKARAN HUTAN**

Kebakaran hutan di Indonesia selama kurun waktu 2012-2015 merupakan suatu bencana yang sangat menyedihkan bagi bangsa Indonesia. Berdasarkan berbagai sumber telah diketahui bahwa dampak kebakaran hutan tersebut sangat meresahkan masyarakat khususnya di Pulau Sumatera (Palembang, Jambi dan Riau) maupun di Pulau Kalimantan.

Pencemaran udara yang disebabkan dari kebakaran hutan, menimbulkan beberapa dampak yang sangat merugikan bagi seluruh makhluk hidup yang terdapat di sekitarnya. Dampak yang ditimbulkan antara lain mengganggu kesehatan, jarak pandang dalam sektor

transportasi, estetika, kenyamanan maupun merusak properti. Penyebab kebakaran hutan sebagian dari kegiatan manusia yang tidak bertanggung jawab, maupun dari keadaan alam yang dapat menyebabkan kebakaran hutan yang menjadikan polusi di udara. Sifat alami udara mengakibatkan dampak pencemaran udara dapat bersifat langsung dan lokal, regional, maupun global<sup>2</sup>.

Salah satu penyebab polusi udara di Indonesia saat ini adalah seringnya terjadi kebakaran hutan. Kebakaran hutan merupakan bencana yang setiap tahun terus terjadi. Kebakaran hutan skala besar adalah fenomena yang menjadi sebuah kecenderungan yang rutin dalam 20 tahun terakhir.

Emisi polutan ke udara dari pembakaran hutan dengan kadar konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan proses sebaran udara tidak dapat tercampur dengan baik sehingga udara tidak dapat mengangkut bahan pencemar secara efektif. Akibatnya, wujud fenomena pencemaran udara seperti asap banyak terdapat di wilayah yang bersangkutan. Bahan pencemar yang meningkat kepekatannya akibat kelemahan proses sebaran udara dapat memberi dampak negatif secara fisik terutama pada ekosistem dan kesehatan manusia.

Pencemar udara yang dihasilkan dari kebakaran hutan dapat berupa gas dan partikel padat, contohnya yang berupa gas adalah CO dan berupa partikel padat aerosol dan PM10. Polutan udara yang bersumber dari kebakaran hutan sangat merugikan kehidupan ekosistem.

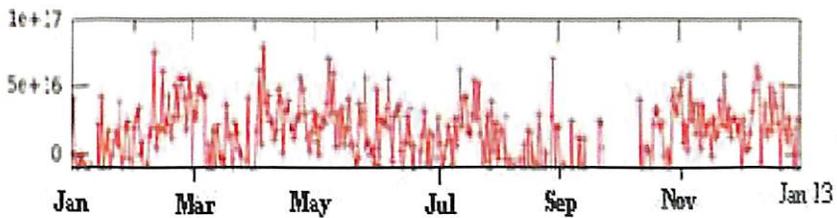
Aerosol atmosfer memainkan peran yang sangat penting untuk menentukan kondisi atmosfer bawah dan permukaan bumi. Aerosol adalah partikel berukuran kecil yang tersuspensi di udara. Partikel aerosol dapat berupa padatan dan cairan dengan berbagai ukuran diameter mulai dari nanometer hingga mikrometer. Partikel-partikel pada ketinggian tertentu akan berinteraksi dengan cahaya matahari yang diketahui sebagai efek langsung. Partikel di lapisan bawah akan berinteraksi dengan awan yang disebut dengan efek tidak langsung suatu aerosol. *Aerosol Optical Depth* (AOD) adalah ukuran pengurangan radiasi karena adanya interaksi radiasi dengan partikel aerosol di atmosfer, terutama karena adanya proses penghamburan dan penyerapan radiasi oleh aerosol<sup>3</sup>, dan AOD tidak mempunyai satuan.

Data yang digunakan pada tulisan ini diperoleh dari data satelit AIRS dengan grid 1°x1° yang meliputi wilayah Pulau Sumatera dan Kalimantan. Pulau Sumatera dan Kalimantan terletak pada posisi geografi 9,8°LU-7,03°LS dan 93,5°BT-139,2°BT. Data diperoleh dari Giovanni dengan alamat <http://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/#service><sup>4</sup> Data Aerosol

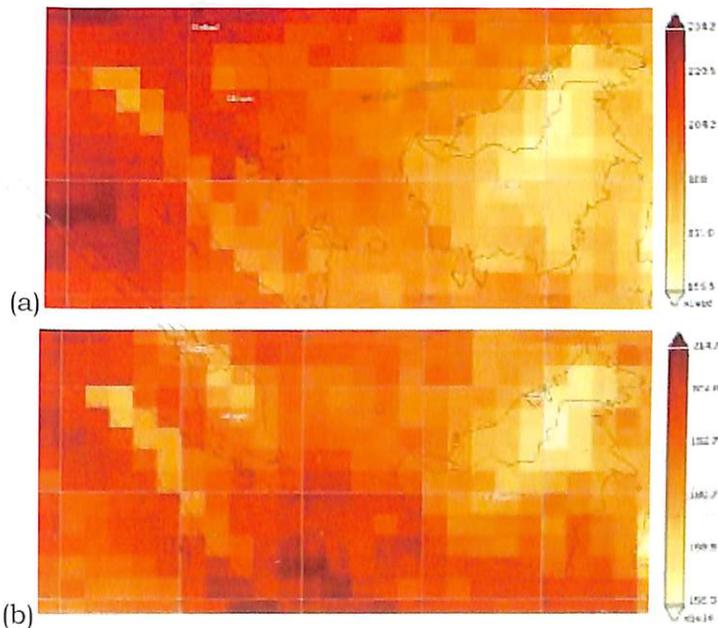
Optical Depth (AOD) di Pulau Sumatera dan Kalimantan diperoleh dari MODIS TERRA (MOD08) dengan periode 2012-2015.

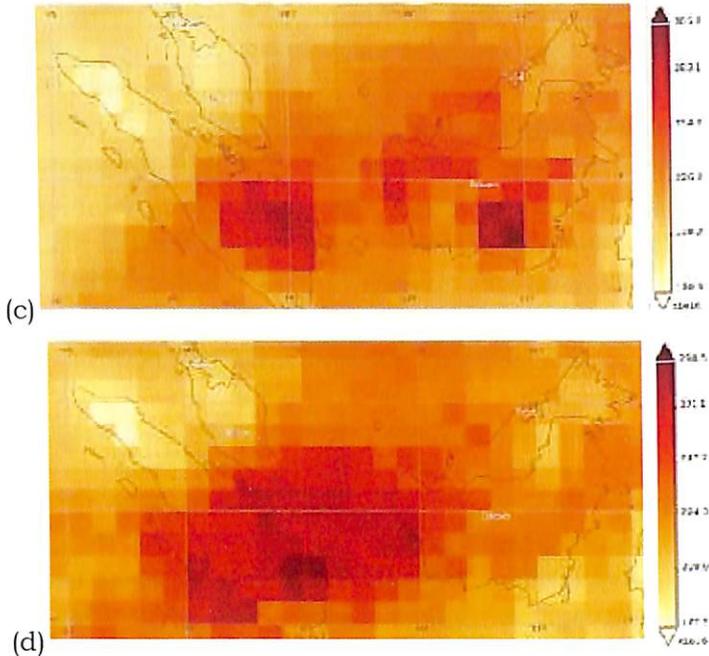
### KONSENTRASI CO DARI KEBAKARAN HUTAN

Gambar 1 sampai dengan Gambar 8 menyajikan konsentrasi total kolom CO untuk Pulau Sumatera dan Kalimantan selama kurun waktu 2012-2015 akibat dari kebakaran hutan. Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa konsentrasi maksimum CO terjadi pada bulan Oktober dengan konsentrasi mencapai  $5,5 \times 10^{17}$  mol/cm<sup>2</sup>. Peta spasial konsentrasi CO total kolom minggu pertama sampai minggu keempat bulan Oktober disajikan pada Gambar 2.



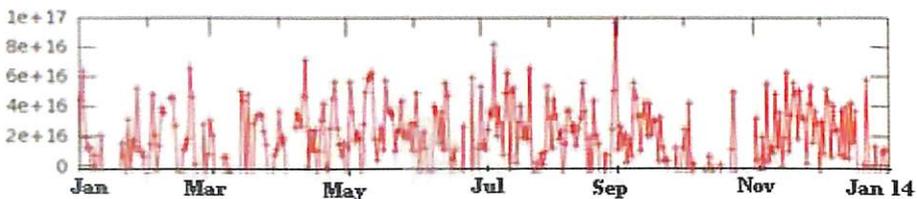
**Gambar 1.** Time series CO Total Kolom (mol/cm<sup>2</sup>) bulan Januari-Desember 2012





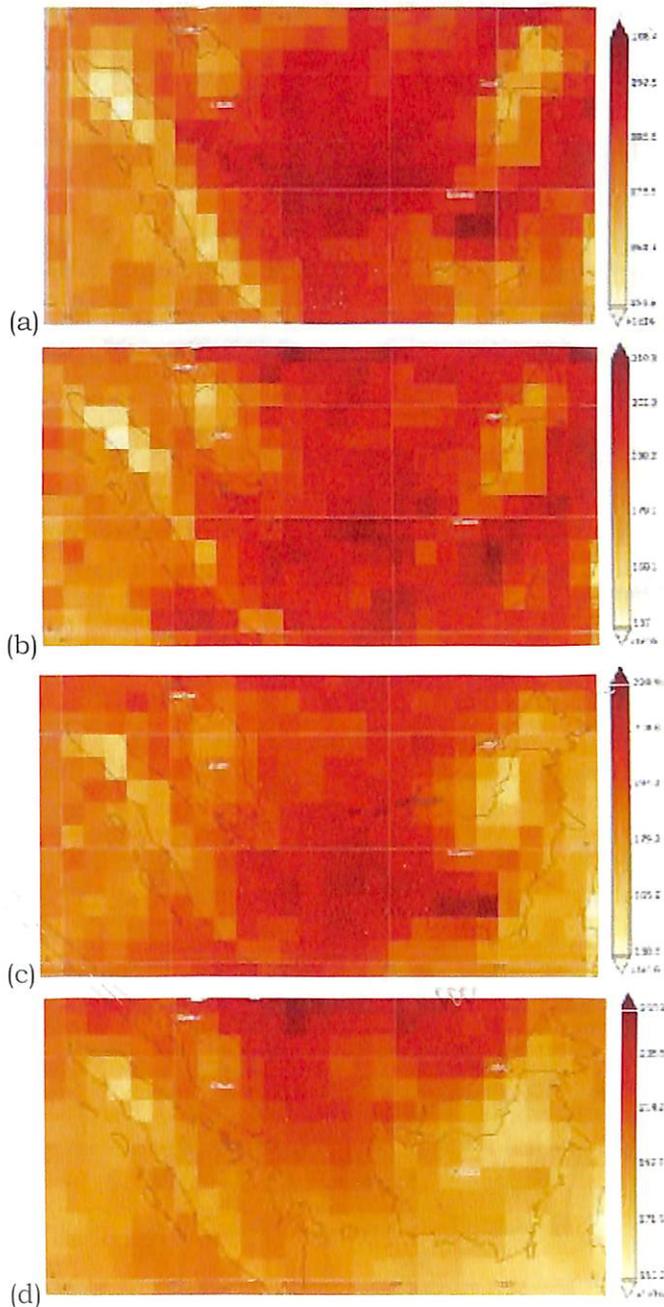
**Gambar 2.** Peta spasial CO Total Kolom (a) tanggal 1-7; (b) tanggal 8-15; (c) tanggal 16-22 (d) tanggal 23-30 bulan Oktober 2012 di Kalimantan dan Sumatera

Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa CO total kolom maksimal terjadi pada bulan Oktober 2013 hingga mencapai  $1,0 \times 10^{17}$  mol/cm<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa pada bulan Oktober tersebut terjadi peningkatan konsentrasi CO yang diduga berasal dari aktivitas kebakaran hutan. Selanjutnya untuk mendukung data *time series* disajikan pula peta spasial konsentrasi CO selama bulan Oktober di Kalimantan dan Sumatera pada Gambar 4.

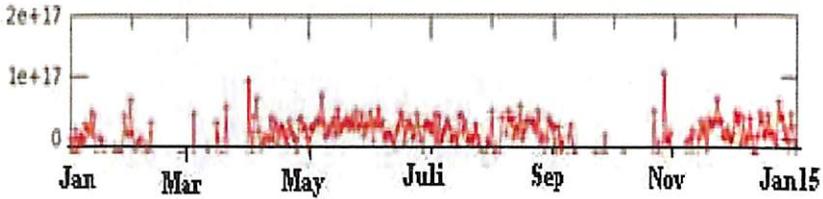


**Gambar 3.** *Time series* CO Total Kolom (mol/cm<sup>2</sup>) bulan Januari-Desember 2013

Pada Gambar 4 memperlihatkan konsentrasi total kolom CO setiap mingguan selama tahun 2013. Konsentrasi CO total maksimum terjadi pada bulan Oktober tahun 2013.

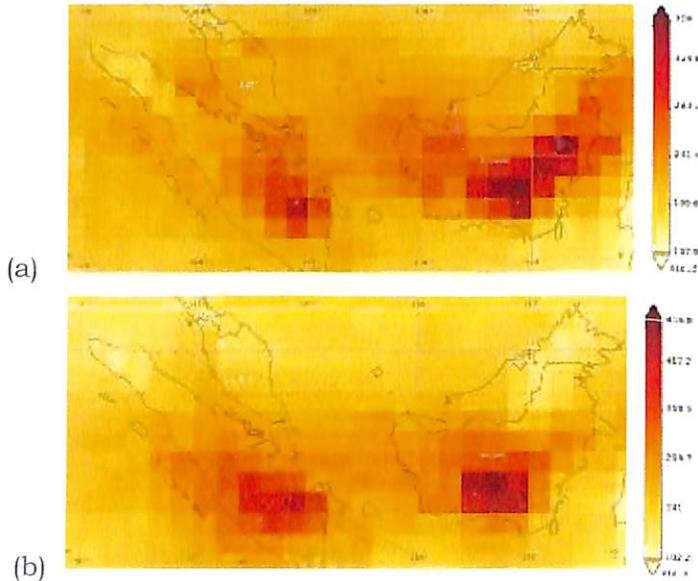


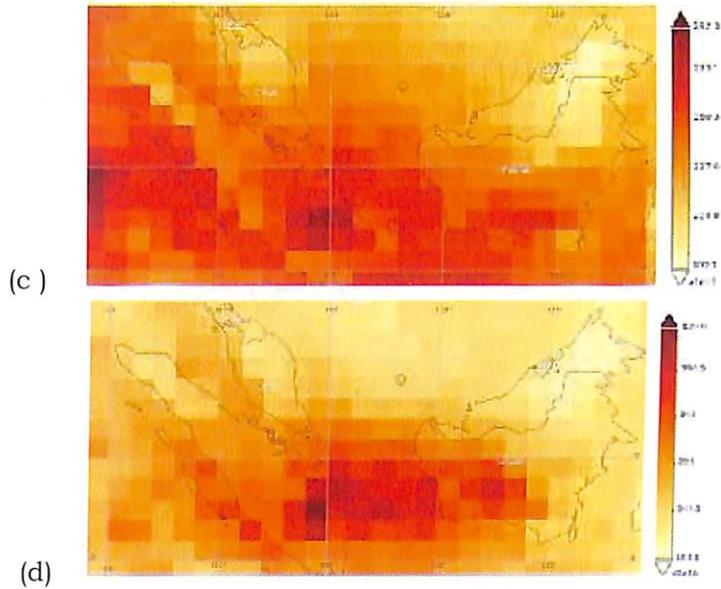
Oktober mencapai nilai maksimum sebesar  $3,05 \times 10^{18}$  mol/cm<sup>2</sup>. Hal ini bersesuaian dengan data *time series* total kolom CO yang ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 5.** *Time series* CO total kolom bulan (mol/cm<sup>2</sup>) Januari-Desember 2014

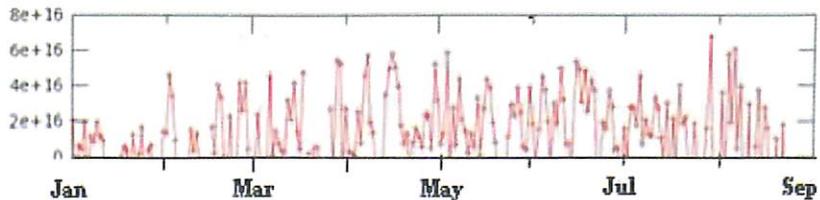
Berdasarkan Gambar 5 yang menyajikan *time series* CO total kolom selama bulan Januari-Desember 2014 diketahui bahwa konsentrasi puncak CO total terjadi pada bulan Oktober dengan konsentrasi  $1,3 \times 10^{17}$  mol/cm<sup>2</sup>. Data spasial konsentrasi CO total kolom mingguan pada bulan Oktober 2014 disajikan pada Gambar 6 berikut ini.



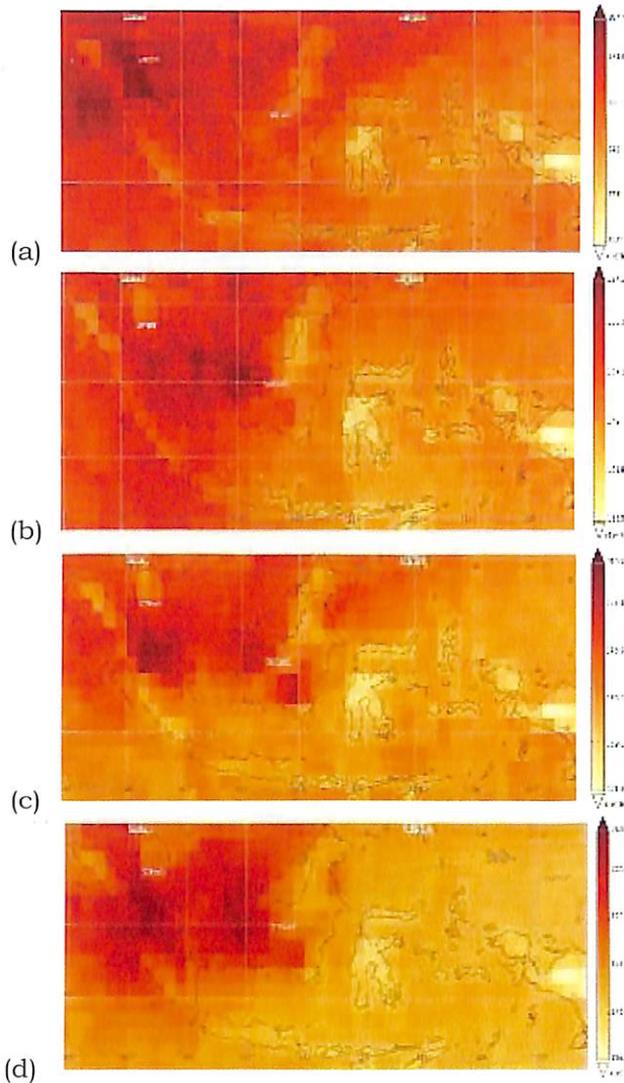


**Gambar 6.** Peta spasial CO total kolom (a) tanggal 1-7; (b) tanggal 8-15; (c) tanggal 16-22; (d) bulan Oktober 2014 di Kalimantan dan Sumatera

Berdasarkan Gambar 6 diketahui bahwa konsentrasi CO maksimum di Kalimantan terjadi pada minggu kedua dari tanggal 8-15 Oktober 2014 dengan konsentrasi mencapai  $2,6 \times 10^{18}$  mol/cm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk wilayah Jambi (Sumatera), terjadi kenaikan konsentrasi CO maksimum pada minggu ketiga bulan Oktober dengan konsentrasi mencapai  $4,39 \times 10^{18}$  mol/cm<sup>2</sup>.



**Gambar 7.** Time series CO total kolom (mol/cm<sup>2</sup>) bulan Januari-September 2015

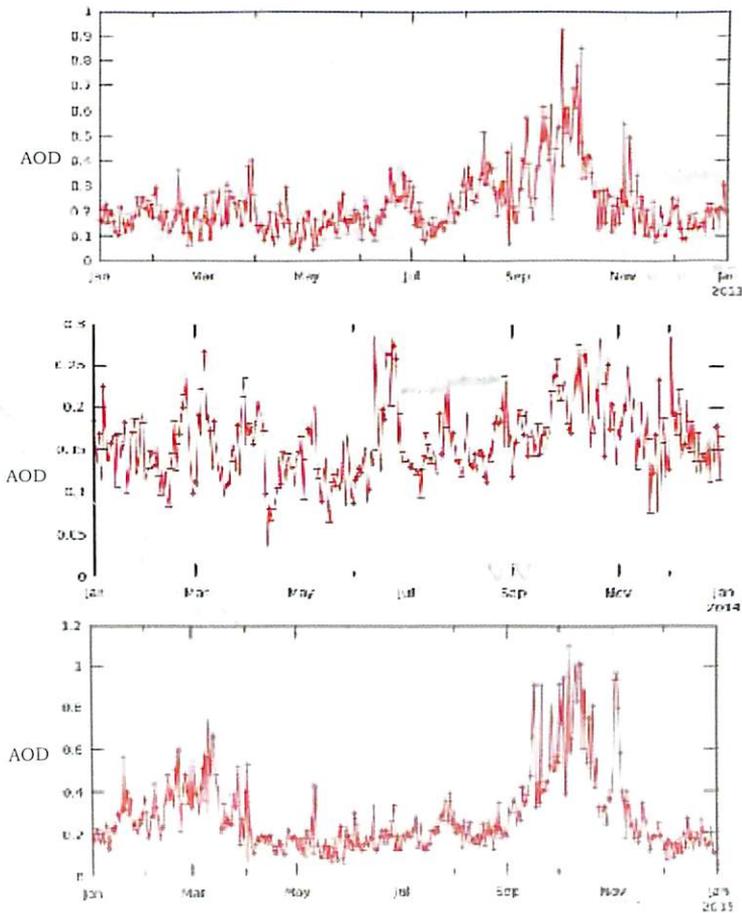


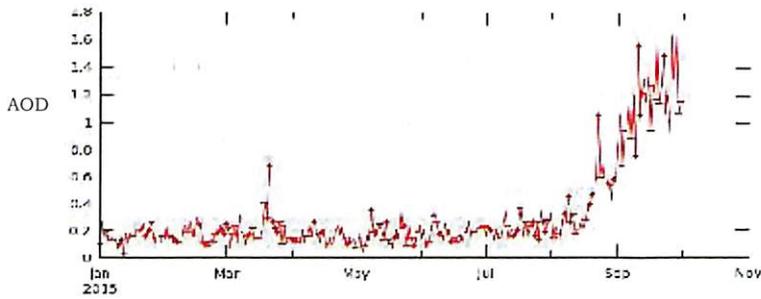
**Gambar 8.** Peta spasial CO total kolom (a) tanggal 1-7; (b) tanggal 8-15; (c) tanggal 16-22; (d) bulan Agustus 2015 di Kalimantan dan Sumatera

Pada tahun 2015 konsentrasi CO total kolom semakin meningkat dengan semakin parahny kejadian asap dan aerosol di atas wilayah Kalimantan dan Sumatera, dengan nilai maksimum CO total kolom di Kalimantan Barat dan Sumatera mencapai  $2,5 \times 10^{18}$  mol/cm<sup>2</sup> (seperti tercantum pada Gambar 7). Jika dibandingkan konsentrasi CO total kolom tahun 2014 dengan tahun 2015, nilai konsentrasi maksimum CO tahun 2015 tidak melebihi konsentrasi maksimum CO di tahun 2014. Namun secara spasial penyebaran konsentrasi CO lebih meluas di tahun 2015.

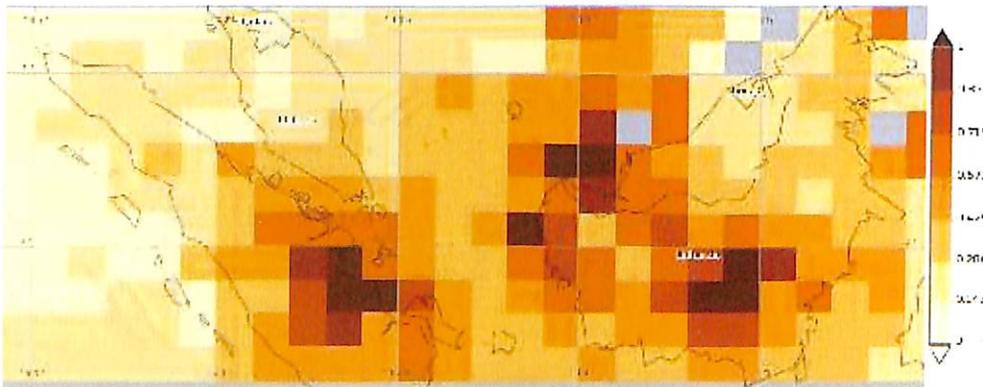
## PENINGKATAN KONSENTRASI AEROSOL DI SUMATERA DAN KALIMANTAN AKIBAT KEBAKARAN HUTAN

Berikut ini disajikan gambar hasil analisis *Aerosol Optical Depth* (AOD) dari satelit MODIS TERRA (MOD08) di atas wilayah Kalimantan dan Sumatera periode tahun 2012 hingga tahun 2015. Berdasarkan data *time series* dari tahun 2012 hingga 2015 menunjukkan semakin terjadi peningkatan konsentrasi AOD dari tahun 2013 sebesar 0,3 kemudian meningkat cukup signifikan tahun 2014 sebesar 1,2. Pada tahun 2015 nilai AOD semakin meningkat tajam menjadi 1,8. Pada tahun 2012 nilai AOD adalah sebesar 1,0. Hal ini menunjukkan tahun 2012 ketebalan optik aerosol cukup tinggi di atas wilayah Sumatera dan Kalimantan.



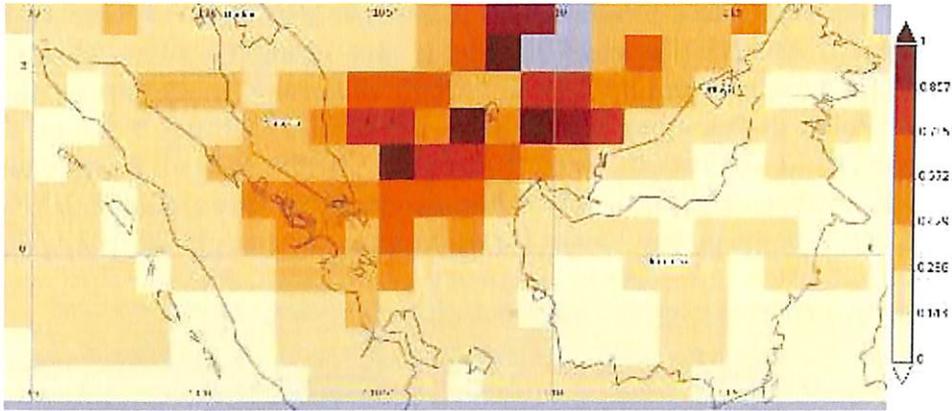


**Gambar 9.** Time series Aerosol Optical Depth (AOD) di Sumatera dan Kalimantan tahun 2012-2015



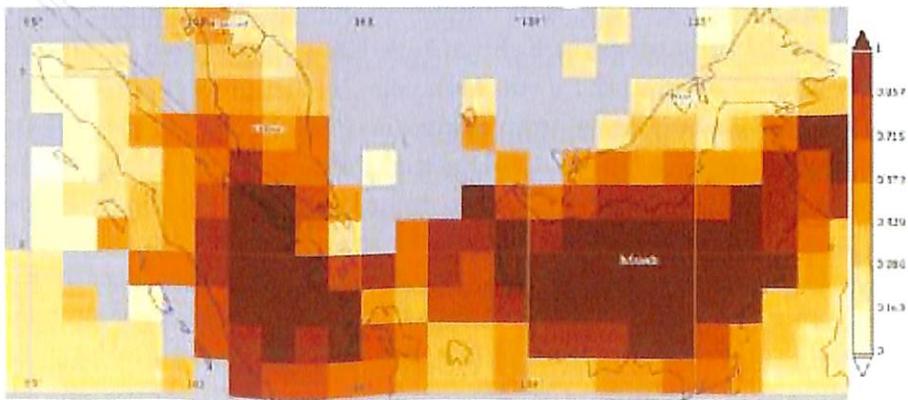
**Gambar 10.** Aerosol Optical Depth550 nm bulan Oktober tahun2012 di Sumatera dan Kalimantan dari satelit MODIS TERRA (MOD08)

Gambar 10 menyajikan nilai AOD di Kalimantan dan Sumatera yang dihasilkan oleh satelit MODIS TERRA (MOD08) pada bulan Oktober. Berdasarkan Gambar 10 menunjukkan bahwa kota Palembang di Sumatera menunjukkan nilai AOD sebesar 0,86 dan merupakan nilai AOD tertinggi dibandingkan wilayah sekitarnya, misalnya Jambi. Di wilayah Kalimantan, nilai AOD yang cukup tinggi terjadi di kota Palangkaraya dengan nilai AOD sekitar 0,857. Kedua kota di Kalimantan dan Sumatera ini merupakan daerah yang rawan jika ditinjau dari segi kesehatan maupun segi keselamatan bagi warganya karena jarak pandang semakin berkurang.



**Gambar 11.** *Aerosol Optical Depth* 550 nm di Sumatera dan Kalimantan bulan Oktober 2013 dari satelit MODIS TERRA (MOD08)

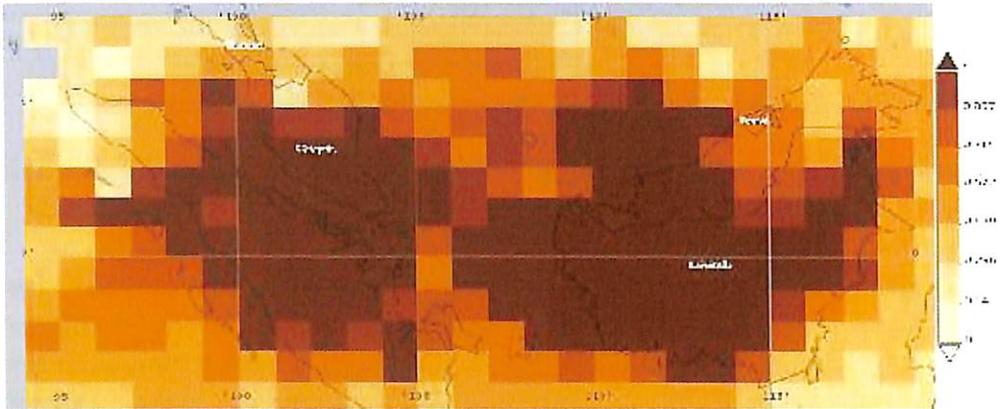
Pada Gambar 11 disajikan nilai AOD untuk tahun 2013. Pada tahun 2013, nilai AOD di wilayah Kalimantan dan Sumatera mengalami penurunan nilai yang cukup signifikan hingga 0,1. Hanya sebagian kecil wilayah Riau yang menunjukkan nilai AOD mencapai 0,42. Namun, secara global nilai AOD pada tahun 2013 lebih kecil dibandingkan tahun 2012, terutama di kota yang rawan terhadap kebakaran hutan misalnya Palangkaraya dan Palembang.



**Gambar 12.** *Aerosol Optical Depth* 550 nm di Sumatera dan Kalimantan bulan Oktober 2014 dari MODIS TERRA (MOD08)

Gambar 12 menunjukkan peta spasial *Aerosol optical depth* pada bulan Oktober tahun 2014, pada bulan ini berdasarkan data *time series* diketahui bahwa konsentrasi total kolom *optical depth* menunjukkan nilai yang paling maksimum. Kerugian yang terjadi di Provinsi Riau akibat

kabut asap juga tidak ternilai. Luas lahan yang terbakar saat ini sudah mencapai 3.200 ha. Tahun 2014, luas areal yang terbakar lebih dari 60.000 ha dan penderita ISPA lebih dari 60.000 orang. Lebih dari sepekan, anak sekolah di Pekanbaru, Pelalawan, Bengkalis, Kuantan Singingi, dan Indragiri Hulu diliburkan. Menurut Kepala BNPB Willem Rampangilei, kerugian akibat kebakaran lahan dan hutan serta bencana asap di Riau tahun 2014, berdasarkan kajian Bank Dunia, mencapai Rp 20 triliun<sup>5,6</sup>.



**Gambar 13.** *Aerosol Optical Depth 50 nm di Sumatera dan Kalimantan bulan Agustus 2015 dari MODIS TERRA (MOD08)*

Gambar 13 menunjukkan ketebalan aerosol yang sangat signifikan di atas wilayah Sumatera dan Kalimantan. Hampir sebagian besar wilayah Sumatera dan Kalimantan serta Malaysia tertutupi aerosol pekat yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Tahun 2015 dapat dikatakan sebagai tahun dengan dampak yang diakibatkan oleh kebakaran hutan telah merenggut banyak korban terutama balita di kawasan Sumatera maupun Kalimantan. Indonesia harus menerapkan tanggap darurat bencana kabut asap dan aerosol, serta menindak tegas secara pidana pelaku pembakar hutan dan menangani wilayah yang terkena bencana kabut asap. Total nilai kerugian akibat bencana asap di tahun 2015 belum dapat dihitung. Namun, berdasarkan data BNPB, kerugian akibat kebakaran di Indonesia yang terbesar terjadi pada tahun 1997, yaitu mencapai 2,45 miliar dollar AS<sup>7</sup>. Lahan yang terbakar pada 2015, berdasarkan data dari laman <http://sipongi.menlhk.go.id>, milik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, tercatat ada di 12 provinsi. Lahan terbakar terluas berada di Riau, mencapai 2.025,42 hektar (ha). Provinsi dengan luas lahan terbakar signifikan lainnya ialah Kalimantan Barat (900,20 ha), Kalimantan Tengah (655,78 ha), Jawa

Tengah (247,73 ha), Jawa Barat (231,85 ha), Kalimantan Selatan (185,70 ha), Sumatera Utara (146 ha), Sumatera Selatan (101,57), dan Jambi (92,50 ha)<sup>8</sup>.

## **PENUTUP**

Hasil analisis data konsentrasi CO total kolom dan nilai AOD di Kalimantan dan Sumatera disimpulkan bahwa sejak tahun 2012 hingga tahun 2015 terjadi peningkatan konsentrasi CO maupun AOD, dan hal ini tentunya sangat merugikan bagi kesehatan lingkungan menimbulkan kerugian yang sangat besar bagi masyarakat yang berdomisili di kedua wilayah tersebut.

## **Ucapan Terima Kasih**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada NASA EARTH Data yang telah menyediakan website untuk mengunduh data CO dan AOD yang penulis gunakan dalam penulisan makalah ini.

## **Daftar Pustaka**

- <sup>1</sup>Schweithelm, J. dan D. Glover, 1999. *Penyebab dan Dampak Kebakaran*. Dalam: Mahalnya Harga Sebuah Bencana: Kerugian Lingkungan Akibat Kebakaran dan Asap di Indonesia. Editor: D. Glover & T. Jessup
- <sup>2</sup>Fahmi Rasyid, *Permasalahan dan Dampak Kebakaran Hutan* J. Lingkungan Widyaiswara, Edisi 1 No. 4, Oktober – Desember 2014, p.47-59
- <sup>3</sup>Md Mainul Islam Mamun 2015. *Monitoring the spatio-temporal variations of aerosols over Bangladesh*, IOSR Journal of Applied Physics (IOSR-JAP) e-ISSN: 2278-4861. Volume 7, Issue 3 Ver. II (May. - Jun. 2015), PP 18-29
- <sup>4</sup>NASA EARTH Data, (<http://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/#service>; diunduh 2 Oktober 2015).
- <sup>5</sup>Kompasiana, (2015, 24 September) *Indonesia "darurat" kabut asap*. ([http://www.kompasiana.com/achmadsiddikthoha/indonesia-darurat-kabut-asap\\_55e8012ef59273db07449b4a](http://www.kompasiana.com/achmadsiddikthoha/indonesia-darurat-kabut-asap_55e8012ef59273db07449b4a). diunduh 24 September 2015)
- <sup>6</sup>Wildfire Magazine (2014, 7 Mei) *Panjang lambat membakar membara gambut mega-kebakaran*. ([www.wilfire.com/asap-selimut-indo-kebakaran-2015](http://www.wilfire.com/asap-selimut-indo-kebakaran-2015). diunduh September 24, 2015).

Pembakaran Ilegal., ([www.wri.org/blog](http://www.wri.org/blog) 2014. diunduh pada 24 September 2015)

<sup>8</sup>Selamatkan satwa di wilayah kebakaran hutan di propinsi Riau, (<http://sipongi.menlhk.go.id>, diunduh pada 13 September 2015)