

# POTENSI EMISI METANA KE ATMOSFER AKIBAT BANJIR

Lilik Slamet S

Peneliti Bidang Komposisi Atmosfer, Lapan

e-mail: lilik\_lapan@yahoo.com

## RINGKASAN

Tulisan ini akan mengulas potensi emisi metana dari sumber genangan banjir dengan alasan **pertama** baru sedikit pustaka yang menyebutkan banjir sebagai salah satu sumber emisi metana yang bersifat antropogenik (dampak dari kegiatan manusia), temporer (sewaktu-waktu), dan bentuk emisi yang berupa sumber area. **Ke dua**, kejadian banjir yang cenderung, semakin hari semakin memiliki frekuensi yang tinggi setiap tahun, area yang terkena banjir semakin meluas dengan genangan yang semakin meninggi setiap kejadian banjir. **Ke tiga**, penyebaran konsentrasi metan yang dapat sampai ke lapisan stratosfer berpotensi memanasi bumi (pemanasan global) dan terjadinya penipisan lapisan ozon (lubang ozon). Oleh karena itu melalui tulisan ini akan diulas mengapa banjir berpotensi sebagai sumber emisi metan. Potensi emisi metana dari banjir dapat dilihat dari warna air genangan selama banjir yang berwarna sebagian besar adalah coklat tanah, luas areal yang terkena banjir, ketinggian genangan air, dan lama kawasan tergenang air selama beberapa hari. Hasil estimasi emisi  $\text{CH}_4$  dari lahan banjir hanya 0,0002 % dari semua sumber emisi  $\text{CH}_4$ . Walaupun prosentasi emisi  $\text{CH}_4$  dari sumber banjir sangat kecil, tetapi kecenderungan daerah yang terkena banjir dari tahun ke tahun semakin meluas dengan tinggi genangan lebih tinggi dan lama tergenang yang lebih lama.

## 1 PENDAHULUAN

Banjir selalu melanda dan menjadi langganan setiap tahun hampir di sebagian besar wilayah Indonesia. Banjir tidak hanya menggenangi kawasan perkotaan, tetapi kawasan pedesaan juga tidak luput dari kejadian ini. Pada bulan-bulan musim basah (musim penghujan) yang umumnya jatuh antara bulan September sampai dengan Maret setiap tahun, baik kawasan perkotaan maupun kawasan pedesaan tergenang air hujan. Kawasan perkotaan (ibukota provinsi) yang terletak di pantai Utara Laut Jawa seperti Jakarta dan Semarang tidak hanya mengalami banjir pada saat musim penghujan saja, tetapi ketika terjadi pasang naik (fase bulan purnama penuh/*super moon*), ke dua kota ini juga akan tergenang air. Peristiwa banjir yang disebabkan oleh naiknya air laut karena gaya tarik bulan (pasang-surut air laut) dan memasuki daratan disebut dengan banjir *rob*. Banjir tidak hanya

memakan korban baik jiwa, harta, maupun psikis, tetapi juga memutus akses jalan antara dua tempat, erosi dan lahan longsor. Banyak jalan, jembatan, pesawahan, dan rumah rusak pasca banjir telah surut.

Banyak orang yang tidak mengetahui kalau dari genangan banjir akan diemisikan metana ( $\text{CH}_4$ ) ke lingkungan atmosfer (udara). Sebagian besar masyarakat belum banyak yang mengetahui kalau banjir juga merupakan salah satu sumber emisi metana. Oleh karena itu tujuan dari ulasan ini adalah membahas dan menginformasikan banjir sebagai salah satu sumber emisi metana ( $\text{CH}_4$ ).

## 2 BANJIR SEBAGAI SUMBER EMISI METANA

Sama dengan polutan udara (zat pencemar), gas rumah kaca termasuk juga metana dapat diklasifikasikan menurut sumber penghasil emisi, waktu mengemisi, dan bentuk sumber emisi.

Berdasarkan sumber penghasil emisi metana dapat dibagi menjadi dua, yaitu sumber alami dan sumber antropogenik (hasil kegiatan manusia). Tabel 2-1 akan menyajikan hasil inventarisasi sumber emisi metana yang telah berhasil dilakukan oleh *Intergovernmental Panel On Climate Change* (IPCC). IPCC adalah panel kerjasama antar pemerintah negara-negara di dunia untuk mengatasi perubahan iklim. Tabel 2-1 merupakan tabel sumber penghasil emisi metan yang dikeluarkan oleh IPCC pada tahun 2006.

Berdasarkan Tabel 2-1 dapat diketahui bahwa banjir termasuk dalam sumber emisi metan antropogenik. Hal itu disebabkan banjir terjadi sebagian besar karena faktor manusia yang membuang sampah tidak pada tempatnya, daerah pengaliran air sungai yang dijadikan pemukiman, tidak seimbangnnya daerah resapan air hujan

dengan daerah bukan resapan, jebolnya tanggul karena kurangnya pemeliharaan, dan perencanaan tata ruang yang tidak tepat. Penyebab banjir alami karena pasang naik air laut (banjir *rob*) hanya sebagian kecil dan bersifat periodik (berkala) yang terjadi saat fase bulan purnama penuh (*super moon*). IPCC (2001) menyatakan bahwa banjir dan sumber emisi CH<sub>4</sub> antropogenik yang lain telah menyumbangkan CH<sub>4</sub> sekitar 64%, sedangkan sumber alami emisi CH<sub>4</sub> hanya berkontribusi 36%.

Berdasarkan waktu mengemisi, maka emisi metan oleh peneliti dapat dibagi menjadi tiga, yaitu sumber emisi tetap, sumber emisi periodik (berkala), dan sumber emisi metan tidak tetap (temporer/sewaktu-waktu). Tabel 2-2 menyajikan penggolongan sumber emisi metan menurut waktu dan prosentase kontribusinya pada emisi CH<sub>4</sub>.

Tabel 2-1: SUMBER PENGHASIL EMISI METANA (CH<sub>4</sub>)

No.	Sumber Alami	Sumber Antropogenik
1.	Lahan basah (30%)	Limbah hewan ternak besar (14%)
2.	Aktivitas rayap (4%)	Budidaya padi sawah (10%)
3.	Dari laut (2%)	Pembakaran hutan (8%)
4.		Pertambangan batu bara (17%)
5.		Lahan banjir (0,0002%)
6.		Limbah cair (10%)
7.		Aktivitas manusia lainnya (5%)

Sumber :IPCC (2001), IPCC (2006), Samiaji, dkk (2011).

Keterangan: angka prosentase dalam kurung menunjukkan kontribusi tiap-tiap sumber emisi.

Tabel 2-2: KLASIFIKASI SUMBER EMISI METANA MENURUT WAKTU MENGEMISI

Tetap	Periodik	Tidak tetap
Lahan basah alami (30%)	Pertanian padi sawah (10%)	Banjir (0,0002%)
Aktivitas rayap (5%)	Banjir <i>rob</i>	Kebakaran hutan (8%)
Dari laut (2%)		
Peternakan (14%)		
Tambang batu bara (17%)		
Limbah cair (10%)		

Sumber : IPCC (2001), Samiaji, dkk (2011), analisis peneliti

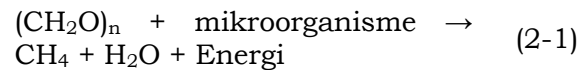
Keterangan : angka prosentase dalam kurung menunjukkan kontribusi tiap-tiap sumber emisi.

Berdasarkan Tabel 2-2 dapat diketahui bahwa banjir dapat digolongkan ke dalam sumber emisi metan tidak tetap. Artinya emisi metan dari banjir hanya dihasilkan ketika suatu area tergenang oleh banjir pada musim penghujan dengan lama genangan beberapa hari dan area yang terkena banjir seringkali berubah-ubah menurut waktu (tidak tetap). Banjir *rob* termasuk dalam sumber emisi metan periodik (berkala). Banjir *rob* terjadi hanya ketika fase bulan purnama. Prosentase kontribusi banjir *rob* sebagai sumber emisi CH<sub>4</sub> belum diteliti sehingga data prosentasenya masih kosong. Berdasarkan Tabel 2-2 juga dapat diketahui bahwa prosentase sumbangan emisi CH<sub>4</sub> dari sumber tetap adalah 78%, sumber emisi CH<sub>4</sub> periodik lebih dari 10%, dan sumber emisi CH<sub>4</sub> tidak tetap sekitar 8,0002%.

Berdasarkan bentuk pusat sumber emisi dapat dibagi menjadi tiga yaitu bentuk sumber emisi titik, garis, dan area. Tabel 2-3 menyajikan klasifikasi bentuk sumber emisi metana dan prosentase kontribusinya pada emisi CH<sub>4</sub>.

Berdasarkan Tabel 2-3 dapat diketahui bahwa emisi CH<sub>4</sub> berdasarkan bentuk pusat emisi hanya memiliki 2 bentuk yaitu emisi berbentuk titik dan berbentuk area. Banjir termasuk ke dalam sumber emisi metan yang berbentuk area. Berdasarkan Tabel 2-3 juga dapat diketahui bahwa emisi CH<sub>4</sub> yang berbentuk titik menyumbangkan hanya 5% dari total emisi CH<sub>4</sub>. Sumber emisi CH<sub>4</sub> yang berbentuk area berkontribusi sebesar 92% dari total emisi CH<sub>4</sub>.

Sebelum mengulas banjir sebagai sumber emisi metana, maka terlebih dahulu akan diulas proses pembentukan emisi metan. Metana atau metan adalah gas dengan rumus kimia CH<sub>4</sub>. Gas metana dihasilkan dari proses akhir dekomposisi (penguraian) bahan organik (senyawa yang mengandung unsur C, H, dan O) yang dilakukan oleh mikroorganisme dalam kondisi *anaerob* (tidak ada oksigen). Reaksi kimia pembentukan CH<sub>4</sub> seperti tersaji pada persamaan 2-1.



Tabel 2-3: KLASIFIKASI SUMBER EMISI METANA MENURUT BENTUK PUSAT EMISI

No.	Titik	Area
1.	Aktivitas rayap (5%)	Lahan basah alami (30%)
2.		Dari laut (2%)
3.		Ternak hewan besar (14%)
4.		Pertambangan batubara (17%)
5.		Pertanian padi sawah (10%)
6.		Banjir/Banjir <i>rob</i> (0,0002%)
7.		Kebakaran hutan (8%)
8.		Limbah cair (10%)

Sumber : IPCC (2001), Samiaji, dkk (2011), analisis peneliti.

Keterangan: angka prosentase dalam kurung menunjukkan kontribusi tiap-tiap sumber emisi.

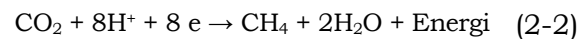
Persamaan 2-1 adalah persamaan reaksi dekomposisi bahan organik yang akan menghasilkan metana ( $\text{CH}_4$ ) dan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dengan bantuan mikroorganisme (bakteri) metanogenik. Bakteri metanogenik adalah bakteri yang menghasilkan  $\text{CH}_4$ . Lain halnya dengan bakteri metanotropik yang bekerja dan menurunkan emisi  $\text{CH}_4$ . Saat ini sudah terdapat 18 jenis bakteri metanogenik yang telah diisolasi dari dalam tanah seperti jenis bakteri *methanobacteria* dan *methanosarcinia* (Setyanto dan Suharsih, 2005). Isolasi jenis bakteri metanogenik dimaksudkan untuk menghasilkan metan yang digunakan sebagai sumber bahan bakar. Metanogenesis adalah proses dekomposisi bahan organik yang menghasilkan  $\text{CH}_4$ .

Berdasarkan proses pembentukan emisi metan, maka untuk menghasilkan metana secara alami harus terdapat syarat-syarat sebagai berikut:

- Terdapat bahan atau senyawa organik sebagai bahan mentah metan
- Kondisi lingkungan fisik yang *anaerob*
- Terdapat bakteri metanogenik yang merombak bahan atau senyawa organik.

Banjir memenuhi ke tiga syarat di atas untuk mengemisikan metana. **Pertama**, bahan atau senyawa organik dalam banjir dapat dilihat dan diketahui dari warna air banjir yang berwarna coklat tanah. Warna coklat air banjir bersumber dari butiran tanah yang terkena erosi dan terlarut bersama air hujan. Butiran tanah banyak mengandung unsur atau senyawa organik.

Metan dapat juga terbentuk dari  $\text{CO}_2$ . Persamaan reaksi 2 menyajikan pembentukan metana dari  $\text{CO}_2$ . Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang diurai oleh bakteri metanogenik berasal dari air hujan. Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang terdapat di atmosfer dapat tercuci dan terbawa ke permukaan tanah bersama air hujan.



**Ke dua**, banjir sebagai lahan yang tergenang air akan memiliki kondisi lingkungan yang *anaerob* dan memicu pembentukan metan. Setyanto dan Suharsih (2005) menyatakan bahwa penggenangan adalah lingkungan yang cocok untuk pembentukan  $\text{CH}_4$ . Kondisi ini akan meningkatkan suhu air. Peningkatan suhu air disebabkan oleh efek gas rumah kaca dari lahan yang tergenang (banjir). Permukaan dari genangan air adalah selubung (lapisan) gas rumah kaca yang dapat meneruskan radiasi gelombang pendek (sinar ultra ungu) dari matahari sampai ke dasar permukaan bawah lahan banjir, tetapi tidak dapat meneruskan pancaran gelombang panjang (sinar infra merah) dari dasar permukaan bawah lahan banjir ke atmosfer sehingga radiasi gelombang panjang akan dipantulkan balik ke lahan banjir. Adanya permukaan atas genangan air lahan banjir sebagai lapisan gas rumah kaca mengakibatkan lahan banjir mendapatkan radiasi dua kali, yaitu dari radiasi gelombang pendek (matahari) dan radiasi gelombang panjang sehingga suhu air meningkat. Suhu air dapat mencapai  $40^\circ\text{C}$  karena pengaruh efek rumah kaca ini. Pembentukan metan berbanding lurus dengan suhu. Semakin tinggi suhu air, maka semakin besar emisi metan (Treenberth, 1994).

Syarat **ke tiga** adalah terdapatnya bakteri metanogenik. Bakteri adalah mikroorganisme yang bersifat *ubikuotus* yang berarti bahwa jumlah bakteri berlimpah dan dapat ditemukan di hampir semua tempat di dunia baik di darat, air, udara, atau bersimbiosis dengan makhluk hidup lain. Beberapa komunitas bakteri juga dapat bertahan hidup di dalam awan dengan ketinggian sampai 10 kilometer. Begitu pula dengan di lahan banjir juga akan terdapat bakteri. Diperkirakan total jumlah bakteri yang mendiami muka bumi ini adalah  $5 \times 10^{30}$  (Madigan. *et al.*, 2009).

### 3 EMISI METANA DARI LAHAN BANJIR

Selain ke tiga syarat yang diperlukan untuk menghasilkan emisi metana dari lahan banjir. Penelitian dari Samiaji. *et al.* (2011) mendukung bahwa lahan banjir berpotensi mengemisikan CH<sub>4</sub>. Samiaji. *et al.* (2011) dari hasil penelitiannya telah mengestimasi emisi CH<sub>4</sub> dari lahan banjir pada tahun 2009 untuk Indonesia sebesar 60 ton. Walaupun emisi CH<sub>4</sub> ini tergolong kecil, tetapi jika intensitas kejadian banjir semakin tahun semakin meningkat, maka angka emisi CH<sub>4</sub> ini dapat menjadi lebih besar lagi dan berbahaya. Gas metan dengan bobot molekul (BM) yang paling ringan (BM=16) diantara gas rumah kaca lain berpotensi dapat memasuki lapisan stratosfer (lapisan ke dua atmosfer bumi). Gas metan yang memasuki stratosfer dapat merusak lapisan ozon. Lapisan ozon berfungsi memfilter sinar ultra violet dari matahari sehingga tidak membahayakan kehidupan makhluk hidup di bumi.

### 4 PENUTUP

Berdasarkan hasil telaah yang telah dilakukan terhadap potensi emisi CH<sub>4</sub> dari banjir, maka dapat disimpulkan bahwa **pertama**, banjir adalah salah satu sumber yang berpotensi mengemisikan CH<sub>4</sub>. Potensi emisi CH<sub>4</sub> ini dapat dilihat dari warna air banjir (coklat tanah) yang banyak mengandung senyawa organik sebagai bahan baku emisi CH<sub>4</sub>, ketinggian dan lama genangan banjir yang sampai beberapa hari. Lahan tergenang diam (banjir yang tidak segera surut) adalah lingkungan dengan kondisi *anaerob* sehingga bakteri metanogenik dapat bekerja menghasilkan CH<sub>4</sub>. **Ke dua**, bahwa gas

CH<sub>4</sub> sebagai salah satu gas rumah kaca berdampak pada kenaikan suhu bumi. Hasil estimasi emisi CH<sub>4</sub> dari lahan banjir adalah 60 ton. Walaupun emisi CH<sub>4</sub> ini tergolong kecil, tetapi jika intensitas kejadian banjir semakin tahun semakin meningkat, maka angka emisi CH<sub>4</sub> ini dapat menjadi lebih besar lagi dan berbahaya. **Ke tiga**, diperlukan pengelolaan lingkungan yang tepat untuk menurunkan intensitas kejadian banjir, mengurangi area lahan yang terkena banjir dan ketinggian genangan air agar emisi CH<sub>4</sub> juga berkurang.

### DAFTAR RUJUKAN

- Intergovernmental Panel On Climate Change, 2006. *Guidelines For Greenhouse Gases Inventories*.
- Intergovernmental Panel On Climate Change, 2001. *Climate Science of Methane*, [www.eci.ox.ac.uk/research/energy/download/methaneuk](http://www.eci.ox.ac.uk/research/energy/download/methaneuk).
- Madigan, M.T, Martinko J., Dunlap P.V., Clark D.P., 2009. *Brock Biology of Microorganisms Twelfth Edition*.
- Samiaji, T, Wiwiek S, Ginaldi A. N, Tiin S, Soni A. R, Emanuel A., 2011. *Karakteristik Emisi Gas Metan Di Indonesia*. Prosiding Seminar Nasional Kimia, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, 19 Februari 2011.
- Setyanto, P, Suharsih, 2005. *Mitigasi Gas Metan Dari Lahan Sawah, Laporan Tahunan Loka Penelitian Tanaman Pangan, Jakenan, Pati*. Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Treenbert, K, 1994. *Climate System Modelling*, Academy Press, New York.

