



## PENGUKURAN GAS METANA (CH<sub>4</sub>) DAN KARBONDIOKSIDA (CO<sub>2</sub>) YANG DIHASILKAN OLEH SEDIMEN DANAU SITU GUNUNG, SUKABUMI JAWA BARAT PADA SKALA LABORATORIUM

Arif Raditya Nugraha, Ady Septianto Hermawan, Megga Ratnasari Pikoli, Irawan Sugoro  
Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta

[irawansugoro@gmail.com](mailto:irawansugoro@gmail.com)

Pemanasan global dan efek rumah kaca merupakan salah satu isu lingkungan utama di abad ini. Salah satunya akibat tingginya emisi gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>. Gas-gas tersebut dapat berasal dari sumber alamiah dan atau kegiatan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi sedimen danau Situ Gunung sebagai penghasil gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> dalam skala laboratorium. Sedimen yang digunakan berasal dari 3 titik yaitu *inlet*, saluran pembuangan limbah rumah tangga, dan *outlet*. Fermentor yang digunakan memiliki kapasitas 1000 ml dengan perbandingan sedimen dan air danau sebesar 1 : 1. Inkubasi dilakukan selama 21 hari pada suhu ruang. Parameter yang diukur adalah volume gas dan komposisi gas serta pH media. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga lokasi pengambilan sampel memiliki kondisi untuk aktivitas mikroba berdasarkan gas yang terbentuk. Ketiga sampel menghasilkan gas dengan laju produksi yang berfluktuasi. Laju produksi CH<sub>4</sub> tertinggi di titik *inlet* danau sebesar 0,74 ml/hari dan terendah di titik dekat tempat pembuangan limbah sebesar 0,01 ml/hari. Laju produksi CO<sub>2</sub> tertinggi di titik *inlet* danau sebesar 3,24 ml/hari dan terendah di titik dekat tempat pembuangan limbah sebesar 1,1 ml/hari. pH media mengalami peningkatan setelah 21 hari inkubasi. Berdasarkan hasil di atas maka sedimen danau Situ Gunung berpotensi menghasilkan gas efek rumah kaca berupa gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>.

**Kata kunci:** Sedimen, Gas efek rumah kaca, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>.

### PENDAHULUAN

Masalah lingkungan pada saat ini antara lain pencemaran udara yang dapat mengakibatkan pemanasan global dan efek rumah kaca. Pemanasan global adalah meningkatnya temperatur rata-rata bumi sebagai akibat dari akumulasi panas di atmosfer yang disebabkan oleh efek rumah kaca (Satriago, 1996 *dalam* Suryati *et al.*, 2007). Efek rumah kaca adalah fenomena menghangatnya bumi karena radiasi sinar matahari dari permukaan bumi, yang kemudian dipantulkan kembali ke angkasa dan terperangkap oleh lapisan dari gas-gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>), nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), perfluorokarbon (PFCS), hidrofluorokarbon (HFCS), sulfurheksafluorida (SF<sub>6</sub>), dan uap air (H<sub>2</sub>O). Gas-gas tersebut dinamakan sebagai Gas Rumah Kaca (GRK) (Satriago, 1996, *dalam* Suryati *et al.*, 2007). CH<sub>4</sub> adalah salah satu dari gas-gas rumah kaca yang cukup potensial dapat berasal dari sumber alamiah dan sumber yang diakibatkan oleh kegiatan manusia. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa gas CH<sub>4</sub> dapat dihasilkan dari kotoran hewan, sampah, dan bendungan. Gas CH<sub>4</sub> dapat keluar secara alamiah dari permukaan bumi. Gas metana lebih berbahaya dan mempunyai efek pemanasan 25 kali lebih kuat. Gas ini juga tidak dapat terserap oleh klorofil tumbuh-tumbuhan sehingga lebih stabil di atmosfer dibandingkan gas CO<sub>2</sub> yang dapat terserap tanaman melalui proses fotosintesa (Sari, 2012).

Salah satu sumber yang berpotensi sebagai penghasil gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> adalah danau terutama pada bagian sedimennya. Pengkayaan bahan organik dan

nutrien yang terkumpul pada dasar danau menyebabkan terjadi proses dekomposisi. Proses dekomposisi yang dilakukan mikroba anaerobik heterotrofik dapat merombak bahan organik tersebut menjadi  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$  yang akan dilepaskan ke atmosfer. Gas  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$  yang lepas ke atmosfer tersebut dapat berkontribusi sebagai penyumbang gas rumah kaca (Cahyaningtyas *et al.*, 2012). Sumbangan emisi gas rumah kaca tertinggi dihasilkan oleh gas  $\text{CO}_2$ , hampir 55% emisi gas rumah kaca berasal dari gas tersebut. Gas  $\text{CH}_4$  hanya berkontribusi sekitar 15%, namun gas ini lebih berpotensi menyebabkan efek rumah kaca dibandingkan dengan gas  $\text{CO}_2$ . Hal ini berdampak pada kerusakan lapisan ozon dan kenaikan suhu di bumi. Gas  $\text{N}_2\text{O}$  memberikan kontribusi terkecil dari kedua gas sebelumnya, yaitu sekitar 6%. Meskipun kecil kontribusinya, potensi terhadap efek rumah kaca paling tinggi, yaitu 296 kali dari  $\text{CO}_2$  (Badan Litbang Pertanian, 2011). *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) (2001), melaporkan bahwa kontribusi karbon dioksida terhadap pemanasan global sebesar 60%, metana (20%) dan nitro oksida (6%). Sejak tahun 1980, konsentrasi  $\text{CO}_2$  di atmosfer meningkat sekitar 0,4 % setiap tahun dan sekarang konsentrasi  $\text{CO}_2$  di atmosfer diperkirakan telah mencapai 367 ppm.

Objek penelitian ini adalah Danau Situ Gunung yang terletak di bawah kaki Gunung Pangrango. Danau ini cenderung masih alami, meskipun dijadikan sebagai tempat wisata dan terdapat pula pemukiman. Adanya kegiatan manusia tersebut, menghasilkan limbah yang tertumpuk di sedimen danau tersebut. Selain itu, posisi danau yang terletak di kaki gunung, menyebabkan banyaknya sisa daun dan ranting serta bahan-bahan organik terakumulasi di sedimen. Adanya sedimentasi bahan organik akan berpotensi menghasilkan gas  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$  sebagai hasil aktifitas mikroba anaerobik terhadap sedimen tersebut. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk membuktikan bahwa sedimen Danau Situ Gunung turut berkontribusi terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca. Penelitian yang dilakukan adalah pengujian sedimen dalam skala laboratorium.

## **METODOLOGI**

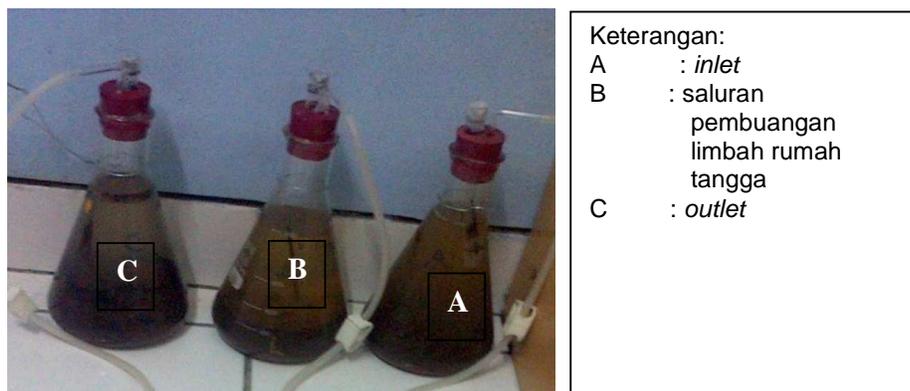
**Pencuplikan sampel.** Pengambilan sampel di lokasi Danau Situ Gunung yang memiliki sedimentasi tertinggi sebanyak 3 titik yaitu titik A (*inlet*), titik B (pembuangan limbah) dan titik C (*outlet*) (Gambar 1). Pencuplikan sedimen dari dasar danau dengan menggunakan *Ekman Grab* atau sekop sedangkan sampel air menggunakan botol *winkler*. Kemudian sedimen dan air danau disimpan di lemari pendingin.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel di Danau Situ Gunung.

Keterangan: Titik A: *inlet*; titik B: pembuangan limbah; titik C: *outlet*; titik D: sampling air.

**Pengujian produksi gas skala laboratorium.** Sampel sedimen sebanyak 500 g dan air danau sebanyak 500 ml dimasukkan ke dalam fermentor berupa Erlenmeyer 1000 ml. Kemudian ditutup dengan *probe* yang terhubung dengan selang plastik *syringe glass* (Gambar 2). Sampel dikondisikan dalam keadaan anaerobik dengan menyedot udara yang ada di dalam fermentor menggunakan *syringe glass*. Inkubasi dilakukan selama 21 hari pada suhu ruang. Analisis yang dilakukan adalah pengukuran volume gas, komposisi gas, foto mikroba dan pH media.

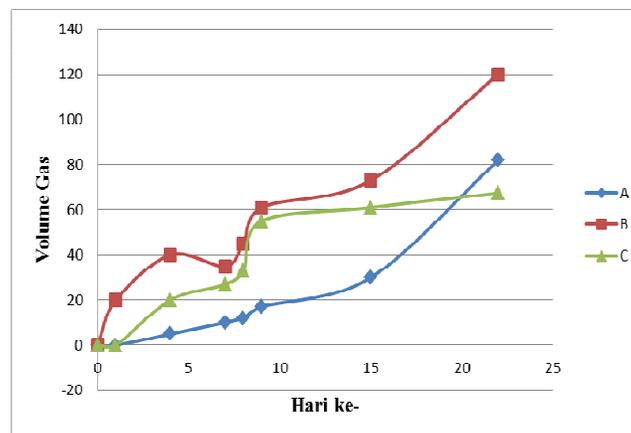


Gambar 2. Fermentor sederhana (Sumber Foto: Pribadi).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Volume Gas

Semua sampel sedimen dari setiap titik dapat menghasilkan gas (Gambar 3). Volume gas yang dihasilkan dari produk sampel A, B dan C mengalami fluktuasi selama inkubasi tersebut. Titik A mengalami kenaikan secara signifikan dari awal hingga akhir inkubasi. Volume gas titik B juga mengalami kenaikan, tetapi pada hari ke-7 mengalami penurunan. Hal ini terjadi dikarenakan terjadinya penurunan aktivitas dari mikroba dalam memproduksi gas. Menurut Jayanegara *et al.* (2009), perlambatan produksi gas disebabkan penurunan suhu lingkungan. Temperatur  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $7\text{ }^{\circ}\text{C}$  merupakan temperatur optimal yang menghentikan aktivitas, dan pada range ini mikroba anaerobik menjadi dorman sampai temperatur naik kembali hingga batas aktivasi (Jayanegara *et al.*, 2008). Volume gas pada sampel titik C menghasilkan grafik yang terus mengalami peningkatan. Menurut Indriawati (2009), peningkatan ini karena substrat sedimen yang menyediakan sumber energi berupa bahan organik digunakan oleh mikroba untuk tumbuh.

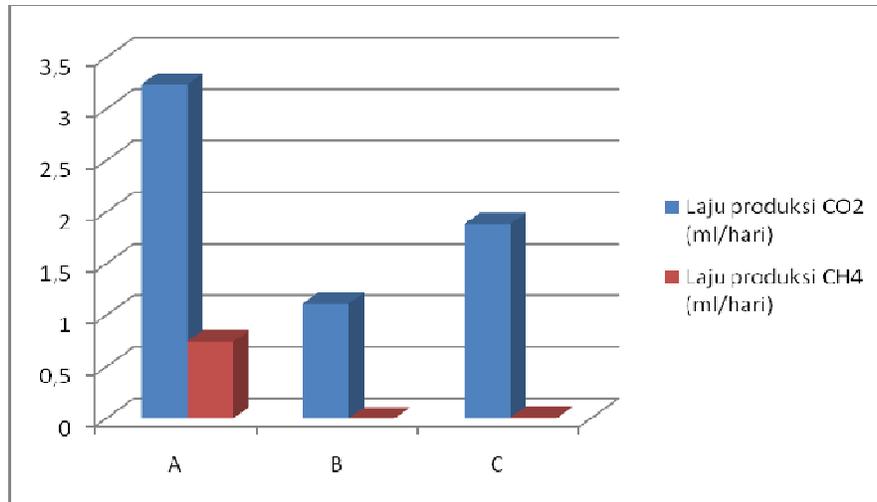


Gambar 3. Grafik volume gas sedimen yang diinkubasi pada suhu ruang selama 21 Hari.

### Laju Produksi Gas $\text{CH}_4$ dan $\text{CO}_2$

Laju produksi gas  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$  masing-masing titik dapat dilihat pada Gambar 4. Semua sampel sedimen memproduksi gas  $\text{CO}_2$  yang lebih besar dari  $\text{CH}_4$ . Hal ini disebabkan pembentukan gas biogenik berupa  $\text{CO}_2$  diproduksi dari tahapan *Acedogenesis* dan *Methanogenesis*, sedangkan  $\text{CH}_4$  hanya diproduksi dari tahap *methanogenesis* (Mara, 2003). Hasil produksi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{CH}_4$  pada titik A (3,24 ml/hari dan 0,74 ml/hari) lebih besar dibandingkan dengan titik B (1,11 ml/hari dan 0,00 ml/hari) dan titik C (1,88 ml/hari dan 0,01 ml/hari) karena substrat pada titik ini berupa serasah rumput. Komposisi substrat serasah rumput merupakan sumber karbon kompleks bagi mikroba. Penggunaan substrat yang sederhana terlebih dahulu dimanfaatkan oleh mikroba dibandingkan substrat yang kompleks, selanjutnya substrat yang lebih

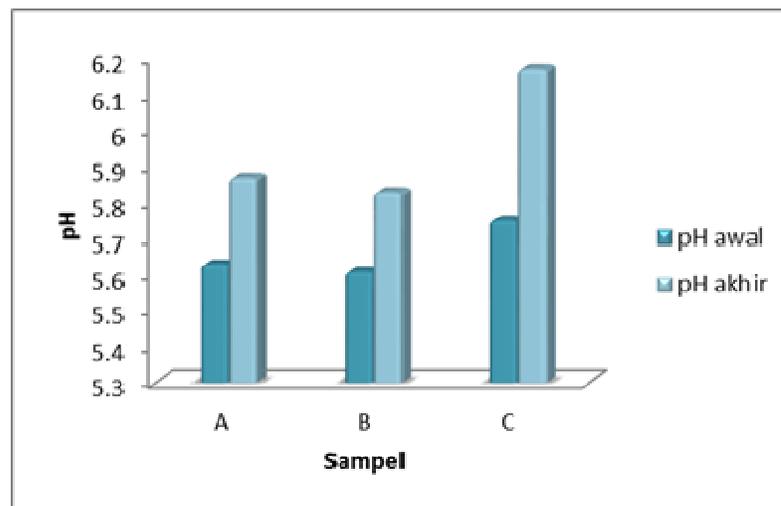
kompleks menyebabkan produksi gas biogenik pada sampel A lambat tetapi meningkat secara signifikan. Peningkatan produksi gas biogenik ini menunjukkan bahwa mikroba telah tumbuh dan berkembang dengan baik (Ahmad, 2004).



Gambar 4. Laju produksi CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> dari Sampel A, B dan C

### Pengukuran pH

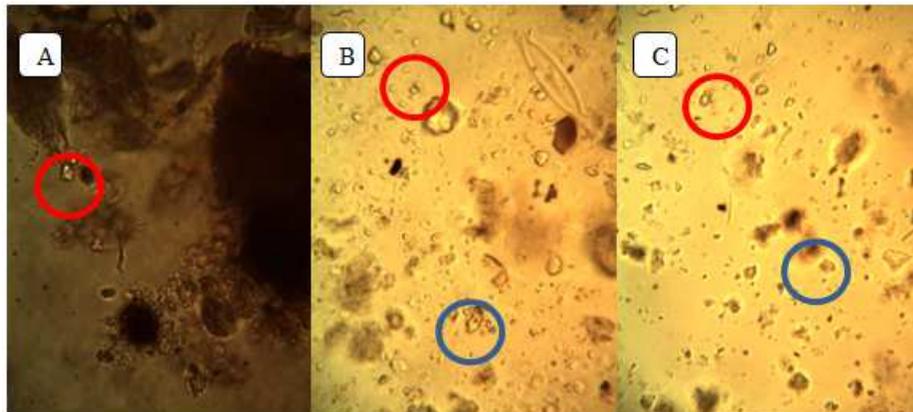
Pengukuran pH awal dan pH akhir pada ketiga sampel sedimen tampak pada Gambar 5, yang menunjukkan pH awal maupun pH akhir termasuk dalam kondisi asam. Hasil untuk pH awal berkisar 5,5 - 5,8 sedangkan pH akhir berkisar 6 - 6,4. Menurut Setyanto (2002), kenaikan pH awal dan pH akhir karena adanya suatu perombakan amoniak menjadi nitrat dalam proses dekomposisi substrat, karena sifat senyawa amoniak tersebut bersifat asam dan nitrat bersifat basa.



Gambar 5. Perbandingan pH awal dan pH akhir

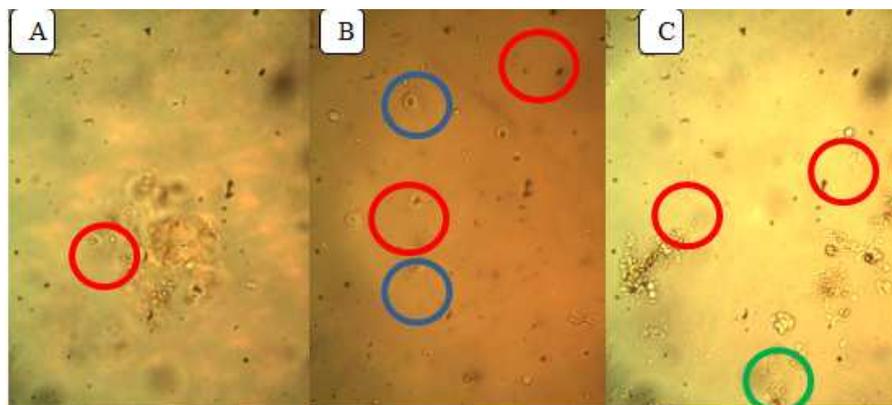
### Foto Mikroba

Pengamatan foto mikroba secara mikroskopik ditemukan beberapa mikroba seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7. Gambar 6 menunjukkan komunitas mikroba sebelum inkubasi dan Gambar 7 setelah mengalami inkubasi. Berdasarkan Gambar 6, terlihat pada foto sampel B dan C ditemukan mikroba berupa kapang. Sampel A, B dan C didominasi oleh bakteri dengan berbagai bentuk. Gambar 7 menunjukkan keadaan komunitas mikroba setelah sampel diinkubasi, yaitu teramati masih banyak ditemukan sel-sel dari mikroba. Selain ditemukan bakteri dengan bermacam bentuk pada setiap sampel, ditemukan juga bentuk kapang pada sampel B dan C, juga teramati protozoa pada sampel C. Mikroba secara umum memiliki peran yang sangat penting dalam proses dekomposisi dan menghasilkan produk biogas berupa CO<sub>2</sub>. Menurut Moore dan Dalva (1997), produksi gas biogenik dipengaruhi oleh suhu, kondisi anaerob, kualitas substrat dan dipengaruhi oleh komunitas mikroba.



Gambar 6. Foto Mikroba Sebelum Inkubasi (Sumber Foto: Pribadi).

Keterangan: Bakteri:  Kapang: 



Gambar 7. Foto Mikroba Sesudah Inkubasi (Sumber Foto: Pribadi).

Keterangan: Bakteri:  Kapang:  Protozoa: 

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, sedimen danau Situ Gunung berpotensi menghasilkan gas efek rumah kaca berupa gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>. Laju produksi CH<sub>4</sub> tertinggi di titik A (*inlet*) sebesar 0,74 ml/hari dan terendah di titik B (dekat tempat pembuangan limbah) sebesar 0,01 ml/hari. Laju produksi CO<sub>2</sub> tertinggi di titik A (*inlet*) sebesar 3,24 ml/hari dan terendah titik B (dekat tempat pembuangan limbah) sebesar 1,1 ml/hari. pH media mengalami peningkatan setelah 21 hari inkubasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A. 2004. Studi Komparatif Sumber dan Proses Aklimatisasi Bakteri Anaerob pada Limbah Cair Yang Mengandung Karbohidrat, Protein, dan Minyak dan Lemak. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 3(1): 1-10.
- Badan Litbang Pertanian. 2011. *Sinartani: Agroinovasi*. Edisi 21-27 September 2011 No.3423 Tahun XLII. Jakarta: PT Duta Karya Swasta.
- Cahayaningtyas, W.P., Indro S. 2012. Pengaruh Penambahan Biochar Limbah Pertanian dan Pestisida Pada Inkubasi Tanah Inceptisol Untuk Menekan Emisi Gas Metana (CH<sub>4</sub>) Sebagai Gas Rumah Kaca. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 1(1): 521-527.
- Indriawati. 2009. *Pengaruh Penggunaan Pupuk Organik Effective Microorganisms: EM-7 dan EM Komersial terhadap Pertumbuhan Tanaman Nilam Sidikalang (Pogostemon cablin Benth.)*. Bogor: Progam Studi Sarjana Biologi, SITH IPB.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2001. Impacts, adaption and vulnerability. *Report of the working group I*. Cambridge: University Press.
- Jayanegara, A., N.Togtokhbayar, H.P.S. MakkardanK. Becker. 2008. Emisi Metana dan Fermentasi Rumen in Vitro Ransum Hay yang Mengandung Tanin Murni pada Konsentrasi Rendah. *Media Peternakan*, 32(3): 185-195.
- Jayanegara, A., A. Sofyan, H.P.S. MakkardanK. Becker. 2009. Kinetika Produksi Gas, Kecernaan Bahan Organik dan Produksi Gas Metana *In Vitro* pada Hay Dan Jerami disuplementasi Hijauan Mengandung Tanin. *Media Peternakan*, 2(2) : 120-129.
- Mara, D. 2003. *Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries*. London: Earthscan
- Moore, T. R., Dalva M. 1997. Methane and carbondioxide exchange potentials of peat soils in aerobic and anaerobic laboratory incubations. *Soil Biol Biochem*, 29(8):1157-1164.
- Sari, I.R.J. 2012. *Teknologi*. Jawa Tengah: *SuaraMerdeka*, Senin 27 Agustus 2012.
- Satriago, H. 1996. *Himpunan Istilah Lingkungan untuk Manajemen*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Setyanto, P., Rosenani A. B., Boer, R., Fauziah, C. I., Khanif, M. J. 2002. The effect of rice cultivars on methane emission from irrigated rice field. *Indonesian Journal of Agriculture Science*, 3(1): 1-11.
- Suryati, T., Fadliah S., Titiresmi. 2007. Pemanasan Global dan Keanekaragaman Hayati. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 8(1): 61- 68.