

**Faktor Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Kebakaran Lahan Gambut Dengan
Memperhitungkan Tingkat Kematangan Lahan Gambut
(Studi Kasus : Lahan Gambut Kabupaten Siak, Provinsi Riau)**

Anindita Sari P; Dr. Haryono Setyo H, ST, MT; Ir. Mochtar Hadiwidodo, MT

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto, S.H Tembalang - Semarang, Kode Pos 50275 Telp. (024)76480678, Fax (024) 76918157
Website : <http://enveng.undip.ac.id> - Email: enveng@undip.ac.id

Abstract

In the ground, most carbon are storage in peat soil, so that when the peat is burned the amount of carbon releases into the atmosphere in large quantities. Indonesia has 85% of peatlands for Southeast Asia. Every year around 2.0 Gt of carbon emitted into the air as a result of peat fires in Indonesia. Therefore, an inventaritation greenhouse gas emissions need to be more accurate is to take into account the maturity level of the peat. The purpose of this study was to determine the emission factors and analyze the relationship between the concentration of greenhouse gases to a level of maturity that burning peat. Peat soil samples taken from the village Dayun Dayun Siak District of Riau Province. The study was conducted in Yogyakarta and Semarang in June-August 2014. Data processing emissions obtained by using a measuring instrument Gas Chromatography and Gas Analyzer which first analyzed by laboratory Hiperkes Jogja (N_2O and CO_2) and Laboratory Balingtan Pati (CH_4). From the results, the relationship of CO_2 concentration increases as the maturation of peat. This is in contrast with the results of the concentration of CH_4 and N_2O are increasingly mature peat smaller concentration. While the emission factor (FE) of CO_2 from the maturity level of fibric 2553.6; hemik 2736; sapric 4370.4 g CO_2 / kg of mass of peat burned. For N_2O emission factor of each in each level of maturity that is, fibric at 213.6; hemik sapric 192 and 204 g N_2O / kg mass of peat burned. CH_4 emission factor at maturity fibric 6:41; hemik sapric 4.45 and 5.5 g CH_4 emission factor / kg mass of peat burned.

Keywords : Greenhouse Gases (CO_2 , CH_4 and N_2O), Emission Factor (EF), Peat Soil Maturity (Fbric, Hemic, Sapric)

PENDAHULUAN

Gas rumah kaca yang dikenal sebagai penyumbang besar terhadap perubahan iklim dan pemanasan global adalah Karbon Dioksida (55%), Metan (15%) dan Dinitro Oksida (6%) dari total pengaruh Global Rumah Kaca[1]. Konsentrasi karbon di dalam tanah gambut berkisar antara 30-70 kg/m³

atau setara dengan 300-700 t/ha/m. Dengan demikian apabila tanah gambut mempunyai ketebalan 10 m, maka cadangan karbon di dalamnya adalah sekitar 3000-7000 t/ha[2].

Mengingat besarnya emisi GRK dari kebakaran lahan gambut ini, diperlukan inventarisasi emisi yang lebih akurat dengan memperhitungkan faktor yang berpengaruh. Selama ini

perhitungan emisi karbon lahan gambut hanya berdasar data luasan lahan saja tanpa memperhitungkan kedalaman lahan yang terbakar. Penelitian ini ditujukan untuk mengkuantifikasi faktor emisi kebakaran lahan gambut berdasar fungsi kematangan gambut sebagai basis data faktor emisi nasional sebagaimana diamanatkan dalam PP No. 71/2011 tentang Inventarisasi GRK Nasional.

METODOLOGI PENELITIAN

Secara keseluruhan pelaksanaan penelitian dibagi dalam beberapa tahapan, meliputi :

1. Tahap Persiapan

Pada tahap pertama ini terdiri dari pengambilan sampel tanah dan persiapan alat insenerator serta uji coba alat. Langkah awal dalam penelitian ini dilakukanlah sampling tanah gambut yang berasal dari Desa Dayun Kecamatan Dayun Kabupaten Siak Provinsi Riau. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Juni 2014. Sampling tanah gambut dilakukan dengan menggunakan alat bor gambut yang berbentuk silinder dengan ukuran diameter $\pm 2,54$ cm yang terbuat dari logam serta memiliki gerigi di ujung bawah bor. Kemudian sampel tanah gambut disimpan dengan menggunakan *aluminium foil* yang di amankan didalam pipa PVC dengan diameter $\pm 2,54$ cm kedua ujung pipa di tutup dengan plastik.



Gambar 1. Bentuk Bor Gambut

2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Ditahap ini dilakukanlah pembakaran sampel untuk mengetahui konsentrasi emisi ditiap kematangan tanah gambut (fibrik, hemik, saprik). Pembakaran sampel menggunakan insenerator skala laboratorium selama 60 menit dalam suhu 400°C . Pengukuran konsentrasi emisi GRK menggunakan alat *Gas Analyzer* dan *vial kaca*.



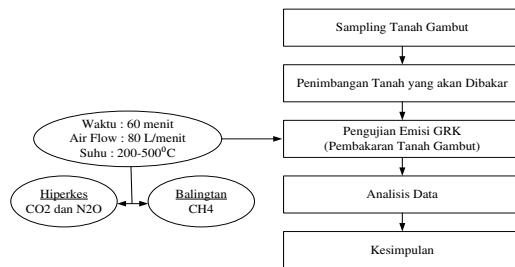
Gambar 2. Insenerator



Gambar 3. Gas Analyzer

3. Tahap Analisis Data

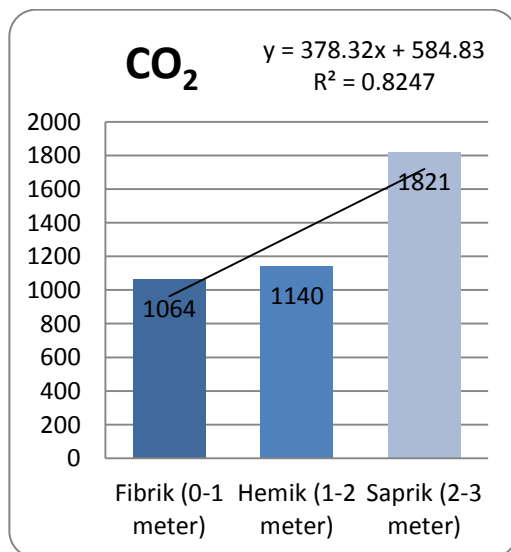
Pada tahap ini dilakukan analisis data dari hasil konsentrasi emisi GRK yang ada diolah sedemikian rupa sehingga didapatkan faktor emisi dari masing-masing GRK. Analisis data dilakukan dengan menggunakan bantuan dari Ms. Excel. Dengan menggunakan diagram bar yang menggambarkan hubungan antara konsentrasi GRK terhadap tingkat kematangan tanah gambut. Pemberian trendline regresi untuk mengetahui seberapa pengaruh kedua variabel tersebut berpengaruh dalam satuan %.



Gambar 4. Skema Penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Gas CO₂

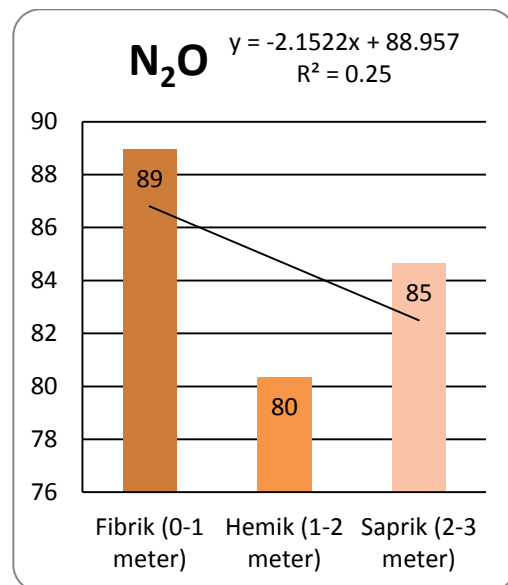


Gambar 5. Konsentrasi CO₂ Terhadap Kematangan Gambut

Dari hasil konsentrasi dalam grafik diatas didapatkan R² sebesar 0.824. Sedangkan untuk persamaan yang dihasilkan $y = 378.3x + 584.8$. Dari regresi linier yang diberikan kedalam grafik hubungan antara konsentrasi CO₂ dan tingkat kematangan gambut, didapatkan hasil bahwa tingkat kematangan gambut berpengaruh besar (sebesar 82,4%) terhadap konsentrasi emisi CO₂ pada saat kebakaran gambut.

Dengan grafik metode linier ini dapat disimpulkan bahwa konsentrasi CO₂ akan meningkat seiring matangnya tanah gambut. Tingkat kehilangan C tertinggi terjadi pada gambut fibrik. Sehingga pada tingkat kematangan fibrik memiliki kandungan CO₂ sedikit sedangkan dikematangan saprik konsentrasi CO₂ akan lebih banyak [3] semakin bertambahnya kedalaman tanah, kandungan karbon dalam tanah gambut semakin besar [1].

2. Gas N₂O

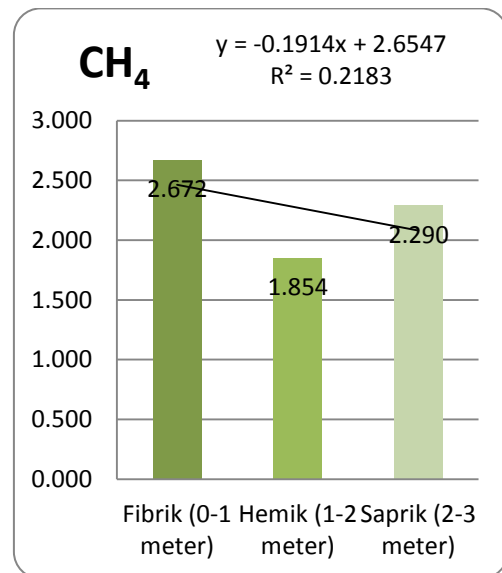


Gambar 6. Konsentrasi N₂O Terhadap Kematangan Gambut

Pada grafik diatas dalam kematangan hemik memiliki konsentrasi terendah bila dibandingkan dengan saprik, hal ini dapat terjadi dikarenakan oleh beberapa sebab, ialah kondisi pasca hujan pada saat kegiatan sampling dan pada saat proses pembakaran. Kondisi pasca hujan ini menyebabkan kadar air dalam sampel tanah gambut lebih tinggi daripada kondisi keringnya. Kondisi kedua ialah pada saat proses pembakaran sampel hemik, api dalam insenerator mati beberapa kali. Sehingga konsentrasi yang keluar dari *outlet* pada saat pembakaran sampel tanah gambut menjadi terganggu. Dengan terganggunya proses pembakaran sampel ini maka emisi akan menjadi tidak konstan. Bahan bakar yang tidak terbakar dengan sempurna mengarah pada tingkat emisi rendah [4].

Dari hasil konsentrasi dalam grafik diatas didapatkan R^2 sebesar 0.25 atau sebesar 25%. Sedangkan untuk persamaan yang dihasilkan $y = -2.152x + 88.95$. Dengan grafik metode regresi linier ini dapat disimpulkan bahwa konsentrasi N_2O akan menurun seiring matangnya tanah gambut. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan nilai N antara 0,5 - 2,05% pada top soil di gambut tipis, sedangkan nilai N pada gambut tebal umumnya berkisar antara 1,10 - 1,67% [5]. Ini berarti bahwa semakin dalam dan matang gambut kandungan N_2O akan semakin kecil.

3. Gas CH_4

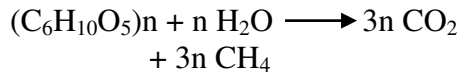


Gambar 7. Konsentrasi CH_4 Terhadap Kematangan Gambut

Grafik diatas diketahui bahwa konsentrasi CH_4 pada tingkat kematangan fibrik $2,672 mg/m^3$, hemik $1,854 mg/m^3$ dan saprik $2,290 mg/m^3$. Penggunaan *trendline linier* bertujuan untuk mempermudah pembacaan hasil dari hubungan kedalaman dan konsentrasi emisi gas. Dari regresi linier yang diberikan pada grafik hubungan konsentrasi CH_4 dan tingkat kematangan gambut didapatkan R^2 sebesar 0,2183 yang dapat disimpulkan bahwa semakin matang gambut, konsentrasi CH_4 akan semakin rendah. Dengan kata lain tingkat kematangan gambut berpengaruh kecil (21,8%) terhadap konsentrasi emisi CH_4 . Sehingga hasil penelitian tidak sesuai dengan teori produksi CH_4 meningkat seiring bertambahnya kedalaman [6]. Hal ini terpengaruh oleh kondisi aerobic dan anaerobic yang ada di tiap kedalaman tanah gambut.

Adapun alasan mengapa CH_4 di tingkat kematangan fibrik menghasilkan konsentrasi yang tinggi. Pada proses pembentukan CH_4

dibutuhkan bahan organik dan H₂O. Adapun persamaan kimianya sebagai berikut:



Dari hasil uji kadar air sampel didapatkan tingkat kadar air untuk fibrik sebesar 82%, hemik 65% dan saprik 52,9%. Tingginya kadar air di lapisan fibrik inilah yang menyebabkan konsentrasi CH₄ di fibrik tinggi.

Pada grafik CH₄ diatas di kematangan fibrik memiliki konsentrasi tinggi, hal ini dapat terjadi dikarenakan oleh beberapa sebab, ialah kondisi pasca hujan pada saat kegiatan sampling dan pada saat proses pembakaran. Kondisi pasca hujan ini menyebabkan kadar air dalam sampel tanah gambut lebih tinggi tinggi dari kondisi keringnya. Kondisi kedua ialah pada saat proses pembakaran sampel hemik, api dalam insenerator mati beberapa kali. Sehingga konsentrasi yang keluar dari *outlet* pada saat pembakaran sampel

tanah gambut menjadi terganggu. Dengan terganggunya proses pembakaran sampel ini maka emisi akan menjadi tidak konstan. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa bahan bakar yang tidak terbakar dengan sempurna mengarah pada tingkat emisi rendah[4].

4. Faktor Emisi Gas Rumah Kaca

Adapun persamaan perhitungan factor emisi Gas Rumah Kaca, sebagai berikut :

$$FE = \frac{(Q_i \times C_s \times t)}{M_{total}} \dots [Persamaan 1]$$

Dimana nilai untuk Q_i = 80 L/menit; t = 60 menit dan M_{total} = 0.002 kg. Faktor emisi sendiri memiliki satuan dalam bentuk mg Gas Rumah Kaca / satuan aktivitas tertentu [7].

Dari persamaan 1 perhitungan factor emisi seperti diatas, maka didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Perhitungan Faktor Emisi Gas Rumah Kaca dan Biomass Burning

No	Kedalaman	Parameter	Konsentrasi gas rumah kaca (mg/L)	Faktor emisi	Satuan faktor emisi
1	Fibrik (0-1 m)	CO ₂	1.064	2553.60	g CO ₂ / kg massa terbakar
		N ₂ O	0.089	213.60	g N ₂ O / kg massa terbakar
		CH ₄	0.002672	6.41	g CH ₄ / kg massa terbakar
2	Hemik (1-2m)	CO ₂	1.14	2736.00	g CO ₂ / kg massa terbakar
		N ₂ O	0.08	192.00	g N ₂ O / kg massa terbakar
		CH ₄	0.001854	4.45	g CH ₄ / kg massa terbakar
3	Saprik (2-3m)	CO ₂	1.821	4370.40	g CO ₂ / kg massa terbakar
		N ₂ O	0.085	204.00	g N ₂ O / kg

				massa terbakar
		CH ₄	0.00229	5.50
				g CH ₄ / kg massa terbakar

Hasil perhitungan menggunakan persamaan 1 diatas didapatkan hasil satuan dari faktor emisi dalam mg Gas / mg massa tanah gambut yang dibakar, Untuk FE CO₂ dari tingkat kematangan fibrik 2553.6; 2736; saprik 4370.4 g CO₂ / kg massa gambut yang dibakar. Sedangkan Untuk FE N₂O masing-masing ditiap tingkat kematangan yaitu, fibrik sebesar 213.6; hemik 192 dan saprik 204 g N₂O/kg massa gambut yang dibakar. FE CH₄ pada kematangan fibrik 6.41; hemik 4.45 dan saprik 5.5 FE g CH₄ / kg massa gambut yang dibakar.

Sebagai perbandingan seberapa besar emisi yang keluar dari lahan gambut, untuk kebakaran lahan gambut sebesar 1563 g CO₂/kg massa terbakar serta 11.8 g CH₄/kg massa terbakar [8]. Sedangkan dari pembersihan lahan biasa dengan cara tebang dan dibakar sebesar 1513 g CO₂/kg massa terbakar serta 8.17 g CH₄/kg massa terbakar [9] dan untuk pembakaran sampah mengemisikan 1453 g CO₂/kg massa terbakar serta 3.66 g CH₄/kg massa terbakar [8].

Setelah dilakukan perbandingan, Faktor Emisi CO₂ dan CH₄ terbesar berasal dari kegiatan kebakaran (tebas bakar) lahan gambut. Sebanyak 70% emisi GRK lahan gambut berasal dari kegiatan alih fungsi tanah gambut dengan system tebas bakar. Dan sisanya sebanyak 30% berasal dari perombakan bahan organik (kegiatan perkebunan, dekomposisi tanah, dsb) [10].

KESIMPULAN

Konsentrasi Gas Rumah Kaca CO₂ akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya tingkat kematangan tanah gambut. Sedangkan hal yang terjadi pada gas CO₂ ini berkebalikan dengan konsentrasi N₂O dan CH₄ yang menunjukkan bahwa semakin matang tanah gambut konsentrasi akan semakin kecil.

Faktor emisi (FE) gas rumah kaca pada kebakaran lahan gambut juga tidak berbeda dengan konsentrasi gas rumah kaca. Ketika semakin matang tanah gambut maka semakin tinggi FE CO₂. Untuk FE CO₂ dari tingkat kematangan fibrik 2553.6; hemik 2736; saprik 4370.4 g CO₂ / kg massa tanah gambut terbakar. Sedangkan untuk FE N₂O dan CH₄ juga berkebalikan dari FE CO₂, ketika semakin matang tanah gambut yang terbakar maka FE akan semakin kecil. Untuk FE N₂O masing-masing ditiap tingkat kematangan yaitu, fibrik sebesar 213.6; hemik 192 dan saprik 204 g N₂O / kg massa tanah gambut terbakar. FE CH₄ pada kematangan fibrik 6.41; hemik 4.45 dan saprik 5.5 FE g CH₄ / kg massa tanah gambut terbakar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mosier, A.R. K. F. Bronson, J.R. Freney and D.G Keerthisinghe. 1994. Use of Nitrification Inhibitors to Reduce Nitrous Oxydes from Urea Fertilized Soils. Pp. 122-129. In CH₄ and NO₂ : Global Emissions and Control from rice field and other agricultural and industrial sources. NIAES.

- [2] Agus, F. dan I.G. M. Subiksa. 2008. *Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan*. Bogor : Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF).
- [3] Widyati, Enny. 2011. *Kajian Optimasi Pengelolaan Lahan Gambut dan Isu Perubahan Iklim*. Bogor : Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi.
- [4] Syaufina, Dr. Ir. Lailam, Msc. 2008. *Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia Perilaku Api, Penyebab, dan Dampak Kebakaran*. Malang : Bayumedia Publishing.
- [5] Seinfeld, John H and Spyros N. Pandis. 2006. *Atmospheric Chemistry and Physics From Air Pollution to Climate Change Second Edition*. USA : Wiley Interscience.
- [6] Francez, Andre-Jean, Sebastien Gogo and Nathalie Josselin. 2000. *Distribution of Potential CO₂ and CH₄ Productions, denitrification and Microbial Biomass C and N in the profile of a Restored peatland in Brittany (France)*. France : Elsevier.
- [7] Soil Survey Staff. 2001. *Soil Taxonomy. A Basic System of Soils Classification for Making and Interpreting Soil Survey*. Washington DC : USDA-NRCS Agric.
- [8] Akagi, S. K, R. J Yokelson, C. Wiedinmyer, M. J Alvarado, J. S Reid, T. Karl, J. D. Crouse and P. O. Wennberg. 2011. *Emission Factors for Open and Domestic Biomass Burning for Use in Atmospheric Models*. USA : Copernicus Publications.
- [9] Gomes, Soares Neto Turibio, Fabiana Ferrari Dias, Victor Orui Saito, Edson Anselmo, Jose Carlos dos Santos. 2012. *Emission Factors for CO₂, CO and Main Hydrocarbon Gases, and Biomass Consumption in an Amazonian Forest Clearing Fire*. Brasil :
- [10] Noor, Muhammad. 2010. *Lahan Gambut Pengembangan, Konservasi, dan perubahan Iklim*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.