

EMISI KARBON PERMUKAAN TANAH PADA BEBERAPA PENGGUNAAN LAHAN DI DAERAH TROPIS (KABUPATEN BENGKULU SELATAN)

Wahyudi Febrianto Putra¹⁾, Zainal Muktamar²⁾, Sigit Sudjatmiko³⁾

¹⁾ Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam Universitas Bengkulu

²⁾ Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.

³⁾ Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

ABSTRAK

Karbon dioksida (CO₂) merupakan penyumbang utama gas rumah kaca karena jumlah emisi CO₂ selalu mengalami peningkatan. Penelitian pengukuran emisi karbon di daerah tropis sebagian besar dilakukan pada tanah-tanah organik (tanah gambut), sedangkan Indonesia didominasi oleh tanah mineral. Kabupaten Bengkulu Selatan memiliki banyak jenis penggunaan lahan, menyebabkan perlunya penelitian untuk mengukur emisi karbon permukaan tanah pada beberapa tipe penggunaan lahan di daerah tropis (Kabupaten Bengkulu Selatan). Tujuan Penelitian adalah mengukur dan menganalisis tingkat emisi CO₂ pada permukaan tanah dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi emisi CO₂ pada permukaan tanah pada beberapa jenis penggunaan lahan di daerah tropis. Lokasi penelitian di Kecamatan Seginim, Kabupaten Bengkulu Selatan, Provinsi Bengkulu. Penelitian dilakukan pada enam tipe penggunaan lahan yaitu jagung, kelapa sawit, hutan, sayuran, kopi dan karet. Metode pengukuran emisi CO₂ yang digunakan adalah titrasi asam basah (Anderson, 1982). Hasil penelitian menunjukkan emisi CO₂ lahan jagung 5,05 sebesar kg/ha/hari, kelapa sawit 5,00 kg/ha/hari, sayuran 4,97 kg/ha/hari, karet 4,81 kg/ha/hari, kopi 4,80 kg/ha/hari dan hutan 4,76 kg/ha/hari. Besarnya nilai emisi CO₂ pada lahan jagung, kelapa sawit dan sayuran disebabkan oleh pemberian pupuk pada lahan tersebut. Faktor lingkungan yang paling berpengaruh terhadap emisi CO₂ adalah kelembaban tanah dengan nilai korelasi -0,867 dan tingkat signifikan 0,025. Suhu tanah tidak memiliki korelasi yang kuat terhadap emisi CO₂ karena nilai korelasi hanya 0,373 dan tingkat signifikan 0,466.

Kata Kunci : emisi, CO₂, lahan, suhu, kelembaban, korelasi.

PENDAHULUAN

Penyebab pemanasan global karena meningkatnya emisi gas rumah kaca (GRK) yang bersumber dari tiga gas utama yaitu karbondioksida (CO₂), dinitrogen oksida (N₂O) dan metan (CH₄) yang dilepaskan dari hasil kegiatan manusia seperti penggunaan bahan bakar fosil untuk industri, transportasi, pertanian, konversi hutan dan rumah tangga (Riebeek, 2010).

Hasil penelitian Murdiyarsa, (2003) dalam dekade terakhir ini emisi CO₂ telah meningkat lebih dari dua kali lipat dari 1.400 juta ton/tahun menjadi 2.900 juta

ton/tahun, emisi CH₄ turun dari 37 juta ton/tahun menjadi 22 juta ton/tahun, sementara emisi N₂O turun sedikit dari 3,9 juta ton/tahun menjadi 3,8 juta ton/tahun.

Meningkatnya konsentrasi CO₂ disebabkan oleh pengelolaan lahan yang kurang tepat.. Menurut penelitian Paustian dkk, (2004) sektor pertanian menyumbang 10-12% dari total gas rumah kaca antropogenik, yang terdiri gas CO₂, N₂O, dan CH₄. Penelitian pengukuran emisi karbon di daerah tropis sebagian besar dilakukan pada tanah-tanah organik (tanah gambut), sedangkan Indonesia didominasi

oleh tanah mineral. Dari 188 juta ha total luas daratan Indonesia, luas lahan gambut hanya sekitar 14,9 juta ha (Ritungdkk, 2010).

Luas daratan Kabupaten Bengkulu Selatan menurut data BPS, (2017) yaitu 118.650 ha, terdiri atas hutan seluas 55.861,0 ha (47,91%), perkebunan sawit 12.500 ha (11,3%), sawah seluas 7.257 ha (6,23%), karet 4.100 ha (3,4%), lahan Kopi 1.345 ha (1,2%), lahan terbuka/ semak belukar seluas 548,5 ha (0,47%). Banyaknya jenis penggunaan lahan di Kabupaten Bengkulu Selatan dan minimnya penelitian emisi CO₂ di tanah mineral jika dibandingkan dengan jumlah penelitian emisi CO₂ di tanah organik, menyebabkan perlunya penelitian untuk mengukur emisi karbon permukaan tanah pada beberapa tipe penggunaan lahan di daerah tropis (Kabupaten Bengkulu Selatan).

Adapun tujuan dari penelitian adalah mengukur dan menganalisis tingkat emisi CO₂ pada permukaan tanah pada beberapa jenis penggunaan lahan. menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi emisi CO₂ pada permukaan tanah pada beberapa jenis penggunaan lahan di daerah tropis

METODE PENELITIAN

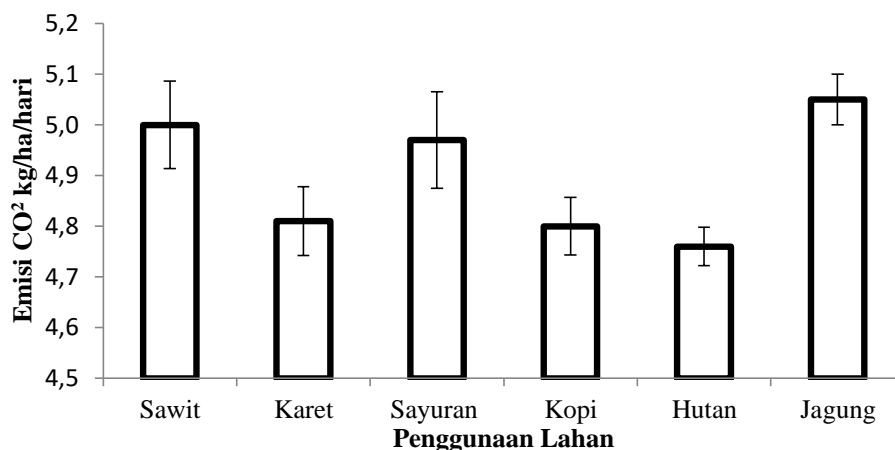
Penelitian dilaksanakan pada bulan Nopember – Desember 2018, di Kecamatan Seginim, Kabupaten Bengkulu Selatan dan di Labortarium Ilmu tanah Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu. Ada enam tipe lahan yang dijadikan sampel penelitian yaitu kelapa sawit, karet, hutan, jagung, sayuran dan kopi. Pengukuran emisi CO₂ dilakukan selama enam minggu dengan menggunakan metode titrasi asam basah (Anderson, 1982). Data ditampilkan dalam bentuk grafik dan dianalisis dengan

korelasi pearson menggunakan aplikasi SPSS 25.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai rata-rata emisi CO₂ untuk setiap lahan dari yang terbesar sampai yang terkecil adalah lahan pertanian jagung 5,05 kg/ha/hari, kelapa sawit 5,00 kg/ha/hari, sayuran 4,97 kg/ha/hari, karet 4,81 kg/ha/hari, kopi 4,80 kg/ha/hari dan hutan 4,76 kg/ha/hari (Gambar1).

Besarnya nilai emisi CO₂ di lahan pertanian jagung, sawit dan sayuran disebabkan oleh pengaruh penggunaan pupuk pada lahan tersebut. Dosis pemupukan pada lahan jagung adalah (300 kg Urea, 200 kg NPK, dan 100 kg TSP)/ha yang dilakukan pada saat jagung berumur 10 HST, pada lahan sawit dosis pemupukan (150 kg urea, 100 kg NPK, dan 50 kg TSP)/ha, dan pada lahan sayuran pemupukan dilakukan dengan dosis (150 kg urea dan 100 kg NPK)/ha, sedangkan pada lahan karet, kopi dan hutan tidak dilakukan pemupukan saat penelitian dilakukan. Pemupukan N mengakibatkan akar tanaman melakukan respirasi lebih cepat sehingga produksi karbon yang dihasilkan oleh tanaman tersebut akan meningkat. Hasil penelitian Chu dkk, (2007) menunjukkan bahwa pemupukan N secara umum meningkatkan total emisi CO₂ pada tanaman, hal ini disebabkan karena meningkatnya respirasi akar akibat meningkatnya pertumbuhan tanaman karena pemupukan N. Penelitian lainnya yang dilaksanakan oleh Serrano dkk, (2011) di laboratorium juga menunjukkan bahwa penambahan urea secara signifikan meningkatkan emisi CO₂. Penambahan urea juga dapat memicu meningkatkan emisi CO₂ akibat aktivitas mikroba tanah meningkat dan hidrolisis urea juga menghasilkan CO₂.



Gambar 1. Nilai rata-rata emisi CO₂ setiap lahan.

Pengolahan tanah secara intensif pada lahan jagung dan sayuran mengakibatkan oksidasi bahan organik berjalan dengan cepat, sehingga meningkatkan pelepasan gas CO₂ ke atmosfer. Pengolahan tanah intensif pada lahan jagung dan sayuran berpengaruh terhadap tingginya nilai emisi CO₂ pada kedua lahan tersebut. Menurut penelitian Putri, dkk (2014) pada sistem olah tanah intensif kondisi lingkungannya mendukung aktivitas mikroba dalam merombak bahan organik. Semakin tinggi aktivitas mikroba tanah semakin cepat proses dekomposisi bahan organik berlangsung, sehingga mineralisasi unsur berlangsung cepat, termasuk pelepasan emisi CO₂ ke udara.

Tingginya emisi CO₂ pada lahan jagung, sawit dan sayuran juga disebabkan oleh lapisan tajuk tanaman yang sedikit pada lahan tersebut. Tajuk tanaman yang sedikit atau tidak berlapis pada lahan menyebabkan radiasi matahari terpapar secara langsung ke permukaan tanah, secara terus menerus. Sebaliknya pada lahan hutan radiasi matahari tidak terpapar langsung ke permukaan tanah disebabkan oleh tajuk tanaman yang berlapis pada lahan hutan serta terdapat banyak serasah di atas permukaan tanah yang dihasilkan oleh tumbuhan yang ada di lahan hutan campuran. Pada lahan karet terdapat banyak serasah di bawah pohon karet yang menghalangi radiasi matahari ke permukaan tanah, begitu juga pada lahan kopi radiasi matahari terhalang oleh tanaman sengon yang ada di sekeliling lahan kopi. Radiasi

matahari pada permukaan tanah memicu respirasi akar dan mikroorganisme di dalam tanah untuk melepaskan CO₂ melalui proses respirasi. Hal ini sama dengan penelitian Sumawita dkk, (2012) besarnya emisi CO₂ ditentukan oleh aktivitas respirasi tanaman dan mikroorganisme pada lahan tersebut.

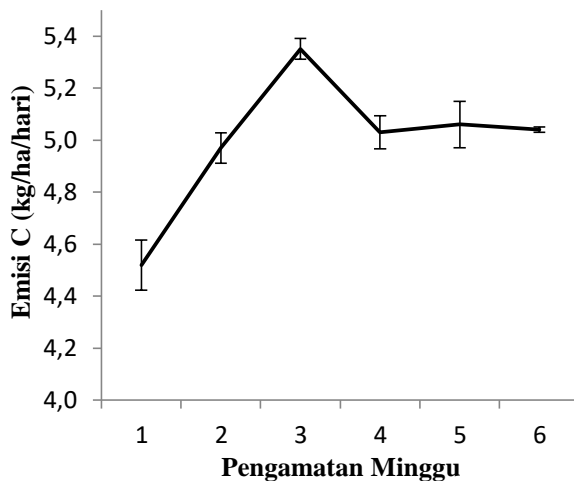
Secara umum fluktuasi emisi CO₂ yang terjadi pada masing-masing lahan tidak terlalu besar mengikuti fluktuasi suhu pada lahan walaupun tidak secara konsisten, pada minggu pertama pada masing-masing lahan nilai emisi CO₂ kecil dan meningkat pada minggu ke-2 dan ke-3 (gambar 2, 3, 4, 5, 6, dan 7). Lahan hutan fluktuasi emisi CO₂ paling stabil dibandingkan lahan-lahan lainnya. Rendahnya emisi CO₂ minggu ke-1 dipengaruhi oleh faktor lingkungan terutama faktor intensitas hujan yang tinggi yaitu terjadi pada saat malam sebelum penelitian dan berapa jam setelah botol film diletakan pada masing-masing lahan. Curah hujan yang tinggi pada saat penelitian (data BMKG 2018) meningkatkan kelembaban tanah. Emisi karbon dari tanah sangat berfluktuasi tergantung banyak faktor di antaranya iklim, tanah dan hidrologis.

Tingginya peningkatan emisi CO₂ lahan kelapa sawit dan sayuran pada minggu ke-3 dipengaruhi oleh pemupukan pada lahan tersebut yang dilakukan pada minggu ke-2. Penelitian Saleh dkk, (2007) juga menunjukkan pemupukan minggu ke-8 pada lahan sayuran berpengaruh terhadap

meningkatnya jumlah emisi CO₂ pada minggu ke-9.

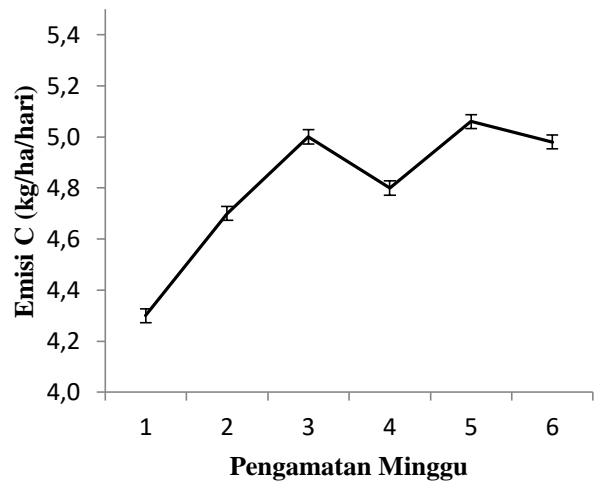
Suhu Tanah

Selama penelitian dilakukan nilai rata-rata suhu untuk setiap lahan yaitu sayur 30,56 °C, sawah 30,50 °C, kopi 28 °C, karet 27,72 °C, sawit 27,69 °C, dan hutan 26,72 °C. Selisih antara suhu rata-rata lahan yang tertinggi yaitu lahan sayur dan terendah lahan hutan adalah sebesar 3,84 °C (Gambar 8). Tingginya suhu pada lahan sayur dan sawah disebabkan oleh tajuk tanaman yang sedikit pada lahan sehingga permukaan tanah terpapar langsung dengan radiasi sinar matahari, berbeda dengan lahan hutan yang memiliki tajuk tanaman yang berlapis sehingga permukaan tanah pada lahan hutan tidak tergantung radiasi sinar matahari.

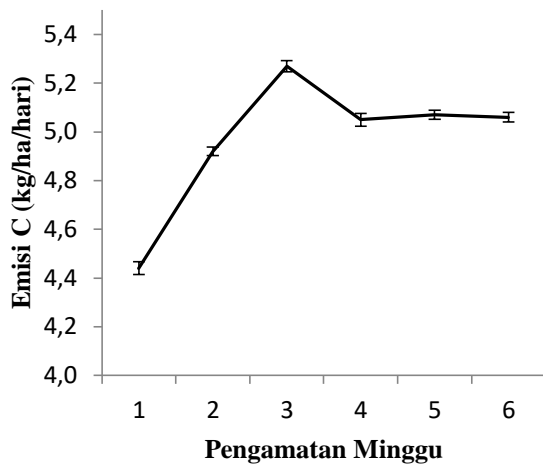


Gambar 2 Fluktuasi emisi CO₂ pada lahan kelapa sawit

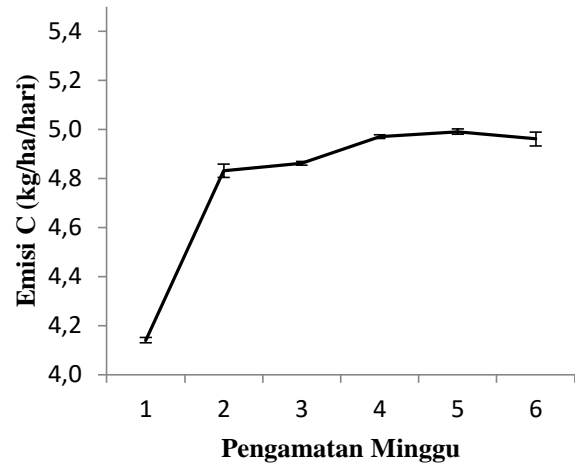
Suhu tanah pada lahan sayuran cukup fluktuatif karena perbedaan suhu terendah (28°C) pada minggu ke-1 dengan suhu tertinggi (32 °C) pada minggu ke-4 yaitu 4 °C (gambar 10). Berbeda jauh dengan suhu tanah pada lahan hutan yang tidak fluktuatif atau stabil selama 6 minggu pengamatan. Suhu pada minggu ke-1 rendah diakibatkan karena cuaca mendung atau berawan saat pengukuran. Fluktuasi suhu pada lahan sayuran, jagung, dan sawit sangat bergantung pada faktor eksternal dikarenakan jumlah tajuk tanaman yang sedikit. Berbeda dengan lahan hutan yang memiliki tajuk tanaman yang berlapis sehingga fluktuasi suhu pada lahan hutan tidak terlalu bergantung pada faktor eksternal.



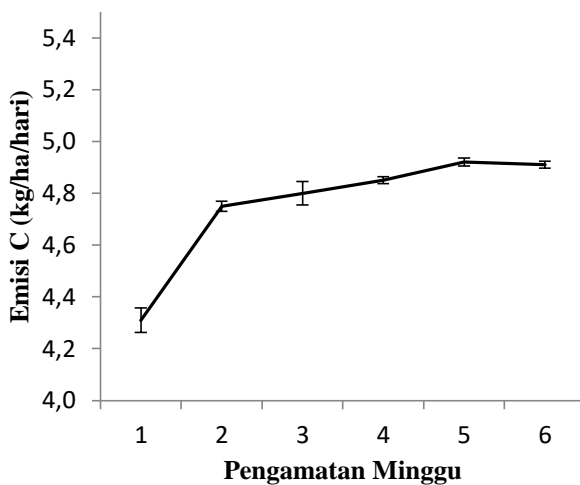
Gambar 3 Fluktuasi emisi CO₂ pada lahan karet.



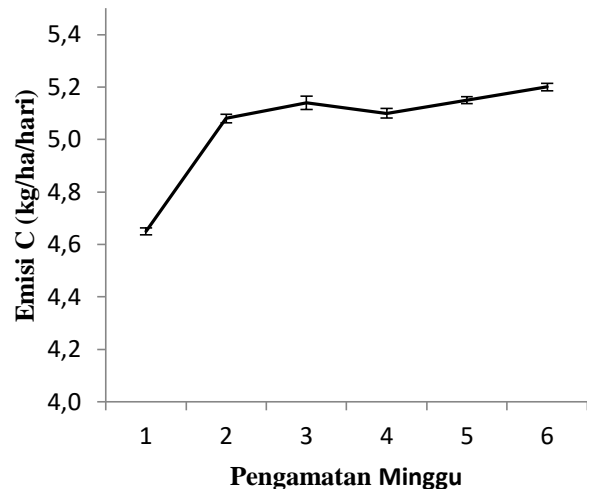
Gambar 4 Fluktuasi emisi CO₂ pada lahan sayuran.



Gambar 5 Fluktuasi emisi CO₂ pada lahan kopi.



Gambar 6 Fluktuasi emisi CO₂ pada lahan hutan.



Gambar 6 Fluktuasi emisi CO₂ pada lahan hutan.

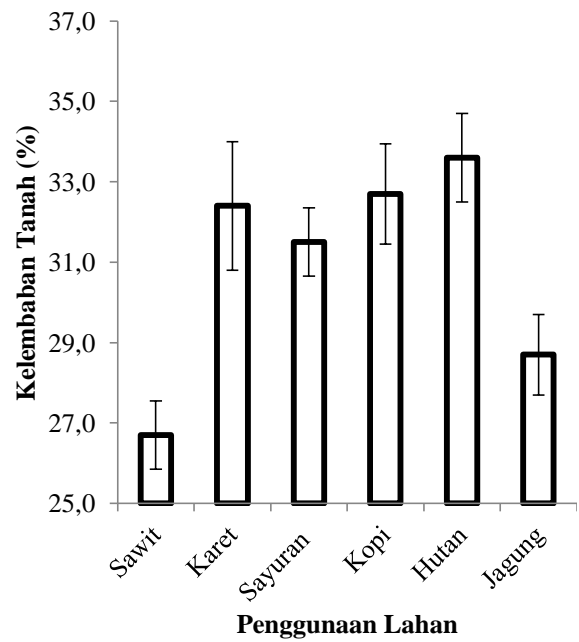
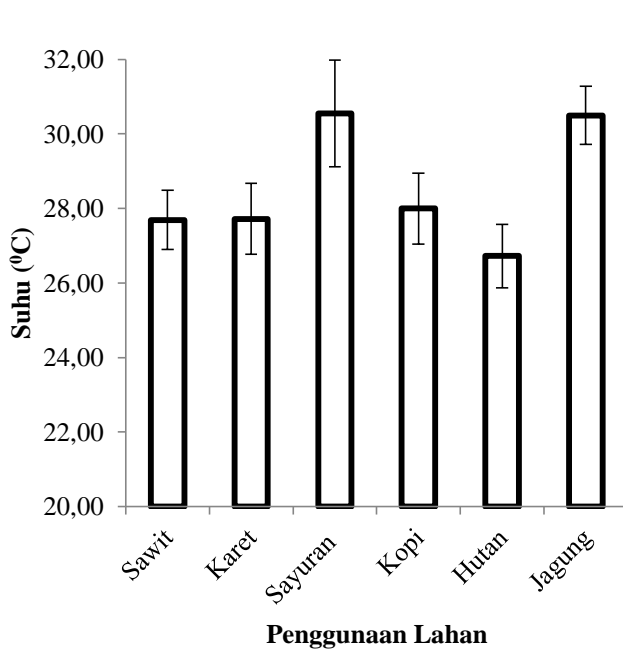
Kelembaban tanah

Kelembaban tanah rata-rata pada masing-masing lahan adalah hutan 33,6%, kopi 32,7%, karet 32,4%, sayuran 31,5%, jagung 28,7%, dan sawit 26,7%. Selisih antara lahan dengan kelembaban tanah terbesar (hutan) dan terkecil (sawit) adalah 6,9% (Gambar 9). Kelembaban tanah yang tinggi pada lahan hutan selain di pengaruhi oleh faktor curah hujan juga dipengaruhi oleh banyaknya akar tumbuhan pada lahan hutan yang berfungsi untuk menahan air. Tutupan lahan yang lebat pada lahan hutan juga berpengaruh terhadap kelembaban karena

tutupan lahan yang lebat menghalangi radiasi sinar matahari terpapar langsung ke permukaan tanah sehingga kelembaban tanah akan relatif stabil. Berdasarkan Gambar 11. lahan jagung, sayuran dan sawit memiliki kelembaban tanah yang paling fluktuatif, sedangkan lahan hutan memiliki kelembaban tanah yang tidak fluktuatif jika dibandingkan dengan kelembaban tanah pada lahan-lahan lainnya. Tingginya kelembaban tanah pada minggu ke-1 dan ke-4 disebabkan oleh curah hujan tinggi terjadi pada malam sebelum pengukuran

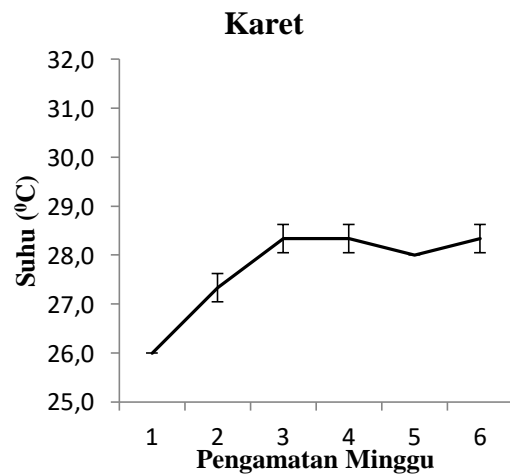
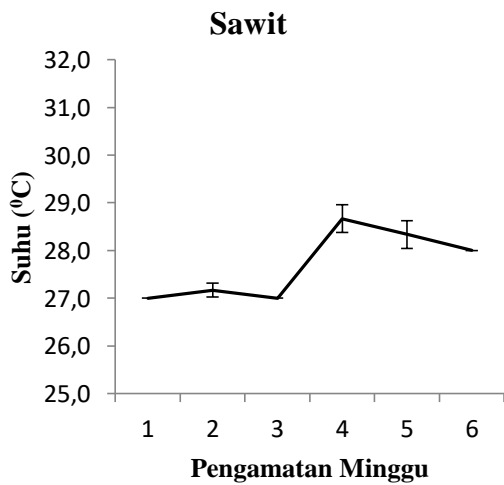
kelembaban tanah diminggu tersebut.

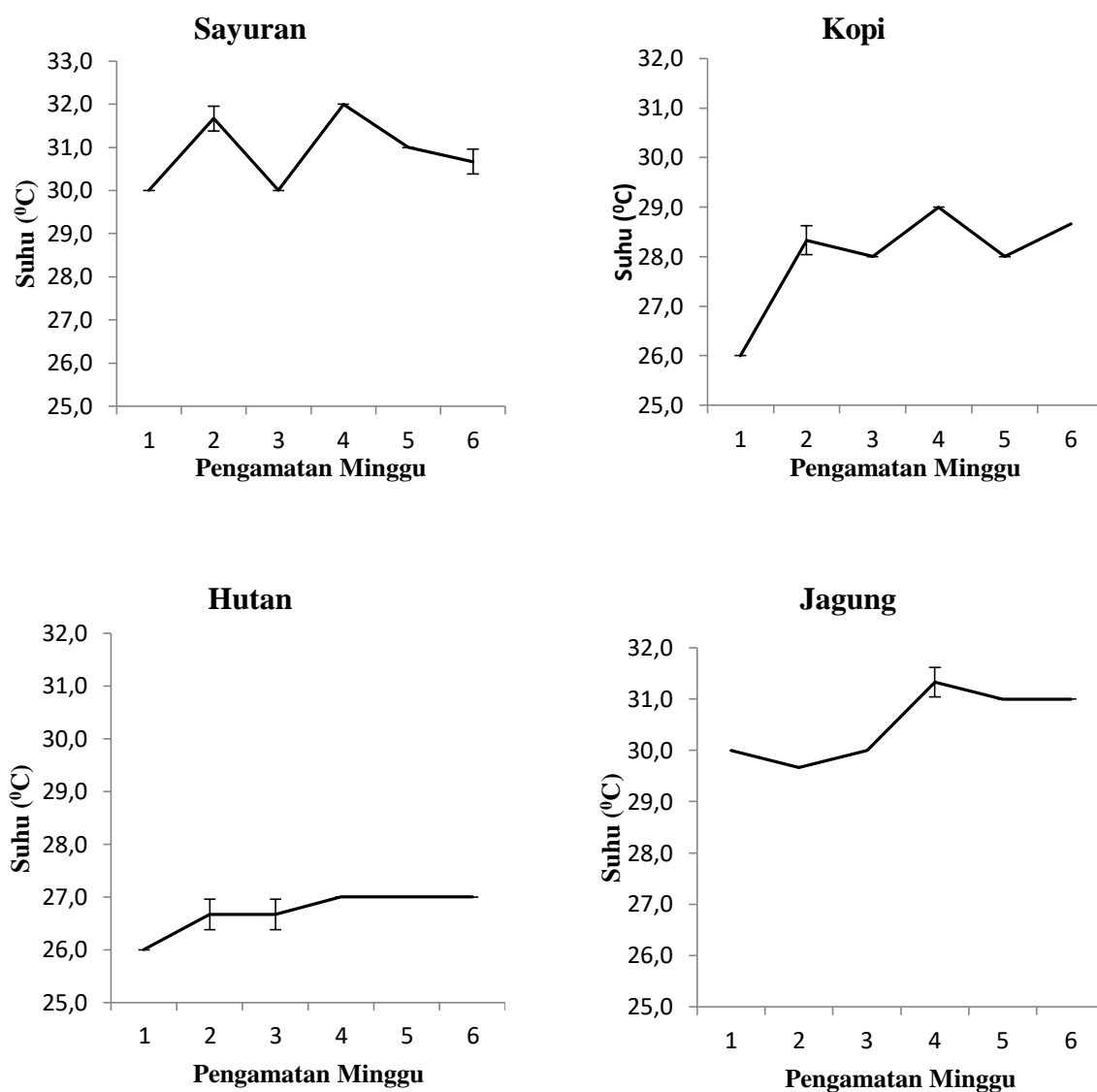
Kelembaban tanah pada lahan hutan



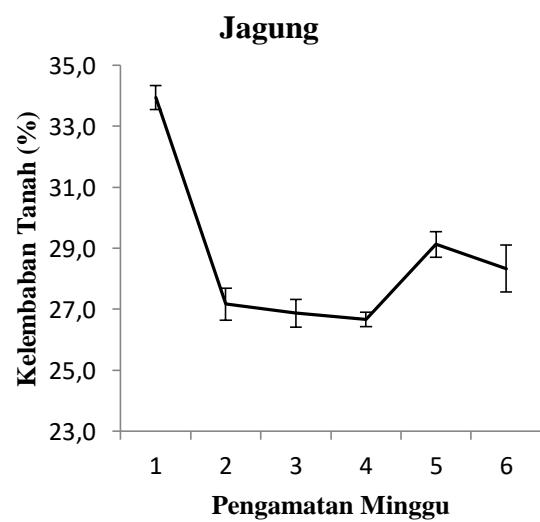
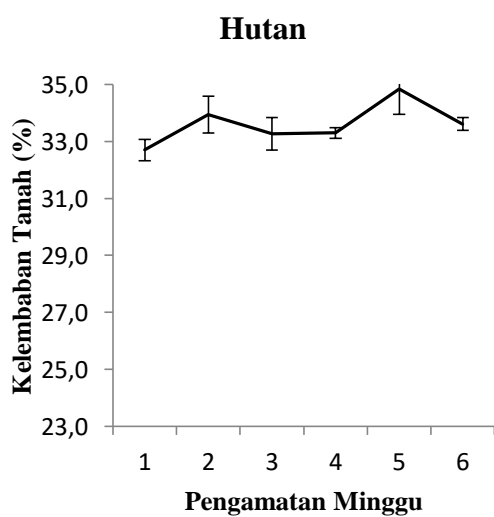
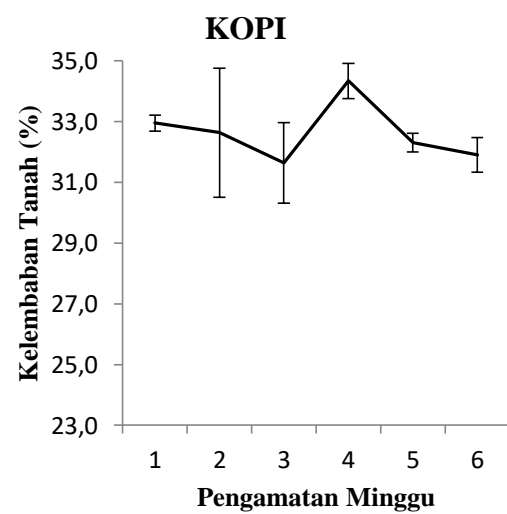
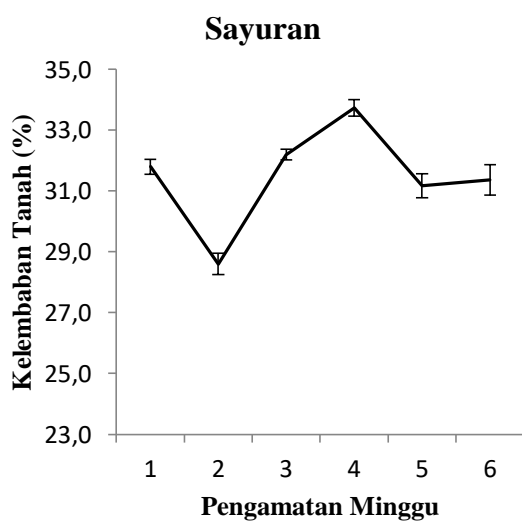
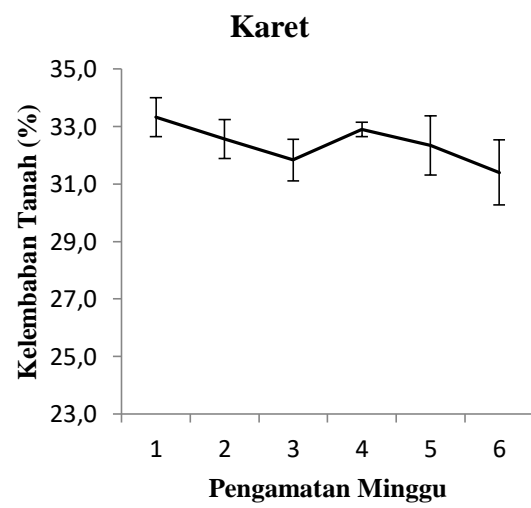
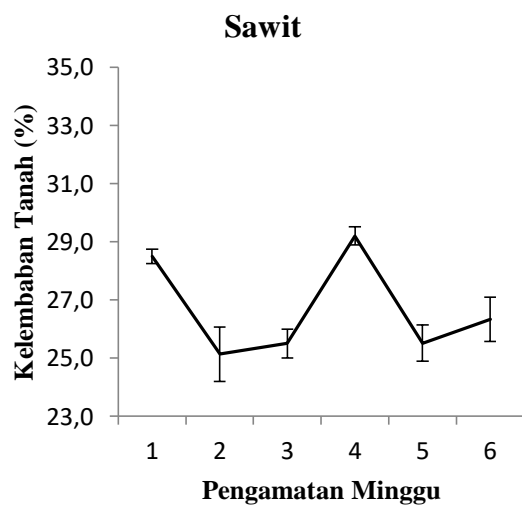
Gambar 8.Suhu tanah rata-rata setiap lahan

Gambar 9. Kelembaban Tanah rata-rata





Gambar 10. Fluktuasi suhu tanah pada masing-masing lahan



Gambar 11. Fluktuasi kelembaban tanah pada masing-masing lahan

Berat Volume Tanah

Hasil pengukuran BV tanah pada masing-masing lahan menunjukkan bahwa tanah dari masing-masing lahan dalam keadaan baik karena BV tanah di bawah $1,6 \text{ gr/cm}^3$ (Tabel 1). Menurut Dharmawansyah dan Kurniawan, (2007) pertumbuhan akar tanaman akan terhambat pada tanah-tanah yang mempunyai berat volume lebih dari $1,6 \text{ gr/cm}^3$, perkembangan akar akan terhenti pada tanah yang mempunyai berat volume antara 1,7 hingga $1,9 \text{ gr/cm}^3$.

pH Tanah

Secara umum pH tanah pada lahan dalam keadaan baik dengan nilai pH 5-6, kecuali pada lahan jagung yang tergolong asam dengan pH di bawah 5 yaitu 4,88. Rendahnya nilai pH pada lahan jagung dipengaruhi oleh pemupukan N yang tinggi pada lahan tersebut. Menurut Setyowati (2007), nitrogen tanah yang berasal dari pupuk, bahan organik, sisa hewan, fiksasi N oleh leguminose dapat menyebabkan tanah lebih masam.

Tabel 1 Sifat fisika-kimia tanah pada setiap lahan

Sifat Tanah	Tipe Penggunaan Lahan					
	Sawit	Karet	Sayuran	Kopi	Hutan	Jagung
BV (gr/cm^3)	1,47	1,30	1,28	1,25	1,07	1,32
pH	5,67	5,16	5,59	5,20	5,82	4,88

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Emisi CO_2

Suhu tidak memiliki korelasi yang kuat dengan emisi CO_2 , nilai (r) korelasi pearson suhu dengan emisi karbon CO_2 adalah 0,373 (Tabel2). Rendahnya pengaruh suhu terhadap emisi CO_2 dikarenakan jarak suhu terendah dan tertinggi pada lahan tidak terlalu jauh hanya berkisar $3,8 \text{ }^\circ\text{C}$. Hasil penelitian Agus dkk, (2009) menunjukkan suhu bukan merupakan faktor dominan yang berpengaruh terhadap laju emisi, hal ini bisadisebabkan saat pengukuran di lapangan perbedaan suhu antar titik pengukuran tidak terlalu nyata. Hal ini umum terjadi di daerah tropika, dimanakisaran suhu maksimum dan minimum tidak terlalu lebar.

Penelitian emisi CO_2 di Negara yang memiliki iklim ekstrim, suhu berpengaruh terhadap emisi CO_2 . Hal ini dibuktikan oleh penelitian Chen dkk, (2017) di Tiongkok korelasi suhu dan emisi CO_2 memiliki hubungan yang linear dengan nilai $R^2 = 0,77$. Penelitian tersebut suhu terendah tanah ada-

lah $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ sedangkan suhu tertingginya adalah $30 \text{ }^\circ\text{C}$ sehingga terdapat selisih yang jauh antara suhu terendah dan tertinggi yaitu $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Emisi CO_2 dengan

Kelembaban tanah memiliki korelasi negatif yang sangat kuat dengan nilai $r = -0,867$ dan memiliki pengaruh yang signifikan dengan nilai $t = 0,025$. Korelasi negatif yang sangat kuat antara emisi CO_2 dengan kelembaban tanah dikarenakan kelembaban tanah yang tinggi pada setiap lahan yaitu di atas 25% yang diakibatkan oleh curah hujan yang tinggi selama penelitian. Kelembaban tanah yang tinggi akan menyebabkan proporsi udara pada tanah berkurang sehingga akan memperlambat respirasi akar dan mikroorganisme di dalam tanah. Penelitian Chadirin dkk, (2016) penurunan emisi CO_2 menjadi sekitar $1-2 \text{ mmol/m}^2/\text{s}$ terjadi secara tiba-tiba saat terjadi kenaikan kelembaban tanah dari 25% ke 28% yang disebabkan hujan, dimana pori tanah terisi oleh air sehingga aerasi berkurang.

Berat volume memiliki korelasi yang cukup kuat terhadap emisi CO_2 dengan nilai

$r = 0,745$ walaupun pengaruhnya tidak signifikan karena nilai $t = 0,089$. Korelasi yang cukup kuat antara berat volume dengan emisi karbon disebabkan oleh, berat volume tanah yang tinggi mengakibatkan kelembaban tanah berkurang karena jumlah pori pada tanah yang sedikit. Kerapatan tanah yang meningkat dapat menyebabkan ruang pori tanah mengecil sehingga menyebabkan kelembaban tanah menjadi rendah (Krull dkk, 2008).

Tingkat keasaman tanah atau pH tanah memiliki korelasi negatif dengan emisi CO_2 walaupun korelasinya tidak kuat karena nilai $r = -0,324$, pengaruh pH tanah terhadap emisi CO_2 tidak signifikan karena nilai $t = 0,531$. Korelasi negatif pH dengan CO_2 disebabkan oleh pemupukan N pada suatu lahan akan menurunkan pH lahan tersebut, sehingga emisi CO_2 pada lahan tersebut akan meningkat.

Tabel 2. Korelasi emisi CO_2 dengan faktor-faktor yang mempengaruhi (SPSS 25)

		Emisi CO_2	Suhu	Kelembaban	BV	pH
Emisi CO_2	Pearson Correlation (r)	1	0,373	-,867*	0,745	-0,324
	Sig. (2-tailed) (t)		0,466	0,025	0,089	0,531
	N	6	6	6	6	6

KESIMPULAN

Lahan jagung menghasilkan emisi CO_2 paling tinggi sedangkan lahan hutan menghasilkan emisi CO_2 terendah. Tingginya emisi CO_2 pada lahan jagung dipengaruhi oleh pemupukan, tajuk tanaman yang sedikit dan pengolahan tanah yang intensif pada lahan tersebut. Faktor lingkungan yang paling berkorelasi signifikan terhadap laju emisi CO_2 adalah kelembaban tanah, sedangkan suhu tidak memiliki korelasi yang kuat terhadap emisi CO_2 .

DAFTAR PUSTAKA

Anderson, J.P.E. 1982. Soil Respiration. In: A.L Page, R.H. Miller ; D.R. Keeney (eds). Method of Soil Analysis Part 2, Chemical and Microbiological Properties. Madison : Soil Science Society of America, Inc Publisher.

Chadirin, S., K Saptomo, dan Rudiyanto. 2016. Lingkungan Biofisik dan Emisi Gas CO_2 Lahan Gambut untuk Produksi Biomassa yang Berkelanjutan. Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut

Pertanian Bogor. Bogor. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI), Agustus 2016 Vol. 21 (2): 146–151.

- Chen, Z., Y. Xu., J. Fan., H. Yu., dan W. Ding. 2017. Soil autotrophic and heterotrophic respiration in response to different N fertilization and environmental conditions from a cropland in Northeast China. University of Chinese Academy of Sciences. Beijing. China. Journal Soil Biology & Biochemistry 110 (2017) 103-115.
- Chu H., Y Hosen., and K. Yagi. 2007. NO , N_2O , CH_4 and CO_2 fluxes in winter barley field of Japanese Andisol as affected by N fertilizer management. Soil Biology & Biochemistry 39 : 330–339
- Davidson E.A, Janssens A. 2006. Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. Nature 440, 165-173.
- Kirk, G. 2004. The Biogeochemistry of Submerged Soils. John Wiley & Sons, Ltd. 291 hal.
- Kirkham, M.B. 2011. Elevated carbon dioxide: impact in soil and plant

- water relationship. Tailor and Francis Group.
- Luo Y and Zhou X. 2006. Soil Respiration and the Environment. Academic Press/ Elsevier, San Diego, CA, USA, pp328.
- Murdiyarso, D. 2003. Sepuluh Tahun Perjalanan Konvensi Perubahan Iklim. Kompas. Jakarta.
- Rastogi, M., Singh, S., and Pathak, H. 2002. Emission of carbon dioxide from soil. *Current Science* 82(5): 510-517.
- Rinnan R, Silvola J, Martikainen P.J. 2003. Carbon dioxide and methane fluxes in boreal peatland microcosms with different vegetation cover-effects of ozone or ultraviolet-B exposure. *Oecologia*. 137: 475-483.