

EMISI CO₂ PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) YANG DITUMPANGSARIKAN DENGAN TANAMAN PANGAN FASE BERBEDA DI TANAH MINERAL

*(CO₂ Emissions in Oil Palm (*Elaeis Guineensis* Jacq.) that Intercropped with Food Crops of Different Phases In the Mineral Soil)*

MUHAMMAD MISBAHUDDIN, ERVINA ARYANTI, ENDAH PURNAMASARI, INDAH PERMANASARI, MOKHAMAD IRFAN DAN AHMAD TAUFIQ ARMINUDIN

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. H.R. Soebrantas No. 155 KM 15 Simpang Baru Panam Pekanbaru Riau 28293
Email: misbahyupz@gmail.com HP : 085375222627

ABSTRACT

Land that changed into oil palm plantations accused of contributing greenhouse gas emissions (GHG) included in the mineral soil, therefore it is very important to gather information in mineral soil CO₂ emissions to support mitigation and adaption to climate change. The purpose of this research is determine the CO₂ emissions in the oil palm plantations planted crops in the vegetative and generative phase, as well as to determine the ratio of CO₂ emissions in the oil palm plantations planted crops in the vegetative stage and generative phase. This research was conducted in November 2015 to February 2016 in Subdistrict of Tambang, District of Kampar, Riau Province. The method used in this research was Random Block Design with four treatments and replications. The treatment was planting methods that consist of oil palm without intercropping system, oil palm-corn, oil palm-soy bean, oil palm-intercropping corn soy bean. The research showed that CO₂ emissions in the oil palm plantation intercropped with crops (corn and soybeans) in the vegetative phase showed no significantly different. Comparison large of CO₂ emissions indicated oil palm-corn vegetative phase.

Keywords: carbon dioxide (CO₂), intercropping, mineral soil, oil palm plantations

PENDAHULUAN

Lahan pertanian di Indonesia sebagian besar (78% dari total lahan pertanian) berupa tanah mineral (Mulyani dkk., 2004). Oleh karena itu, sangat penting untuk mengumpulkan informasi emisi CO₂ pada tanah mineral tropis sebagai bagian dari usaha pengumpulan data (*inventory*) mendukung kegiatan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Menurut Lal (2004) penipisan karbon organik tanah (KOT) secara global memberikan kontribusi CO₂ ke atmosfer sebesar 78±12 Pg C (Pg = petagram = 10¹⁵ g). Penipisan KOT dapat terjadi akibat erosi yang disebabkan degradasi, penyalahgunaan dan salah kelola tanah.

Penyebab utama dari perubahan iklim diidentifikasi berasal dari emisi gas rumah kaca yang berasal dari aktivitas manusia. Aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, perubahan pada penggunaan lahan, pertumbuhan populasi menyebabkan pertumbuhan akumulasi gas rumah kaca di atmosfer. Areal yang berpotensi untuk perluasan perkebunan kelapa sawit tidak saja lahan mineral, tetapi juga lahan gambut, lahan semak belukar, serta lahan alang-alang, dan

lahan hutan primer. Namun, pemanfaatan lahan primer, terutama hutan gambut, akan menyebabkan tingginya emisi gas rumah kaca (GRK), terutama CO₂ (Agus et al. 2009). Tingkat emisi gas rumah kaca (GRK) di Indonesia terus meningkat, berdasarkan skenario *Second National Communication* (SNC) tingkat emisi di Indonesia diperkirakan akan meningkat dari 1,71 Gton CO₂ pada tahun 2000 menjadi 2,95 Gton CO₂ pada tahun 2020 (RAN-GRK, 2010).

Indonesia dan beberapa negara lain di daerah tropis, terutama Malaysia, Papua New Guinea dan Brunei Darussalam selain mempunyai tanah gambut (*histosols*) juga mempunyai tanah mineral (*kering*). Tanah gambut menyimpan karbon jauh lebih besar dari pada tanah-tanah mineral. Disamping tanah gambut, Indonesia juga memiliki tanah mineral yang menyimpan karbon. Karbon yang tersimpan di dalam biomasa tanaman bisa melebihi karbon yang tersimpan di dalam tanah, tergantung jenis dan kerapatan tutupan tanaman pada lahan tersebut. Konsentrasi karbon di dalam tanah gambut berkisar antara 30-70 g/dm³ atau 30-70 kg/m³ atau setara dengan 300-700 ton/ha/m. Dengan demikian, apabila tanah gambut mempunyai ketebalan

10 m, maka cadangan karbon di dalamnya adalah sekitar 3.000-7.000 ton/ha. Pada lahan kering, jumlah cadangan karbon pada lapisan tanah 0-1m berkisar antara 20 sampai 300 ton/ha, tetapi pada kedalaman lebih dari 1 m jumlah karbon yang tersimpan sudah sangat rendah sehingga dapat diabaikan (Agus dkk., 2011).

Penelitian emisi CO₂ atau fluks CO₂ dari tanah mineral di Indonesia masih jarang dilakukan. Banyak anggapan bahwa fluks CO₂ yang dihasilkan dari tanah gambut jauh lebih besar dari tanah mineral karena kandungan karbon tanah gambut jauh lebih tinggi dibandingkan tanah mineral. Kadar karbon yang tinggi di lahan gambut dianggap sebagai sumber potensial emisi CO₂ ke atmosfer sebagai hasil proses dekomposisi. Namun, hasil penelitian Sumawinata (2012) menunjukkan bahwa CO₂ yang diemisikan dari tanah gambut pada area terbuka (tanpa vegetasi) dengan pengukuran selama satu tahun ialah sebesar 11.06 ton CO₂/ha/tahun tidak jauh berbeda dengan yang diemisikan dari tanah mineral berbahan organik rendah tanpa tanaman dan serasah yaitu sebesar 144.90 mg CO₂/m²/jam setara 12.69 ton CO₂/ha/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa tanah gambut tidak mesti menghasilkan fluks CO₂ yang lebih tinggi dari tanah mineral (Saleh, 2014).

Potensi ruang tumbuh di antara tegakan kelapa sawit cukup besar dan sampai saat ini keberadaannya belum dimanfaatkan secara maksimal. Luas perkebunan kelapa sawit yang mencapai jutaan hektar dapat dimanfaatkan untuk pertanaman tanaman pangan secara tumpangsari (Sarwendah, 2015). Sistem tanam tumpangsari adalah salah satu usaha sistem tanam dimana terdapat dua atau lebih jenis tanaman yang berbeda ditanam secara bersamaan dalam waktu relatif sama atau berbeda dengan penanaman berselang-seling dan jarak tanam teratur pada sebidang tanah yang sama (Permanasari dan Kastono, 2012).

Kedelai dan jagung adalah tanaman semusim, fase vegetatif tanaman kedelai pada umur 21 HST sampai 35 HST dan generatif umur 36 HST ke atas merupakan fase mulai berbentuk bunga dan polongan sampai panen, sedangkan pada tanaman jagung fase vegetatif pada umur ±35 HST dan umur 45-55 HST fase generatif (Ezward, 2010). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui emisi karbon dioksida (CO₂) serta untuk mengetahui perbandingan emisi karbon dioksida (CO₂) pada perkebunan kelapa sawit yang ditanami jagung, kedelai, tumpangsari jagung kedelai

dan tanpa ditanami (bera) pada fase vegetatif dengan generatif.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2015 hingga Februari 2016 di kebun kelapa sawit masyarakat yang terletak di Kelurahan Kualu, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar terletak pada titik koordinat 101° 17' 22" BT dan 0° 26' 56" LU. Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: *Infra Red Gas Analyzer* (IRGA) tipe LI-820, sungkup gas dari pipa PVC berdiameter 25.5 cm dan tinggi 25 cm. Pengukuran IRGA dilengkapi alat penunjang seperti baterai 12 V, pompa udara 12 V, filter udara, manometer, data logger atau laptop, selang, meteran, kipas, thermometer, parang, dan tali rafia. Bahan yang digunakan adalah benih kedelai varietas Grobogan, benih jagung varietas Bonanza F1, dolomit, pupuk kandang, UREA, TSP, KCl dan tanaman kelapa sawit belum menghasilkan (TBM).

Metode yang digunakan pada adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari empat perlakuan dan empat kelompok sehingga didapat 16 ulangan, emisi gas CO₂ tanpa tanaman (bera), emisi gas CO₂ pada tanaman jagung, emisi gas CO₂ pada tanaman kedelai, emisi gas CO₂ pada tanaman jagung dan kedelai di sela kelapa sawit. Pengukuran emisi gas rumah CO₂ dilaksanakan pada minggu kelima (fase vegetatif) dan minggu kedelapan (fase generatif) atau dua minggu sebelum panen monokultur jagung, monokultur kedelai dan tumpangsari jagung kedelai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Cuaca Kota Pekanbaru Pada Saat Penelitian

Rata-rata temperatur selama pengukuran emisi CO₂ yaitu 26,1 °C – 27,6 °C, dan rata-rata curah hujan pada bulan Oktober 2015 s/d Januari 2016 berkisar 64,7 – 411,4 mm/hari. Temperatur udara dan curah hujan merupakan faktor utama dalam menentukan iklim suatu wilayah. Semakin tinggi suatu tempat maka temperatur semakin rendah. Rata-rata kelembaban pada saat penelitian 80% - 85%. Kelembaban udara ditentukan oleh jumlah uap air yang terkandung di dalam udara. Werner (2007), menyatakan bahwa kelembaban udara berhubungan linier dengan besarnya fluks CO₂ yang dilepaskan dari tanah. Kondisi tanah di lahan penelitian rata-rata pH tanah 5,34. Vegetasi sekitar lahan penelitian berupa gulma antara lain putri malu,

rumpun teki, ilalang dan tumbuhan merambat. Jarak tanam antar kelapa sawit 8x9 m dengan panjang kanopi 2 m, sehingga terdapat 75% ruang terbuka diantara tegakan kelapa sawit belum menghasilkan.

Hasil Emisi Karbon Dioksida CO₂

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan bera, monokultur jagung, monokultur kedelai dan tumpangsari jagung kedelai pada perkebunan kelapa sawit tidak berbeda nyata terhadap emisi karbon dioksida (CO₂) pada fase vegetatif dan fase generatif. Hasil pengukuran emisi karbon dioksida pada fase vegetatif perlakuan tumpangsari jagung kedelai sebesar 16,07 ton/ha/bln, perlakuan monokultur jagung sebesar 14,09 ton/ha/bln, perlakuan monokultur kedelai sebesar 13,37 ton/ha/bln, perlakuan bera sebesar 9,59 ton/ha/bln. Pada fase generatif perlakuan tumpangsari jagung kedelai sebesar 10,92 ton/ha/bln, perlakuan bera sebesar 8,47 ton/ha/bln, perlakuan monokultur jagung sebesar 8,14 ton/ha/bln, perlakuan monokultur kedelai sebesar 7,98 ton/ha/bln.

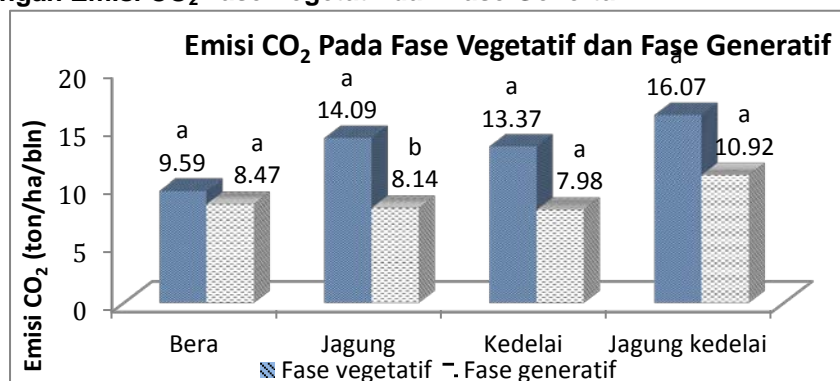
Nilai emisi karbon dioksida yang tinggi pada fase vegetatif disebabkan pada minggu keempat dilakukan pemberian pupuk Urea, TSP, dan KCl. Pengaruh pemupukan tersebut dapat meningkatkan respirasi akar yang mengarah terhadap tingginya emisi karbon

dioksida yang dihasilkan, sesuai dengan penelitian Iqbal dkk. (2009), aplikasi pupuk nitrogen dapat menyebabkan peningkatan produksi gas CO₂. Menurut Dariah dkk. (2013) pemupukan dan perlakuan untuk peningkatan kesuburan tanah lainnya seperti pengapuran harus dilakukan secara hati-hati, karena bisa meningkatkan emisi GRK.

Emisi karbon dioksida yang dihasilkan setelah fase vegetatif mengalami penurunan pada fase generatif. Penurunan emisi karbon dioksida tersebut akibat berkurangnya mikroba yang ada di dalam tanah. Penurunan jumlah dan aktivitas mikroba diduga karena jumlah senyawa sederhana yang dimanfaatkan oleh mikroba berkurang sehingga emisi karbon dioksida yang dihasilkan juga berkurang (Saleh, 2014). Respirasi tanah dengan berbagai faktor yang mempengaruhinya memungkinkan emisi karbon dioksida yang dihasilkan bervariasi. Faktor lingkungan seperti suhu tanah, suhu udara, suhu sungkup dan kelembaban diduga merupakan faktor utama yang mempengaruhi emisi karbon dioksida yang dihasilkan dari tanah.

Pengukuran emisi karbon dioksida pada semak sebesar 8,20 ton/ha/bln, pengukuran ini bertujuan untuk membandingkan lahan mineral yang telah dijadikan perkebunan kelapa sawit dengan lahan yang belum dijadikan lahan pertanian. Hasil pengukuran ini berada dibawah nilai pengukuran perlakuan bera fase vegetatif.

Perbandingan Emisi CO₂ Fase Vegetatif dan Fase Generatif



Gambar 1. Nilai rata-rata emisi karbon dioksida pada fase vegetatif dan fase generatif. Huruf a, b yang terdapat di atas bar menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji t pada taraf <5%.

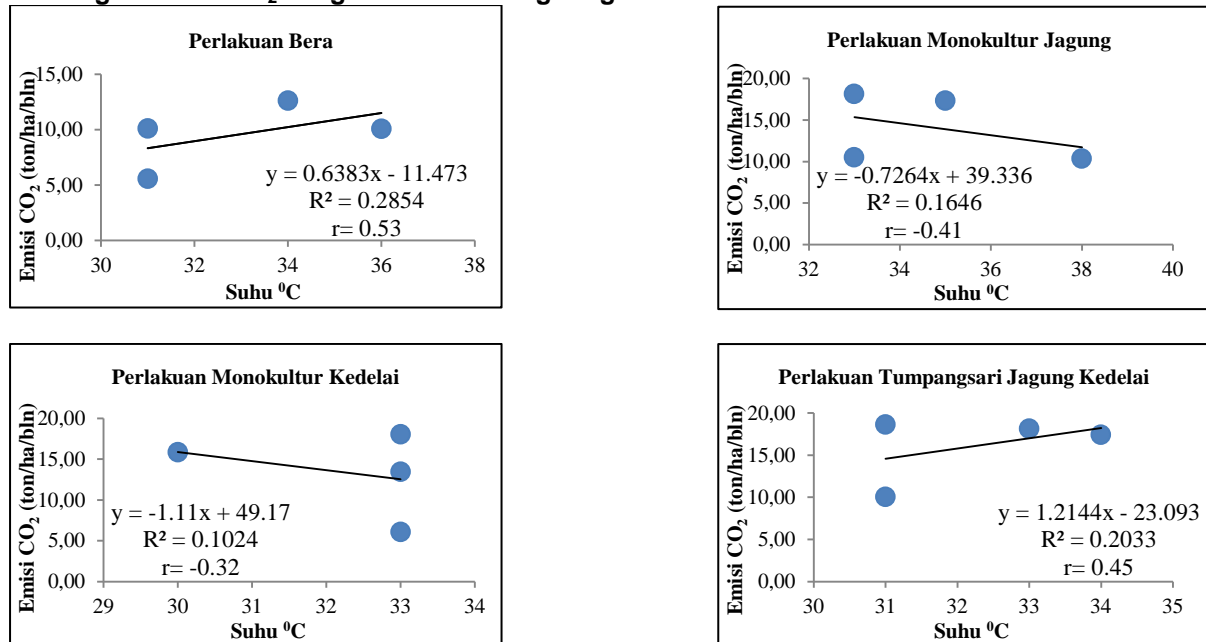
Gambar 1. menunjukkan nilai rata-rata emisi karbon dioksida setelah dilakukan analisis data menggunakan uji t, menunjukkan hasil tidak berbeda nyata terdapat pada perlakuan bera (9,59 ton/ha/bln dan 8,47 ton/ha/bln), kedelai (13,37 ton/ha/bln dan 7,98 ton/ha/bln) dan tumpangsari jagung kedelai (16,07 ton/ha/bln dan 10,92 ton/ha/bln). Pada perlakuan jagung (14,09 ton/ha/bln dan 8,14 ton/ha/bln) menunjukkan keadaan berbeda

nyata. Terdapat nilai fluks CO₂ pada fase vegetatif lebih tinggi dibanding dengan fase generatif. Hal ini diduga pada fase vegetatif tanaman masih mengalami masa pertumbuhan dengan jumlah bagian tanaman seperti daun masih sedikit, jadi penyerapan karbon yang digunakan untuk fotosintesis lebih sedikit yang mengakibatkan nilai emisi karbon meningkat (Wicaksono, 2014). Pada fase generatif nilai fluks CO₂ menurun,

dikarenakan jumlah emisi karbon yang diserap oleh tanaman lebih besar yang digunakan

dalam proses fotosintesis dan proses pembentukan buah (Kuswandora, 2012).

Hubungan Emisi CO₂ dengan Variabel Lingkungan



Gambar 2. Emisi karbon dioksida (CO₂) terhadap suhu tanah fase vegetatif masing- masing perlakuan

Gambar 2. menunjukkan bahwa terdapat hubungan linier antara emisi karbon dioksida terhadap suhu tanah fase vegetatif. Namun hasil analisis regresi kolerasi menunjukkan bahwa tidak semua perlakuan memiliki nilai korelasi yang positif. Data pengukuran selama fase vegetatif pada perlakuan bera (0,53) dan tumpangsari jagung kedelai (0,45) menunjukkan nilai korelasi kuat dan cukup kuat terhadap suhu tanah. Saat suhu tanah turun dari 34 °C ke 31 °C maka nilai emisi CO₂ akan meningkat. Emisi karbon dioksida yang berbeda terjadi pada rentang suhu yang sama diduga karena adanya perbedaan kepekaan mikroba tanah sebagai sumber respirasi yang berpengaruh dalam tanah. Menurut Tate (2000) tingkat pertumbuhan mikroba meningkat sampai suhu maksimal dengan kondisi ekologi minimum dan maksimum yang mewakili batas toleransi mikroba terhadap suhu. Hasil analisis regresi korelasi juga menunjukkan pola korelasi negatif. Hal ini menunjukkan bahwa suhu tanah pada perlakuan monokultur jagung (-0,41) dan monokultur kedelai (0,32) menunjukkan nilai korelasi tidak searah atau emisi karbon dioksida tidak berkorelasi terhadap suhu tanah.

Terdapat hubungan linier antara emisi karbon dioksida terhadap suhu tanah fase vegetatif. Namun hasil analisis regresi kolerasi

menunjukkan bahwa tidak semua perlakuan memiliki nilai korelasi yang positif. Data pengukuran selama fase vegetatif pada perlakuan bera (0,53) dan tumpangsari jagung kedelai (0,45) menunjukkan nilai korelasi kuat dan cukup kuat terhadap suhu tanah. Saat suhu tanah turun dari 34 °C ke 31 °C maka nilai emisi CO₂ akan meningkat. Emisi karbon dioksida yang berbeda terjadi pada rentang suhu yang sama diduga karena adanya perbedaan kepekaan mikroba tanah sebagai sumber respirasi yang berpengaruh dalam tanah. Menurut Tate (2000), tingkat pertumbuhan mikroba meningkat sampai suhu maksimal dengan kondisi ekologi minimum dan maksimum yang mewakili batas toleransi mikroba terhadap suhu. Hasil analisis regresi korelasi juga menunjukkan pola korelasi negatif. Hal ini menunjukkan bahwa suhu tanah pada perlakuan monokultur jagung (-0,41) dan monokultur kedelai (-0,32) menunjukkan nilai korelasi tidak searah atau emisi karbon dioksida tidak berkorelasi terhadap suhu tanah.

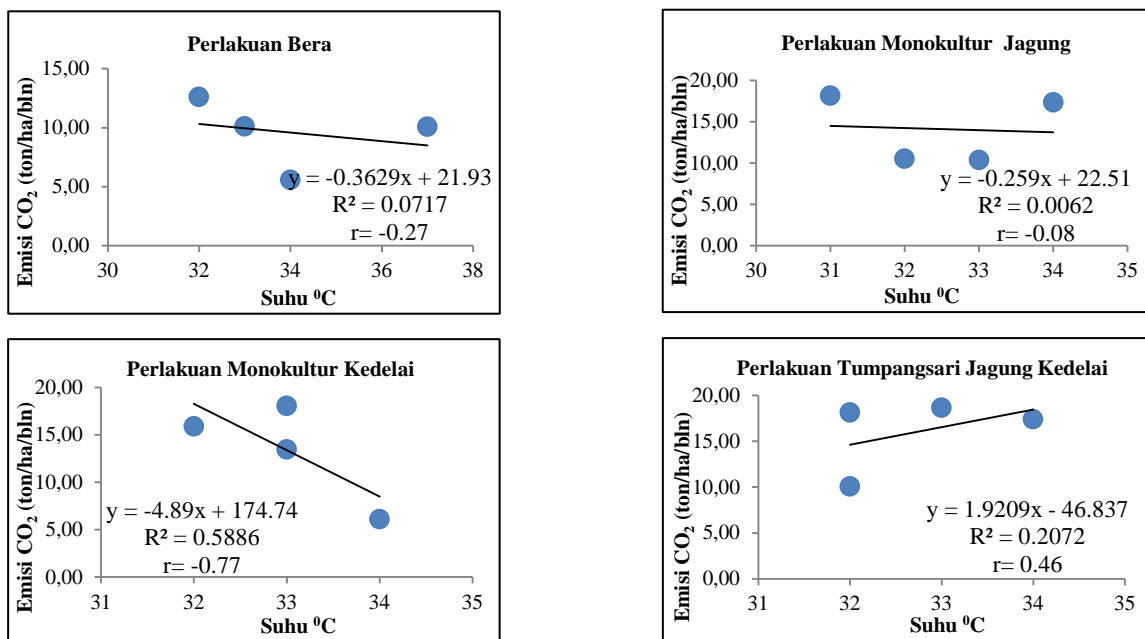
Hubungan Emisi CO₂ dan Suhu Sungkap

Terdapat hubungan linier antara emisi karbon dioksida terhadap suhu sungkup fase vegetatif. Hasil analisis regresi kolerasi menunjukkan bahwa tidak semua perlakuan memiliki nilai korelasi yang positif. Data

pengukuran selama fase vegetatif pada perlakuan tumpangsari jagung kedelai menunjukkan nilai korelasi yang sangat kuat (0,82) terhadap suhu sungkup. Pada pengukuran suhu sungkup terhadap emisi karbon dioksida, jumlah emisi karbon yang dihasilkan berasal dari dalam sungkup, diduga udara dan tanah yang disungkup mempengaruhi hasil dari emisi karbon dioksida. Banyak faktor lain yang menyebabkan jumlah emisi karbon yang dihasilkan. Pupukan dapat meningkatkan dekomposisi residu tanaman dan karbon tanah (*microbial respiration*) sehingga meningkatkan emisi CO₂ (Dariah dkk., 2013). Hasil analisis regresi korelasi juga menunjukkan pola korelasi negatif. Hal ini menunjukkan bahwa suhu sungkup pada perlakuan bera (-0,35), monokultur jagung (-0,25) dan monokultur kedelai (-0,33) menunjukkan nilai korelasi tidak searah atau emisi karbon dioksida tidak berkorelasi terhadap suhu sungkup.

Terdapat hubungan linier antara emisi karbon dioksida terhadap suhu sungkup fase

generatif. Hasil analisis regresi korelasi menunjukkan bahwa tidak semua perlakuan memiliki nilai korelasi yang positif. Data pengukuran selama fase generatif pada perlakuan bera (0,78), monokultur kedelai (0,81) dan tumpangsari jagung kedelai (0,82) menunjukkan nilai korelasi sangat kuat terhadap suhu sungkup, sesuai dengan penelitian Maesaroh (2013) menyatakan bahwa fluks CO₂ perlakuan tanah mineral + pupuk berkorelasi positif terhadap suhu udara dalam sungkup. Pengukuran emisi karbon menunjukkan emisi karbon dioksida akan mengalami kenaikan pada siang hari, turun pada saat malam dan pagi hari. Laju emisi karbon CO₂ cenderung turun pada saat pagi hari dan setelah matahari terbenam, serta maksimum pada saat siang hari (Kuswandora, 2012). Hasil analisis regresi korelasi juga menunjukkan pola korelasi negatif. Hal ini menunjukkan bahwa suhu sungkup pada perlakuan monokultur jagung (-0,58) menunjukkan nilai korelasi tidak searah atau emisi karbon dioksida tidak berkorelasi terhadap suhu sungkup.



Gambar 3. Emisi karbon dioksida (CO₂) terhadap suhu udara pada fase vegetatif

Gambar 3. menunjukkan pengamatan emisi karbon dioksida terhadap suhu udara fase vegetatif perlakuan bera (-0,27), monokultur jagung (-0,08) dan monokultur kedelai (-0,77) menunjukkan nilai korelasi negatif atau emisi karbon dioksida tidak berkorelasi terhadap suhu udara. Marwanto dan Agus (2013) menyatakan bahwa tidak ada korelasi antara fluks CO₂ dengan suhu udara, tetapi emisi CO₂ tertinggi terjadi pada saat suhu udara dan tanah tinggi (siang hari) dan

terendah saat suhu udara dan suhu tanah rendah (pagi hari). Saat suhu udara turun dari 37 °C ke 32 °C, maka emisi karbon dioksida akan meningkat. Hasil analisis regresi korelasi juga menunjukkan pola korelasi positif. Hal ini menunjukkan bahwa suhu udara pada perlakuan tumpangsari jagung kedelai menunjukkan nilai korelasi cukup kuat (0,46).

Terdapat hubungan linier emisi karbon dioksida terhadap suhu udara fase generatif. Namun hasil analisis regresi korelasi

menunjukkan bahwa tidak semua perlakuan memiliki nilai korelasi positif. Data pengukuran selama fase generatif pada perlakuan bera (0,66) dan tumpangsari jagung kedelai (0,58) menunjukkan korelasi kuat, monokultur kedelai menunjukkan korelasi sangat kuat (0,80) terhadap suhu udara. Penelitian Sarmah dkk. (2014) menyatakan bahwa ada korelasi positif suhu udara terhadap fluks CO₂ pada lahan semak belukar. Hasil analisis regresi korelasi juga menunjukkan pola korelasi negatif. Hal ini menunjukkan bahwa suhu udara pada perlakuan monokultur jagung (-0,58) menunjukkan nilai korelasi tidak searah atau emisi karbon dioksida tidak berkorelasi terhadap suhu udara.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Emisi CO₂ pada perkebunan kelapa sawit yang ditanami monokultur jagung, monokultur kedelai, tumpangsari jagung kedelai dan tanpa ditanami (bera) fase vegetatif dan fase generatif tidak berpengaruh nyata terhadap emisi CO₂. Pada monokultur jagung emisi CO₂ lebih tinggi pada fase vegetatif (14,09 ton/ha/bln) dibanding fase generatif (8,14 ton/ha/bln).

Saran

Untuk penelitian lebih lanjut akan sangat baik bila perlakuan tanaman menggunakan tanaman kedelai dengan tumpangsari tanaman pangan yang berbeda selain tanaman jagung pada perkebunan kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F., E. Runtuwuwu, T. June, E. Susanti, H. Komara, I. Las, and M. van Noordwijk. 2009. Carbon budget in land use transitions to plantation. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 29(4): 119–126.
- Dariah, A., E. Susanti, Jubaedah, Wahyunto, dan J. Pitono. 2013. Relationship between sampling distance on carbon dioxide emission under oil palm plantation. *Jurnal Tanah Tropika*. Vol. 18, No. 2: 125-130. Lampung.
- Kuswandora, V. D. 2012. Emisi Gas CO₂ Dan Neraca Karbon Pada Lahan Jagung, Kacang Tanah Dan Singkong Di Kecamatan Rana Bangur, Bogor. *Skripsi*. Jurusan Manajemen Sumberdaya Lahan.
- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and foodsecurity. *Science*. (304): 1623–1627.
- Maesaroh, S. 2013. Pengaruh Pupuk, Bahan Organik, Dan Perakaran Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Terhadap Fluks CO₂ Pada Inceptisol Darmaga. *Skripsi*. Jurusan Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan.
- Maswar. Haridjaja, O. Sabiham, S. Noordwijk, M. 2011. Cadangan, Kehilangan, dan Akumulasi Karbon Pada Perkebunan Kelapa Sawit di Lahan Gambut Tropiksa. *Jurnal Solum*. VIII: 1-10
- Mawarni, L. 2011. Kajian Awal Varietas Kedelai Tahan Naungan untuk Tanaman Sela Pada Perkebunan Kelapa Sawit. *Jurnal Ilmu Pertanian Kultivar*, 5(2): 54-59
- Murdiyarsa, D. 2003. Protokol Kyoto Implikasi Bagi Negara Berkembang. PT. Kompas Media Nusantara. Jakarta.
- Pahan, I. 2008. *Panduan Lengkap Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya. Jakarta. 411 hal.
- Sastrosupadi, A. 2000. *Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian Edisi Revisi*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sirajuddin, I. 2013. *Teknik Manajemen Perkebunan*. CV. Aswaja Persindo. Yogyakarta
- Sukamto. 2008. *Lima Puluh Delapan Kiat Meningkatkan Produktivitas dan Mutu Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya. Jakarta. 83 hal.
- Sumawinata, B. 2012. Neraca Karbon Hutan Tanaman Industri Pada Rawa Gambut Tropika (Carbon Budget in Forest Plantation on Tropical Peat Swamp). Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.