

Pengaruh Pemberian Variasi Bahan Organik Terhadap Peningkatan Produksi Padi dan Penurunan Emisi Metana (CH₄) di Lahan Sawah Tadah Hujan

The Effect of Organic Matters Variety on Increase Rice Yield and Reduced Methane (CH₄) Emission in Rainfed Rice Field

Ika Ferry Yuniarti, Hesti Yulianingrum, dan Miranti Ariani

Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Jawa Tengah
E-mail: bagusent@student.uns.ac.id

Diterima 14 Agustus 2020, direvisi 17 September 2020, disetujui 19 Oktober 2020

ABSTRAK

Pengaruh Pemberian Variasi Bahan Organik Terhadap Peningkatan Produksi Padi dan Penurunan Emisi Metana (CH₄) di Lahan Sawah Tadah Hujan. Budidaya tanaman padi memegang peranan penting dalam meningkatkan produksi pangan di Indonesia dan pembentukan emisi CH₄ dari lahan sawah. Pemberian bahan organik ke dalam tanah berfungsi untuk memperbaiki kualitas tanah dan meningkatkan produktivitas tanaman, disisi lain dapat menyebabkan emisi gas rumah kaca. Besaran emisi CH₄ akibat pemberian bahan organik tergantung pada kandungan C organik dan tingkat dekomposisinya. Pemilihan bahan organik yang tepat perlu dilakukan sebagai upaya untuk mengurangi emisi CH₄ tanpa mengabaikan produktivitas tanah dan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan bahan organik yang dapat meningkatkan produktivitas sekaligus menekan emisi CH₄ dari budidaya tanaman padi di lahan sawah tadah hujan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2016-Januari 2017 di Kebun Percobaan Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, yang merupakan salah satu daerah tadah hujan di Kabupaten Pati, Provinsi Jawa Tengah. Penelitian disusun secara acak kelompok dengan 4 perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali. Varietas padi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ciherang. Perlakuan terdiri dari : 1) kompos 5 ton/ha, 2) jerami padi 5 ton/ha, 3) biokompos 5 ton/ha, dan 4) tanpa bahan organik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi padi yang dihasilkan oleh empat perlakuan secara berturut-turut adalah 4,76; 5,13; 4,72 dan 4,61 ton/ha dengan total emisi CH₄ 153; 281; 197; 143 kg/ha/musim, sedangkan nilai produksi padi per kg CH₄ yang dihasilkan secara berturut-turut adalah 31,1; 18,3; 24,0 dan 32,2. Pemberian bahan organik berupa kompos berpotensi lebih optimal dalam meningkatkan produksi padi dan menurunkan emisi CH₄ di lahan sawah tadah hujan dibandingkan jerami padi dan biokompos.

Kata kunci: Produksi padi, emisi metana, bahan organik, sawah tadah hujan.

ABSTRACT

The Effect of Organic Matters Variety on Increase Rice Yield and Reduced Methane (CH₄) Emission in Rainfed Rice Field. Rice cultivation has an important role in increasing rice yield and CH₄ emissions from paddy fields in Indonesia. The application of organic matter to the soil could increasing soil quality and crop productivity; other than that, it could be causing greenhouse gas emissions. CH₄ emission due to the application of organic matters depends on the C organic content and decomposition level. The selection of good organic matters needs to be done to reduce CH₄ emission and keep soil and plant productivity. This study aimed to determine the variety of organic matter that can increase rice yield and reduce CH₄ emission from rice cultivation in rainfed. The study was conducted in October 2016-January 2017 at the Research Station of the Indonesian Agriculture Environment Research Institute in Jakenan, which is one of the rainfed areas in Pati District, Central Java Province. The study was arranged

in a randomized design with four treatments and three replications. The variety used in this study is Ciherang. The treatment consists of 1) compost 5 t/ha, 2) rice straw 5 t/ha, 3) biocompost 5 t/ha, and 4) without organic matter. The study showed that productivity of these four organic matters were 4,76; 5,13; 4,72 and 4,61 t/ha with total emission of CH₄ 153; 281; 197; 143 kg/ha/season, while the rice yield per kg of CH₄ were 31,1; 18,3; 24,0 and 32,2 respectively. The results suggest that compost were more optimal for increase rice yield and reduced CH₄ emission as compared to other organic matters.

Keywords: Rice yield, methane emission, organic matter, rainfed rice field

1. Pendahuluan

Terwujudnya ketahanan pangan merupakan hal yang wajib dicapai oleh pemerintah Indonesia untuk menjamin kelangsungan hidup penduduknya. Target Indonesia menjadi lumbung pangan dunia pada tahun 2045 menuntut sektor pertanian untuk fokus dalam meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi padi, tentunya dengan tetap menjaga kualitas lingkungan agar terwujud sistem pertanian yang berkelanjutan. Untuk mencapai target tersebut, pemerintah Indonesia mulai memacu peningkatan produktivitas padi melalui pembukaan lahan sawah baru dan pemanfaatan lahan sub optimal seperti lahan kering dan lahan tadah hujan. Produktivitas dari daerah tadah hujan yang menyumbang sekitar 60% produksi pangan dunia perlu ditingkatkan (Mandal *et al.*, 2020), namun upaya tersebut terkendala oleh rendahnya tingkat kesuburan tanah (Zhang *et al.*, 2016). Lahan tadah hujan tidak dapat langsung dimanfaatkan secara optimal, oleh karenanya diperlukan teknologi pengelolaan lahan yang tepat. Untuk menciptakan kondisi tanah yang lebih baik dalam mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman diperlukan pemberian bahan organik dalam pengelolaannya (Ibrahim *et al.*, 2015; Kasno *et al.*, 2016). Pemberian bahan organik dapat memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah melalui peranannya sebagai penyediaan unsur hara, pembentuk struktur tanah serta meningkatkan aktivitas mikroorganisme

dalam tanah (Atmojo, 2003). Bahan organik mempunyai kandungan hara makro, hara mikro, zat pengatur tumbuh, dan asam-asam organik yang baik sehingga menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman (Muzaiyanah & Subandi, 2016).

Teknologi pengelolaan yang memperhatikan aspek kelestarian lingkungan diperlukan dalam peningkatan produktivitas tanaman pangan, khususnya padi. Budidaya tanaman padi di lahan sawah merupakan salah satu kontributor emisi CH₄ (Wassmann & Aulakh, 2000; Zou *et al.*, 2005; Khosa *et al.*, 2010), yaitu sekitar 9-11% dari emisi gas rumah kaca pertanian (Linguist *et al.*, 2012). Metana merupakan gas yang berpengaruh terhadap terjadinya pemanasan global. Emisi CH₄ di lahan sawah dipengaruhi oleh jenis tanah dan faktor lingkungan seperti rejim air, temperatur, bahan anorganik, dan bahan organik (Khosa *et al.*, 2010). Pemberian bahan organik secara intensif ke lahan sawah menjadikan kondisi yang ideal bagi berlangsungnya dekomposisi anaerob oleh bakteri metanogen dan salah satu gas yang dihasilkan dari proses mikrobiologis tersebut adalah CH₄ (Setyanto, 2002). Emisi CH₄ yang dihasilkan dari budidaya tanaman padi di lahan sawah dinyatakan dalam CH₄/m²/hari dengan nilai tengah kurang dari 10 mg CH₄/m²/hari (Le Mer & Roger, 2001). Rata-rata emisi CH₄ yang dihasilkan dari lahan sawah tadah hujan berkisar antara 19-123 mg CH₄/m²/hari, sedangkan dari lahan sawah irigasi berkisar antara 71-217 mg

CH₄/m²/hari (Setyanto *et al.*, 2000). Menurut hasil penelitian Wihardjaka (2015), emisi CH₄ di lahan sawah tadah hujan dengan pemberian bahan organik yang berupa jerami segar lebih tinggi (340 kg CH₄/ha/musim) dibanding pupuk hijau *Sesbania sp.* (330 kg CH₄/ha/musim), pupuk kandang (225 kg CH₄/ha/musim) dan tanpa bahan organik (200 kg CH₄/ha/musim).

Proses pembentukan CH₄ dari dekomposisi bahan organik di lahan sawah dibantu oleh bakteri metanogen, bakteri bekerja secara optimal pada kondisi tanah yang jenuh air (Zhang *et al.*, 2019). Bahan organik merupakan sumber unsur hara bagi pertumbuhan tanaman padi, namun disisi lain bahan organik juga sumber energi bagi bakteri metanogen dalam menghasilkan CH₄. Peran bahan organik tersebut sangat tergantung dari sumber bahan penyusunnya dan tingkat kematangannya (Atmojo, 2003). Penerapan inovasi teknologi ramah lingkungan melalui pemilihan bahan organik yang tepat diharapkan dapat menekan emisi CH₄ tanpa mengurangi produktivitas hasil tanaman padi di lahan sawah tadah hujan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis bahan organik yang dapat meningkatkan produktivitas hasil sekaligus menekan emisi CH₄ dari budidaya tanaman padi di lahan sawah tadah hujan. Manfaat yang diharapkan dari adanya penelitian ini adalah tersedianya informasi mengenai jenis bahan organik yang mampu meningkatkan hasil padi sekaligus menurunkan emisi CH₄, sehingga tercipta sistem pengelolaan tanah dan tanaman berkelanjutan yang dapat meningkatkan kesejahteraan petani.

2. Metodologi

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2016-Januari 2017 di Kebun Percobaan Balai Penelitian Lingkungan Pertanian Jaken, Pati, Jawa Tengah, yang terletak pada ketinggian 15 mdpl dengan titik

koordinat 111°10' BT dan 6°45'LS. Kebun Percobaan Balai Penelitian Lingkungan Pertanian merupakan wilayah tadah hujan dengan curah hujan kurang dari 1.600 mm/tahun dan suhu rata-rata mencapai 21-30°C. Jenis tanah di lokasi penelitian termasuk dalam tanah Inceptisol yang mempunyai kandungan C organik rendah (1,89%), N total rendah (0,17%), P total rendah (0,04%), K total rendah (5,05%), dan KTK rendah (4,24 cmol/kg). Tekstur tanah Inceptisol adalah lempung berpasir yang tersusun atas 39% pasir, 50% debu, dan 11% liat (Mulyadi & Wihardjaka, 2014).

2.2. Bahan dan Alat

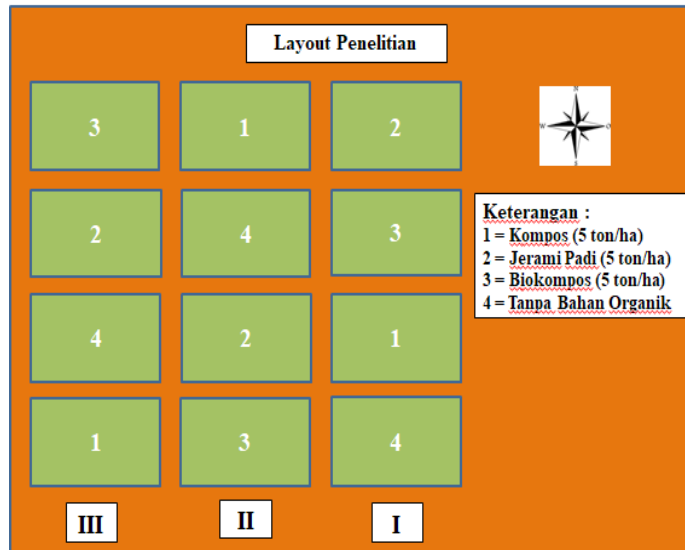
Bahan yang digunakan antara lain benih padi Ciherang, kompos, jerami padi, biochar tongkol jagung, pupuk Urea, pupuk SP-18, pupuk KCl, pestisida nabati, gas standar CH₄, gas N₂, gas H₂ dan udara tekan. Biokompos yang digunakan merupakan campuran antara biochar tongkol jagung dan kompos dengan perbandingan 1:4. Alat yang digunakan antara lain bangku jalan, sungkup penangkap gas ukuran 50 x 50 x 100 cm, penampang sungkup ukuran 53 x 53 x 103 cm, *syringe* ukuran 10 ml, termometer, penutup karet, baterai, *stop watch*, pH meter, bagan warna daun, meteran, timbangan, kromatografi gas, dan komputer.

2.3. Rancangan Penelitian

Penelitian disusun secara acak berkelompok dengan 4 perlakuan dan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 12 plot. Perlakuan terdiri dari: 1) kompos 5 ton/ha, 2) jerami padi 5 ton/ha, 3) biokompos 5 ton/ha, dan 4) tanpa bahan organik.

2.4. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Pengolahan tanah dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu pada saat olah tanah awal dan olah tanah lanjutan bersamaan dengan pemberian bahan organik. Benih padi disemai di lahan terpisah kemudian dipindahtanamkan pada plot berukuran 5 x 4 m dengan 2-3 bibit setiap lubang tanamnya. Jarak tanam yang



Sumber : Yuniarti *et al.*, 2017

Gambar 1. Layout Penelitian Lapangan

digunakan yaitu Jajar Legowo 2:1. Semua perlakuan diberikan tambahan pupuk Urea, SP-36 dan KCl dengan dosis yang sama, yaitu masing-masing 92 kg N/ha, 60 kg P₂O₅/ha dan 90 kg K₂O/ha. Pupuk Urea dan KCl diberikan sebanyak 2 kali yaitu pada saat pemupukan dasar dan pemupukan lanjutan berdasarkan bagan warna daun, sedangkan pupuk SP-18 hanya diberikan sebagai pupuk dasar. Penelitian ini dilakukan pada saat musim penghujan 2016/2017 sehingga kebutuhan tanaman akan air dapat terpenuhi dari curah hujan dan kondisi lahan sawah selama periode pengamatan cukup lembab. Pengendalian gulma dan hama penyakit dilakukan dengan cara menyemprotkan pestisida nabati setiap dua minggu sekali pada semua perlakuan.

Penampang sungkup dan bangku jalan dipasang pada titik pengamatan sehari sebelum pengambilan sampel. Penampang sungkup dan bangku jalan dipasang secara permanen sehingga lokasi pengamatan tidak berubah. Pengambilan sampel CH₄ di lapangan dilakukan dengan metode sungkup tertutup (Thakur *et al.*, 2015). Pengambilan sampel CH₄ dilakukan pada pagi hari

(06.00-07.00 WIB), sebanyak 5 kali yaitu pada fase anakan aktif (19 hari setelah tanam), anakan maksimum (38 hari setelah tanam), bunting (58 hari setelah tanam), pembungaan (74 hari setelah tanam), dan pemasakan (88 hari setelah tanam). Interval waktu yang digunakan dalam pengambilan sampel CH₄ adalah 5, 10, 15, 20 dan 25 menit. Sampel CH₄ disimpan dalam *syringe* ukuran 10 ml yang sudah dilapisi dengan kertas perak dan penutup karet pada ujung *syringe*, untuk kemudian dianalisis menggunakan kromatografi gas Shimadzu 8A yang dilengkapi dengan *Flame Ionization Detector* (FID).

2. 5. Metode Analisis

Emisi CH₄ dianalisa dengan menggunakan persamaan IAEA (1992):

$$E = \frac{dc}{dt} \times \frac{Vch}{Ach} \times \frac{mW}{mV} \times \frac{273,2}{(273,2 + T)} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana E adalah emisi CH₄ (mg/m²/hari), dc/dt adalah perbedaan konsentrasi CH₄ per waktu (ppm/menit), Vch adalah volume boks (m³), Ach adalah luas boks (m²), mW adalah berat molekul CH₄ (g), mV adalah volume molekul CH₄ (22,41 l),

dan T adalah temperatur rata-rata selama pengambilan sampel (°C).

Total emisi CH₄ selama satu musim tanam dihitung menggunakan persamaan:

$$E = \frac{F(0-19) + F(20-38) + F(39-58) + F(59-74) + F(75-88)}{L_s - N} \times (H - N) \times \frac{10.000 \text{ m}^2}{1.000.000 \text{ g}} \dots(2)$$

Dimana E adalah total emisi CH₄ (kg/ha/musim), F_n adalah *fluks* kumulatif CH₄ (mg/m²/hari), N adalah umur tanaman saat pindah tanam (hari), L_s adalah umur tanaman saat pengamatan terakhir (hari), dan H adalah umur tanaman dari benih sampai panen (hari).

Indeks produksi padi selama satu musim tanam dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Indeks produksi padi} = \frac{\text{Hasil padi}}{\text{Emisi metana}} \dots(3)$$

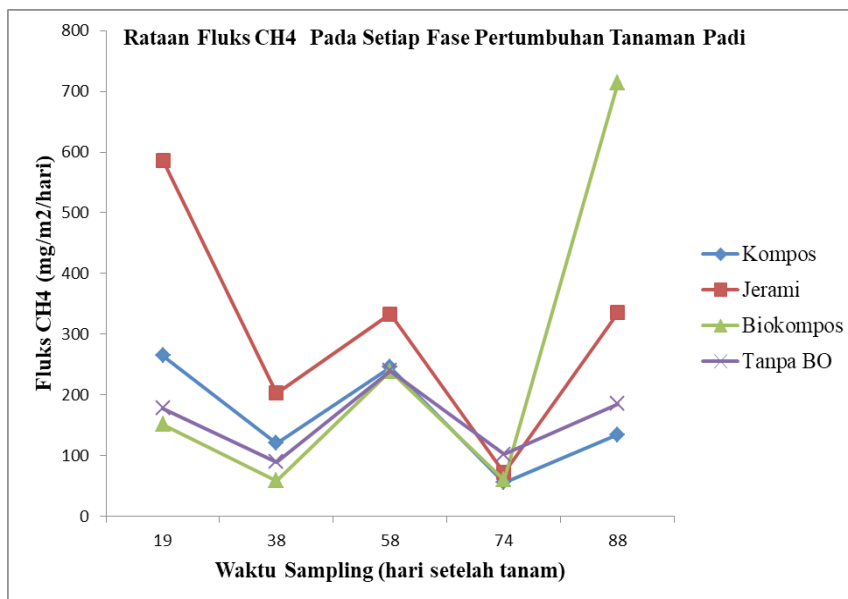
Parameter yang diamati antara lain pH tanah, jumlah anakan, gabah kering giling, berat 1000 butir, berat gabah isi, berat gabah hampa, biomassa akar dan jerami. Data dianalisis dengan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf 5% menggunakan SPSS.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. *Fluks* CH₄

Pola *fluks* CH₄ pada setiap fase pertumbuhan tanaman padi disajikan pada Gambar 1. *Fluks* CH₄ terendah dihasilkan oleh perlakuan kompos pada saat fase pembungaan yaitu sebesar 56 mg CH₄/m²/hari, sedangkan *fluks* CH₄ tertinggi dihasilkan oleh perlakuan biokompos pada saat fase pemasakan yaitu sebesar 714 mg CH₄/m²/hari.

Pada awal fase pertumbuhan tanaman padi, bahan organik yang diberikan ke dalam tanah masih mengalami proses dekomposisi sehingga *fluks* CH₄ yang dihasilkan dari empat perlakuan cukup tinggi. Pada fase anakan aktif *fluks* CH₄ tertinggi dihasilkan oleh perlakuan jerami padi (586 mg/m²/hari), sedangkan terendah pada perlakuan biokompos (152 mg/m²/hari). Jerami padi mempunyai kandungan lignin, hemiselulose, dan selulose yang cukup tinggi, sehingga proses dekomposisi jerami oleh mikroorganisme membutuhkan waktu yang sedikit lebih lama. *Fluks* CH₄ dan persen karbon tambahan yang diemisikan



Sumber Data : Yuniarti *et al.*, 2017

Gambar 2. *Fluks* CH₄ Pada Setiap Fase Pertumbuhan Tanaman Padi

sebagai CH_4 secara signifikan berkorelasi dengan rasio C:N, rasio lignin:N, kandungan selulosa dan hemiselulosa dari bahan organik yang ditambahkan (Khosa *et al.*, 2010). Pemberian jerami padi meningkatkan laju emisi CH_4 musiman sebesar 88%, kehadiran jerami padi sisa pertanaman sebelumnya memberikan sumber tambahan karbon dalam proses metanogenesis yang memacu produksi CH_4 dan menghambat oksidasi CH_4 sehingga menyebabkan CH_4 ke atmosfer dalam jumlah yang besar (Liu *et al.*, 2017).

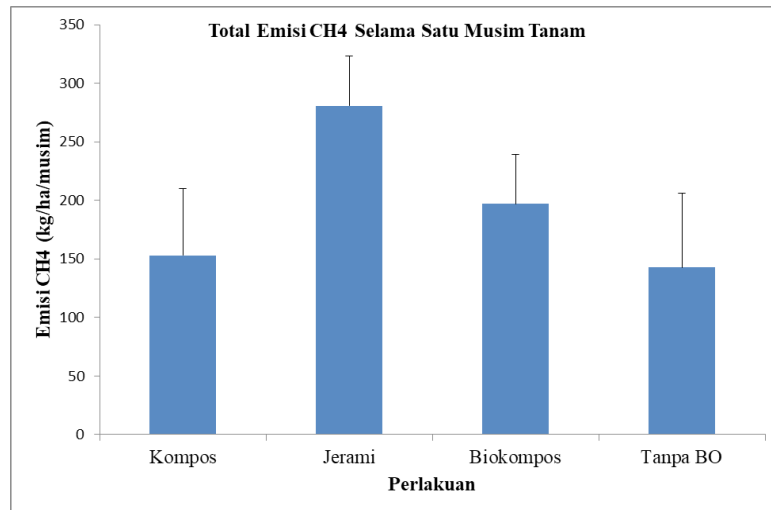
Pada saat tanaman padi memasuki fase anakan maksimum dan fase pembungaan terjadi penurunan *fluks* CH_4 pada semua perlakuan, hal ini disebabkan karena bahan organik yang diberikan sudah terdekomposisi sempurna. Selain itu pada umur tersebut tanaman padi menguraikan hasil fotosintesis secara efisien untuk pembentukan anakan dan pengisian biji padi. Semakin efisien tanaman padi dalam mengurai hasil fotosintesis maka semakin kecil eksudat akar yang dilepaskan ke dalam tanah sehingga CH_4 yang dihasilkan juga semakin rendah (Aulakh *et al.*, 2001). *Fluks* CH_4 mengalami peningkatan saat tanaman padi memasuki fase bunting dan pemasakan. *Fluks* CH_4 yang dihasilkan pada saat tanaman padi berumur 58 hari setelah tanam hampir seragam antar perlakuan yaitu berkisar antara 239-246 $\text{mg/m}^2/\text{hari}$. *Fluks* CH_4 yang dihasilkan pada saat fase pemasakan sangat fluktuatif yaitu berkisar antara 135-714 $\text{mg/m}^2/\text{hari}$, namun antar perlakuan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. *Fluks* CH_4 tersebut jauh lebih rendah jika dibanding hasil penelitian Kartikawati *et al.* (2017), dimana *fluks* CH_4 yang diemisikan oleh padi Ciherang pada saat fase reproduktif adalah sekitar 446 $\text{mg/m}^2/\text{hari}$.

3. 2. Total Emisi CH_4

Total emisi CH_4 yang dihasilkan tanaman padi disajikan pada Gambar 2. Pemanfaatan bahan organik ke dalam tanah sawah memberikan pengaruh yang baik

terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Adhya *et al.*, 2000; Atmojo, 2003), selain itu juga menghasilkan produk pertanian dengan kualitas yang baik sehingga aman untuk dikonsumsi. Disisi lain, penambahan bahan organik ternyata dapat memberikan dampak yang negatif karena berperan dalam melepaskan emisi CH_4 ke atmosfer, utamanya pada bahan organik yang belum terdekomposisi secara sempurna. Emisi CH_4 yang dihasilkan akibat pemberian bahan organik bergantung pada kandungan C organik dalam tanah dan tingkat dekomposisi atau rasio C/N dari bahan organik tersebut. Pupuk kandang yang matang dapat digunakan untuk memperbaiki produksi padi dan menurunkan emisi CH_4 yang dilepaskan ke atmosfer dari lahan sawah (Wihardjaka, 2015).

Total emisi CH_4 tertinggi dihasilkan oleh perlakuan jerami (281 kg/ha/musim), diikuti oleh biokompos (197 kg/ha/musim), kompos (153 kg/ha/musim) dan tanpa bahan organik (143 kg/ha/musim). Berdasarkan hasil analisis ragam diketahui bahwa rata-rata emisi CH_4 yang dihasilkan dari keempat perlakuan berbeda secara nyata ($P = 0,043$ atau $<0,05$). Emisi CH_4 yang dihasilkan oleh perlakuan jerami padi mempunyai perbedaan yang nyata dengan tanpa bahan organik, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan kompos dan biokompos. Menurut Sutrisna *et al.*, (2016), hasil dekomposisi jerami berupa asam-asam organik merupakan substrat tersedia bagi bakteri metanogen untuk memproduksi CH_4 . Perlakuan jerami padi menghasilkan emisi CH_4 96,50% lebih besar dibandingkan perlakuan tanpa bahan organik. Pemberian bahan organik berupa jerami dapat berpengaruh terhadap produksi kumulatif CH_4 (Kongchum, 2005). Pemberian jerami padi ke lahan sawah menciptakan kondisi yang menguntungkan dalam proses produksi CH_4 . Peningkatan emisi CH_4 kumulatif yang dipicu oleh penambahan jerami padi disebabkan oleh peningkatan laju pembentukan CH_4 atau



Sumber Data : Yuniati *et al.*, 2017

Gambar 3. Total Emisi CH₄ Selama Satu Musim Tanam

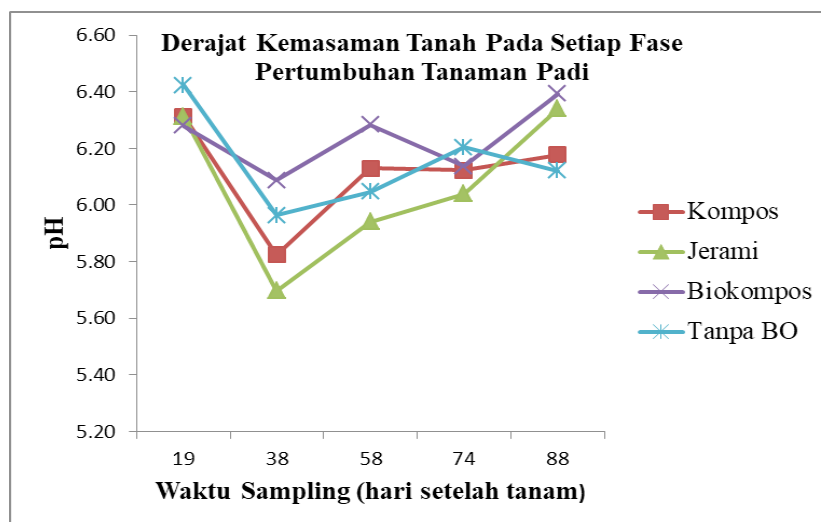
penurunan laju oksidasi CH₄ pada tanah sawah, mengingat emisi CH₄ netto di dalam tanah bergantung pada keseimbangan antara CH₄ pembentukan dan oksidasi CH₄ (Tan *et al.*, 2018).

Pemberian biokompos menghasilkan emisi CH₄ 42,64% lebih rendah dibanding jerami. Salah satu bahan penyusun biokompos yang digunakan dalam penelitian ini adalah biochar, dimana biochar ini dapat berfungsi sebagai bahan amelioran. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan dalam upaya mengurangi emisi emisi gas rumah kaca di lahan pertanian adalah biochar (Lehmann & Joseph, 2012). Biochar memiliki kemampuan dalam melepaskan karbon dan nitrogen secara perlahan, selain itu di dalam biochar juga terdapat pori yang dapat dimanfaatkan sebagai habitat bagi berbagai mikroba tanah (Annisa & Nusyamsyi, 2016). Kompos menghasilkan total emisi CH₄ yang paling rendah dibandingkan dengan bahan organik lainnya, hal ini disebabkan karena kompos yang digunakan sudah terdekomposisi secara sempurna sehingga emisi CH₄ yang dihasilkan cukup rendah. Menurut Wihardjaka (2015), pupuk organik matang dengan nisbah C/N rendah seperti

kompos dan pupuk kandang menghasilkan emisi CH₄ yang lebih rendah dibanding pupuk organik yang memiliki nisbah C/N tinggi seperti jerami dan pupuk hijau.

3. 3. Derajat Kemasaman Tanah (pH)

Hasil pengukuran pH tanah pada setiap fase pertumbuhan tanaman padi disajikan pada Gambar 3. Nilai pH tertinggi dihasilkan oleh perlakuan tanpa bahan organik yaitu sebesar 6,42 pada saat tanaman padi berumur 19 hari setelah tanam, sedangkan pH terendah dihasilkan oleh perlakuan jerami yaitu sebesar 5,70 pada saat tanaman padi berumur 38 hari setelah tanam. Perlakuan biokompos dapat meningkatkan nilai pH tanah meskipun masih dalam kategori asam, sedangkan perlakuan jerami justru menurunkan pH tanah. Hal ini disebabkan karena biokompos yang diberikan ke dalam tanah sawah sudah dalam keadaan matang. Besaran nilai pH tanah tergantung dari tingkat kematangan bahan organik yang diberikan, jika bahan organik belum matang maka akan menyebabkan penurunan pH tanah dikarenakan bahan organik belum terdekomposisi dengan baik dan masih melepaskan asam-asam organik (Atmojo, 2003).



Sumber Data : Yuniarti *et al.*, 2017

Gambar 4. Derajat Kemasaman Tanah pada Setiap Fase Pertumbuhan Tanaman Padi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola sebaran pH sama dengan pola pada emisi CH_4 pada setiap fase pertumbuhan tanaman padi. Penurunan pH yang terjadi pada saat tanaman padi berumur 38 hari setelah tanam menyebabkan terjadinya penurunan emisi CH_4 . Salah satu parameter lingkungan yang mempengaruhi aktivitas bakteri metanogen dan metanotrof adalah pH tanah (Jeffery *et al.*, 2016). pH tanah mengatur reaksi kimia dan enzim pada mikroorganisme (Luo & Zhou, 2006). Sebagian besar bakteri metanogen adalah neutrofilik, yaitu hidup pada kisaran pH optimum antara 6-8 (Jeffery *et al.*, 2016). Perubahan kecil pada pH tanah akan menyebabkan perubahan pembentukan CH_4 .

3. 4. Jumlah Anakan

Jumlah anakan padi setiap fase pertumbuhan tanaman padi disajikan pada Tabel 1. Jumlah anakan padi yang terbentuk oleh semua perlakuan pada saat fase pertumbuhan yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hal ini disebabkan karena tanaman padi yang digunakan dalam penelitian ini hanya satu varietas saja sehingga tidak ada perbedaan

faktor genetik. Pada saat fase anakan aktif jumlah anakan yang dihasilkan hanya berkisar antara 5-7 anakan. Jumlah anakan tanaman padi mulai mengalami peningkatan saat memasuki fase anakan maksimum, kemudian mulai berkurang jumlahnya saat memasuki fase bunting, fase pembungaan, dan fase pemasakan. Hal ini disebabkan karena ketersediaan air pada saat fase awal pertumbuhan tanaman padi masih tercukupi dengan baik jika dibandingkan dengan fase bunting yang ketersediaan airnya semakin berkurang. Pengelolaan air pada budidaya padi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap pembentukan anakan padi, terutama pada saat fase vegetatif (Muttaqien *et al.*, 2018).

Sifat morfologi tanaman seperti jumlah anakan merupakan salah satu faktor yang berhubungan langsung dengan besar kecilnya CH_4 , karena berperan dalam proses transportasi CH_4 (Zhang *et al.*, 2015). Jumlah anakan maksimum terjadi saat tanaman berumur 38 HST dimana jumlahnya meningkat sebesar 45%, 36%, dan 27% secara berturut-turut pada perlakuan biokompos, kompos dan jerami dibanding tanpa bahan organik. Meningkatnya jumlah anakan akan

Tabel 1. Jumlah Anakan Pada Setiap Fase Pertumbuhan Tanaman Padi

Perlakuan	Jumlah Anakan Tanaman Padi				
	Fase anakan aktif	Fase anakan maksimum	Fase bunting	Fase pembungaan	Fase pemasakan
Kompos	5a	15a	13a	13a	11a
Jerami	6a	14a	11a	11a	10a
Biokompos	7a	16a	13a	13a	11a
Tanpa Bahan Organik	5a	11a	10a	8a	9a

Keterangan: nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata. Sumber Data: Yuniarti *et al.*, 2017

berpengaruh terhadap besarnya emisi CH₄ yang dihasilkan. Biasanya jumlah anakan mempunyai hubungan yang positif dengan kapasitas transportasi CH₄ oleh tanaman padi, dimana semakin banyak jumlah anakan maka emisi CH₄ yang dilepaskan ke atmosfer juga akan semakin besar, hal ini dikarenakan kerapatan dan jumlah pembuluh aerenkima yang berfungsi sebagai jalan keluarnya CH₄ juga semakin meningkat (Aulakh *et al.*, 2002). Namun penelitian ini menunjukkan hasil yang berbeda, yaitu saat jumlah anakan maksimum fluks CH₄ yang dihasilkan justru mengalami penurunan di semua perlakuan. Hal ini disebabkan karena selain jumlah anakan masih terdapat faktor lain yang bisa mempengaruhi emisi CH₄ seperti proses yang terjadi di bawah permukaan tanah. Tanaman padi bagian atas bisa mempengaruhi emisi CH₄ karena dapat berfungsi sebagai saluran transportasi CH₄ (Zhang *et al.*, 2015) namun belum tentu memainkan peranan utama karena transportasi bukanlah faktor pembatas dari emisi CH₄. Emisi gas rumah kaca khususnya CH₄ umumnya lebih disimulasi oleh proses biogeokimia yang terjadi di sawah (Zhang *et al.*, 2011).

3. 5. Produksi Padi

Berat 1000 butir, berat gabah hampa, berat gabah isi, biomassa atas, biomassa bawah tanaman padi pada penelitian ini disajikan pada Tabel 2. Perlakuan kompos

menghasilkan berat 1000 butir dan berat gabah isi yang cukup tinggi namun belum bisa menghasilkan gabah yang maksimum. Hal ini disebabkan karena berat gabah hampa yang dihasilkan pada perlakuan ini juga lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Biomassa atas dan bawah terendah dihasilkan oleh perlakuan tanpa bahan organik, faktor rendahnya biomassa inilah yang juga berkontribusi terhadap rendahnya emisi CH₄ yang dihasilkan oleh perlakuan tanpa bahan organik. Biomassa memberi pengaruh terhadap emisi gas rumah kaca (Wang *et al.*, 2017). Biomassa akar yang rendah pada perlakuan tanpa bahan organik kemungkinan karena eksudat akar yang dihasilkan rendah sehingga ketersediaan substrat bagi bakteri metanogen dalam menghasilkan CH₄ juga menjadi rendah.

Produksi padi terendah dihasilkan oleh perlakuan tanpa bahan organik (4,61 ton/ha), sedangkan yang tertinggi dihasilkan oleh perlakuan jerami (5,13 ton/ha). Perlakuan kompos dan biokompos masing-masing menghasilkan gabah sebesar 4,76 dan 4,72 ton/ha. Perlakuan jerami menghasilkan gabah 11,28% lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa bahan organik. Perlakuan kompos dan biokompos masing-masing menghasilkan gabah 3,25% dan 2,39% lebih tinggi dibandingkan tanpa bahan organik. Perlakuan jerami menghasilkan emisi CH₄ 96,50% lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa bahan organik. Perlakuan kompos dan

Tabel 2. Produksi Padi di Lahan Sawah Tadah Hujan

Perlakuan	Komponen Hasil			Biomass Atas (g)	Biomass Bawah (g)	GKG (ton/ha)	Produksi Padi per Kg CH ₄
	Berat 1000 Butir (g)	Berat Gabah Hampa (g)	Berat Gabah Isi (g)				
Kompos	28,58a	3,94a	30,09a	38,10a	7,57a	4,76ab	31,11
Jerami	26,95a	2,84a	25,88a	28,96a	4,95a	5,13a	18,25
Biokompos	27,61a	2,92a	30,35a	37,90a	5,42a	4,72ab	23,95
Tanpa Bahan Organik	27,84a	2,14a	24,21a	28,23a	3,62a	4,61b	32,23

Keterangan: nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata. Sumber Data: Yunianti *et al.*, 2017

biokompos masing-masing menghasilkan emisi CH₄ 6,99% dan 37,76% lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa bahan organik.

Nilai produksi padi per kg CH₄ disajikan pada Tabel 2. Perlakuan jerami menghasilkan produksi padi yang tertinggi dibanding perlakuan lainnya, namun disisi lain perlakuan ini juga menghasilkan emisi CH₄ tertinggi. Peningkatan produksi padi harus diselaraskan juga dengan upaya untuk menekan emisi gas rumah kaca, sehingga aspek kelestarian lingkungan dapat terwujud secara berkelanjutan. Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah dengan pemanfaatan bahan organik yang dapat memberikan produksi padi yang optimal sekaligus dapat menekan emisi CH₄ yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan organik yang dapat menghasilkan produksi padi yang optimal sekaligus dapat menekan emisi CH₄ secara berturut-turut adalah kompos, biokompos dan jerami yang masing-masing menghasilkan nilai produksi padi per kg CH₄ sebesar 31,11; 23,95 dan 18,25. Dengan demikian perlakuan bahan organik yang dianjurkan dalam budidaya padi di lahan sawah tadah hujan adalah kompos, kerana mampu meningkatkan produksi padi dan menurunkan emisi CH₄.

4. Simpulan

Pemberian bahan organik pada lahan sawah menghasilkan emisi CH₄ yang lebih besar dibanding tanpa bahan organik. Adanya bahan organik berpengaruh terhadap besaran emisi CH₄ yang dihasilkan dari proses dekomposisi. Oleh karena itu penggunaan bahan organik yang tepat perlu dilakukan untuk menekan emisi CH₄ sekaligus meningkatkan produktivitas tanaman. Bahan organik berupa kompos berpotensi menekan emisi CH₄ dan menghasilkan produksi padi yang lebih optimal dibandingkan jerami padi dan biokompos.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Jumari, Yono, dan Susanto selaku teknisi yang membantu selama kegiatan di lapang, serta Ibu Titi Sophiawati, Sri Wahyuni, dan Hilda Amelia selaku analis yang membantu selama kegiatan di laboratorium.

6. Kepengarangan

Penulis mempunyai kontribusi yang berbeda dalam makalah ini. Ika Ferry Yunianti adalah kontributor utama dalam pengolahan data statistik dan penyusunan makalah. Hesti Yulianingrum dan Miranti Ariani adalah kontributor anggota yang

membantu dalam mencari literatur yang relevan dengan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Adhya, T. K., Bharati, K., Mohanty, S. R., Ramakrishnan, B., Rao, V. R., Sethunathan, N., & Wassmann, R. (2000). Methane emission from rice fields at Cuttack, India. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 58(1–3), 95–105. doi://10.1023/A:1009886317629.
- Annisa, W., & Nusyamsyi, D. (2016). Pengaruh amelioran, pupuk dan sistem pengelolaan tanah sulfat masam terhadap hasil padi dan emisi metana. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 40(2), 135–145. doi://10.21082/jti.v40n2.2016.135-145.
- Atmojo, S. W. (2003). Peranan bahan organik terhadap kesuburan tanah dan upaya pengelolannya. *Sebelas Maret University Press*, 36. doi://10.1017/CBO9781107415324.004.
- Aulakh, M. S., Wassmann, R., Bueno, C., Kreuzwieser, J., & Rennenberg, H. (2001). Characterization of root exudates at different growth stages of ten rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Plant Biology*, 3(2), 139–148. doi://10.1055/s-2001-12905.
- Aulakh, M. S., Wassmann, R., & Rennenberg, H. (2002). Methane transport capacity of twenty-two rice cultivars from five major Asian rice-growing countries. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 91(1–3), 59–71. doi://10.1016/S0167-8809(01)00260-2.
- IAEA. (1992). *Manual on measurement of methane and nitrous oxide emission from agriculture. Manual on Measurement of Methane and Nitrous Oxide Emission from Agricultural*. Austria: International Atomic Energy Agency.
- Ibrahim, M., Cao, C. G., Zhan, M., Li, C. F., & Iqbal, J. (2015). Changes of CO₂ emission and labile organic carbon as influenced by rice straw and different water regimes. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 12(1), 263–274. doi://10.1007/s13762-013-0429-3.
- Jeffery, S., Verheijen, F. G. A., Kammann, C., & Abalos, D. (2016). Biochar effects on methane emissions from soils: A meta-analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 101, 251–258. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.07.021>.
- Kartikawati, R., Yuniarti, I. F., & Wihardjaka, A. (2017). Pemanfaatan lahan tadah hujan untuk budidaya padi unggul dalam menghadapi perubahan iklim. *Jurnal Lahan Suboptimal*, 6(2), 142–149.
- Kasno, A., Rostaman, T., & Setyorini, D. (2016). Increasing productivity of rainfed area with N, P, and K fertilizers and use of high yielding varieties. *Journal of Soil and Climate*, 40(2), 147–157.
- Khosa, M. K., Sidhu, B. S., & Benbi, D. K. (2010). Effect of organic materials and rice cultivars on methane emission from rice field. *Journal of Environmental Biology*, 31(3), 281–285.
- Kongchum, M. (2005). Effect of plant residue and water management practices on soil redox chemistry, methane emission, and rice productivity. *A Doctoral Dissertations. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College*, 1–202.
- Le Mer, J., & Roger, P. (2001). Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: A review. *European Journal of Soil Biology*, 37(1), 25–50. doi://10.1016/S1164-5563(01)01067-6.
- Lehmann, J., & Joseph, S. (2012). *Biochar for environmental management: Science and technology. Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. doi://10.4324/9781849770552.
- Linguist, B., Van Groenigen, K. J., Adviento-Borbe, M. A., Pittelkow, C., & Van Kessel, C. (2012). An agronomic assessment of greenhouse gas emissions from major cereal crops. *Global Change Biology*, 18(1), 194–209. doi://10.1111/j.1365-2486.2011.02502.x.
- Liu, G., Ma, J., Yang, Y., Yu, H., Zhang, G., & Xu, H. (2017). Effects of straw incorporation methods on nitrous oxide and methane emissions from a wheat-rice rotation system. *Pedosphere*, 29(2), 204–215. doi://10.1016/S1002-0160(17)60410-7.
- Luo, Y., & Zhou, X. (2006). *Soil respiration and the environment*. California, USA: Academic Press in an imprint of Elsevier.

- Mandal, S., Vema, V. K., Kurian, C., & Sudheer, K. P. (2020). Improving the crop productivity in rainfed areas with water harvesting structures and deficit irrigation strategies. *Journal of Hydrology*, 586(March), 124818. doi://10.1016/j.jhydrol.2020.124818.
- Mulyadi, & Wihardjaka, A. (2014). Emisi gas rumah kaca dan hasil gabah dari tiga varietas padi pada lahan sawah tadah hujan bersurjan. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 33(2), 116. doi://10.21082/jpntp.v33n2.2014.p116-121.
- Muttaqien, K., Ariffin, & Wardiyati, T. (2018). Evaluasi dampak sistem pengelolaan air pada budidaya padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(8), 1810–1817.
- Muzaiyanah, S., & Subandi. (2016). Peranan bahan organik dalam peningkatan produksi kedelai dan ubi kayu pada lahan kering masam. *Iptek Tanaman Pangan*, 11(2), 149–158.
- Setyanto, P., Makarim, A. K., Fagi, A. M., Wassmann, R., & Buendia, L. V. (2000). Crop management affecting methane emissions from irrigated and rainfed rice in Central Java (Indonesia). *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 58(1–3), 85–93. doi://10.1023/A:1009834300790.
- Setyanto, Prihasto. (2002). Mitigasi gas metan dari lahan sawah. In *Lahan Sawah dan Pengelolaannya*. Badan Litbang Pertanian (pp. 289–305).
- Sutrisna, N., Surdianto, Y., & Marbun, O. (2016). Pengaruh pemberian jerami dan varietas padi inbrida terhadap emisi gas rumah kaca di lahan sawah irigasi. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 40(2), 79–85. doi://10.2017/jti.v40i2.5517.
- Tan, W., Yu, H., Huang, C., Li, D., Zhang, H., Jia, Y., ... Xi, B. (2018). Discrepant responses of methane emissions to additions with different organic compound classes of rice straw in paddy soil. *Science of the Total Environment*, 630, 141–145. doi://10.1016/j.scitotenv.2018.02.230.
- Thakur, A. K., Kassam, A., Stoop, W. A., Uphoff, N., Barton, L., Wolf, B., ... Yagi, K. (2015). Guidelines for measuring CH₄ and N₂O emissions from rice paddies by a manually operated closed chamber method. *Scientific reports* (Vol. 235). doi://10.1016/j.agee.2016.10.011.
- Wang, C., Lai, D. Y. F., Sardans, J., Wang, W., Zeng, C., & Peñuelas, J. (2017). Factors related with CH₄ and N₂O emissions from a paddy field: Clues for management implications. *PLoS ONE*, 12(1), 1–23. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169254.
- Wassmann, R., & Aulakh, M. S. (2000). The role of rice plants in regulating mechanisms of methane emissions. *Biology and Fertility of Soils*, 31(1), 20–29. doi://10.1007/s003740050619.
- Wihardjaka, A. (2015). Mitigation of methane emission through lowland management. *Journal Litbang Pertanian*, 32(2), 95–104.
- Zhang, D., Pan, G., Wu, G., Kibue, G. W., Li, L., Zhang, X., ... Liu, X. (2016). Biochar helps enhance maize productivity and reduce greenhouse gas emissions under balanced fertilization in a rainfed low fertility inceptisol. *Chemosphere*, 142, 106–113. doi://10.1016/j.chemosphere.2015.04.088.
- Zhang, H., Liu, H., Hou, D., Zhou, Y., Liu, M., Wang, Z., ... Yang, J. (2019). The effect of integrative crop management on root growth and methane emission of paddy rice. *The Crop Journal*, 7, 444–457.
- Zhang, Y., Jiang, Y., Li, Z., Zhu, X., Wang, X., Chen, J., ... Zhang, W. (2015). Aboveground morphological traits do not predict rice variety effects on CH₄ emissions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 208, 86–93. doi://10.1016/j.agee.2015.04.030.
- Zhang, Y., Wang, Y. Y., Su, S. L., & Li, C. S. (2011). Quantifying methane emissions from rice paddies in Northeast China by integrating remote sensing mapping with a biogeochemical model. *Biogeosciences Discussions*, 8(1), 385–414. doi://10.5194/bgd-8-385-2011.
- Zou, J., Huang, Y., Jiang, J., Zheng, X., & Sass, R. L. (2005). A 3-year field measurement of methane and nitrous oxide emissions from rice paddies in China: Effects of water regime, crop residue, and fertilizer application. *Global Biogeochemical Cycles*, 19(2), 1–9. doi://10.1029/2004GB002401.