

Peranan Pupuk Kandang dalam Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca: Studi Kasus di Perkebunan Kopi Rakyat Provinsi Bali

Ika Ferry Yunianti¹⁾ dan Rina Kartikawati¹⁾

¹⁾Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Jl. Raya Jakenan-Jaken Km. 05 Kotak Pos 5 Jakenan-Pati 59182 Jawa Tengah

Fenomena perubahan iklim telah terjadi dan akan terus berlanjut sepanjang abad ke-21, apabila tidak ada tindakan untuk menurunkan laju perubahannya maka dapat berdampak buruk terhadap lingkungan. Salah satu faktor penyebab terjadinya perubahan iklim adalah karena meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Oleh karenanya berbagai kesepakatan di tingkat nasional dan internasional telah dibuat terkait upaya mitigasi emisi gas rumah kaca. Dampak perubahan iklim seperti peningkatan suhu bumi, berkurangnya sumber air, perubahan musim tanam dan lain-lain telah dirasakan secara nyata oleh masyarakat. Dampak perubahan iklim ini akan berpengaruh terhadap semua sektor, termasuk sub sektor perkebunan kopi. Salah satu inovasi dan teknologi dilakukan dalam upaya mengatasi dampak perubahan iklim pada perkebunan kopi yaitu pemanfaatan pupuk kandang yang berasal dari sistem integrasi tanaman dan ternak.

K

opi adalah komoditas strategis dalam perekonomian Indonesia karena paling banyak diperdagangkan setelah minyak.

Tanaman kopi di Indonesia umumnya diusahakan oleh petani dalam bentuk perkebunan rakyat (*smallholder*). Pada tahun 2017, dari 1.205 juta hektar luas areal kopi di Indonesia 95,46% diantaranya diusahakan oleh perkebunan rakyat dan dominan mengusahakan jenis kopi robusta¹⁾. Produksi kopi dari perkebunan rakyat pada tahun 2017 sebesar 636,7 ribu ton, dibandingkan dengan tahun 2016 produksi ini tidak mengalami kenaikan yang signifikan yaitu hanya 0,74%¹⁾.

Berbagai penyebab rendahnya produksi kopi di perkebunan rakyat antara lain teknik budidaya masih tradisional, banyak tanaman yang sudah tua dan sebagian besar belum menggunakan varietas unggul. Selain itu, penyebab lain adalah karena perubahan pola curah hujan. Peluang untuk adaptasi dan mitigasi terhadap perubahan iklim seiring dengan upaya peningkatan produktivitas tanaman masih terbuka, yaitu dengan menerapkan paket inovasi teknologi yang sesuai dengan kondisi agroekologi setempat, mudah dan murah sehingga petani tidak sulit untuk mengadopsinya dengan cepat.

Pupuk Kandang

Budidaya kopi organik saat ini banyak digemari oleh petani karena menghasilkan kopi dengan aroma dan cita rasa yang nikmat. Penggunaan pupuk organik dalam hal ini merupakan kunci utama dalam budidaya kopi organik. Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan yang mempunyai peranan besar dalam mendukung perbaikan sifat fisik, kimia, biologi tanah serta meningkatkan ketersediaan hara dalam tanah. Penggunaan pupuk kandang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman kopi. Selain itu, penggunaan pupuk organik juga mampu menghemat biaya pemeliharaan kebun sampai 30% dibandingkan dengan pupuk anorganik²⁾.

Penggunaan pupuk kandang dalam budidaya kopi harus dilakukan dengan tepat karena jika kurang tepat maka justru berpeluang dalam menghasilkan emisi gas rumah kaca (CH_4 dan N_2O). Apabila kotoran ternak disimpan dalam keadaan anaerob dapat menghasilkan gas CH_4 . Besarnya gas CH_4 dan N_2O yang dihasilkan dari kotoran ternak akan tergantung pada jenis ternak, asupan pakan dan cara penyimpanan. Oleh karenanya pengelolaan kotoran ternak yang baik dan benar perlu dilakukan sebagai salah satu upaya mitigasi gas rumah kaca. Selain itu, aplikasi pupuk organik yang terdekomposisi sempurna akan berpeluang juga dalam meningkatkan cadangan karbon dalam tanah^{3,4,5)}.

Pengukuran Emisi Gas Rumah Kaca

Emisi gas rumah kaca adalah lepasnya gas rumah kaca ke atmosfer pada area tertentu dalam jangka waktu tertentu. Pengukuran gas rumah kaca dilakukan untuk mengetahui besarnya emisi gas rumah kaca yang dihasilkan pada suatu wilayah (sawah, perkebunan, hutan, perairan dan lain-lain). Alat yang digunakan untuk mengukur gas rumah kaca adalah kromatografi gas (GC). Hasil analisa yang berupa area dan konsentrasi akan diinterpretasikan dalam bentuk *peak*, sehingga fluks atau emisi dapat dihitung dengan menggunakan rumus.

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

Dimana:

- E : Emisi gas CH_4 , CO_2 dan N_2O ($\text{mg m}^{-2} \text{ hari}^{-1}$)
- dc/dt : Perbedaan konsentrasi gas CO_2 dan N_2O per waktu (ppm menit^{-1})
- Vch : Volume boks (m^3)
- Ach : Luas boks (m^2)
- mW : Berat molekul CH_4 , CO_2 dan N_2O (g)
- mV : Tetapan volume molekul (22.41 l)
- T : Suhu rata-rata selama pengambilan sampel ($^{\circ}\text{C}$),
Nilai 273.2 : Tetapan suhu Kelvin

A. Bahan dan alat

1. Sungkup penangkap gas ukuran $40 \times 20 \times 20$ cm
2. Penampang ukuran sesuai ukuran dasar sungkup
3. Termometer lapang
4. Jarum suntik (*syringe*) ukuran 20 mL
5. Vial ukuran 10 mL
6. Penutup karet/*septum*
7. *Stop watch*
8. Alat tulis dan blangko pengamatan

B. Langkah pengambilan sampel

1. Pengambilan contoh gas dilakukan pada pagi (06.00-08.00) dan siang hari (12.00-14.00).
2. Pada kondisi tanah kering, penampang yang sudah dipasang sejajar tanah perlu diisi dengan air untuk menghindari kebocoran gas dari bawah sungkup.
3. Sungkup diletakkan di atas penampang dan pastikan tidak ada kebocoran gas di bagian bawah sungkup.
4. Termometer dipasang pada lubang bagian atas sungkup.
5. Sebelum pengambilan contoh gas, lubang di atas sungkup dibiarkan terbuka selama $\pm 2-3$ menit untuk menstabilkan konsentrasi gas dalam sungkup.
6. Setelah $\pm 2-3$ menit, penutup karet/*septum* dipasang pada lubang bagian atas sungkup.
7. Gas diambil dengan menggunakan *syringe* yang dipasang pada posisi tegak lurus dengan interval waktu 10, 20, 30, 40 dan 50 menit dalam satu rangkaian pengambilan.
8. Gas yang ada di dalam *syringe* dipindah-

kan ke dalam vial yang sudah vacuum dan sudah tertutup rapat sehingga tidak terjadi kebocoran gas.

9. Catat ketinggian air dari permukaan tanah dan perubahan suhu pada masing-masing sungkup.
10. Contoh gas segera dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisa konsentrasi gas CH_4 , CO_2 dan N_2O .
11. Fluks atau emisi dihitung dengan menggunakan rumus.



Pengambilan sampel gas dari kotoran ternak dan lahan perkebunan kopi

Emisi Gas Rumah Kaca pada Perkebunan Kopi di Provinsi Bali

Budidaya kopi merupakan salah satu usaha tani yang rentan terhadap perubahan iklim. Hal ini disebabkan karena pertumbuhan tanaman kopi sangat bergantung pada kondisi lingkungan di sekitarnya. Pengukuran emisi gas rumah kaca di Provinsi Bali dilakukan di dua lokasi yaitu di Subak Abian Buana Kerti Desa Binyan, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli dan di

Subak Abian Guna Marga Desa Pelaga Kecamatan Petang, Kabupaten Badung. Pengambilan contoh gas di masing-masing lokasi dilakukan pada lahan yang menerapkan sistem budidaya konvensional (tanpa pupuk kandang) dan yang menerapkan teknologi mitigasi emisi gas rumah kaca (dengan pupuk kandang). Lokasi mitigasi merupakan lokasi yang menerapkan Sistem Integrasi Tanaman dan Ternak (SITT). SITT merupakan salah satu *smart agriculture* yang ramah lingkungan karena menggunakan konsep *zero waste* sehingga hasil samping dari usaha perternakan menjadi termanfaatkan. Limbah kotoran ternak dimanfaatkan sebagai pupuk kandang sedang limbah perkebunan dimanfaatkan menjadi pakan ternak. Pupuk kandang yang digunakan pada perkebunan kopi di Kabupaten Bangli berasal dari kotoran ternak kambing sedangkan di Kabupaten Badung digunakan pupuk kandang dari kotoran ternak sapi. Besarnya gas N_2O , CO_2 dan CH_4 yang dihasilkan dari kotoran ternak tergantung pada jenis ternak, asupan pakan dan cara penyimpanan. Faktor-faktor yang mempengaruhi emisi CH_4 adalah jumlah kotoran yang dihasilkan dan porsinya yang terurai secara anaerob⁶⁾. Pengelolaan kotoran ternak (cara dan waktu penyimpanan) yang berbeda akan menimbulkan efek yang berbeda pula terhadap emisi gas rumah kaca. Apabila kotoran ternak disimpan di ruangan terbuka maka proses dekomposisi yang terjadi adalah aerobik sehingga lebih sedikit emisi CH_4 yang dihasilkan.

Pada umumnya petani kopi masih menggunakan pupuk anorganik secara intensif dalam jangka waktu yang lama. Pada lahan kering seperti lahan perkebunan kopi, emisi gas rumah kaca yang lebih dominan dihasilkan adalah N_2O dan CO_2 . Emisi N_2O merupakan emisi yang dikeluarkan sebagai hasil samping proses nitrifikasi yang berlangsung pada kondisi oksidasi kurang optimal dan proses denitrifikasi, sedangkan emisi CO_2 dikeluarkan oleh tanaman atau mikroorganisme melalui proses respirasi. Emisi CO_2 yang dilepaskan ke atmosfer akan dapat diserap kembali oleh tanaman untuk proses fotosintesis, sedangkan emisi N_2O akan semakin meningkat sejalan meningkatnya aplikasi pupuk nitrogen yang tidak efisien (dosis, jenis, waktu dan cara aplikasi). Penggunaan pupuk kandang pada lahan perkebunan kopi dapat mengurangi

Fluks CH₄, N₂O dan CO₂ pada kotoran ternak

Lokasi	CH ₄ (mg m ⁻² menit ⁻¹)	N ₂ O (mg m ⁻² menit ⁻¹)	CO ₂ (mg m ⁻² menit ⁻¹)
Kab. Bangli	0,0031	0,0780	60,28
Kab. Bandung	3,18	0,0014	12,94

Sumber : Data primer (2018).

Emisi N₂O dan CO₂ pada lahan perkebunan kopi rakyat di Provinsi Bali

Lokasi		Emisi GRK	
		N ₂ O (kg ha ⁻¹ th ⁻¹)	CO ₂ (t ha ⁻¹ th ⁻¹)
Kab. Bangli	Mitigasi	3,56	29,22
	Konvensional	3,68	33,05
Kab. Badung	Mitigasi	2,39	20,00
	Konvensional	2,46	39,02

Sumber : Data primer (2018).

penggunaan pupuk anorganik sehingga emisi yang dihasilkan pun juga akan rendah.

Pendekatan yang paling efektif untuk menurunkan emisi gas rumah kaca adalah dengan mengkombinasikan berbagai komponen teknologi ke dalam satu paket. Paket teknologi pengelolaan tanaman dan ternak yang terintegrasi di lahan perkebunan kopi akan mampu memberikan sumbangan yang positif dalam langkah mitigasi gas rumah kaca. Adanya pertanaman kopi yang berkelanjutan juga berfungsi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca di atmosfer, karena tanaman kopi memanfaatkan CO₂ dalam proses fotosintesis.

Penutup

Budidaya kopi tidak terlepas dari penggunaan pupuk, baik anorganik maupun organik. Pengelolaan pupuk yang tepat merupakan salah satu hal yang penting dalam upaya mitigasi emisi gas rumah kaca. Aplikasi pupuk kandang yang sudah terdekomposisi sempurna (CN rasio rendah) cenderung mengemisi gas rumah kaca yang rendah pula. Selain berperan dalam mengurangi emisi gas rumah kaca penggunaan pupuk kandang juga merupakan solusi permasalahan yang dihadapi petani kopi untuk mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik. Dari sisi ekonomi aplikasi pupuk kandang pada tanaman kopi juga berpeluang meningkatkan

kesejahteraan petani kopi melalui peningkatan kualitas dan kuantitas hasil sehingga harga jual kopi tidak mengalami penurunan. Oleh karenanya dukungan pemerintah untuk mengembangkan Sistem Integrasi Tanaman dan Ternak (SITT) pada perkebunan kopi rakyat diperlukan dalam upaya adaptasi dan mitigasi emisi gas rumah kaca.

Sumber Pustaka

- ¹BPS (2018). *Statistik Kopi Indonesia (2017)*. Badan Pusat Statistik Indonesia. ISBN: 978-602-438-187-5.
- ²Arief, M.C.W.; M. Tarigan; R. Saragih & F. Rahmadani (2011). *Panduan Sekolah Lapang: Budidaya Kopi Konservasi Berbagi Pengalaman dari Kabupaten Dairi Provinsi Sumatera Utara*. Conservation International Indonesia.
- ³Lal, R. (2004). Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science* 304(5677), 1623-7.
- ⁴Chan, Y. (2008). Increasing Soil Organic Carbon of Agricultural Land. *Primefact* 735.
- ⁵Owen, J.J.; W.J. Parton & W.L. Shilver (2015). Long-term Impacts of Manure Amendments on Carbon and Greenhouse Gas Dynamics of Rangelands. *Global Change Biology*, 21, 4533-4547.
- ⁶Chang, A.; T. Harter; J. Letey; D. Meyer; R.D. Meyer; M.C. Mathews; F. Mitloehner; S. Pettygrove; P. Robinson & R. Zhang (2006). *Managing Dairy Manure in the Central Valley of California*. Publication 9004, Division of Agriculture and Natural Resources. University of California. Oakland, CA.

0