



PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

**APLIKASI AZOLLA SEBAGAI UPAYA MITIGASI GAS METAN
PADA LAHAN PADI SAWAH BERIRIGASI**

**BIDANG KEGIATAN:
PKM GAGASAN TERTULIS**

Diusulkan oleh:

Nurmansyah	A24060191	(2006)
Wahyu Setyo Widodo	A24060115	(2006)
Adhiaksa Noegraha	A24070173	(2007)

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

2009

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Kegiatan : Aplikasi Azolla Sebagai Upaya Mitigasi Gas Metan pada Lahan Padi Sawah Beririgasi
2. Bidang Kegiatan : () PKM-AI (X) PKM-GT
3. Ketua Pelaksana Kegiatan
 - a. Nama Lengkap : Nurmansyah
 - b. NIM : A24060191
 - c. Jurusan : Agronomi dan Hortikultura
 - d. Universita/Institut/Politeknik : Institut Pertanian Bogor

Bogor, 31 Maret 2009

Menyetujui

Ketua Departemen Agronomi dan Hortikultura

Ketua Pelaksana Kegiatan

(Prof. Dr. Ir. Bambang S. Purwoko, MSc)
NIP. 131 404 220

(Nurmansyah)
NIM. A24060191

Wakil Rektor Bidang
Akademik dan Kemahasiswaan

Dosen Pendamping

(Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS)
NIP. 131 473 999

(Dwi Guntoro, SP, MSi)
NIP. 132 176 851

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memeberikan rahmat dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan PKM Gagasan Tertulis ini.

PKM Gagasan Tertulis yang berjudul ”**Aplikasi Azolla Sebagai Upaya Mitigasi Gas Metan Pada Lahan Padi Sawah Beririgasi**” ini disusun untuk mengasah kemampuan penulis dalam memecahkan masalah yang terjadi di masyarakat.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dwi Guntoro, SP, MSi yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan PKM Gagasan Tertulis ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian PKM Gagasan Tertulis ini. Penulis menyadari tulisan ini belum sempurna sehingga penulis mengharapkan saran ataupun kritik yang membangun untuk penyempurnaan tulisan ini.

Bogor, 31 Maret 2009

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
RINGKASAN	1
PENDAHULUAN	3
Gagasan Kreatif.....	5
Tujuan dan Manfaat	5
TELAAH PUSTAKA	6
Landasan Teori dan Konsep-konsep	6
Pendapat Terdahulu Mengenai Masalah Mitigasi Gas Metan pada Lahan Sawah	8
Pemecahan Masalah yang Pernah Dilakukan	9
METODE PENULISAN	10
Prosedur Pengumpulan Data.....	10
Cara Pengolahan Data.....	10
Analisis dan Sintesis	10
ANALISIS DAN SINTESIS.....	11
KESIMPULAN DAN SARAN.....	15
DAFTAR PUSTAKA	16
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	17

RINGKASAN

Perubahan iklim yang terjadi di dunia berakibat buruk pada keseimbangan ekosistem, salah satunya agroekosistem atau ekosistem pertanian. Perubahan iklim global saat ini disebabkan oleh meningkatnya emisi gas rumah kaca. Salah satu hal yang dituding penyebab terjadinya peningkatan emisi gas rumah kaca, yaitu praktek budidaya padi sawah. Hal ini dikarenakan lahan persawahan menghasilkan gas metan yang merupakan salah satu gas rumah kaca.

Pada lahan persawahan gas metan dihasilkan dari hasil dekomposisi bahan organik melalui proses metanogenesis oleh bakteri *methanogen*. Metanogenesis juga dapat berarti proses yang alamiah pada kondisi tanah tergenang seperti lahan padi sawah beririgasi. Sehingga dibutuhkan upaya mitigasi tanpa menimbulkan masalah baru. Pendekatan mitigasi yang paling efektif adalah dengan mengarahkan upaya penurunan emisi metan ke areal tanah sawah yang memiliki potensi emisi yang tinggi. Emisi metan dari tanah sawah beririgasi umumnya lebih tinggi dibandingkan dari tanah sawah tadah hujan dan tanah sawah air dalam. Dengan adanya dugaan tersebut maka perlu adanya tindak lanjut yang dapat menurunkan emisi gas rumah kaca terutama di lahan sawah beririgasi tetapi tanpa menurunkan produksi beras. Maka dalam hal ini dibutuhkan suatu solusi praktek yang dapat mengurangi (mitigasi) gas rumah kaca tersebut.

Seperti telah dikemukakan di atas, metanogenesis merupakan proses alami sehingga kita tidak dapat menghambat atau menghentikan seluruh proses tersebut karena hal tersebut hanya akan menambah masalah baru, seperti tidak tersedianya unsur-unsur anorganik yang dibutuhkan oleh tanaman. Oleh karena itu, solusi yang paling memungkinkan ialah dengan mengurangi gas metan yang dikeluarkan dari lahan persawahan. Hal ini dapat dilakukan dengan cara aplikasi azolla pada lahan padi sawah beririgasi. Aplikasi azolla pada lahan sawah dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga secara tidak langsung dapat menurunkan tingkat emisi gas metan.

Azolla merupakan jenis tanaman pakuan air yang hidup di lingkungan perairan dan mempunyai sebaran yang cukup luas. Seperti halnya tanaman leguminosae, azolla mampu N_2 di udara. Karena berasosiasi dengan sianobakteri (*Anabaena azollae*) yang hidup dalam rongga daunnya. Asosiasi Azolla-Anabaena memanfaatkan energi yang berasal dari hasil fotosintesis untuk mengikat N_2 di udara. Azolla memiliki nisbah C/N antara 12-18, sehingga dalam waktu 1 minggu biomassa azolla telah terdekomposisi secara sempurna. Dengan alasan ini, biomassa dapat langsung ditanam di dalam tanah sebelum tanam

Berdasarkan penelusuran ilmiah ada beberapa sifat azolla yang mampu menghambat perkembangan bakteri *methanogen*, sifat-sifat tersebut ialah:

1. Azolla merupakan bahan organik dengan nisbah C/N yang rendah sehingga penggunaan azolla pada lahan sawah tidak akan meningkatkan emisi gas metan. Menurut Corton *et al.* (2000) dalam Wihardjaka dan Abdurachman (2007), pemberian bahan organik dengan nisbah C/N rendah diprediksi lebih menguntungkan dalam meningkatkan hasil

tanaman dan menurunkan emisi gas metana. Karbon yang terdapat dalam bahan organik memiliki laju imobilisasi yang tinggi dalam biomassa mikrobial sehingga merupakan substrat metanogenik. Selain itu, aplikasi azolla dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah.

2. Adanya azolla pada permukaan sawah dapat meningkatkan pH air genangan pada siang hari. Hal ini terjadi karena azolla menyerap CO₂ dari air genangan sawah yang merupakan sumber pemasaman tanah sawah. Pada kondisi ini perkembangan bakteri penghasil gas metan atau bakteri *methanogen* akan terhambat. Hal ini karena bakteri *methanogen* menghendaki pH yang netral untuk tumbuh optimal.
3. Beberapa peneliti menyimpulkan bahwa azolla yang ditanam di antara dua barisan tanaman padi secara efektif mampu menekan pertumbuhan gulma tanaman padi. Pengaruh azolla secara keseluruhan adalah mempertahankan biomassa gulma tetap berada di bawah tanaman azolla. Fungsi pengendalian gulma oleh tanaman azolla cukup penting sebagai salah satu fungsi pengelolaan tanah. Dengan berkurangnya gulma akan mengurangi gangguan mekanik atau penyiangan yang mampu meningkatkan pelepasan metan yang terjebak dalam pori atau agregat tanah. Menurut Holzappel-Pschorn *et al.* (1986) dalam Sudadi (2002), gulma yang dicabut juga merupakan sumber metan tambahan karena umumnya dikembalikan lagi ke lapisan reduktif. Selain itu, emisi metan dari tanah sawah ke atmosfer melalui gulma lebih efisien dibandingkan melalui tanaman padi.
4. Gas metan ditranslokasikan ke atmosfer dengan cara difusi melalui air genangan, ebulisi atau pembentukan gelembung-gelembung gas serta transportasi melalui *aerenchyma* padi. Setelah ditanam dalam tanah sebagian azolla yang hidup akan terus berkembang dan akan menutupi permukaan air pada lahan sawah. Adanya azolla pada permukaan air genangan diharapkan mampu membentuk lapisan oksidatif yang akan mengoksidasi CH₄ menjadi CO₂ dan air, sesuai dengan reaksi :
$$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$
5. Azolla yang menutupi permukaan sawah diharapkan dapat menstabilkan suhu air genangan. Hal ini karena sinar matahari tidak langsung mengenai air genangan yang dapat meningkatkan suhu. Kondisi ini akan menurunkan tingkat emisi gas metan karena bakteri *methanogen* lebih aktif jika terjadi peningkatan suhu dari 17 °C ke 30 °C.

Penulisan gagasan ini bertujuan untuk memberikan solusi alternatif terhadap penurunan emisi gas metan pada lahan sawah irigasi tanpa menurunkan produksi padi. Adapun data yang diperoleh untuk menyelesaikan gagasan ini berasal dari sumber informasi primer, sekunder, dan isu-isu mutakhir. Kemudian analisis dan sintesis dilakukan dengan cara mengkaitkan antara data yang satu dengan data lainnya.

Berdasarkan hasil penulisan ilmiah, kami menyarankan kepada petani untuk mengaplikasikan azolla pada lahan persawahan. Hal ini disebabkan aplikasi azolla selain mampu mengurangi tingkat emisi gas metan juga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk terutama pupuk urea.

PENDAHULUAN

Konferensi internasional perubahan iklim di Bali pada tanggal 3-14 Desember 2007 yang diikuti oleh 189 negara menunjukkan kepedulian negara-negara di dunia terhadap perubahan iklim yang terjadi akhir-akhir ini. Berdasarkan konferensi tersebut negara-negara di dunia dituntut untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Negara-negara di dunia menyadari perubahan iklim yang terjadi dapat merubah keseimbangan ekosistem di bumi tidak terkecuali agroekosistem atau ekosistem pertanian.

Perubahan iklim akan menyebabkan perubahan pola curah hujan, kenaikan muka air laut, kenaikan suhu udara, dan peningkatan kejadian ekstrim berupa banjir dan kekeringan yang akan berdampak serius terhadap sektor pertanian. Indikasi perubahan iklim terlihat pada peningkatan terjadinya bencana selama periode 2003–2005 dengan 1.429 kejadian bencana yang terkait dengan hidrometeorologi (Bappenas dan Bakornas PB, 2006). Bencana banjir dan kekeringan sebagai dampak perubahan iklim akan mempengaruhi produktivitas berbagai komoditas pertanian serta keragaan sumberdaya lahan dan air.

Perubahan iklim global disebabkan antara lain oleh peningkatan emisi gas rumah kaca sebagai akibat dari aktivitas-aktivitas manusia. Salah satu aktivitas manusia yang dituding menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca, yaitu praktek budidaya padi pada lahan sawah. Budidaya padi pada lahan sawah merupakan sumber dari salah satu gas-gas rumah kaca yaitu gas metan. Pada tahun 1990, emisi metan dari tanah sawah diperkirakan mencapai 20-120 juta ton per tahun atau sekitar 12.5% dari emisi metan global sebesar 470-650 juta ton per tahun. Hasil penelitian IRRI dengan negara-negara Asia yang dilakukan pada tahun 1993-1999 membuktikan bahwa tingkat emisi metan dari tanah sawah di Cina ternyata hanya 3.7 juta ton per tahun, sedangkan di India, Indonesia, Filipina dan Thailand berturut-turut hanya 2.1, 1.7, 0.1 dan 0.2 juta ton per tahun (Sudadi, 2002). Meskipun demikian, pada skala nasional, tanah sawah masih tetap merupakan sumber utama emisi metan di Asia. Sebagai contoh, emisi metan dari

tanah sawah di Indonesia mencapai 14% dari total emisi gas rumah kaca yang berasal dari sektor energi (Setyanto *et al.*, 2000 *dalam* Sudadi, 2002). Perhitungan tersebut didasarkan pada asumsi: (1) laju emisi metan sebesar 1.7 juta ton per tahun, (2) potensi terhadap pemanasan global dari metan 20 kali lipat dibandingkan karbondioksida, dan (3) sumber emisi karbobdioksida dari sektor energi sekitar 250 juta ton per tahun. Oleh karena itu, upaya untuk meningkatkan produksi beras harus tetap diiringi dengan upaya untuk menurunkan emisi metan dari tanah sawah.

Lebih dari 90% produksi padi dikonsumsi di Asia, diantaranya dihasilkan pada lahan sawah beririgasi dan 27 % pada lahan padi sawah tadah hujan. Dengan demikian lahan sawah memberikan andil yang besar terhadap pelepasan gas metan ke atmosfer yang berdampak terhadap pemanasan suhu bumi (Neue dan Sass, 1994 *dalam* Wihardjaka dan Abdurachman, 2007). Akibatnya, sesuai dengan konvensi internasional mengenai pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan, negara-negara utama penghasil dan pengonsumsi beras mendapatkan tekanan internasional untuk menurunkan laju dan tingkat emisi metan dari lahan sawah mereka ke tingkat rata-rata global. Hal ini tentu saja menjadi persoalan besar dan kontroversial bagi negara-negara tersebut, karena upaya penurunan emisi metan dikhawatirkan akan menurunkan tingkat produksi beras, yang lebih lanjut dapat memicu timbulnya persoalan baru yang lebih serius, yaitu persoalan ketahanan pangan (Sudadi, 2002).

Menurut Wassmann *et al.* (2000) *dalam* Sudadi (2002) perbedaan pengaruh interaktif dari cara pengelolaan lahan, misalnya rejim kelembaban tanah dan input bahan organik, iklim serta karakteristik tanah lainnya menyebabkan laju emisi metan dari tanah sawah bervariasi secara spasial. Oleh karena itu, pendekatan mitigasi yang paling efektif adalah dengan mengarahkan upaya penurunan emisi metan ke areal tanah sawah yang memiliki potensi emisi yang tinggi. Emisi metan dari tanah sawah beririgasi umumnya lebih tinggi dibandingkan dari tanah sawah tadah hujan dan tanah sawah air dalam. Luas tanah sawah beririgasi meliputi 50% dari total areal tanah sawah dunia (Sudadi, 2002). Oleh karena itu, dibutuhkan suatu teknik budidaya yang dapat menurunkan

emisi gas metan pada lahan sawah beririgasi tanpa menurunkan tingkat produksi padi.

Gagasan Kreatif

Emisi metan dari lingkungan akuatik seperti tanah sawah pada dasarnya ditentukan oleh dua proses mikrobial yang berbeda, yaitu produksi metan dan konsumsi metan (Rudd dan Taylor, 1980 *dalam* Sudadi, 2002). Pada tanah sawah, metan diproduksi sebagai hasil antara dan hasil akhir dari berbagai proses mikrobial, seperti dekomposisi anaerobik bahan organik oleh bakteri *methanogen* (Zehnder dan Stumm, 1988 *dalam* Sudadi, 2002). Pada lahan sawah tergenang, metanogenesis diuntungkan oleh kondisi anoksik, ketersediaan bahan organik dari akar, sisa jerami, dan biomassa fotosintetik tanaman air, pH tanah mendekati netral, suhu tanah berkisar 20-30°C selama pertumbuhan tanaman padi (Neue dan Roger, 1994 *dalam* Wihardjaka dan Abdurachman, 2007).

Seperti telah dikemukakan di atas, proses metanogenesis merupakan proses yang alamiah pada kondisi tanah tergenang seperti lahan padi sawah beririgasi. Sehingga, kita tidak dapat menghambat atau menghentikan seluruh proses tersebut karena hal tersebut hanya akan menambah masalah baru, seperti tidak tersedianya unsur-unsur anorganik yang dibutuhkan oleh tanaman. Oleh karena itu, solusi yang paling memungkinkan ialah dengan mengurangi gas metan yang dikeluarkan dari lahan persawahan. Hal ini dapat dilakukan dengan cara aplikasi azolla pada lahan padi sawah beririgasi. Aplikasi azolla pada lahan sawah dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga secara tidak langsung dapat menurunkan tingkat emisi gas metan.

Tujuan dan Manfaat

Proposal ini bertujuan untuk memberikan solusi alternatif terhadap penurunan emisi gas metan pada lahan sawah irigasi tanpa menurunkan produksi padi.

TELAAH PUSTAKA

Landasan Teori dan Konsep-konsep

Gas Metan

Metan (CH_4) merupakan salah satu gas rumah kaca utama, selain uap air (H_2O), karbondioksida (CO_2) dan *nitrous-oxide* (N_2O). Gas-gas ini dapat menyerap radiasi infra-merah sehingga menyebabkan pemanasan atmosfer yang dikenal sebagai fenomena efek rumah kaca. Metan, *chlorofluoro-carbons* (CFCs), *nitrous-oxide* (N_2O) dan *ozone* (O_3), secara bersama menyebabkan sekitar 3% efek rumah kaca global. Meskipun kontribusi keempat gas rumah kaca ini relatif kecil dibandingkan uap air (67%) dan karbondioksida (30%), tetapi laju peningkatan konsentrasinya di atmosfer sangat nyata dalam menentukan peningkatan efek rumah kaca pada abad ke-20 (Lelieveld dan Crutzen, 1993 *dalam* Sudadi, 2002). Selain itu, keempat gas rumah kaca (GRK) tersebut juga lebih reaktif dibandingkan uap air maupun karbondioksida (Bouwman, 1990 *dalam* Sudadi, 2002).

Konsentrasi metan di atmosfer pada tahun 1990 adalah 1.72 ppm dengan laju peningkatan 1% per tahun, sedangkan untuk karbondioksida masing-masing 354 ppm dan 0.5% per tahun (Lelieveld dan Crutzen, 1993 *dalam* Sudadi, 2002). Karena laju peningkatan konsentrasi metan di atmosfer dua kali lipat dibandingkan karbondioksida, maka pengaruhnya terhadap perubahan iklim global menjadi semakin penting untuk diantisipasi pada kurun waktu mendatang (Sudadi, 2002).

Azolla

Azolla merupakan jenis tanaman pakuan air yang hidup di lingkungan perairan dan mempunyai sebaran yang cukup luas. Seperti halnya tanaman leguminosae, azolla mampu mengikat N_2 di udara karena berasosiasi dengan sianobakteri (*Anabaena azollae*) yang hidup dalam rongga daunnya. Asosiasi Azolla-Anabaena memanfaatkan energi yang berasal dari hasil fotosintesis untuk mengikat N_2 di udara. Menurut Khan (1983) *dalam* Sutanto (2002), kemampuan mengikat N berkisar antara 400-500 kg N/ha/th. Kemampuan mengikat N_2 udara

lebih besar dari kebutuhannya, sehingga nitrogen yang ditambat dilepaskan ke dalam media atau lingkungan pertumbuhan.

Di kawasan Asia cukup banyak dijumpai jenis azolla, tetapi hanya beberapa varietas saja yang mempunyai kemampuan tumbuh dan berkembang biak secara cepat. Azolla memiliki nisbah C/N antara 12-18, sehingga dalam waktu 1 minggu biomassa azolla telah terdekomposisi secara sempurna. Dengan alasan ini, biomassa dapat langsung ditanam di dalam tanah sebelum tanam, bahkan penanaman dapat dilakukan sesudah tanam. Penanaman Azolla meningkatkan bahan organik dan memperbaiki sifat fisik-kimia tanah. Hasil percobaan lapangan menunjukkan penggunaan azolla sebagai pupuk organik dapat menghemat pupuk sebanyak 50% (Rao *et al.*, 1993 dalam Sutanto, 2002).

Keunggulan lain dari tanaman Azolla ialah mampu menekan gulma air yang lain dan dapat dibudidayakan bersama-sama dengan tanaman air lainnya seperti padi. Peran Azolla dalam menekan gulma dapat menghemat biaya penyiangan atau penggunaan herbisida. Azolla yang dapat ditanam bersama-sama tanaman padi merupakan salah satu kelebihan, karena tidak diperlukan tambahan waktu untuk memproduksi biomassa. Kendala di dalam memproduksi biomassa adalah kebutuhan air untuk pertumbuhan Azolla (Sutanto, 2002).

Klasifikasi dan Karakteristik Tanah Sawah

Menurut Greenland (1997) dalam Sudadi (2002), IRRI mengklasifikasikan ekosistem tanah sawah ke dalam empat kelompok, yaitu:

- (a) Tanah sawah beririgasi (*irrigated rice ecosystem*), dicirikan oleh permukaan lahan yang datar, dibatasi oleh pematang dengan tata air terkontrol, lahan tergenang dangkal dengan kondisi tanah dominan anaerobik selama pertumbuhan tanaman dan penanaman padi dilakukan dengan pemindahan bibit pada tanah yang telah dilumpurkan.
- (b) Tanah sawah dataran tinggi (*upland rice ecosystem*), dicirikan oleh lahan datar hingga agak berombak, jarang digenangi, tanah bersifat aerobik dan penanaman padi dilakukan dengan penyebaran benih pada tanah kering atau tanpa penggenangan yang telah dibajak atau dalam keadaan lembab tanpa pelumpuran.

- (c) Tanah sawah air dalam peka banjir (*flood-prone rice ecosystem*), dicirikan oleh permukaan lahan yang datar hingga agak berombak atau cekungan, tergenang banjir akibat air pasang selama lebih dari 10 hari berturut-turut sedalam 50-300 cm selama pertumbuhan tanaman, tanah bersifat aerobik sampai anaerobik dan penanaman padi dilakukan dengan pemindahan bibit pada tanah yang dilumpurkan atau sebar-benih pada tanah kering yang telah dibajak.
- (d) Tanah sawah tadah hujan dataran rendah (*rainfed lowland rice ecosystem*), dicirikan oleh permukaan lahan datar hingga agak berombak, dibatasi pematang, penggenangan akibat air pasang tidak kontinyu dengan kedalaman dan periode bervariasi, umumnya tidak lebih dari 50 cm selama lebih dari 10 hari berturut-turut, tanah bersifat aerobik-anaerobik berselang-seling dengan frekuensi dan periode yang bervariasi serta penanaman padi dilakukan dengan pemindahan bibit pada tanah yang telah dilumpurkan atau sebar benih pada tanah kering yang telah dibajak atau dilumpurkan.

Sifat fisik, kimia dan biologi tanah sawah dan tanah pada lahan basah lainnya sangat berbeda dibandingkan tanah pada lahan kering. Lanaskep berteras-teras, adanya pematang dan penutupan tanah dengan lapisan genangan air melindungi tanah dari proses degradasi yang paling menentukan produktivitas lahan pada jangka panjang, yaitu erosi.

Pendapat Terdahulu Mengenai Masalah Mitigasi Gas Metan pada Lahan Sawah

Menurut Sudadi (2002) sistem tanah sawah bukan merupakan sumber dan penyumbang utama peningkatan emisi metan dan pemanasan global, meskipun pada skala nasional kontribusinya terhadap total emisi gas rumah kaca masih cukup tinggi. Oleh karena itu, upaya penurunan laju dan tingkat emisi metan dari tanah sawah harus tetap diupayakan dengan tanpa mengorbankan aspek produksi beras dan cara mitigasi yang dipilih harus bersifat spesifik lokasi. Identifikasi untuk membedakan ekosistem tanah sawah dengan potensi emisi metan yang tinggi dan rendah memungkinkan penetapan prioritas upaya mitigasi. Oleh

karena ekosistem tanah sawah beririgasi memiliki potensi emisi metan yang tinggi dengan penyebaran areal yang luas, maka prioritas utama upaya mitigasi dalam jangka pendek perlu diarahkan ke ekosistem tersebut.

Menurut Las (2007) Indonesia sebagai emitor terbesar oksigen dari hutan dan areal pertaniannya dituding sebagai negara terbesar ketiga dalam mengemisi gas rumah kaca, terutama dari sistem pertanian lahan sawah dan rawa, kebakaran hutan, serta emisi dari lahan gambut. Oleh sebab itu, Indonesia dituntut (sesuai Protokol Kyoto) untuk mengurangi (mitigasi) gas rumah kaca, antara lain melalui: CDM (*Clean Development Mechanism*), perdagangan karbon melalui pengembangan teknologi budidaya yang mampu menekan emisi gas rumah kaca, serta penerapan teknologi budidaya seperti penanaman varietas dan pengelolaan lahan dan air dengan tingkat emisi gas rumah kaca yang lebih rendah.

Pemecahan Masalah yang Pernah Dilakukan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh IRRI pada tahun 2000 upaya mitigasi emisi metan dari tanah sawah beririgasi yang dapat dilakukan meliputi :

- (1) penerapan drainase temporer yang selain dapat menurunkan laju emisi metan juga meningkatkan produksi dan efisiensi penggunaan air,
- (2) penggunaan kultivar padi sawah modern dengan karakteristik eksudasi akar yang rendah sehingga secara relatif laju emisi metan akan menurun,
- (3) peningkatan dan pengelolaan kesuburan tanah karena eksudasi akar tanaman padi yang tumbuh subur lebih rendah dibandingkan yang mengalami defisiensi hara, misalnya P, sehingga laju emisi metannya juga lebih rendah dan
- (4) penekanan peningkatan emisi metan akibat penggunaan bahan organik dengan menerapkan perlakuan terhadap bahan organik sebelum diaplikasikan, misalnya dikomposkan, dimana hal tersebut juga berdampak positif terhadap peningkatan kesuburan tanah.

METODE PENULISAN

Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan dilakukan melalui media elektronik, seperti internet dan buku-buku penunjang lainnya. Sumber informasinya berasal dari sumber informasi primer, sekunder, dan isu-isu terkini. Selain itu, jurnal-jurnal ilmiah pun menjadi sumber rujukan.

Cara Pengolahan Data

Pada proposal ini kami tidak melakukan pengolahan data. Kami hanya menggunakan data-data dari sumber yang ada serta mengkaitkan antara data yang satu dengan data lainnya sehingga didapatkan suatu jawaban yang diinginkan.

Analisis dan Sintesis

Analisis dan sintesis dilakukan dengan cara penelusuran ilmiah antara objek yang diteliti dengan masalah yang akan dipecahkan.

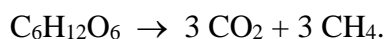
ANALISIS DAN SINTESIS

Pertambahan penduduk yang sangat cepat dan tidak diimbangi dengan peningkatan produksi bahan pangan menuntut para peneliti untuk segera menemukan suatu teknik budidaya yang dapat meningkatkan produksi pertanian. Peningkatan produksi pangan dapat dilakukan dengan cara meningkatkan produktivitas tanaman pangan serta perluasan areal pertanaman tanaman pangan. Oleh karena itu, pada periode tahun 1943-1960-an telah terjadi revolusi besar dibidang pertanian. Revolusi ini disebut sebagai revolusi hijau. Pada saat itu penerapan teknologi revolusi hijau secara signifikan dapat meningkatkan produksi padi di Indonesia yang ditandai dengan tercapainya swasebada beras pada tahun 1984. Namun dengan berjalannya waktu teknik ini menimbulkan berbagai masalah, yaitu terjadinya pencemaran akibat penggunaan pupuk dan pestisida secara berlebihan serta tingkat kesuburan tanah yang semakin menurun. Selain itu, menurut FAO (2000) *dalam* Saragih (2008) intensifikasi pertanian berkontribusi lebih dari 20% emisi gas rumah kaca. Menurut Bouwman (1990) *dalam* Sudadi (2002), peningkatan konsentrasi metan secara global berkorelasi dengan peningkatan populasi penduduk, dan saat ini sekitar 50% emisi metan global berkaitan dengan sumber-sumber antropogenik atau akibat aktivitas manusia.

Menurut Zehnder dan Stumm (1988) *dalam* Sudadi (2002), ekosistem dengan kondisi anaerobik dominan, terutama akibat penggenangan seperti pada tanah sawah dan lahan basah lainnya, merupakan sumber utama emisi metan. Pada kondisi demikian, metan diproduksi sebagai hasil antara maupun hasil akhir dari beragam proses mikrobiologis dan merupakan salah satu proses penting dari siklus karbon. Oleh karena itu, penurunan emisi gas metan pada lahan sawah beririgasi dapat dilakukan dengan cara menghambat pertumbuhan bakteri penghasil gas metan atau bakteri *methanogen* dan dengan mengurangi gas metan yang sudah dihasilkan dengan cara menghambat keluarnya gas metan dari lahan sawah.

Beberapa faktor yang meningkatkan aktivitas bakteri methanogen, yaitu:

Eh Tanah. Potensial redoks (Eh) merupakan faktor utama produksi metan pada tanah sawah, karena bakteri *methanogen* hanya dapat melakukan metabolisme dan aktif pada kondisi tanpa oksigen atau pada nilai $Eh < -200$ mV (Conrad, 1989 dalam Sudadi, 2002). Nilai Eh tanah sawah secara berangsur-angsur menurun setelah penggenangan akibat terjadinya proses reduksi sekuensial terhadap senyawa oksidatif inorganik oleh bahan organik. Dalam hal ini, bahan organik tanah didekomposisikan oleh mikrob secara bertahap melalui mekanisme respirasi aerobik, reduksi nitrat, fermentasi umum, reduksi sulfat dan fermentasi metan. Setelah senyawa oksidatif inorganik habis dioksidasikan, bahan organik yang masih tersisa selanjutnya terdegradasi melalui proses oksidasi-reduksi yang diakhiri dengan pembentukan CO_2 dan CH_4 menurut reaksi:



Selain kadar bahan organik yang tinggi, penurunan Eh tanah juga distimulasi oleh kadar Fe^{3+} dan suhu yang tinggi serta kadar NO_3^- , MnO_2 dan O_2 yang rendah (Ponnamperuma, 1985; Bouwman, 1990 dalam Sudadi, 2002).

Suhu. Suhu merupakan faktor penting bagi berlangsungnya produksi metan pada tanah sawah (Conrad *et al.*, 1987 dalam Sudadi, 2002). Mayoritas bakteri *methanogen* yang telah diisolasi bersifat mesofilik, dimana aktivitas optimalnya terjadi pada suhu 30-40°C (Vogels *et al.*, 1988 dalam Sudadi, 2002). Oleh karena itu, perubahan suhu harian maupun musiman sangat berpengaruh terhadap produksi metan pada tanah sawah. Pada kondisi tersedia cukup substrat, peningkatan suhu dari 17 ke 30 °C menyebabkan peningkatan produksi metan 2.5 sampai 3.5 kali lipat.

Reaksi Tanah. Sebesar bakteri *methanogen* bersifat neutrofilik atau tumbuh optimal pada kisaran pH yang sempit yaitu sekitar 7.0 (Conrad dan Schutz, 1988 dalam Sudadi, 2002). Karena penggenangan meningkatkan pH tanah masam dan menurunkan pH tanah alkalin (Ponnamperuma, 1985 dalam Sudadi, 2002), maka pH tanah juga merupakan faktor penting penentu produksi metan pada tanah sawah. Peningkatan pH akan meningkatkan produksi CH_4 serta degradasi bahan organik dan sebaliknya (Conrad, 1989 dalam Sudadi, 2002).

Bahan Organik. Aplikasi bahan organik akan meningkatkan produksi metan melalui pengaruhnya terhadap penurunan Eh dan penyediaan sumber C (Schutz *et al.*, 1990 dalam Sudadi, 2002). Namun demikian, laju dan tingkat produksi metan tergantung dari jumlah dan kualitas bahan organik yang diaplikasikan (nisbah C/N, kadar selulosa, derajat humifikasi, dll). Aplikasi jerami padi (nisbah C/N tinggi) meningkatkan produksi metan secara nyata, sedangkan penambahan kompos (telah terhumifikasi, nisbah C/N rendah) tidak memberikan pengaruh.

Aplikasi azolla di lahan sawah dapat dilakukan sebelum penanaman padi pada saat pengolahan tanah. Azolla dibenamkan ke dalam tanah kemudian azolla yang masih hidup akan mengapung pada permukaan air sawah. Azolla yang masih hidup dibiarkan berkembang sehingga permukaan sawah tertutupi azolla.

Aplikasi azolla pada lahan sawah beririgasi dapat menurunkan emisi gas metan. Sifat-sifat azolla yang mampu menurunkan emisi gas metan pada lahan sawah beririgasi sebagai berikut:

- a. Azolla merupakan bahan organik dengan nisbah C/N yang rendah sehingga penggunaan azolla pada lahan sawah tidak akan meningkatkan emisi gas metan. Menurut Corton *et al.* (2000) dalam Wihardjaka dan Abdurachman (2007), pemberian bahan organik dengan nisbah C/N rendah diprediksi lebih menguntungkan dalam meningkatkan hasil tanaman dan menurunkan emisi gas metana. Karbon yang terdapat dalam bahan organik memiliki laju imobilisasi yang tinggi dalam biomassa mikrobial sehingga merupakan substrat metanogenik. Selain itu, aplikasi azolla dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah.
- b. Adanya azolla pada permukaan sawah dapat meningkatkan pH air genangan pada siang hari. Hal ini terjadi karena azolla menyerap CO₂ dari air genangan sawah yang merupakan sumber pemasaman tanah sawah. Pada kondisi ini perkembangan bakteri penghasil gas metan atau bakteri *methanogen* akan terhambat. Hal ini karena bakteri *methanogen* menghendaki pH yang netral untuk tumbuh optimal.

- c. Beberapa peneliti menyimpulkan bahwa azolla yang diantara dua barisan tanaman padi secara efektif mampu menekan pertumbuhan gulma tanaman padi. Pengaruh azolla secara keseluruhan adalah mempertahankan biomassa gulma tetap berada di bawah tanaman azolla. Fungsi pengendalian gulma oleh tanaman azolla cukup penting sebagai salah satu fungsi pengelolaan tanah. Dengan berkurangnya gulma akan mengurangi gangguan mekanik atau penyiangan yang mampu meningkatkan pelepasan metan yang terjebak dalam pori atau agregat tanah. Menurut Holzapfel-Pschorn *et al.* (1986) dalam Sudadi (2002), gulma yang dicabut juga merupakan sumber metan tambahan karena umumnya dikembalikan lagi ke lapisan reduktif. Selain itu, emisi metan dari tanah sawah ke atmosfer melalui gulma lebih efisien dibandingkan melalui tanaman padi.
- d. Gas metan ditranslokasikan ke atmosfer dengan cara difusi melalui air genangan, ebulisi atau pembentukan gelembung-gelembung gas serta transportasi melalui *aerenchyma* padi. Setelah ditanam dalam tanah sebagian azolla yang hidup akan terus berkembang dan akan menutupi permukaan air pada lahan sawah. Adanya azolla pada permukaan air genangan diharapkan mampu membentuk lapisan oksidatif yang akan mengoksidasi CH₄ menjadi CO₂ dan air, sesuai dengan reaksi :
- $$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$
- e. Azolla yang menutupi permukaan sawah diharapkan dapat menstabilkan suhu air genangan. Hal ini karena sinar matahari tidak langsung mengenai air genangan yang dapat meningkatkan suhu. Kondisi ini akan menurunkan tingkat emisi gas metan karena bakteri *methanogen* lebih aktif jika terjadi peningkatan suhu dari 17 °C ke 30°C.

KESIMPULAN DAN SARAN

Perubahan iklim yang terjadi menyebabkan negara-negara diseluruh dunia dituntut untuk menurunkan emisi gas rumah kaca. Salah satu gas rumah kaca yang berperan dalam perubahan iklim adalah gas metan. Walaupun konsentrasi gas metan di atmosfer pada tahun 1990 hanya 1.72 ppm tetapi dengan laju peningkatan 1% per tahun dan 20 kali lipat lebih reaktif dibandingkan CO₂, maka pengaruhnya terhadap perubahan iklim global menjadi semakin penting untuk diantisipasi pada kurun waktu mendatang.

Budidaya padi pada lahan sawah dituding sebagai sumber emisi gas metan. Sehingga menurut Protokol Kyoto negara-negara panghasil gas metan melalui lahan persawahan dituntut untuk mengurangi (mitigasi) emisi gas metannya. Para peneliti telah banyak melakukan penelitian yang dapat menurunkan tingkat emisi gas metan. Salah satunya dengan cara penerapan drainase temporer tetapi hal ini tidak dapat dilakukan di lahan persawahan yang selalu tergenang atau lahan sawah beririgasi. Sehingga dibutuhkan suatu teknik budidaya yang dapat menurunkan tingkat emisi gas metan pada lahan sawah beririgasi.

Berdasarkan penulisan ilmiah ternyata aplikasi azolla mampu mengurangi tingkat emisi gas metan pada lahan sawah beririgasi. Hal ini dikarenakan sifat-sifat azolla yang mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Selain itu, hasil percobaan lapangan menunjukkan penggunaan azolla sebagai pupuk organik dapat menghemat penggunaan pupuk anorganik. Sehingga pada akhirnya biaya produksi yang dikeluarkan petani untuk membeli pupuk akan berkurang. Hal ini tentu saja sangat menguntungkan bagi petani dan keberlanjutan ekosistem. Oleh karena itu, kami menyarankan kepada petani padi sawah beririgasi untuk mengaplikasikan azolla pada lahannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Las, Irsal. 2007. *Strategi dan Inovasi Antisipasi Perubahan Iklim*. <http://www.litbang.deptan.go.id/artikel/one/186/> [3 maret 2009]
- Saragih, S. E. 2008. *Pertanian Organik Solusi Hidup Harmoni dan Berkelanjutan*. Jakarta; Penebar Swadaya.
- Sudadi, Untung. 2002. *Produksi Padi dan Pemanasan Global: Tanah Sawah Bukan Sumber Emisi Metan*. Makalah Pengantar Falsafah Sains. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Sutanto, Rachman. 2002. *Pertanian Organik Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*. Yogyakarta; Kanisius.
- Walhi Bali. 2007. *Rencana Aksi Nasional Perubahan Iklim KLH*. <http://walhibali.blogspot.com/2007/08/rencana-aksi-nasional-perubahan-iklim.html> [3 maret 2009]
- Wihardjaka, A dan S. Abdurachman. 2007. *Dampak Pemupukan Jangka Panjang Padi Sawah Tadah Hujan terhadap Emisi Gas Metana*. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan Vol. 26 No. 3:199-205.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

a. Ketua pelaksana

Nama : Nurmansyah
Tempat/tanggal lahir : Bogor, 26 Juni 1988
NIM : A24060191
Fakultas/Program Studi : Pertanian/Agronomi dan Hortikultura
Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
Alamat Bogor : Pondok Salafy Balio
Alamat Asal : Perum. Bumi Cibinong Endah Blok B6
No. 5 Kel. Sukahati Cibinong-Bogor Jawa Barat
E-mail : nurman3_naftalena@yahoo.co.id

Karya-karya ilmiah yang pernah dibuat :

- Pengaruh Aplikasi *Foliar* Metanol terhadap Peningkatan Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.) pada PKM tahun 2008
- *Organic Pestilizer* (Pesticide and Fertilizer) Sebagai Solusi Dalam Peningkatan Produksi pada Pertanian Organik, pada Intensive Student Technopreneurship Program IPB tahun 2008
- Upaya Peningkatan Produksi dan Kadar Pati Berbagai Varietas Ubijalar (*Ipomoea batatas* L) Melalui Aplikasi Pemupukan KCl pada PKM tahun 2009

b. Anggota pelaksana 1

Nama : Wahyu Setyo Widodo
Tempat/tanggal lahir : Trenggalek/15 April 1988
NIM : A24060115
Fakultas/Program Studi : Pertanian/Agronomi dan Hortikultura
Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
Alamat Bogor : Gg. Toko Bursa Darmaga, Bateng.
Alamat Asal : Ds. Durenan, Kec. Durenan, Kab.
Trenggalek, Jawa Timur

E-mail : wahyusetyowidodo@yahoo.co.id

Karya-karya ilmiah yang pernah dibuat :

- Pengaruh Senyawa Fuvoplumierin dari Getah Kamboja (*Plumeria acuminata*) terhadap Perkembangbiakan Bakteri pada Budidaya Tanaman Anggrek Secara *In-Vitro* pada PKM 2009

c. Anggota pelaksana 2

Nama : Adhiaksa Noegraha

Tempat/tanggal lahir : Cirebon, 25 Oktober 1989

NIM : A24070173

Fakultas/Program Studi : Pertanian/Agronomi Hortikultura

Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor

Alamat Bogor : Jalan Babakan Raya Gg. Bara 3 No.53
Desa Babakan Kab. Bogor 16680

Alamat Asal : Jalan Ir. H. Juanda No.32 RT 04/04 Bekasi
Timur 17112

E-mail : allstars_0510@yahoo.co.id

Karya-karya ilmiah yang pernah dibuat :

- Pemanfaatan pepaya (*Carica papaya*) sebagai bahan adisi untuk pembuatan dan pemasaran donat dengan sistem agribisnis pada PKM 2009