

UPAYA MENGURANGI EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) DALAM SISTEM BUDIDAYA PERTANIAN DENGAN PENGGUNAAN BAHAN ORGANIK

*Priyono *)*

ABSTRAK

Upaya mengurangi GRK tersebut sekaligus meningkatkan hasil tanaman dapat melalui pemberian bahan organik (pemupukan bahan organik & system pertanian organik/SPO). Di Indonesia melalui: 1).Pemberian pupuk kandang dan amelioran (tanah laterit) pada tanah gambut di Kebun Karet Kalteng telah menghasilkan emisi CO₂ (15,20 % dan 21,90 %) lebih rendah dibanding control (tanpa perlakuan); 2).penyebaran pupuk kandang di permukaan tanah akan menekan kehilangan unsur N dan P; 3). Pengembalian residu pertanian ke dalam tanah; 4). SPO (termasuk system padi SRI Organik); 5). Pertanian Terpadu Berbasis Sumberdaya Lokal; 6).Pengembangan system irigasi hemat air; 7). Sistem pertanian tekno- ekologis (ramah lingkungan) sesuai kondisi (Model 1 sampai Model 5): a). Model 1 (Pola diversifikasi non integrasi, atau hubungan/ pembentukan rantai makanan tanpa teknologi baru); b). memasukkan teknologi ramah lingkungan yang selalu meningkat efektivitasnya sesuai urutan model (model 2 sampai model 5). Di Inggris lewat SPO telah menghasilkan: 1). 3.200.000 ton unsur C dapat diserap oleh tanah setiap tahun; 2). Kombinasi savana dan SPO menghasilkan unsur C mampu menekan emisi CH₄ dari domba; 3). Praktek SPO secara luas dapat menyerap 11 % unsur dari total emisi GRK atau menyerap 23 % emisi C lewat penggambaran C. serta mengurangi emisi unsur C (GRK) yang besar pula sekaligus telah membuat pertanian seluruh dunia lebih tahan terhadap dampak iklim ekstrim

Kata kunci: *gas rumah kaca, penggunaan bahan organik, sistem pertanian organik*

ABSTRACTS

The effort to reduce GHG while improving crop yields can be through the provision of organic material (fertilizer and organic material organic farming system / SPO). In Indonesia through: 1). Provision of manure and amelioran (laterite soil) on peat soil in Central Kalimantan, rubber gardens have produced CO₂ emissions (15.20% and 21.90%) lower than the control (no treatment), 2). spread manure on the soil surface will suppress the loss of elements of N and P, 3). Returns of agricultural residues into the soil, 4). SPO (including organic SRI rice system); 5). Local Resource-Based Integrated farming; 6). Development of water-saving irrigation system; 7). Techno-ecological farming systems (green)

according to the conditions (Model 1 to Model 5): a). Model 1 (non diversified pattern of integration, or ties / formation of the food chain without new technology); b). incorporate environmentally friendly technology that is increasing its effectiveness in the order model (Model 2 to Model 5). In the UK through the SPO has resulted in: 1). 3.2 million tons of elements of C can be absorbed by the soil each year; 2). Combination of savannah and SPO generates C elements can reduce CH4 emissions from sheep. 3). SPO is widely practice can absorb 11% of total GHG emissions element or absorb 23% of emissions by salting C. C. as well as reducing emissions of elements of C (GHGs) are greater at the same time has made the whole world agriculture more resilient to the impact of extreme climate

Keywords: *greenhouse gases, the use of organic materials, organic farming systems*

**) Dosen Fakultas Pertanian UNISRI Surakarta*

PENDAHULUAN

Sektor pertanian oleh sebagian ahli dinyatakan sebagai penyumbang terjadinya peningkatan emisi (sesuai tingkatannya) gas rumah kaca (GRK) berupa gas CO₂, CO, CH₄, N₂O, N₂, NH₃, NO, NO₂, N₂O₅, SO₂, H₂O melalui areal persawahan, pemanfaatan pupuk N-kimia anorganik (urea, ZA, NPK dll), pembakaran dan atau pembusukan sisa-sisa tanaman/ kotoran ternak (termasuk limbah pertanian/rumah tangga), yang justru lebih besar daripada pembakaran sabana atau pembukaan /pembakaran hutan.

Jumlah gas CH₄ secara global komposisinya masih jauh dibawah emisi CO₂, yakni emisi gas CH₄ di atmosfer berkisar 15-16%, sedangkan CO₂ berkisar 75-76%. Namun ada hasil penelitian menunjukkan, bahwa daya perangkap gas CH₄ terhadap sinar ultra violet 21 x lipat gas CO₂. Dengan kata lain secara keseluruhan

kontribusi CH₄ terhadap kenaikan suhu permukaan bumi lebih besar daripada CO₂ (Guntoro, 2011). Lebih lanjut sebagai bukti adanya peningkatan emisi GRK yang dituduhkan berasal dari sector pertanian, yakni: 1). dilaporkan oleh Mulyanto (2006), bahwa status gas CH₄ pada tahun 1994 dari persawahan sebesar ± 3.4 % dari total gas metana di atm; selanjutnya Makarim, *et al* (1996), meyakini bahwa emisi gas metana (CH₄) dari lahan sawah sebesar 12% dari total emisi gas metana, namun 2 tahun berikutnya menurut ADB-GEF-UNDP (1998) lebih fantastis lagi bahwa lahan sawah dapat menyumbangkan 76% dari total emisi gas CH₄; 2). Disisi lain menurut Laporan dari Kemen LH (2007), bahwa dari sector kehutanan (pembukaan hutan dan alih fungsi lahan) Indonesia telah menyumbang emisi CO₂ sebesar 64% atau menjadi 97% (kehutanan dan energy).

Dampak perubahan iklim oleh GRK sebagai respon dari pemanasan global saat ini juga sedang berlangsung di muka bumi dapat ditunjukkan antara lain:

1. Perubahan iklim dan cuaca (meningkatnya suhu, Badai tropis dan EL-Nino/Lanina lebih sering, angin puting beliung, curah hujan meningkat, banjir, tanah longsor, kekeringan dll)
2. Peningkatan permukaan laut (daratan mengecil, erosi, gelombang/badai pasang air laut)
3. Pertanian dan persediaan pangan (musim tidak pasti, gagal tanam/panen, serangan serius hama wereng dan ulat, penyakit patek dan tungro yang meluas, degradasi hutan/lahan)
4. Ekosistem terganggu (terumbu karang, spesies flora dan fauna, kebakaran hutan).
5. Terjadinya banyak gunung berapi meletus, gempa bumi yang sering bahkan disertai tsunami
6. Kesehatan manusia (munculnya penyakit- penyakit serius : flu burung, flu babi, ebola, anthrax, meningitis, malaria, DB, penyakit ISPA, penyakit mata, penyakit kulit dll).

PUPUK ORGANIK DAN PENGGUNAANNYA

Pentingnya Pupuk Organik

Pupuk (bahan) organik merupakan bahan penting pembenah tanah, karena mempunyai keistimewaan dalam menciptakan kesuburan tanah, baik melalui:

1).perbaikan sifat fisika (perbaikan struktur tanah, porositas dan permeabilitas tanah, daya menahan air, agregasi tanah, pemantapan tanah, ketahanan terhadap erosi, warna tanah menjadi gelap dll); 2). sifat kimia {perbaikan sifat kimia dengan meningkatkan daya adsorpsi dan KTK tanah, mineralisasi dengan menghasilkan macam unsur hara lengkap (tersedia/tidak tersedia) baik makro seperti C, H, O, N,P,K, Ca, Mg, S maupun mikro seperti Fe, Mn, Mo, B, Cl, Zn, Cu dll } dan 3). sifat biologis tanah (perbaikan sifat biologis tanah dengan adanya peningkatan jumlah dan aktivitas mikroorganisme seperti jasad renik melakukan dekomposisi bahan organik dll).

Hasil dekomposisi bahan organik dan atau terbentuknya unsure kimia di atmosfer yang berupa gas CO₂, CO, CH₄, N₂O, N₂, NH₃, NO, NO₂, N₂O₅,SO₂, HFC, PFC, SF₆, H₂O sering disebut gas rumah kaca (GRK) atau gas penyebab terjadinya pemanasan global atau *green house effects* (Slamet S, 2006). Namun gas-gas tersebut oleh Mulyanto (2006) dari Kemen LH RI dibagi menjadi 2 (dua) kelompok, yakni **gas rumah kaca (GRK) dan gas polutan (pencemar udara)**. GRK dikatakan sebagai penyebab pemanasan global seperti CO₂, CH₄, N₂O, HFC, SF₆, PFC. Sedang gas pencemar udara seperti CO, NO, SO, O₃, PM₁₀. **Lebih lanjut gas-gas tersebut diuraikan menjadi 5 sektor penghasil GRK, yakni: Sumber**

energy, Proses industry, Pertanian, LULUCF, dan limbah.

Kemudian khusus GRK yang berasal dari kegiatan pertanian antara lain: 1).Lahan sawah mengemisikan CO₂ dan CH₄ jika dipupuk organik, serta mengemisikan N₂O jika dipupuk N-kimia anorganik; 2).Pembukaan hutan dan alat mekanisasi pertanian mengemisikan CO₂; 3). Lahan gambut mengemisikan CH₄ & CO₂ (Sumawinata, B dan Gunawan D, 2011); 4).Budidaya tanaman lahan kering dapat mengemisikan CO₂ (monokultur atau campuran), sekaligus dapat meningkatkan emisi N₂O, N₂, NO dan NH₃ (Mulyanto, 2006) jika dilakukan pemupukan N-kimia anorganik (urea, ZA, NPK dll).

Pemupukan Bahan Organik

- **Cara Mendapatkan dan Menambahkan Bahan Organik.**

- a.Pengembalian Sisa panen.

Jumlah sisa panen tanaman pangan yang dikembalikan ke dalam tanah 2 – 5 ton/ha, namun belum dapat memenuhi jumlah kebutuhan bahan organik minimum.

- b.Pemberian pupuk kandang.

Pupuk kandang yang berasal dari kotoran hewan peliharaan seperti sapi, kerbau, kambing, ayam atau dari hewan liar seperti kelelawar, burung dapat dipergunakan untuk menambah kandungan bahan organik tanah.

- c.Pemberian pupuk hijau.

Pupuk hijau diperoleh dari serasah dan pangkasan tanaman penutup yang ditanam selama masa

bera atau menjelang masa tanam palawija atau pepohonan dalam larikan tanaman pagar. Juga pangkasan tajuk tanaman penutup tanah dari family leguminosae dapat memberikan masukan bahan organik sebanyak 1.8 – 2.9 ton/ha (untuk umur 3 bulan) dan 2.7 – 5.9 ton/ha (untuk umur 6 bulan).

- **Pengaruh pupuk organik**

Pemberian bahan organik ke dalam tanah akan memberikan dampak yang baik terhadap tanah (sifat fisika, kimia, dan biologis tanah) tempat tumbuh (habitat) tanaman. Bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah menyediakan zat pengatur tumbuh tanaman yang dapat memberikan keuntungan bagi pertumbuhan tanaman seperti vitamin, asam amino, auksin dan giberelin yang terbentuk melalui dekomposisi bahan organik. Lebih lanjut pupuk organik akan terurai menjadi unsure hara baik makro seperti C, H, O, N,P,K, Ca, Mg, S maupun mikro seperti Fe, Mn, Mo, B, Cl, Zn, Cu dll yang baik sekali bagi pertumbuhan, dan peningkatan produksi tanaman. Hal ini telah sesuai gabungan pendapat Nakada (1981) dan Wada, *et al* (1981). Menurut Nakada (1981), bahwa pemberian kompos (bahan organik) dalam jangka panjang telah meningkatkan kandungan unsure hara N,P,K, dan Si tanah, serta ditambahkan oleh Wada, *et al* (1981), bahwa pemberian kompos dalam jangka panjang juga mampu meningkatkan aktivitas mikrobia penyemat/penambat/pengikat/pemfiksasi N melalui peningkatan

kandungan bahan organik tanah yang mudah terdekomposisi, meningkatkan pembentukan agregat yang stabil dan KTK tanah.

Disisi lain menurut Garg, *et al* (1971) dalam Sutanto (2002), bahwa penggunaan pupuk kandang dan kompos di India dengan dosis 12.6 ton/ha dapat meningkatkan hasil 100-216 kg/ha. Disamping itu menurut Gaur (1979) dalam Sutanto (2002), bahwa penggunaan pupuk organik pada lingkup lebih luas dan panjang dapat meningkatkan produksi gabah dan jerami padi masing-masing sebesar 41.2% dan 26%. Lebih lanjut menurut Sutanto dan Utami (1995), bahwa pemberian beberapa jenis kompos pada tanah kritis yang ditanami kacang tanah dan jagung, hasilnya lebih baik daripada menggunakan pupuk kimia anorganik sesuai dosis anjuran.

Hal tersebut menunjukkan, bahwa pemberian pupuk organik dapat **berdampak positif** terhadap perbaikan kesehatan tanah, kesehatan tanaman, kesehatan lingkungan dan produksi tanaman., sekaligus menjadi petunjuk, bahwa dengan pemberian bahan organik disamping dapat meningkatkan hasil juga dapat menekan / membunuh hama, penyakit tanah dan tanaman, serta **dapat mengurangi / mengganti penggunaan pupuk kimia anorganik (pabrik) maupun dapat menekan emisi GRK (N₂O, N₂, CO₂, CH₄ dll), namun sebaliknya jika tidak berhati-hati dapat berdampak negative** seperti dengan pemberian pupuk/bahan organik (sampah kota/limbah pabrik) akan

menghasilkan logam berat beracun antara lain Ag, Pt, Cd dll yang dapat diasimilasi dan diserap tanaman, kontaminasi dengan senyawa organik seperti poliklorat bifenil, fenol, hidrocarburate polisiklik aromatic, dan asam-asam organik (propionic dan butirik) disamping **timbulnya polutan dan GRK dimaksud.**

Beberapa Hasil Penelitian Dalam Menekan Emisi GRK

USA merupakan Negara yang telah lama (setelah PD II) menerapkan system pertanian organik (SPO) bersertifikat. Sedangkan Inggris adalah Negara yang telah melakukan SPO terbesar di Eropa, melalui : 1). Soil Association (26 November 2009) menyitir hampir semua tanah pertaniannya telah diubah menjadi **pertanian organik {± seluas 3.200.000 ton unsure C dapat diserap oleh tanah setiap tahunnya atau setara 1.000.000 mobil off road (mobil penjelajah lahan terjal)}**; 2). Penelitian lain di padang rumput yang dikombinasikan dengan system pertanian telah menghasilkan uncur C yang dapat mengimbangi emisi CH₄ dari ternak dan domba yang makanannya rumput; 3). Praktek pertanian organik secara luas dapat menyerap 23 % emisi C melalui penggaraman C. Oleh karena itu dengan **penyerapan unsure C yang besar ini berarti dapat mengurangi emisi unsure C ke udara (GRK) yang besar pula.**

Inggris juga menyatakan, bahwa: 1). terjadinya peralihan menuju pertanian organik diseluruh

dunia dapat menyerap 11 % unsure dari total emisi GRK (CO₂, CH₄, N₂O, N₂ dll); 2).Peningkatan kandungan unsure C dalam tanah menyebabkan pertanian seluruh dunia lebih tahan terhadap iklim ekstrim seperti kekeringan, banjir, dan longsor yang mengakibatkan peluang ketahanan pangan yang lebih besar.

Alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian di daerah tropis menyebabkan kehilangan C-tanah 50-60% (Von Noordwijk *et al.*, 2008), di sisi lain Haeriah *et al* (2010) menyatakan, bahwa degradasi hutan di Brasilia, Cameroon, dan Indonesia telah menghilangkan Carbon 100 Mg/ha- 150 Mg/ha (bentuk biomassa, unsure menguap atau emisi CO₂, dan unsure tercuci dalam tanah).

Hasil penelitian Jubaedah, dkk (2011) menunjukkan, bahwa pemberian **amelioran T (tanah laterit+unsure hara) dan tanah laterit** pada tanah gambut di Kebun Karet Kalimantan Tengah telah menghasilkan emisi CO₂ (masing-masing 15,20 % dan 21,90 %) lebih rendah dibanding control (tanpa perlakuan). Disamping itu sebelumnya Sutanto (2002) menyatakan, bahwa pemberian pupuk kandang disebar di permukaan tanah akan menekan kehilangan melalui volatilisasi ammonium (NH₄) menjadi NH₃, atau N₂O, N₂ maupun kehilangan P akibat run off.

Hervani *et al* (2011) menerangkan, bahwa tanah sawah dengan: 1).pemberian Bioinsektisida (azadiractin), insektisida

organofosfat (khlorfirifos), herbisida (parakuat) dan insektisida piretroid (sipermethrin), masing-masing dapat menekan emisi CH₄ (98%, 95%, 93%, dan 98%); 2).pemberian kombinasi biochar sekam padi dengan masing-masing insektisida karbamat (karbofuran), Bioinsektisida (azadiractin), organofosfat (khlorfirifos), herbisida (parakuat) dan piretroid (sipermethrin) masing-masing menurunkan produksi metana 25% dan yang lain semuanya > 95%.; 3). pemberian kombinasi biochar tongkol jagung dengan masing-masing insektisida karbamat (karbofuran), Bioinsektisida (azadiractin), organofosfat (khlorfirifos), herbisida (parakuat) dan piretroid (sipermethrin) masing-masing menurunkan produksi metana 14% dan yang lain semuanya >96%.

Guntoro (2011) menyatakan, bahwa untuk menekan emisi GRK (N₂O, N₂, CO₂, CH₄ dll) dan meningkatkan produksi pertanian (tanaman pangan, perkebunan, peternakan, perikanan dan kehutanan) serta memelihara kesehatan lingkungan perlu diciptakan **sistem pertanian teko-ekologis** dengan cara **memasukkan teknologi** yang dapat meningkatkan hasil/mutu (**bersifat konvensional hingga teknologi yang komprehensif /kompleks**). Penerapan sistemnya sbb: 1). **pola diversifikasi-non integrasi (Model I)** yaitu jika pembentukan rantai makanan tanpa masukan teknologi baru, contohnya: rantai makanan kambing-tanaman kopi-kompos-

HPT, agar berjalan alami saja tanpa adanya rekayasa. Hasilnya memang sudah capat mengurangi resiko usaha tani, namun belum optimal; **2). pola system integrasi sederhana-konvensional (Model 2) dengan integrasi teknologi konvensional. Caranya** : fermentasi kotoran dan urine guna meningkatkan mutu pupuk dan pakan, disamping buah kopi yang baik; **3). pola system integrasi sederhana –teknologi maju (Model 3) dengan integrasi teknologi sederhana (semi maju). Caranya** : teknik pengolahan limbah kopi untuk menghasilkan konsentrat (pakan penguat) bagi kambing atau sapi, disamping pengolahan kotoran dan urine ternak menggunakan mikroba inokulan guna memperoleh **pupuk organik (kompos dan pupuk cair)** yang lebih bermutu seraya berharap mampu meningkatkan produktivitas tanaman kopi dan buah-buahan; **4). pola system integrasi intensif (Model 4) dengan integrasi intensif, yakni:** dengan memasukkan spesies baru guna menambah rantai makanan (ekosistem), misalnya: memasukkan spesies lebah, unggas dan tanaman penayang {bermaksud mendapatkan kopi berkualitas dan nectar (tepung sari) bunga yang bermutu dari tanaman pelindung }. Sedangkan daun –daun dari tanaman penayang dijadikan pakan ternak kambing. Untuk itu seleksi tanaman pelindung sangat penting; **5). pola system integrasi kompleks-teknologi maju (Model 5), yakni: dengan diversifikasi teknologi dan diversifikasi produk. Caranya**

kotoran ternak difermentasikan dalam digester agar diperoleh biogas (bahan bakar dapur dan sinar lampu) dan limbah yang didapat dijadikan **pupuk organik** atau **limbah tersebut** dapat diolah lagi sebagai **bahan pencampur pakan ikan dan ternak**, bahkan dapat dicampur aduk menjadi **media jamur**. Hasil yang diperoleh berupa buah/biji kopi, dan ternak berkualitas, pupuk organik, bahan pakan ternak, maupun bahan media yang baik untuk budidaya jamur.

Suasani (2011) menyatakan, bahwa dalam rangka mengurangi emisi GRK (CO₂, N₂O, CH₄ dll) dapat dilakukan berbagai upaya antara lain: 1). Mengembalikan **residu pertanian (bahan organik)** ke dalam tanah; 2). Pengembangan Pertanian Organik; 3). Kegiatan Pertanian Terpadu Berbasis Sumberdaya Lokal (Adopsi Teknologi Pagar Hidup ala Tejo di NTB); 4). Pengembangan system irigasi hemat air (irigasi putus-putus, pipanisasi, irigasi tetes air, semprotan, springkel dll), yang bukan melalui cara penggenangan; 5).dll..

Disamping itu dapat menggunakan **system pertanian padi SRI Organik** (beras organik/organic rice) merupakan gabungan antara metode SRI (**System of Rice Intensification**) dari Madagascar dengan pertanian organik. Metode ini mempunyai prinsip dasar, yakni: Pemberian pupuk organik, Peningkatan pertumbuhan akar tanaman dengan pengaturan pola tanam padi dengan

jarak renggang. Penggunaan bibit tunggal tanpa perendaman di persawahan.

Dengan pemakaian pupuk organik atau residu pertanian pada sistem padi SRI organik atau sistem usaha tani lainnya (di pekarangan, tegalan dll) yang ramah lingkungan (pertanian tanaman palawija, perkebunan dll) tentunya akan mengurangi penggunaan pupuk kimia anorganik (urea, ZA, NPK, SP, ZK, DAP dll) sekaligus akan mengurangi pula emisi GRK (N₂O, N₂, NO₂, NH₃, CO₂, CH₄, dll) yang ditimbulkannya.

KESIMPULAN

Upaya pengurangan emisi GRK di Indonesia nampaknya sudah banyak dilakukan baik melalui penelitian maupun melalui aksi kegiatan (misalnya gerakan penanaman tanaman sejuta hektar, reboisasi, penghijauan dll) dan hasilnya signifikan walaupun masih terbatas di tempat/daerah tertentu (belum terintegrasi nyata) terhadap penekanan / penurunan emisi GRK seperti CO₂, N₂O, CH₄, N₂ dll. Namun di Indonesia masih banyak terbuka peluang untuk lebih meningkatkannya jika mengacu seperti : potensi alam, luas wilayah, letak geografis, SDMnya dan mau mengadopsi teknologi dari Negara-negara maju (sesuai kondisi Indonesia) antara lain: Eropa Barat, Jepang, Korsel, Cina, India dll.

Akhirnya secara luas dapat membuat pertanian seluruh dunia (termasuk Indonesia) lebih tahan terhadap iklim ekstrim seperti

kekeringan, banjir, dan longsor berdampak pada: 1). peluang ketahanan pangan yang lebih besar, 2). lingkungan yang sehat (udara segar, cuaca bersih, suhu udara dan suhu tanah normal sesuai kehidupan makhluk hidup (termasuk tanaman)) akibatnya dapat diperoleh **produksi dan kualitas tanaman yang tinggi dan seterusnya tentunya** didapatkan kesejahteraan bagi kehidupan semua makhluk hidup di muka bumi.

DAFTAR PUSTAKA

ADB-GEF-UNDP (1998)?

Guntoro, S.2011.Saatnya Menerapkan Pertanian Tekno-Ekologis.Sebuah Model Pertanian Masa Depan Untuk Menyikapi Perubahan Iklim. Jakarta: Agromedia Pustaka.

Haeriah, K., dan Rahayu, S. 2010.Mitigasi Perubahan Iklim. Agroforestry untuk mempertahankan cadangan Karbon Lanskap.Simposium Kopi, Bali: 4-5 Oktober 2010.

- Hervani, A., Poniman, dan Anicetus Wiharjaka. 2011. Potensi Produksi Metana Pada Tanah Sawah Dengan Pemberian Beberapa Jenis Pestisida Dan Pemanfaatan Biochar. BPLP Jakenan. Prosiding Seminar dan Kongres HITI X. Surakarta: Jur Ilmu Tanah FP UNS.
- Juibaedah, dkk. 2011. Kajian Emisi CO₂ Dari Lahan Gambut Yang Diberi Pupuk Dan Amelioran. (Studi Kasus: Kebun Karet ds. Jabiren, Kec. Jabiren Raya. Kab. Pulang Pisau. Kalteng). Seminar dan Kongres HITI X. Surakarta: UNS.
- Makarim, *et al.* 1996. Suppressing methane emission from rainfed lowland rice field in Jakenan, Central Java. Paper presented at the International Symposium on Maximising Sustainable Rice Yield through Improved Soil and Environmental Manag. Khon Kaen, Thailand.
- Mulyanto, HS. 2006. Pemanasan Global dan Perubahan Iklim Serta Indikator Dampak Bagi Indonesia. Sosialisasi Perlindungan Ozon 23-2-2006. Yogyakarta: Kementrian LH RI.
- Nurhayati-Hakim, dkk. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Lampung: Unila.
- Slamet S, L. 2006. Pemanasan Global. Bandung: LAPAN. Pikiran Rakyat. Wikipedia.
- Soden, BJ., Isaac M. Held. 2005. An Assessment Of Climate Feedbacks in Coupled Ocean-Atmosphere Models (PDF). *Journal of Climate* 19 (14). Diakses pada 21-4-2007.
- Soil Association from England. 2009. ?
- Suastini, P. 2011. Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Pertanian. Distanak Kab. Buleleng. Bali.
- Sumawinata, B dan Gunawan D. 2011. Peran Ilmu Tanah dalam Mengantisipasi Issue Emisi Gas Rumah Kaca dari Sektor Pertanian. Seminar dan Kongres HITI X. Surakarta: UNS.
- Susanto, G dan Hari Sutjahjo. 2007. Akankah Indonesia Tenggelam Akibat Pemanasan Global? Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sutanto, R. 2002. Pertanian Organik. Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan. Ygy: Kanisius

- dan N.H. Utami. 1995.
"Potensi Bahan Organik sbg
Komponen Teknologi
Masukan Rendah dlm
meningkatkan Produktivitas
Lahan Kritis di DIY" dalam:
*Prosiding Lokakarya dan
Ekspose Teknologi Sistem
Usaha Tani dan Alsintan.*
- Van Noordwijk, M., Cerri, C.,
Woomer, P.L., Nugroho, K.
and Bernoux, M. 2008. Soil
Carbon Dynamics in the
humid tropical forest zone.
Geoderma 79: 187-225.