

**Makalah Utama**  
**PERUBAHAN IKLIM ANTARA STRATEGI REDUKSI DAN ADAPTASI DI**  
**BIDANG PERTANIAN**

**Gunawan Budiyanto**  
**Direktur Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**

**PENDAHULUAN**

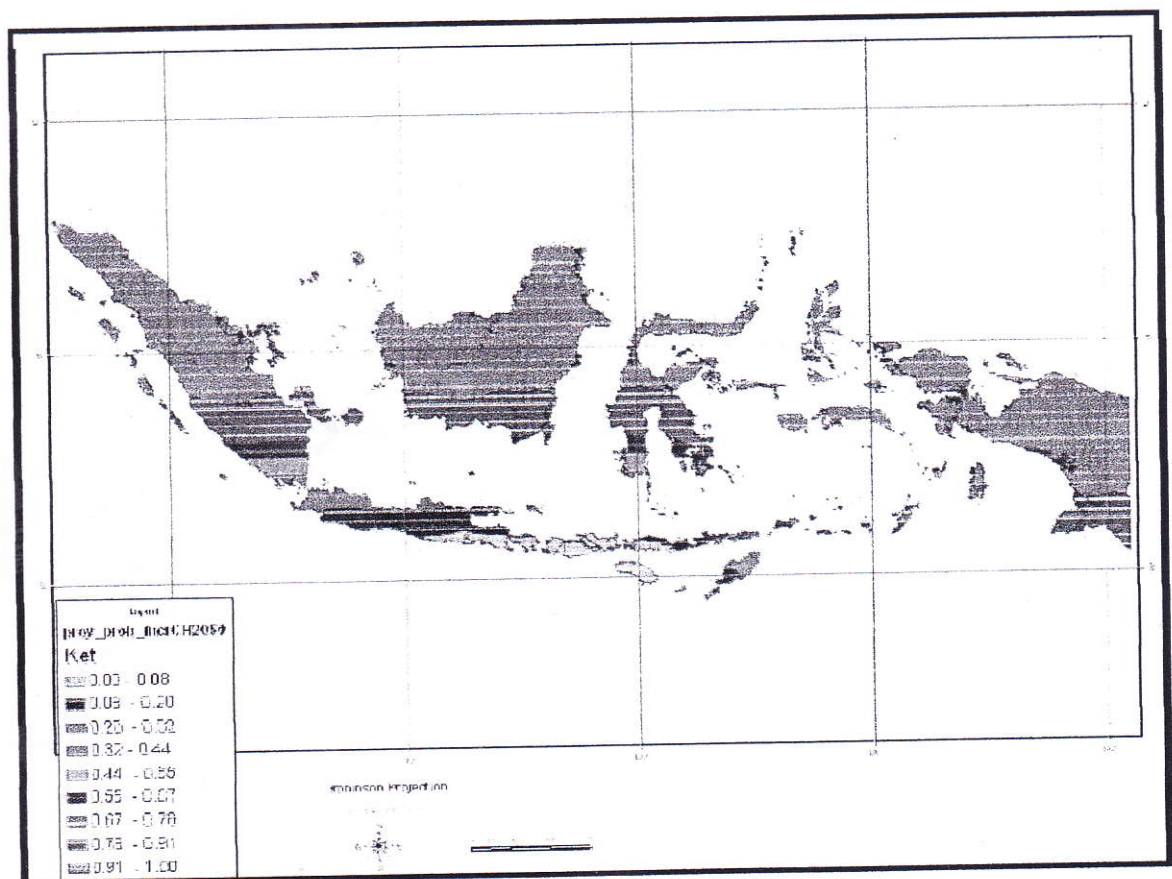
Pemanasan global dan hubungannya dengan terbentuknya gas rumah kaca (GRK) telah banyak dibicarakan orang menjelang akhir abad XX. Hampir sebagian besar orang yang menaruh perhatian kepada kesehatan lingkungan dan penjagaan kualitas kehidupan menyatakan bahwa pemanasan global dapat memberikan usikan kepada berbagai aspek kehidupan. Pemanasan global yang diikuti oleh naiknya permukaan air laut, berkurangnya luas daratan dan bergesernya pola hujan dan pusat penghasil pangan merupakan kejadian alam ikutan akibat berubahnya rupa muka bumi. Pemanasan global menyebabkan terjadinya perubahan pola iklim global dunia. Iklim antar kawasan secara berangsur-angsur dapat berubah, dan fenomena perubahan paling mencolok yang dapat dirasakan adalah kenaikan temperatur kawasan yang diikuti oleh gejala kekeringan panjang dan kebakaran hutan, serta penurunan temperatur yang diikuti oleh kenaikan curah hujan, naiknya potensi ancaman banjir, tanah longsor dan datangnya badai.

Sebagai negara kepulauan, Indonesia memiliki potensi cukup besar menerima dampak negatif dari perubahan iklim, baik fisik, ekologis, sosial-ekonomi serta pranata kelembagaan dan hukum. Dari segi fisik, perubahan iklim menyebabkan peningkatan gejala alam yang merugikan seperti bencana banjir, erosi, pendangkalan sungai dan danau, gelombang pasang dan berkurangnya luas daratan. Proses kebencanaan di permukaan bumi dapat menimbulkan penurunan kualitas lingkungan, baik di darat, lautan dan kawasan pesisir. Di kawasan yang mendapatkan peningkatan curah hujan, banjir dan longsor menyebabkan tertimbunnya lapisan tanah subur oleh sedimentasi banjir, erosi dan longsor. Sedangkan, di kawasan yang mengalami pengurangan curah hujan dan peningkatan temperatur, akan mengalami pengurangan badan air di permukaan tanah, intrusi air laut, musnahnya ekosistem pesisir dan secara umum menurunkan produksi biomassa. Kebencanaan yang muncul akibat dari perubahan iklim mengakibatkan penurunan daya dukung alam dan agroekosistem melalui proses banjir, gelombang pasang, erosi dan longsor. Bencana ini berakibat kepada munculnya kerugian sosial dan ekonomi suatu bangsa, karena bencana selalu dapat menimbulkan korban jiwa, harta benda dan infrastruktur fisik. Lebih lanjut Muller (2009) menyatakan bahwa secara umum perubahan iklim dan keragaman kondisinya secara nyata merupakan ancaman bagi komunitas pertanian, terutama untuk kawasan – kawasan dengan lintang rendah. Ancaman ini dapat berujud meningkatnya kondisi cuaca ekstrim, meningkatkan cekaman air dan kekeringan serta beberapa masalah kesehatan karena infeksi penyakit, yang dampaknya dapat berlipat ganda jika upaya adaptasi yang dilakukan menemui kegagalan.

Pemanasan global sebagai penyebab perubahan iklim terus dikaji banyak pakar, terutama dalam hubungannya dengan skenario ketersediaan dan keamanan pangan, bahkan dalam publikasi tahun 2009, *International for Agriculture and Trade Policy*, dalam tajuk "*Agriculture and Climate, the Critical Connection*" menyatakan bahwa faktor utama yang mempengaruhi hasil pertanian adalah temperatur dan presipitasi (curah hujan). Walaupun di beberapa kawasan, perubahan temperatur dan presipitasi akan memberikan keuntungan produksi terbatas, tetapi pada umumnya para pakar pertanian sepakat bahwa secara umum perubahan iklim akan memberikan hasil pertanian yang lebih rendah. Perubahan iklim berlangsung secara global, oleh karena itu, tidak ada satu negarapun yang mencoba memahami permasalahan perubahan iklim tanpa mempertimbangkan kawasan regional dan internasional, walaupun pada dasarnya pemahaman masalah ini, seberapa besar dampak yang akan muncul dan teknologi yang diterapkan sangat bergantung pada situasi sosial-ekonomi dalam negeri dan hubungan ekonomi antar negara. Slater, *et al.* (2007) menyampaikan bahwa terdapat ketidakpastian yang cukup besar dalam memproyeksikan dampak perubahan iklim bagi pertanian, terutama dalam upaya membuat kesamaan model yang secara global dapat berlaku di setiap kawasan pertanian serta ketersediaan lahan di kawasan dengan lintang berbeda. Banyak negara yang merasa bahwa sampai sekarang belum tersedia metoda yang cukup baik, yang dapat digunakan memprediksi pola perubahan iklim pada skala regional. Mahmud (tt) menyatakan bahwa pendekatan alternatif guna men-spesifikkan iklim yang akan datang adalah dengan cara skenario iklim. Skenario iklim adalah representasi logis yang didasarkan pada asumsi emisi GRK yang akan datang, termasuk terdapatnya polutan lain berdasarkan pemahaman efek peningkatan konsentrasi GRK pada iklim global, Selanjutnya range skenario dapat digunakan mengidentifikasi sensitivitas suatu unit penunjukkan perubahan iklim dan untuk menolong mengambil kebijakan dalam memutuskan suatu respon. Range skenario bukanlah suatu prediksi tetapi skenario iklim akan menghasilkan indikasi logis dari apa yang akan terjadi pada satu dekade atau satu abad berdasarkan sekumpulan asumsi yang spesifik.

Fofana (2011) menyatakan bahwa perubahan iklim boleh jadi menyebabkan permasalahan serius di negara-negara sedang berkembang, karena menurut laporan tahun 2007, *Intergovernmental Panel on Climate Changes (IPCC)* menyampaikan bahwa perubahan iklim dapat menurunkan hasil pertanian setidaknya sebesar 50%. Indonesia sebagai negara kepulauan berada di antara dua benua dan samudra besar yaitu Asia-Australia dan samudra Pasifik-Atlantik. Fluktuasi temperatur rata-rata di samudra Pasifik memberikan dampak langsung bagi kawasan ini. Di satu sisi, kawasan ini dapat mengalami kekeringan panjang, kegagalan panen, menurunnya ketersediaan air dan meningkatnya spot kebakaran hutan, sedangkan di sisi lain, adalah kenaikan curah hujan, dan banjir. Dari sudut pertanian, perubahan pola musim, secara berangsur dapat mengubah pola tanam dan komoditi yang dibudidayakan. Tim Sintesis Kebijakan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian (2008) menyampaikan bahwa perubahan iklim akan menyebabkan a) seluruh wilayah Indonesia mengalami kenaikan suhu udara, dengan laju yang lebih rendah dibanding wilayah sub-tropis, b) wilayah selatan Indonesia mengalami penurunan curah hujan. Sedangkan wilayah utara akan mengalami peningkatan curah hujan. Perubahan pola curah hujan tersebut menyebabkan berubahnya awal dan

panjang musim hujan. Di wilayah Indonesia bagian selatan, musim hujan yang makin pendek akan menyulitkan upaya peningkatan indeks pertanaman apabila tidak tersedia varietas yang berumur lebih pendek dan tanpa rehabilitasi jaringan irigasi. Meningkatnya hujan pada musim hujan menyebabkan tingginya frekuensi kejadian banjir, sedangkan menurunnya hujan pada musim kemarau akan meningkatkan risiko kekeringan. Sebaliknya di wilayah Indonesia bagian utara, meningkatnya hujan di musim hujan akan meningkatkan peluang indeks pertanaman, namun kondisi lahan tidak sebaik di Jawa. Wilayah Indonesia yang merupakan kawasan kepulauan, memiliki probabilitas peningkatan hujan yang berbeda-beda. Dalam hal ini, Mahmud (tt) menyampaikan bahwa probabilitas peningkatan hujan di Indonesia sampai dengan tahun 2050 terjadi bervariasi antara 0-0,08 sampai dengan 0,91-1,00 sebagaimana Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Proyeksi probabilitas peningkatan variabilitas hujan Indonesia 2050  
*Sumber : Mahmud (tt)*

Perubahan iklim diprediksi memunculkan perbedaan pola curah hujan. Kawasan-kawasan di sekitar ekuator akan memiliki probabilitas tertinggi akan datangnya curah hujan, sementara kawasan di pulau Jawa dan sebagian besar kawasan Sumatra Selatan yang

selama ini menjadi sentra produksi padi sawah hanya memiliki probabilitas peningkatan hujan maksimum sebesar 0,32.

IPCC (2007a) mengindikasikan bahwa dalam waktu yang relatif lama akan terjadi fenomena alam sebagai dampak perubahan iklim global yang meliputi 1) kenaikan kelembaban permukaan tanah, fluktuasi temperatur siang dan malam yang besar, 2) peningkatan keseringan gelombang panas yang berakibat pada meningkatnya kebutuhan sediaan air, penurunan kualitas air, 3) peningkatan intensitas sinaran matahari di kawasan lembab yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air, 4) peningkatan kawasan yang mengalami kekeringan, 5) peningkatan intensitas badai tropik yang dapat mengganggu sediaan air bagi manusia dan 6) peningkatan kejadian gelombang pasang yang berakibat pada penurunan kualitas air bersih lewat proses intrusi air laut ke dalam wilayah daratan.

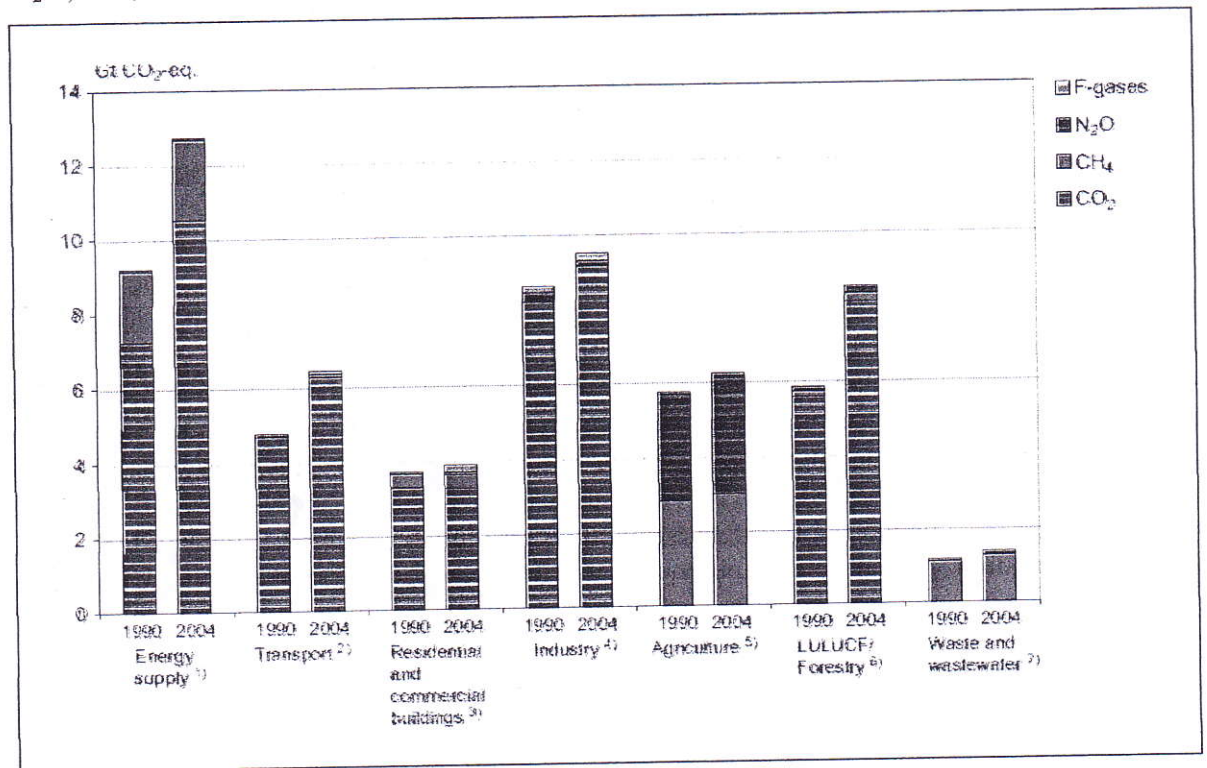
### **ANTARA STRATEGI REDUKSI DAN ADAPTASI**

Perubahan iklim bersifat global, tidak terkecuali Indonesia juga dihadapkan oleh beberapa pilihan untuk bertindak. Pilihan tersebut terletak antara strategi reduksi dan atau adaptasi, sedangkan proses mitigasi terhadap dampak perubahan iklim, lebih banyak didekati dari sudut kebencanaan yang kemudian memunculkan tindakan yang harus dipersiapkan guna memperkecil dampak yang mungkin terjadi. Hal ini dikarenakan variabilitas agroekosistem yang muncul akibat sifat kawasan kepulauan yang dibelah oleh garis ekuator, sehingga menjadi rumit untuk menetapkan standar mitigasi yang tepat bagi kepentingan pertanian. Laporan UNDP (2007) menyatakan bahwa beradaptasi terhadap perubahan iklim merupakan prioritas mendesak bagi Indonesia. Seluruh kementerian dalam pemerintahan dan perencanaan nasional perlu mempertimbangkan perubahan iklim dalam program-program mereka berkenaan dengan beragam persoalan seperti pengentasan kemiskinan, pemberdayaan masyarakat, keamanan pangan, pengelolaan bencana, pengendalian penyakit, dan perencanaan tata kota. Namun ini bukan merupakan tugas pemerintah pusat belaka, tetapi harus menjadi upaya nasional yang melibatkan pemerintah daerah, masyarakat umum, dan semua organisasi non-pemerintah, serta pihak swasta. Atas dasar hal tersebut untuk masa depan bagi Indonesia dibutuhkan tipe birokrasi yang efektif dan mampu bersinergi dengan sesama kementerian, institusi dan organisasi masyarakat. Hal ini merupakan tugas berat pemerintah untuk dapat menghilangkan sifat ego-sektoral yang ada di beberapa kementriannya, karena IPCC (2007a) juga menyatakan bahwa walaupun banyak tersedia pilihan metode mitigasi, tetapi nampaknya hanya metode mitigasi yang berdampak luas saja yang diharapkan dapat menurunkan kerentanan yang muncul sebagai dampak perubahan iklim di masa depan. Walaupun demikian IPCC (2007b) juga menambahkan bahwa terdapat banyak penghalang, pembatas dan biaya yang semuanya itu tidak dapat dipahami secara jelas.

Strategi reduksi yang dapat dilakukan bidang pertanian dalam mengurangi laju pemanasan global dan perubahan iklim sebenarnya dapat dimulai dari adanya kenyataan bahwa kegiatan pertanian merupakan salah satu penyumbang lepasnya GRK ke atmosfer. Irsal Las, dkk. (2006) menyatakan bahwa usaha tani padi merupakan penghasil GRK terutama gas metana ( $\text{CH}_4$ ),  $\text{N}_2\text{O}$  dan  $\text{CO}_2$ , khususnya di lahan sawah dan lahan pasang surut yang saat ini luasnya sekitar 8,50 juta hektar atau 6,5% dari luas total sawah dunia.

Walaupun proporsinya tidak sebesar sektor industri, GRK yang terbentuk di lahan sawah dilaporkan ikut menyumbang pemanasan global yang berujung pada perubahan iklim.

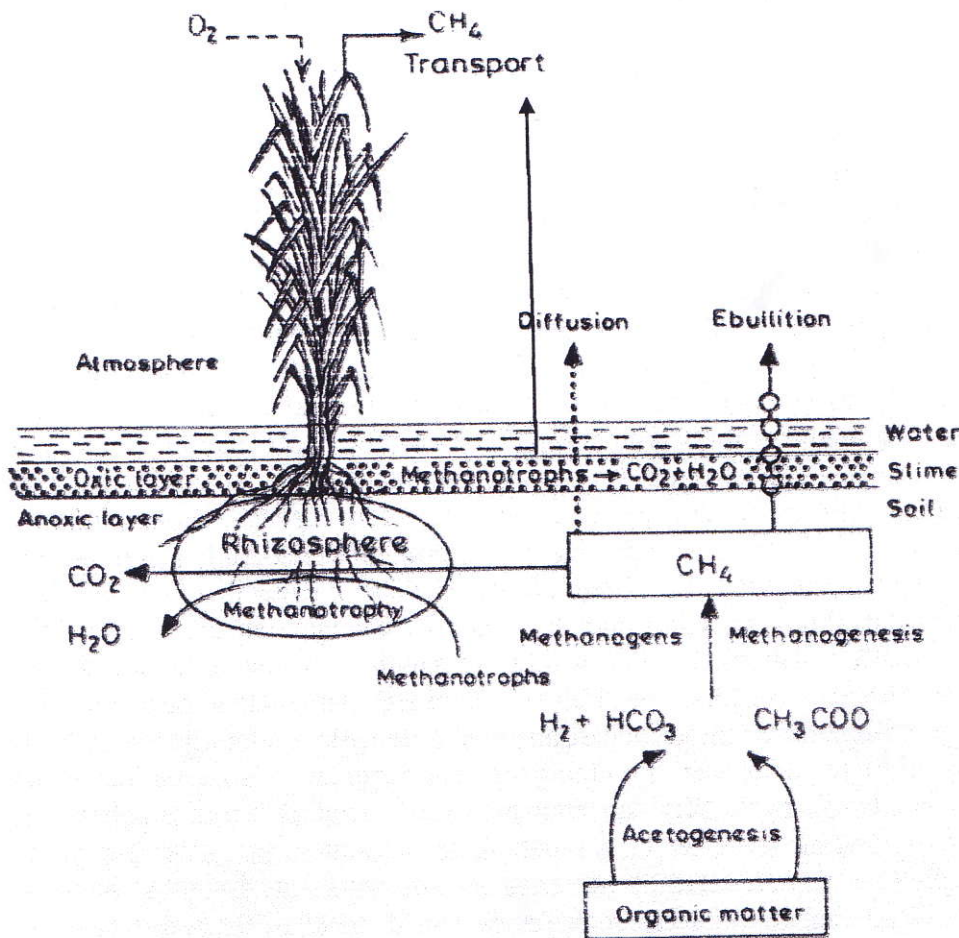
IPCC (2007a) melaporkan bahwa berdasarkan data yang diadaptasikan dari data Oliver, *et al.* (2005,2006) pada tahun 2004 gas rumah kaca dapat berasal dari berbagai sektor yaitu pemakaian energi (25,9%), sistem transportasi (13,1%), hunian dan gedung-gedung komersial (7,9%), industri (19,4%), pertanian (13,5%), ekosistem hutan alam dan proses deforestasi (17,4%), perairan, limbah cair dan air buangan (2,8%). Perbandingan yang dilakukan untuk beberapa tahun ke belakang (1999 dan 2004) membuktikan bahwa terjadi percepatan produksi gas rumah kaca, terutama yang berasal dari emisi gas fluor,  $N_2O$ ,  $CH_4$  dan  $CO_2$ . Sebagaimana yang dilaporkan IPCC (2007a) berikut ini :



Gambar 2. Perbandingan emisi gas rumah kaca dari berbagai sektor tahun 1990 dan 2004

Selama hampir 15 tahun, sektor pemanfaatan energi memproduksi gas rumah kaca tertinggi (terutama dari  $CO_2$  dan  $CH_4$ ), kemudian disusul dari sektor industri ( $CO_2$ ) dan ekosistem hutan yang meningkat tajam ( $CO_2$ ). Sedangkan sektor pertanian menempati urutan ke 4, terutama produksi gas rumah kaca yang berasal dari  $N_2O$  dan  $CH_4$ . Berdasar data ini, sumbangan pertanian dalam mereduksi perubahan iklim adalah menekan sekecil mungkin produksi gas  $N_2O$  dan  $CH_4$  dari sistem lahan pertanian, serta meningkatkan ikatan karbon dalam bentuk senyawa organik (biomasa). Gas  $N_2O$  diproduksi melalui proses transformasi hayati terhadap nitrogen dalam tanah maupun dalam pupuk kandang. Gas ini juga dapat berasal dari proses pemanfaatan pupuk nitrogen dengan dosis berlebih, terutama juga terjadi pada tanah-tanah basah dan tergenang. Gas  $CH_4$  diproduksi sektor pertanian

melalui proses perombakan an-aerob bahan organik pada lahan-lahan tergenang lama seperti rawa bergambut ataupun kultur padi sawah sebagaimana ditunjukkan Gambar 3. Dubey (2005) menyatakan bahwa di dalam sistem sawah tergenang terjadi proses metanogenesis yaitu proses produksi gas metan di dalam lapisan an-aerob sawah oleh bakteri an-aerob dalam beberapa tahap dekomposisi bahan organik yaitu (a) hidrolisis polimer oleh jasad mikro hidrolitik, (b) pembentukan asam dari senyawa organik sederhana lewat kegiatan fermentasi bakteri, (c) pembentukan asetat lewat metabolik atau fermentasi oleh bakteri homoasetogenik atau sintropik dan (d) pembentukan metan dari  $H_2$  atau  $CO_2$ -asetat, senyawa metil atau alkohol. Proses ini melibatkan bakteri metanogen yang merupakan jasad an-aerob bersel tunggal. Jasad metanogen dapat dikelompokkan menjadi tiga grup yaitu grup *Methanobacterium* dan *Methanobrevibacter*, grup *Methanococcus* dan grup *Methanospirillum* dan *Methanosarcina*. Di dalam habitatnya, jasad metanogen ini memainkan peran penting dalam proses degradasi senyawa organik kompleks. Sebagian besar jasad metanogen adalah mesofilik dan tumbuh dalam kisaran suhu  $20 - 40^\circ C$ .



Gambar 3. Proses metanogenesis pada lahan sawah (Dubey, 2005)

Proses pelepasan  $\text{CH}_4$  lebih banyak disebabkan oleh adanya suasana an-aerob di dalam sistem perakaran dan genangan lahan sawah. Atas dasar hal ini, upaya untuk mereduksi produksi GRK dalam bentuk senyawa metan dan  $\text{N}_2\text{O}$  dapat dilakukan melalui manajemen air lahan sawah, terutama mengatur tinggi genangan agar oksigen dapat berdifusi ke dalam tanah. Di satu sisi, budidaya padi di atas lahan basah tanpa genangan (aerobik terkendali) barangkali harus selalu dikembangkan, karena disamping dapat mengurangi produksi gas metan juga menurunkan proses reduksi senyawa N menjadi  $\text{N}_2\text{O}$ , serta di sisi lain, penelitian dari para pemulia tanaman diharapkan dapat menemukan varietas padi yang tidak membutuhkan banyak air.

Gas rumah kaca (GRK) yang disebabkan oleh akumulasi gas  $\text{CO}_2$  yang berasal dari proses pemanfaatan energi dan industri secara signifikan menyumbang pemanasan global. Proses ini harus diimbangi dengan meningkatkan transpirasi efektif yang dapat dilakukan vegetasi. Menurut Kurniatun Hairiah, dkk. (2008) gas  $\text{CO}_2$  sebagai penyusun terbesar GRK di udara dapat diserap pohon dan tumbuhan bawah untuk fotosintesis dan ditimbun sebagai C-organik dalam tubuh tanaman (biomasa) dan tanah untuk waktu yang cukup lama, mencapai 30-50 tahun. Selama tidak ada pembakaran lahan, emisi  $\text{CO}_2$  ke atmosfer dapat ditekan. Jumlah C yang tersimpan dalam lahan secara teknis disebut cadangan C atau penyimpanan C. Selanjutnya juga disampaikan bahwa agroforestri merupakan konsep pemanfaatan lahan yang dapat turut serta menurunkan konsentrasi  $\text{CO}_2$  di atmosfer. Agroforestri memberikan tawaran yang cukup menjanjikan untuk mitigasi akumulasi GRK di atmosfer (IPCC, 2000 dalam Kurniatun Hairiah, dkk., 2008).

Strategi adaptasi terhadap perubahan iklim yang dilakukan dalam bidang pertanian boleh jadi dapat mengubah kultur teknis bertani yang selama ini telah berjalan. Dirjen Pengelolaan Lahan dan Air Kementerian Pertanian telah menetapkan strategi mitigasi dan adaptasi perubahan iklim yang bertujuan menekan emisi gas metan tanpa mengurangi produksi. Upaya tersebut diarahkan guna meningkatkan kualitas manajemen data dan informasi, manajemen usaha tani, manajemen sarana dan prasarana irigasi, manajemen konservasi, manajemen kelembagaan dan manajemen tata ruang.

Manajemen data dan informasi ditujukan untuk meningkatkan pemanfaatan data prakiraan iklim, optimasi pengamatan data stasiun pengamatan iklim, penyediaan peta wilayah yang berpotensi mengalami kekeringan, mengembangkan sistem deteksi dini kekeringan (*drought early detection system*) dan pengembangan data base tanah/lahan, keairan dan iklim di setiap daerah otonomi. Manajemen usaha tani dititikberatkan pada upaya analisis dampak perubahan iklim terhadap awal musim tanam, dan penyesuaian pola tanam terhadap kondisi agroklimat setempat, percepatan pola tanam (TOT/Tabela), mengembangkan teknologi hemat air, mengintensifkan lahan basah pada saat El-nino dan lahan kering pada saat La-nina, mengembangkan teknis budidaya padi hemat air menggunakan metode SRI dan atau pengairan (irigasi) terputus. Manajemen sarana dan prasarana irigasi meliputi upaya perbaikan saluran irigasi agar penghematan air dapat ditingkatkan, pemanfaatan sumberdaya air alternatif, misal sumber air tanah dalam (*deep soil water*), mengoptimalkan manajemen dan distribusi air irigasi serta mengoptimalkan cadangan air permukaan seperti situ dan embung. Manajemen konservasi diarahkan untuk meningkatkan daya dukung DAS melalui konservasi sistem DAS (hulu-hilir) baik mekanis maupun vegetatif, konservasi juga diarahkan untuk meningkatkan pemanenan hujan, dan

mengembangkan teknologi dam di sepanjang sungai untuk meningkatkan kapasitas daya tampung dan resapan air ke dalam tanah. Manajemen kelembagaan dilaksanakan melalui mengembangkan dan membentuk lembaga pengelola air di tingkat kelompok tani, dan memberdayakan kelompok tani dalam menentukan dan mengatur jadwal tanam dan penentuan awal musim tanam, serta meningkatkan kemampuan dan ketrampilan petugas lapangan sebagai pendamping petani. Manajemen tata ruang diarahkan untuk meningkatkan kualitas penyusunan rencana pembangunan jangka pendek, menengah dan panjang berdasarkan potensi geografis (kepulauan) dan daya dukung lingkungan, serta yang terpenting adalah penyusunan rencana tata ruang wilayah nasional/provinsi/kabupaten dengan memperhatikan aspek keberlangsungan ekologi dan lingkungan.

Di tingkat petani, Muller (2009) menyatakan bahwa pertanian organik dapat digunakan sebagai strategi adaptasi terhadap perubahan iklim dan dapat diarahkan untuk mengatasi beberapa ancaman perubahan iklim dan keragaman bentuk ancaman dan bentuk tekanan-tekanan lain. Pertanian organik akan mengurangi penggunaan hara berlebihan dan meningkatkan kandungan bahan organik tanah. IPCC (2007b) juga menyatakan bahwa produk pertanian organik memiliki ancaman lebih kecil terhadap kondisi cuaca ekstrim seperti kekeringan, banjir dan kondisi tergenang. Muller (2009) menambahkan bahwa pertanian organik merupakan strategi adaptasi yang dapat diarahkan untuk meningkatkan dan mengembangkan mata pencaharian populasi pedesaan dan bagian masyarakat lain yang menjadi rentan terhadap kerugian yang diakibatkan perubahan iklim. Bahkan ITC(2007) melaporkan penelitian jangka panjang sistem pergiliran tanaman di atas tanah subur yang memberikan informasi bahwa telah terjadi penurunan potensi global warming sebesar 18% untuk semua jenis tanaman yang dibudidayakan secara organik. Penerapan pertanian organik paling tidak dapat memberikan beberapa keuntungan antara lain 1) mengurangi penggunaan pupuk N sintetis yang dapat mempercepat proses nitrifikasi dan reduksi fraksi unsur N dalam tanah tergenang, 2) penggunaan pupuk organik secara langsung meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah dan menurunkan laju erosi yang dapat menurunkan simpanan karbon dalam tanah dan 3) pemanfaatan bahan organik akan memberikan komponen penyangga (*buffering capacity*) bagi tanah sehingga lebih tahan terhadap cekaman kekeringan akibat pengaruh perubahan iklim, karena sifat bahan organik yang dapat meningkatkan kapasitas retensi air dalam tanah.

## PENUTUP

Pemanasan global dan perubahan iklim yang ditimbulkan merupakan tantangan sekaligus ancaman bagi seluruh bangsa di permukaan bumi ini, tidak terkecuali Indonesia. Permasalahan klasik yang terus membelenggu pembangunan pertanian Indonesia seperti pengurangan tenaga kerja bidang pertanian, pengurangan luas lahan pertanian, deforestasi dan kerusakan agroekosistem, serta pengurangan subsidi, menjadikan pertanian Indonesia tidak siap bersaing di era pasca penandatanganan C-AFTA dan menjadi semakin tidak kompetitif. Di samping hal tersebut, Indonesia masih harus dihadapkan pada permasalahan yang timbul akibat adanya proses perubahan iklim. Rekaman kejadian banjir dan cekaman kekeringan di beberapa daerah yang semakin luas pada beberapa tahun terakhir membuktikan bahwa dampak negatif perubahan iklim semakin nyata. Hasil analisis dari



berbagai pakar dan sektor kepentingan sebagaimana dituangkan dalam *The Indonesian Country Report on Climate Variability and Climate Change* sangat berkesesuaian dengan inti permasalahan yang tertuang di setiap kertas kerja IPCC.

Pemanasan global yang mendorong terjadinya perubahan iklim disebabkan oleh produksi gas rumah kaca (GRK), sebagian besar akibat karya manusia di permukaan bumi. Menurut Daniel Murdiyarso (2007) data emisi tahun 1997 merupakan data dari 5 tahun sebelumnya. Emisi CO<sub>2</sub> Indonesia adalah 800 juta ton atau sepersepuluh emisi CO<sub>2</sub> Amerika Serikat, dan emisi yang berasal dari alih guna lahan adalah 600 juta ton. Dengan memasukkan emisi dari alih guna lahan, pada saat ini Indonesia merupakan negara pada urutan ketiga yang mengeluarkan emisi CO<sub>2</sub> terbanyak dengan jumlah sekitar 3-4 giga ton.

Menurut UNDP (2007) Di tahun-tahun belakangan ini masyarakat dunia semakin merasahkan efek pemanasan global dan di awal tahun 1990an telah menyusun konsep *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), yang diberlakukan pada 1994. Di dalam kerangka ini mereka mengajukan dua strategi utama: mitigasi dan adaptasi. Mitigasi meliputi pencarian cara-cara untuk memperlambat emisi gas rumah kaca atau menahannya, atau menyerapnya ke hutan atau 'penyerap' karbon lainnya. Sementara itu adaptasi, mencakup cara-cara menghadapi perubahan iklim dengan melakukan penyesuaian yang tepat – bertindak untuk mengurangi berbagai pengaruh negatifnya, atau memanfaatkan efek-efek positifnya. Dalam hal ini peran dan tanggungjawab pemerintah semakin besar, sehingga dalam penyusunan rencana pembangunan nasional, perubahan iklim harus mendapatkan porsi dan penanganan yang sepadan, tidak terkecuali bidang pembangunan pertanian harus dapat menghasilkan kebijakan strategis guna mereduksi, melaksanakan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim dalam hubungannya dengan peluang produksi pangan dan produk biomasa lain.

#### **BACAAN**

- Daniel Murdiyarso.2007. Perubahan Iklim dan Proses UNFCCC. Laporan Diskusi Interaktif tentang Perubahanh Iklim untuk Jurnalis 2 Mei 2077. CIFOR-WWF Indonesia.
- Dubey,S.K. 2005. *Microbial Ecology of Methane Emissions in Rice Agroecosystem*. Applied Ecology and Environmental Research Vol. 3: 1-27.
- Fofana,I. 2011. *Simulating the Climate Change and Adaption Strategies on Productivity and Income*. IFPRI Discussion Paper 01095. West and Central Africa.
- IPCC.2007a. *Climate Change 2007. Impacts, Adaption and Vulnerability*. Report of the Working Group II. Cambridge Univ. Press.
- IPCC.2007b. *Summary for Policy Makers*. Fourth Assessment Report. Working Group III Report. Mitigation of Climate Change. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3>.
- Irsal Las, Subgyono dan Setiyono,A.P.2006. Isu dan pengelolaan Lingkungan dalam Revitalisasi Pertanian. Jurnal Litbang Pertanian 25(3).
- ITC.2007. *Organic Farming and Climate Change*. Intenational Trade Centre-UNCTAD/WTO. Research Institute of Organic Agriculture. Geneva. Doc.No. MDS-08-152.E.

- Kurniatun Hairiah, Widiyanto dan Didik Suprayogo. 2008. Adaptasi dan Mitigasi Pemanasan Global, Bisakah Agroforestri Mengurangi Risiko Loncor dan Emisi Gas Rumah Kaca. Kumpulan Makalah INAFE. Pendidikan Agroforestri sebagai Strategi menghadapi Perubahan Iklim Global 3-5 Maret 2008 di UNS.
- Mahmud.tt. Skenario Perubahan Variabilitas Iklim Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Pemanasan Global dan Perubahan Global, Fakta, Mitigasi dan Dampak. ISBN: 978-070-17490-0-8.
- Muller Adrian. 2009. *Benefits of Organic Agriculture as a Climate Change Adaption an Mitigation Strategy for Developing Countries*. Discussion Paper Series April 2009 .Environmental for Development.
- Slater, R., Peskett, L., Ludi, E. and Brown, D. 2007. *Climate Change, Agricultural Policy and Poverty Reduction, How Much We Know?*. Natural Resources Perspectives. 109. Tim Sintesis Kebijakan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
2008. Dampak perubahan Iklim terhadap Sektor Pertanian, serta Strategi Antisipasi dan Teknologi Adaptasi. Pengembangan Inovasi Pertanian I(2):138-140.
- UNDP. 2007. Sisi Lain Perubahan Iklim. Mengapa Indonesia harus Beradaptasi untuk Melindungi Rakyat Miskinnya. UNDP-Indonesia.