

KAJIAN PERUBAHAN POLA TUTUPAN LAHAN GAMBUT TERHADAP ANOMALI IKLIM DI WILAYAH KABUPATEN KUBU RAYA PROPINSI KALIMANTAN BARAT

Sri Iswati , Suntoro Wongso Atmojo dan M.Th. Sri Budiastuti
Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Abstrak

Perubahan polautupan lahan gambut untuk lahan pertanian dan perkebunan di Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat menimbulkan dampak peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK). Peningkatan emisi GRK menyebabkan perubahan komposisi GRK di atmosfer yang berdampak pada anomali iklim. Penelitian ini merupakan bagian hibah pasca yang berjudul Dampak penggunaan Lahan Gambut Terhadap Karbon Tersimpan dalam Tanah serta Emisi Gas Rumah Kaca (CO₂ dan CH₄). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak perubahan polautupan lahan gambut terhadap anomali iklim.

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Kabupaten Kubu Raya Propinsi Kalimantan Barat dengan lahan gambut yang luas, dan sebagian besar telah dipergunakan untuk lahan pertanian maupun perkebunan. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Penelitian ini merupakan penelitian Deskriptif-Kualitatif dengan cara survei.

Pola penggunaan lahan menyebabkan perubahan polautupan lahan, di wilayah Kubu Raya. Polautupan lahan selama tiga dekade mengalami perubahan yang signifikan. Tutupan hutan dan perkebunan pada lahan gambut mengalami penurunan secara linier, yaitu tahun 1991 (mewakili dekade I) seluas 66,13%. Tahun 2001 (mewakili dekade II)utupan lahan menurun menjadi 59,81% dan dekade ketiga dengan sampel tahun 2010 terjadi penurunanutupan lahan menjadi 57,45% dari total wilayah Kubu Raya. Curah hujan pada dekade pertama menurun kemudian dekade kedua mendarat rendah dan dekade ke tiga meningkat tajam. Polautupan lahan gambut dan pola peningkatan suhu selama tiga dekade mempunyai keselarasan. Selama pengamatan data iklim (tahun 1979-2009) telah terjadi anomali iklim yang ditandai dengan : (1) Pergeseran puncak curah hujan menjadi lebih awal, yaitu dari April-Nopember menjadi Januari-Oktober, (2) curah hujan tahunan pada dekade I mengalami penurunan, dekade II relatif stabil rendah mendarat, dan dekade III mengalami kenaikan, (3) terjadi peningkatan suhu rata-rata harian selama 30 tahun, dengan peningkatan suhu rata-rata per tahun sebesar 0,02oC. Penurunan polautupan lahan selaras dengan pola peningkatan suhu. Kesimpulan, perubahan polautupan lahan menyebabkan anomali iklim di wilayah penelitian.

Kata Kunci : Lahan gambut, Tutupan lahan, Perubahan iklim

Pendahuluan

Indonesia mempunyai kekayaan alam yang beraneka ragam termasuk didalamnya lahan gambut yang terhampar luas sekitar 17 juta hektar, merupakan Negara terbesar

ke-empat dunia, dan tersebar di berbagai pulau diantaranya Papua, Kalimantan dan Sumatra. Gambut merupakan timbunan bahan organik dan merupakan cadangan karbon yang sangat potensial. Dengan kandungan bahan organik yang besar, gambut sangat potensial juga sebagai penghasil gas rumah kaca apabila tidak dikelola dengan

Email: iswatisri88@yahoo.com

baik (Notohadiprawiro, 1996). Diperkirakan rata-rata emisi tahunan dari lahan gambut di Indonesia tahun 2000-2006 sekitar 903 juta ton CO₂, termasuk emisi yang mungkin terjadi dari kebakaran gambut. Padahal dalam keadaan hutan alam, lahan gambut mengeluarkan emisi 20-40 ton CO₂-eq ha⁻¹ tahun⁻¹ (Yus Ade, 2011). Kabupaten Kubu Raya merupakan wilayah yang kaya akan lahan gambut. Perkembangan dan pembangunan wilayah ini menyebabkan pembukaan lahan gambut untuk berbagai penggunaan sehingga menyebabkan perubahan pola tutupan lahan. Penurunan luas tutupan lahan gambut akan mengurangi kapasitas penyerapan emisi GRK. Konsentrasi GRK di atmosfer yang tinggi menyebabkan Global warming, yang selanjutnya akan memicu perubahan iklim (WWF, 2008). Permasalahan dampak perubahan tutupan lahan gambut terhadap anomali iklim di Kubu Raya ini sangat penting untuk diteliti lebih lanjut.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan bagian hibah pasca yang berjudul Dampak penggunaan Lahan Gambut Terhadap Karbon Tersimpan dalam Tanah serta Emisi Gas Rumah Kaca (CO₂ dan CH₄). Lokasi pengambilan sampel data iklim dan perubahan tutupan lahan gambut pada penelitian ini adalah wilayah Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat. Pelaksanaan penelitian Agustus 2012 sampai Desember 2012.

Penelitian yang dilakukan adalah studi kasus, yang disajikan dalam bentuk Penelitian Deskriptif – Kualitatif yaitu dengan menganalisa perubahan tutupan lahan gambut dan data iklim di Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat dalam kurun waktu 30 tahun, untuk menentukan pola.

Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara pengamatan langsung dilapangan, survey, wawancara, data citralandset dan observasi di wilayah Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat. Pengumpulan data sekunder dengan survei instansional dengan dinas terkait (Pertanian, Kehutanan, Planologi) juga stasiun pengamatan iklim di Bandara Supadio.

Pengambilan data menggunakan teknik purposive sampling, atau pengambilan secara sengaja. Sampel yang dipilih adalah Kabupaten Kubu Raya yang telah memiliki stasiun pengamatan iklim yaitu Bandara

Supadio. Sampel perubahan tutupan lahan dipilih lahan-lahan di wilayah Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat, yang mempunyai lahan gambut luas.

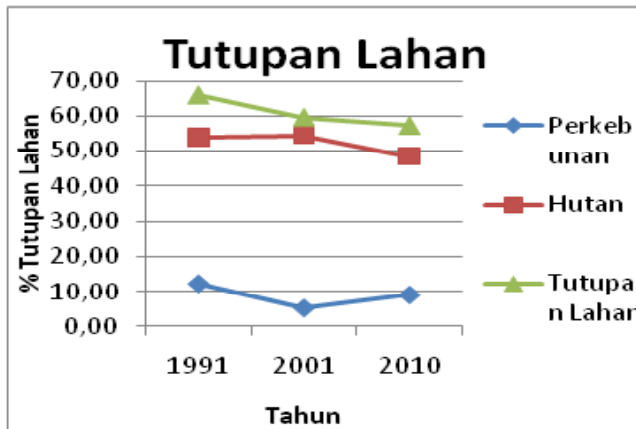
Hasil Dan Pembahasan

Perubahan Tutupan Lahan gambut Penggunaan lahan kawasan Kubu Raya telah mengalami perubahan yang cukup pesat dalam tiga dekade, hal ini akan mempengaruhi persentase tutupan lahan. Tutupan lahan Gambut Kubu Raya pada dekade 1970-an masih 100%. Kemudian mulai dekade berikutnya sampai tahun 1991, wilayah lahan gambut Kubu Raya mulai banyak dibuka untuk perkebunan rakyat dan perkebunan besar maupun perkebunan campuran. Berdasarkan data dan analisa data dari Peta RBI tahun 1991 Penutupan hutan dan perkebunan lahan gambut Kubu Raya telah mengalami penurunan sebesar 43,87%, sehingga menjadi 66,13%, yang terdiri dari hutan lebat dan Perkebunan Rakyat.

Pada dekade berikutnya yaitu berdasarkan data citralandset dari Planologi Kehutanan Pontianak, tutupan lahan di Kubu Raya mengalami penurunan menjadi 59,81% dari seluruh wilayah Kubu Raya. Dekade III penelitian tutupan hutan dan perkebunan lahan gambut mengalami penurunan menjadi 57,45% dari seluruh wilayah Kubu Raya.

Menurut (Hairiah, 2005) pembukaan lahan dengan menebangi pohon-pohon ikut meningkatkan jumlah CO₂ karena menurunkan penyerapan CO₂, dan dekomposisi dari tumbuhan yang telah mati juga meningkatkan jumlah CO₂. Sehingga pada dekade ini telah terjadi peningkatan emisi CO₂ ke atmosfer yang paling tinggi diantara tiga dekade

Pada dekade 1991-an konversi hutan menjadi Perkebunan besar belum kelihatan. Tetapi konversi menjadi hutan rakyat sudah mulai ada sehingga tutupan lahan sebesar 66,13%. Dekade II dengan sampel tahun 2001 telah terjadi konversi tutupan hutan besar-besaran, menjadi perkebunan besar dan perkebunan campuran. Namun pada tahap awal penanaman tajuk tanaman belum cukup menutup sehingga tutupan perkebunan turun menjadi 5,3%. Pada dekade III penelitian luasan perkebunan sedikit meningkat menjadi 8,98% tetapi total tutupan lahan menurun menjadi



Gambar 1 Grafik tutupan lahan Wilayah Kubu Raya Kalbar

57,45%. Pada dekade ini perkebunan besar telah berkembang dengan pesat dengan komoditas yang telah berproduksi dengan tajuk tanaman yang rimbun dan rapat.

Tahap awal pembukaan lahan dengan sistem pembakaran sangat potensial mengemisikan gas CO₂. Emisi gas CO₂ yang dihasilkan oleh lahan gambut diperkirakan antara 100-400 mg m⁻² jam⁻¹ yang setara dengan 9 – 35 ton hektar⁻¹ (Ridlo, 1997 dalam Noor, M. 2006). Agus dan Van Noordwijk (2007) melaporkan bahwa pembakaran hutan alami pada lahan gambut menyebabkan pelepasan CO₂ sebanyak 734 ton ha⁻¹ yang berasal dari C yang tersimpan di vegetasi sebesar 200 ton ha⁻¹. Pengelolaan lahan untuk pertanian menjadi sumber emisi N₂O dengan mekanisme pelepasan atom N untuk bereaksi dengan udara. Tingkat emisi N₂O ini akan meningkat apabila kegiatan pengolahan tanah pada budidaya pertanian tersebut dipupuk dengan pupuk nitrogen seperti urea (Ecosolve, Ltd., 2002 dalam Minardi, S. 2011).

Karbon yang dilepaskan ke atmosfer setiap tahun dari setiap hektar hutan yang dibuka dan digunakan perladangan dapat dikompensasi oleh pemadaman karbon dalam 190 hektar lahan gambut setiap tahun (Nasrullah, 2011). Selain emisi gas CO₂ lahan gambut juga menghasilkan emisi gas CH₄ (metan) sebagai hasil perombakan zat organik secara anaerobik. Pembukaan lahan dengan menebangi pohon-pohon ikut meningkatkan jumlah CO₂ karena menurunkan penyerapan CO₂, dan dekomposisi dari tumbuhan yang telah mati juga menin-

gkatkan jumlah CO₂ (Hairiah, 2005)

Perubahan Pola Curah Hujan

Wilayah Indonesia terletak di daerah tropis yang dilintasi oleh garis Khatulistiwa, sehingga dalam setahun matahari melintasi ekuator sebanyak dua kali. Matahari tepat berada di ekuator setiap tanggal 23 Maret dan 22 September. Sekitar April-September, matahari berada di utara ekuator dan pada Oktober-Maret matahari berada di selatan. Pergeseran posisi matahari setiap tahunnya menyebabkan sebagian besar wilayah Indonesia mempunyai dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pada saat matahari berada di utara ekuator, sebagian wilayah Indonesia mengalami musim kemarau, sedangkan saat matahari ada di selatan, sebagian besar wilayah Indonesia mengalami musim penghujan (LAPAN, 2009).

Kubu Raya terletak di garis ekuator sehingga wilayahnya ada sebagian di belahan bumi utara dan sebagian terletak di belahan bumi selatan. Posisi ini menyebabkan Kubu Raya mempunyai iklim ekuatorial. Iklim ekuatorial mempunyai dua puncak curah hujan, sesuai pergerakan matahari yang melintasi ekuator setahun dua kali.

Berdasarkan data pengamatan cuaca harian selama tiga dekade yaitu tahun 1979-2009, untuk faktor iklim yaitu Curah Hujan, yang disajikan pada grafik diatas. Ada kecenderungan tiga pola secara umum yang bisa ditunjukkan dengan grafik yaitu :

> Dekade I, terjadi kecenderungan

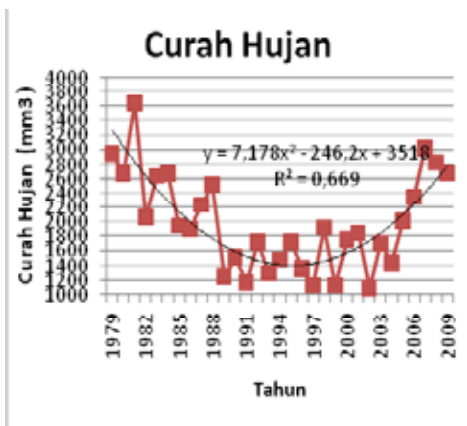
pola curah hujan yang semakin menurun antara tahun 1979 – 1989. Total Curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 1981 sebesar 3.644.18 mm³/ tahun. Total curah hujan terendah terjadi pada tahun 1989 yaitu sebesar 1.257.29 mm³ / tahun.

> Dekade II, terjadi kecenderungan pola curah hujan rendah dan relatif mendarat (stabil), yaitu antara tahun 1990–2002. Total curah hujan tertinggi terjadi tahun 1998 sebesar 1.927.84 mm³/ tahun dan Total curah hujan terendah terjadi pada tahun 2002 yaitu sebesar 1094.06 mm³ / tahun .

> Dekade III, terjadi kecenderungan pola curah hujan yang meningkat yaitu mulai tahun 2003- 2009. Total curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2007 yaitu sebesar 3018.92 mm³/tahun. Total curah hujan terendah pada tahun 2004 yaitu sebesar 1432.86 mm³/tahun.

Pola hubungan membentuk garis kurve dengan titik balik minimum (terbuka keatas).

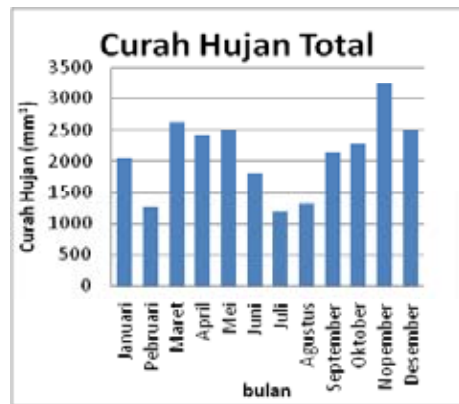
Gambar 3 menggambar-Grafik pada gambar 3, menunjukkan bahwa telah terjadi dua puncak bulan hujan maksimum dan juga total hujan maksimum tahunan dengan pola hampir sama. Pada grafik untuk dekade I (1979-1988) terlihat ada dua puncak yaitu pada bulan April dan Nopember. Tabel Curah hujan maksimum dihitung berdasarkan jumlah total curah hujan selama satu dekade (1979 – 1988), Curah hujan maksimum I terjadi pada bulan Maret sebesar 2.606,75mm³ dan Puncak Curah hujan maksimum II terjadi pada bulan Nopember yaitu sebesar 3.239,03 mm³.



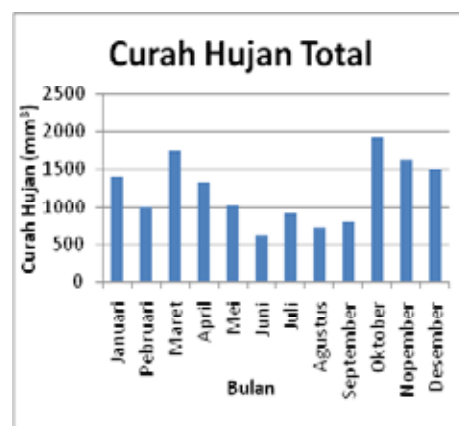
Gambar 2 Grafik curah hujan tahun 1979 – 2009 Kabupaten Kubu Raya

Kubu Raya termasuk daerah dengan iklim ekuatorial yang mempunyai dua puncak musim hujan. Karena letak Kubu Raya yang sebagian dilewati garis ekuatorial, yaitu Berada pada posisi 1080 35’ – 1090 58’ dan 0 44’ LU – 10 10’ LS (Kubu Raya dalam Angka,2011).

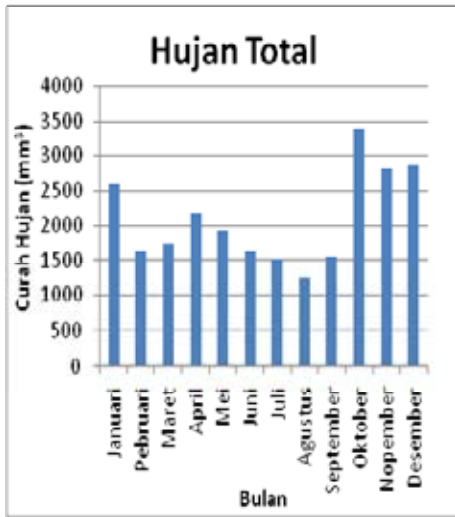
Gambar 4 diatas menggambarkan curah hujan maksimum dihitung berdasarkan jumlah total curah hujan selama satu dekade (1989–1998), mempunyai dua puncak. Puncak Curah hujan maksimum I terjadi pada bulan Maret sebesar 1.748,60 mm³ dan Puncak Curah hujan maksimum II terjadi pada bulan Oktoberyaitu sebesar1.919,08 mm³.



Gambar 3 Grafik pola curah hujan Kabupaten Kubu Raya dekade I (1979-1988)



Gambar 4 Grafik pola curah hujan Kabupaten Kubu Raya dekade II (1989-1998)



Gambar 5 Grafik pola curah hujan Kabupaten Kubu Raya dekade III (1999-2009)

Gambar 5 menggambarkan curah hujan maksimum dihitung berdasarkan jumlah total curah hujan selama satu dekade (1989 – 1998), pada grafik juga terlihat mempunyai pola yang sama dengan cara perhitungan puncak bulan hujan maksimum, yaitu mempunyai dua puncak. Puncak Curah hujan maksimum I terjadi pada bulan Januari sebesar 2.239,01 mm³ dan Puncak Curah hujan maksimum II terjadi pada bulan Oktober yaitu sebesar 2.815,34 mm³.

Kesimpulan untuk curah hujan maksimum selama tiga dekade telah terjadi pergeseran pola yaitu dekade I puncak hujan terjadi pada bulan Maret-Nopember. Dekade II terjadi pada bulan Maret- Oktober dan Dekade III terjadi pada bulan Januari – Oktober. Sehingga dari grafik ini menunjukkan bahwa pola puncak curah hujan perdekade cenderung bergeser ke kiri atau mengalami puncak curah hujan lebih awal.

Pergeseran puncak curah hujan yang menjadi lebih awal disebabkan adanya pemanasan global yang menyebabkan penguapan air menjadi lebih cepat. Titik uap air di atmosfer menjadi lebih cepat tercapai dan menyebabkan presipitasi yang lebih cepat pula.

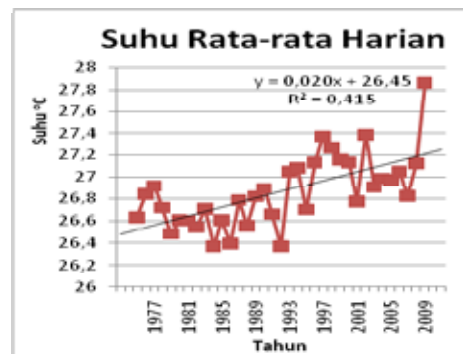
Akibat perubahan tutupan lahan, analisis proyeksi iklim sampai 2100 menunjukkan bahwa 7 dari 11 model menyepakati curah hujan menurun selama musimker-

ing di sejumlah daerah lahan gambut Asia Tenggara (Li et al., 2007), dan 9 model menyepakati variabilitas curah hujan tahunan di musim kemarau lebih besar (Hooijer, A. et al., 2010).

Perubahan Suhu

Pola perubahan suhu rata-rata harian cenderung meningkat secara linier dengan nilai regresi 0,415 dan kenaikan suhu rata-rata harian pertahun sebesar 0,02oC. Kenaikan suhu ini sejalan dengan adanya pemanasan global dari radiasi sinar matahari yang terperangkap oleh gas-gas rumah kaca di atmosfer yang menyebabkan bumi menjadi lebih hangat. Semakin banyak konsentrasi gas-gas rumah kaca di atmosfer maka peningkatan suhu juga akan semakin besar (Limin, 2006). Grafik pada gambar 6 menunjukkan peningkatan suhu rata-rata harian yang linier selama kurun waktu tahun 1975-2009 di wilayah Kabupaten Kubu Raya Propinsi Kalimantan Barat.

Pada kurun waktu tersebut di wilayah ini sudah terjadi perubahan pola tutupan lahan gambut yang signifikan, padahal lahan gambut sangat potensial menghasilkan emisi gas rumah kaca. Perubahan pola tutupan, tipe penggunaan dan pengolahan lahan gambut meningkatkan emisi GRK ke atmosfer sehingga menyebabkan pemanasan global. Dampak global warming terjadi peningkatan suhu di wilayah Kubu Raya. Peningkatan suhu rata-rata pertahun mencapai 0,02 oC merupakan angka yang cukup tinggi dibanding peningkatan suhu di daerah lain. Peningkatan suhu yang



Gambar 6 Grafik rata-rata tahunan suhu maksimum harian Kubu Raya

cukup signifikan ini dipicu adanya lahan gambut yang sangat mudah mengemisikan gas-gas rumah kaca, apalagi dengan pengelolaan yang kurang tepat.

Hubungan Perubahan Tutupan Lahan dan Perubahan Iklim

Pola perubahan penggunaan lahan telah menyebabkan pola tutupan lahan yang berubah juga. Perubahan iklim mungkin karena proses alam internal maupun ada kekuatan eksternal, atau ulah manusia yang terus menerus merubah komposisi atmosfer dan tata guna lahan (IPCC 2001). Sejak tahun 1991 hingga tahun 2001 menunjukkan penurunan penutupan lahan secara drastis yaitu terjadi perubahan kawasan hutan lebat menjadi pemukiman dan hutan rakyat hingga penutupan lahan tinggal 66,13% (meliputi hutan lebat dan perkebunan rakyat). Pada tahun 2001 turun menjadi 59,81% (meliputi hutan lebat, kebun campuran, dan kebun besar).

Pola penggunaan lahan pada dekade ketiga tahun 2010 telah terjadi perkembangan perkebunan besar sebanyak 8,98%, sehingga total tutupan menjadi 57,45%. Tutupan lahan sempurna ini akan menambah luas penutupan pohon, mengakibatkan penutupan lahan dan kapasitas simpan CO₂ semakin besar menjadi (tutupan lahan terdiri dari Perkebunan Besar, Hutan Lebat, Hutan sejenis, Perkebunan Rakyat dan Perkebunan Campuran). Perubahan pola tutupan lahan ini ternyata juga berdampak pada peningkatan curah hujan pada dekade ke tiga penelitian ini. Pada dekade ketiga terjadi peningkatan pola curah hujan yang cenderung linier meningkat. Peningkatan ini pada akhir dekade ketiga hampir menyamai pola curah hujan sebelum dekade pertama atau era tahun 1970-an.

Dampak penurunan tutupan lahan selama 30 tahun (tiga dekade) telah berpengaruh pada kenaikan suhu maksimum harian, sebesar 0,02oC per tahun. Puncak curah hujan mengalami pergeseran menjadi lebih awal. Intensitas curah hujan cenderung meningkat, terutama pada dekade ketiga penelitian.

Penurunan tutupan lahan mengakibatkan kapasitas simpan CO₂ berkurang. Emisi CO₂ ke atmosfer meningkat, komposisi GRK di atmosfer bertambah besar. Dampaknya terjadi pemanasan global, yang memicu penguapan lebih cepat. Ti-

tik jenuh uap air di atmosfer akan mudah terlampaui sehingga kuantitas dan kualitas presipitasi menjadi lebih besar.

Hasil yang berbeda pada perubahan musim atas Indonesia yang diungkapkan oleh dua model yang berbeda, Hadcm3 (Hadley Pusat Iklim, UK) dan GISS-ER (Goddard Institut untuk Space/ Studies, NASA- AS. Dari hasil pengamatan dengan menggunakan model ARPEGE (Action de Recherche Petite Echelle Grande Echelle) Climat versi 3.0. berdasarkan simulasi zonasi curah hujan untuk periode 1950-1979 dan periode 2010-2039. diperkirakan akan terjadi peningkatan curah hujan di wilayah Indonesia pada tahun 2010-2039 yang ditandai dengan anomali positif zona konveksi dan peningkatan temperatur (Vincent Gray, 2001).

Pola adaptasi yang disarankan dalam penelitian ini adalah :

1. Rumah-rumah dibuat dengan banyak ventilasi udara supaya lebih nyaman.
2. Pakaian menggunakan bahan yang mudah menyerap keringat.
3. Melakukan budidaya pertanian dengan komoditas yang cocok dengan variabilitas suhu.
4. Pengendalian hama dan penyakit tanaman budidaya menggunakan metode yang ramah lingkungan.
5. Melindungi mikroorganisme tanah dan mikroorganisme yang bermanfaat bagi budidaya pertanian dari kerentanan kenaikan suhu.
6. Budidaya komoditas yang cocok dengan curah hujan yang ekstrem.
7. Selalu memanfaatkan informasi iklim yang update untuk memprediksi awal musim pertanian.
8. Penggunaan teknologi di bidang pertanian yang ramah lingkungan.

Pola Mitigasi yang disarankan dalam penelitian ini :

1. Menghindari pembakaran lahan gambut untuk perladangan maupun pembukaan perkebunan.
2. Menggunakan tanaman yang mampu menutup lahan secara sempurna
3. Menggalakan program penghijauan
4. Meminimalisasi penggunaan pupuk anorganik
5. Penerapan teknologi yang ramah lingkungan

Kesimpulan

Dampak perubahan pola tutupan lahan telah mempengaruhi pada :

1. Perubahan pola tutupan lahan gambut selama tiga dekade mengalami penurunan secara linier selaras dengan peningkatan suhu secara linier pula.
2. Penurunan tutupan lahan perdekade sebesar 4,3%.
3. Perubahan suhu rata-rata harian pertahun sebesar 0.02oC.
4. Perubahan pola puncak curah hujan menjadi lebih awal
5. Pola Perubahan Iklim Tipe Oldeman untuk bulan basah sama dengan pola perubahan curah hujan rata-rata tahunan. Dan berkebalikan dengan pola bulan kering.

Daftar Pustaka

- Ade, Y, 2011, Hutanku Sayang Hutanku Malang, Jendela Tahun IV Edisi 23, ISSN 1907-5952. Pusat Pengelolaan Ekoregion Jawa
- AgusF, Subiksa IGM, 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk pertanian dan aspek lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre, Bogor. 36p.
- Anonim, 2009, Dampak Perubahan Iklim, LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional)
- Hairiah, K. 2005. Biodiversitas Tanaman Sebagai Dasar Menuju Pertanian Sehat. Makalah Seminar Nasional Dies Natalis ke 29 UNS. Fakultas Pertanian UNS. Surakarta.
- 2007. Perubahan Iklim Global: Pemicu terjadinya peningkatan GRK (Modul 3). Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian. Unibraw. Malang.
- Hooijer, A., S. Page, J. G. Canadell, M. Silvius, J. Kwadijk, H. Wösten, and J. Jauhiainen, 2010, Current and future CO2 emissions from drained peatlands in Southeast Asia Deltares – Delft Hydraulics, 2600 MH Delft, The Netherlands Department of Geography, University of Leicester, Biogeosciences 7, 1505–1514, 2010.
- IPCC, 2001. Climate Change 2001: Impact, adaption and vulnerability, Report of the working group I. Cambridge University Press. UK. p, 967
- IPCC. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by The National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. and Tanabe, K. (eds.). Published by IGES Japan.
- Limin, H dan Suwido, 2006, Pemanfaatan Lahan Gambut dan Permasalahannya, CIMTROP, Univ. Palangkaraya.
- Minardi, S., 2011, Pengelolaan Lahan Pertanian dan Emisi Gas Rumah Kaca, Makalah disampaikan pada Seminar Nasional " Sumbangan Pemikiran Alumni Dalam Pembangunan Pertanian Untuk Mengantisipasi Iklim Global", Faperta UNS.
- Nasrullah, 2011, Modul Sosialisasi Peningkatan pemahaman informasi perubahan Iklim, BMKG,
- Noor, Muhammad, 2006, Pertanian Lahan Gambut Potensi dan Kendala, Kanisius, Yogyakarta
- Notohadiprawiro, T. 1996. "Constraints to Achieving the Agricultural Potential of Tropical Peatlands-an Indonesian Perspective." Dalam E. Maltby et al. IUCN.
- Vincent Gray, 2001, The cause of Global Warming, Frontier Centre policy studies and reports exploring topics on the frontier of public policy, Policy Series ISSN 1491-7874