

## PERUBAHAN IKLIM BERBASIS PENDUGAAN CADANGAN KARBON DI KOTA PADANG PROVINSI SUMATERA BARAT

Triyatno, Ratna Wilis, Dilla Angraina

Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang Sumatera Barat  
e-mail: yatnoaleata@gmail.com

Diterima 4 September 2017, Direvisi 26 November 2017, Disetujui Publikasi 30 Desember 2017

### ABSTRACT

*The most fundamental problem in this study is the high change of land cover that occurred in the city of Padang into settlements and open land, so that forest cover becomes reduced. If forest cover diminishes, while population, industry and transportation growth is increasing, environmental inequalities from plants absorbing emissions released by human activity decrease, so the surface temperature becomes warmer. If this is allowed to continue, then the hydrometeorological disaster will threaten the city of Padang. In general, this study aims to determine how the phenomenon of climate change that occurred in the city of Padang based on the estimation of carbon stocks in accordance with land cover. This research uses a combination of remote sensing technology with direct measurement in the field. The integration of land cover change data with the value of carbon stocks on a plot scale can illustrate changes in carbon stocks on a landscape scale. The results show that within 1989-2017 there has been a change in forest cover to non-forest land that leads to a decrease in carbon stocks and increased carbon emissions. Increased carbon emissions in the atmosphere caused a change in rainfall in Padang City, where Padang City had a high rainfall ranging from 4500-6000mm / year, while now decreasing to 3000-4500 mm/year indicating that climate change has occurred in Padang City.*

**Keywords:** Carbon Reserves, Land Cover, Climate Change

### ABSTRAK

Masalah yang paling mendasar pada penelitian ini adalah tingginya perubahan tutupan lahan yang terjadi di Kota Padang menjadi pemukiman dan lahan terbuka, sehingga tutupan hutan menjadi semakin berkurang. Jika tutupan hutan berkurang, sedangkan pertumbuhan penduduk, industri dan transportasi meningkat maka akan terjadi kesenjangan lingkungan akibat tanaman yang menyerap emisi yang dikeluarkan aktivitas manusia berkurang, sehingga suhu permukaan menjadi lebih hangat. Jika hal ini dibiarkan terus menerus, maka bencana hidrometeorologi akan mengancam Kota Padang. Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana fenomena perubahan iklim yang terjadi di Kota Padang berdasarkan pendugaan cadangan karbon sesuai dengan tutupan lahan. Penelitian ini menggunakan kombinasi teknologi penginderaan jauh dengan pengukuran langsung di lapang. Integrasi data perubahan penutupan lahan dengan nilai cadangan karbon pada skala plot dapat menggambarkan perubahan cadangan karbon pada skala lanskap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam waktu 1989-2017 telah terjadi perubahan tutupan lahan hutan menjadi non hutan yang menyebabkan penurunan cadangan karbon dan peningkatan emisi karbon. Peningkatan emisi karbon di atmosfer menyebabkan perubahan curah hujan di Kota Padang, dimana dulu Kota Padang memiliki curah hujan yang tinggi berkisar 4500-6000mm/tahun, sedangkan sekarang mengalami penurunan menjadi 3000-4500 mm/tahun mengindikasikan bahwa telah terjadi perubahan iklim di Kota Padang.

**Kata Kunci :** Cadangan Karbon, Tutupan Lahan, Perubahan Iklim

## A. Pendahuluan

Kemampuan hutan dalam menyimpan karbon menjadikan hutan mempunyai peranan sangat besar dalam mengurangi jumlah karbon yang merupakan salah satu gas rumah kaca penyebab pemanasan global (*global warming*). Hal tersebut juga tertuang dalam dokumen *Kyoto Protocol* dengan konsep CDM (*Clean Development Mechanism*) bahwa hutan sebagai "*Sink*" di mana berperan sebagai penyimpan dan penyerap karbon. Sedangkan dalam konsep REDD (*Reducing Emissions from Deforestation and Degradation*) hutan dipandang sebaliknya atau sebagai "*Source*" (pengemisi karbon).

Kedua peran hutan tersebut didukung oleh keberadaan ekosistem hutan dengan didominasi oleh pepohonan yang melakukan proses fotosintesis. Proses fotosintesis diawali dengan penyerapan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dari atmosfer, menyimpan karbonnya kemudian melepaskan gas oksigen (O<sub>2</sub>) dan kembali ke atmosfer. Jika dilakukan kegiatan pembukaan lahan seperti penebangan pohon atau pembakaran hutan, maka CO<sub>2</sub> yang diserap oleh tanaman akan dilepaskan kembali ke atmosfer (dengan jumlah yang berbeda), sehingga perubahan tutupan dan penggunaan lahan dari hutan menjadi tutupan lain dianggap sebagai penyebab utama pelepasan CO<sub>2</sub> ke atmosfer. Selain sebagai penyerap dan pengemisi karbon,

hutan juga berperan dalam pengaturan tata air melalui fungsi hidrologis. Namun fungsi hutan tersebut tidak dapat berdiri sendiri, melainkan sangat tergantung pada kondisi curah hujan, sifat tanah, geologi, lereng, dan cara pengelolaannya. Cara pengelolaan hutan seringkali dianjurkan untuk mengikuti batas DAS (Daerah Aliran Sungai) supaya dapat memberikan manfaat yang berkesinambungan (Gregersen *et al.*, 2007 dalam Siarudin *et al.*, 2014).

Skema *Reducing Emissions from Deforestation and Degradation-plus* (REDD-plus) merupakan mekanisme penurunan emisi dari deforestasi dan degradasi hutan melalui peran konservasi, pengelolaan hutan secara berkelanjutan, dan peningkatan cadangan karbon hutan. Peningkatan emisi gas rumah kaca berhubungan dengan meningkatnya suhu permukaan bumi. Jika suhu permukaan bumi meningkat, maka dapat memicu terjadinya perubahan iklim.

Perubahan iklim merupakan fenomena yang terjadi secara global, namun dampak dari perubahan iklim tersebut tidak dirasakan sama untuk semua tempat. Tempat-tempat yang diduga akan paling merasakan dampak perubahan iklim tersebut adalah daerah perkotaan, dengan perubahan unsur iklim yang pasti adalah meningkatnya temperatur udara. Pada tahun 1990–2100, *Intergovernmental Panel on Climate Change*

(IPCC) memproyeksikan temperatur permukaan bumi akan meningkat antara 1,4–5,8°C. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana fenomena perubahan iklim yang terjadi di Kota Padang, mengingat Kota Padang merupakan salah satu kota yang mengalami perubahan tutupan lahan yang cukup besar. Pada penelitian ini, perubahan iklim akan didasarkan pada pendugaan cadangan karbon sesuai tutupan lahan.

Masalah yang paling mendasar pada penelitian ini adalah tingginya perubahan tutupan lahan yang terjadi di Kota Padang menjadi pemukiman dan lahan terbuka, sehingga tutupan hutan menjadi semakin berkurang. Jika tutupan hutan berkurang, sedangkan pertumbuhan penduduk, industry dan transportasi meningkat maka akan terjadi kesenjangan lingkungan akibat tanaman yang menyerap emisi yang dikeluarkan aktivitas manusia berkurang. Akibatnya suhu permukaan menjadi lebih hangat. Jika hal ini dibiarkan terus menerus, maka bencana hidrometeorologi akan mengancam Kota Padang. Oleh karena itu, pada penelitian ini ditekankan bagaimana perubahan iklim di Kota Padang yang didasarkan pada pendugaan cadangan karbon sesuai dengan perubahan tutupan lahan yang ada di Kota Padang saat ini.

## B. Metode Penelitian

Analisis terjadinya perubahan iklim dapat diketahui berdasarkan kecendrungan

data suhu dan data curah hujan yang terdapat di Kota Padang. Selain itu, perubahan iklim dapat dianalisis berdasarkan perubahan tutupan lahan dengan membandingkan tutupan lahan tahun 1989, 2001, dan 2017 dengan cara mengoverlay masing-masing peta tersebut sehingga akan terlihat penutupan apa saja yang berubah selama kurun waktu tersebut. Perubahan yang terjadi selama kurun waktu tersebut selanjutnya dibuat dalam bentuk tabel untuk memudahkan dalam melihat perubahan penutupan lahan yang terjadi.

Perubahan tutupan lahan berarti perubahan cadangan karbon. Analisa perubahan cadangan karbon disuatu lahan dapat dilakukan dengan membandingkan jumlah cadangan karbon akibat perubahan tutupan lahan hasil tahun 1989, 2007, dan 2017. Dugaan cadangan karbon untuk setiap jenis tutupan lahan dilakukan dengan menggunakan hasil perhitungan pada skala plot yang dilakukan di Indonesia dari beberapa literature. Nilai biomassa dari studi literature ditransformasi dari ton per hektar menjadi ton per pixel citra dengan ukuran 30 m<sup>2</sup> (0.09 hektar) seperti yang terdapat pada Tabel 1. Dugaan cadangan karbon berdasarkan tipe penggunaan lahan tersebut dapat mengindikasikan dugaan emisi CO<sub>2</sub>. Berikut rumus emisi CO<sub>2</sub> (Maswar *et.al.*, 2013):

emisi CO<sub>2</sub> = Jumlah cadangan karbon x 3.67  
3.67: konstanta konversi C menjadi CO<sub>2</sub>

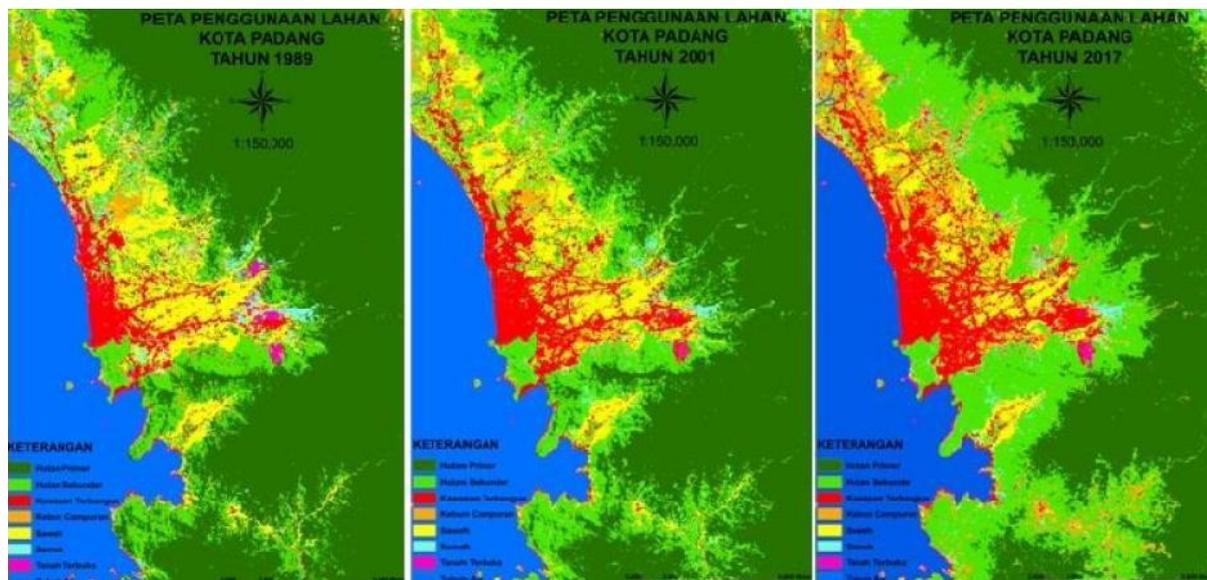
## C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

### 1. Hasil Penelitian

Kota Padang merupakan ibukota Provinsi Sumatera Barat dengan luas wilayah 659 km<sup>2</sup> atau 69500 ha. Berdasarkan gambar diatas, diketahui bahwa Kota Padang mengalami perubahan tutupan lahan yang cukup besar. Pada tahun 2001 tampak perubahan cukup besar dari tutupan lahan sawah menjadi pemukiman, dan hutan primer menjadi hutan sekunder. Hal yang sama juga terjadi pada tahun 2017, dimana perubahan terjadi pada tutupan lahan hutan

primer menjadi hutan sekunder, sawah menjadi pemukiman, dan hutan sekunder menjadi kebun campuran.

Tabulasi data perubahan tutupan lahan di Kota Padang. Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa pada tahun 2017 perubahan terbesar terjadi pada penambahan kebun campuran, tanah terbuka, dan hutan sekunder. Sedangkan pengurangan paling besar dari tahun 2001 pada 2017 terdapat pada sawah dan hutan primer



**Gambar 1.** Perubahan Tutupan Lahan di Kota Padang

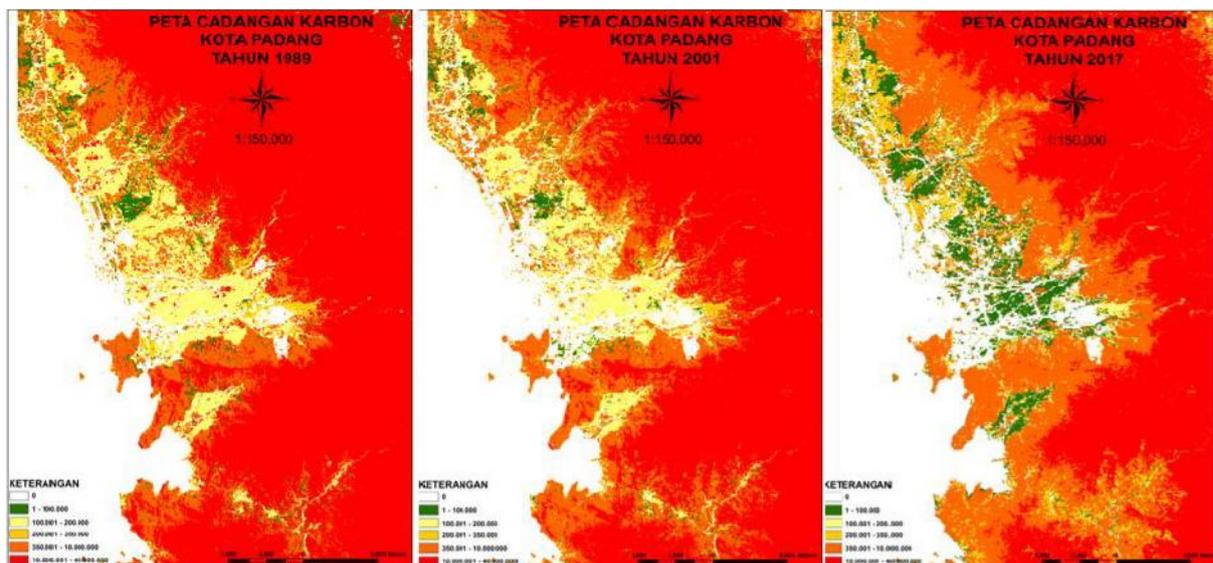
Menganalisis cadangan karbon tahun 1989, 2001, dan 2017 sesuai dengan perubahan tutupan lahan menggunakan citra satelit Landsat. Gambar 6 dibawah menjelaskan bahwa cadangan karbon tertinggi terdapat pada hutan primer, yang diikuti hutan sekunder, kebun campuran, ladang, semak belukar, dan sawah, sedangkan lahan terbuka dan pemukiman tidak mempunyai cadangan karbon. Dengan

demikian, dapat diketahui bahwa pengurangan cadangan karbon di Kota Padang disebabkan oleh perubahan tutupan lahan, terutama pembukaan lahan pada hutan primer dan sekunder.

Data tabulasi menunjukkan bahwa terjadi pengurangan cadangan karbon dari tahun 1989 sampai dengan 2017. Pengurangan cadangan karbon paling besar terjadi pada hutan primer mencapai

10998492,41 t/ha. Sedangkan penambahan cadangan karbon terbesar pada hutan sekunder mencapai 5419928,479 t/ha. Hal ini disebabkan banyaknya hutan primer yang berubah menjadi hutan sekunder dan tutupan lainnya, sehingga sebagai pemiliki cadangan karbon paling besar (biomasa diatas permukaan tanah), jika jumlah hutan primernya berkurang maka secara tidak langsung cadangan karbon juga berkurang.

Menganalisis hubungan perubahan tutupan lahan dengan cadangan karbon di Kota Padang pada tahun 1989, 2001, dan 2017. Diagram dibawah menunjukkan bahwa semakin besar perubahan tutupan lahan dari hutan terjadi, maka semakin besar pula pengurangan cadangan karbon..



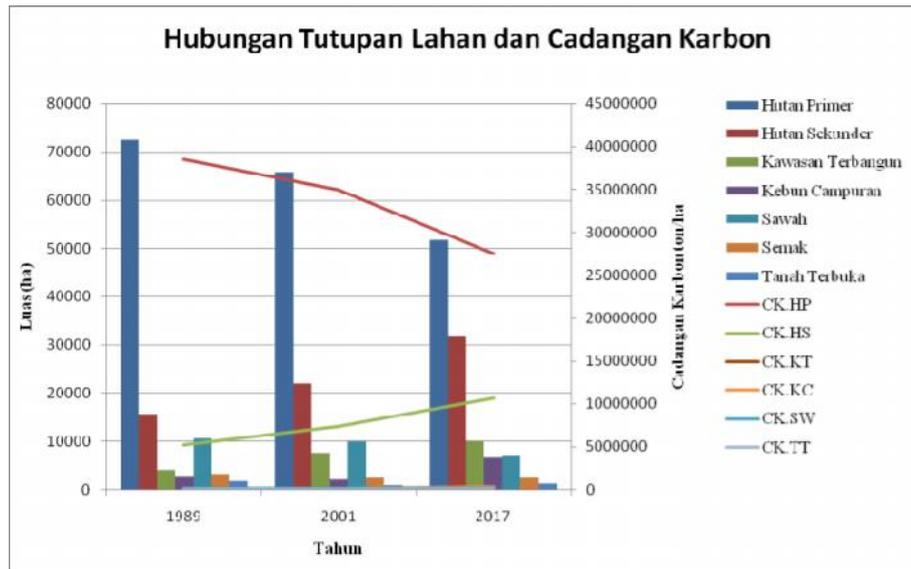
**Gambar 2.** Perubahan Hutan

Selanjutnya dilakukan, estimasi emisi primer dan semak terus mengalami CO<sub>2</sub> yang berasal dari berbagai tutupan lahan. diketahui bahwa perubahan cadangan karbon akibat perubahan tutupan lahan dari tahun 1989-2001 menunjukkan bahwa terjadi pengurangan cadangan karbon pada hutan primer, kebun campuran, sawah, dan semak. Sedangkan hutan sekunder mengalami penambahan cadangan karbon. Pada tahun 2001-2017, cadangan karbon di hutan primer dan sawah terus mengalami pengurangan, sebaliknya dengan hutan sekunder, kebun campuran dan semak. Artinya luasan hutan

primer dan semak terus mengalami penurunan dan hutan sekunder, kebun campuran dan semak terus mengalami peningkatan.

Dengan demikian, pada tahun 1989-2001 penurunan luasan hutan primer, kebun campuran, sawah, dan semak.dapat meningkatkan emisi karbon. Peningkatan emisi terus berlanjut sampai saat ini tahun 2017 yang menunjukkan total emisi 3x lebih besar dibandingkan perubahan pada tahun 1989-2001. Meningkatnya emisi CO<sub>2</sub> tersebut, menyebabkan jumlah CO<sub>2</sub> semakin

banya di atmosfer, sehingga suhu udara dan curah hujan mengalami perubahan



**Gambar 3.** Hubungan Tutupan Lahan dan Cadangan Karbon

Menganalisis curah hujan sebagai indikator perubahan iklim di Kota Padang dan hubungannya dengan perubahan cadangan karbon. Data curah hujan yang digunakan dari tahun 1980 sampai dengan 2009 yang berasal dari enam stasiun curah hujan yaitu Stasiun Batu Busuk ( $\pm 130$  mdpl), Stasiun Gunung Nago ( $\pm 370$  mdpl), Stasiun Simpang Alai ( $\pm 5$  mdpl), Stasiun Gunung Sarik ( $\pm 100$  mdpl), Stasiun Ladang Padi ( $\pm 350$  mdpl), dan Stasiun Kasang ( $\pm 2$  mdpl).

Hasil dari data curah hujan tersebut, menunjukkan bahwa hampir disetiap stasiun, curah hujan dari tahun 1980 sampai dengan 2009 mengalami penurunan kecuali pada Stasiun Ladang Padi. Hal ini disebabkan lokasi Stasiun Ladang Padi yang dapat dilihat pada Gambar 9 berada di kawasan perbukitan. Secara rata-rata keseluruhan stasiun mengalami perubahan jumlah curah hujan tahunan, dimana pada tahun 1980-1995 curah hujan berkisar 4000-6500 mm/th,

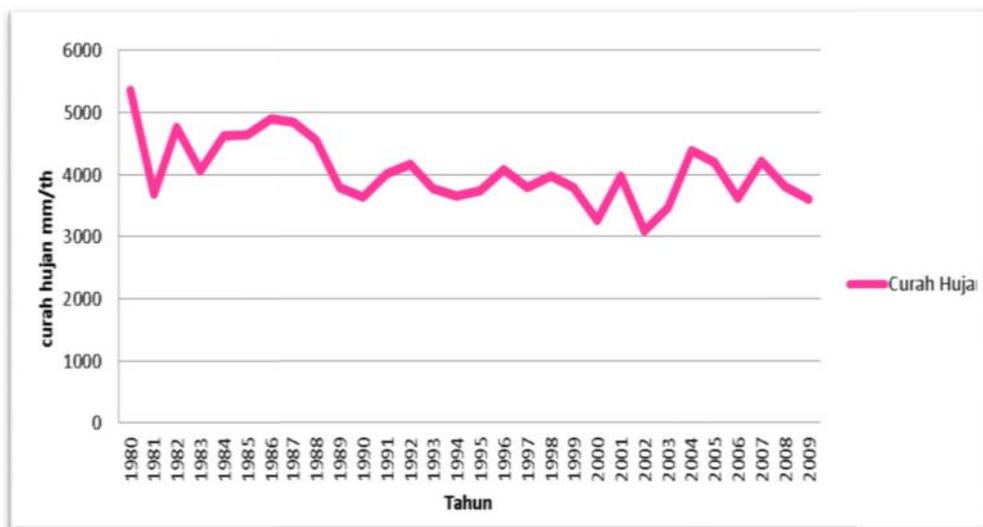
sedangkan tahun 1996-2009 mengalami penurunan menjadi 3000-4500 mm/th. Penurunan curah hujan yang terjadi mulai tahun 1996 dapat disebabkan oleh fenomena El-Nino kuat yang terjadi pada tahun 1996-1998. Selain itu, penurunan curah hujan dapat disebabkan karena perubahan tutupan lahan terutama hutan menjadi non hutan. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Asdak (2010) yang menyebutkan bahwa perubahan tutupan lahan memiliki hubungan yang erat terhadap perubahan iklim terutama curah hujan.

Perubahan iklim disebabkan salah satunya oleh meningkatnya jumlah gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) di atmosfer dengan indikator fluktuasi dan distribusi curah hujan mengalami perubahan. Sumber emisi gas  $\text{CO}_2$  terbesar berasal dari pembukaan lahan, dimana setiap penebangan atau pembakaran lahan, karbon yang disimpan oleh tanaman keluar menuju atmosfer, sehingga jika

pembukaan lahan dibiarkan terus menerus, jumlah CO<sub>2</sub> akan semakin banyak sedangkan yang menyerap (pohon) hanya sedikit. Akibatnya terjadi peningkatan suhu udara yang kemudian ikut menyebabkan curah hujan berkurang. Selain itu, hujan juga dapat berkurang karena jumlah tajuk vegetasi hutan yang dapat menangkap dan mengembunkan uap air serta mengubahnya

menjadi butiran-butiran hujan menjadi berkurang.

Dengan demikian semakin tinggi tingkat perubahan lahan hutan menjadi non hutan maka semakin tinggi pula tingkat perubahan curah hujan sedangkan cadangan karbon semakin berkurang sehingga peluang terjadinya perubahan iklim akibat meningkatnya kandungan CO<sub>2</sub> di atmosfer semakin besar



**Gambar 4.** Curah Hujan Kota Padang

## 2. Pembahasan

Kota Padang merupakan ibukota Provinsi Sumatera Barat dimana terjadi perubahan tutupan lahan terus menerus, khususnya menjadi kawasan terbangun. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa peningkatan tutupan lahan paling besar pada tahun 1989 sampai 2001 terdapat pada kawasan terbangun dan hutan sekunder yang mengalami peningkatan 84,93% dan 40,44%, sedangkan pengurangan terjadi pada tanah terbuka, semak, kebun campuran,

hutan primer, dan sawah. Selanjutnya pada tahun 2001 sampai 2017 peningkatan terbesar terjadi pada tutupan kebun campuran, tanah terbuka, hutan sekunder, dan kawasan terbangun, sedangkan pengurangan tutupan lahan paling besar pada tutupan sawah dan hutan primer.

Hal ini juga didukung dalam BPS (2015) bahwa luas ruang terbuka hijau (RTH) di Kota Padang sebesar 95.6% dari luas wilayah pada tahun 1988 dan mengalami penyempitan menjadi 88.1% dari

luas wilayah tahun 1998, tahun 2008 berkurang menjadi 83.8% dari luas wilayah, dan pada tahun 2014 berkurang menjadi 83.5% dari luas wilayah. Antara tahun 1988-2014 RTH di Kota Padang mengalami konversi menjadi lahan terbangun sebesar 12.1% dari luas wilayah (BPS 2015). Selain itu, Padang juga merupakan daerah tropis mempunyai curah hujan yang cukup tinggi rata-rata 3583 mm/th dengan rata-rata hari hujan 16 hari perbulan (Putra et.al, 2013). Hasil penelitian Sudiar dan Siregar (2013) diketahui bahwa pola distribusi curah hujan bulanan kota Padang memperlihatkan tipe ekuatorial yang mempunyai dua puncak curah hujan dalam setahun. Namun berdasarkan tren curah hujan dari stasiun cuaca yang ada di Kota Padang, diketahui bahwa terjadi penurunan curah hujan yang tidak signifikan.

Hujan merupakan salah satu indikator yang dapat menunjukkan gejala perubahan iklim. LAPAN (2002) mendefinisikan perubahan iklim adalah perubahan rata-rata salah satu atau lebih elemen cuaca pada suatu daerah tertentu. Dengan demikian, jika salah satu unsur cuaca/ iklim seperti curah hujan sudah mengalami perubahan, maka dapat disebutkan bahwa iklim telah berubah. Dari hasil diatas, diketahui bahwa dalam waktu 1989-2017 telah terjadi perubahan tutupan lahan hutan menjadi non hutan yang menyebabkan penurunan cadangan karbon dan peningkatan emisi karbon. Peningkatan

emisi karbon jika terus terjadi seperti saat ini, maka dapat menyebabkan jumlah di atmosfer meningkat dan curah hujan mengalami perubahan. Perubahan curah hujan di Kota Padang, dimana dulu Kota Padang memiliki curah hujan yang tinggi berkisar 4500-6000mm/tahun, sedangkan sekarang mengalami penurunan menjadi 3000-4500 mm/tahun mengindikasikan bahwa telah terjadi perubahan iklim di Kota Padang.

## **D. Kesimpulan dan Saran**

### **1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil temuan, disimpulkan bahwa Kota Padang sejak tahun 1989 mengalami perubahan yang cukup besar terutama perubahan dari hutan menjadi pemukiman dan kebun campuran. Perubahan tutupan lahan tersebut, menyebabkan secara tidak langsung cadangan karbon Kota Padang juga ikut mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena tutupan lahan selain hutan memiliki cadangan karbon yang rendah, terutama pemukiman dan lahan terbuka yang tidak mempunyai cadangan karbon. Berkurangnya cadangan karbon tersebut, menyebabkan curah hujan juga berkurang. Perubahan curah hujan di Kota Padang, dimana dulu Kota Padang memiliki curah hujan yang tinggi berkisar 4500-6000mm/tahun, sedangkan sekarang mengalami penurunan menjadi 3000-4500

mm/tahun mengindikasikan bahwa telah terjadi perubahan iklim di Kota Padang.

## 2. Saran

Estimasi perubahan iklim pada penelitian ini hanya berdasarkan cadangan karbon dan intensitas curah hujan saja. Untuk memperoleh hasil yang lebih baik, disarankan untuk peneliti lanjutan menggunakan data jumlah karbondioksida yang ada di atmosfer dalam bentuk time series.

### Daftar Pustaka

- Dariah, A dan Maswar. 2013. *Dinamika Cadangan Karbon Tanah Akibat Perubahan Dan Intensitas Penggunaan Lahan*. Konservasi Tanah Menghadapi Perubahan Iklim. Balittanah.\
- Ekadinata, A dan Dewi, S. 2012. *Memperkirakan Hilangnya Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah Sebagai Akibat dari Penggunaan Lahan dan Perubahan Penggunaan Lahan di Indonesia (1990, 2000, 2005)*. Brief No 31. World Agroforestry Centre – ICRAF. SEA Regional Office: Bogor. *Macam Penggunaan Lahan*. World Agroforestry Centre-ICRAF, SEA Regional Office. University of Brawijaya: Indonesia.
- Hairiah, K., Sitompul, SM., Noordwijk, VM., dan Palm, C. 2001. *Methods for Sampling Carbon Stocks Above and*

*Below Ground*. International Centre for Research in Agroforestry. Southeast Asian Regional Research Programme: Bogor

Hairiah, K., Dewi, S., Agus, F., Velarde, S., Ekadinata, A., Rahayu, S. dan Noordwijk, VM. 2011. *Measuring Carbon Stocks Across Land Use Systems: A Manual*. World Agroforestry Centre (ICRAF), SEA Regional Office: Bogor