

## TINGKAT KERENTANAN IKLIM DI TAMAN NASIONAL BALI BARAT

Beny Harjadi

Peneliti Utama Bidang Pedologi dan Penginderaan Jauh di Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS, Surakarta.

*E-mail: [adbsolo@yahoo.com](mailto:adbsolo@yahoo.com),*

**ABSTRAK** - Tingkat kerentanan iklim yang berdampak pada Perubahan Iklim yang terjadi di Taman Nasional (TN) Bali Barat yang dipengaruhi oleh 3 parameter yaitu : curah hujan (Ch), kelembaban (Rh) dan Suhu Udara (T). Penelitian ini dilakukan di TN.Bali Barat yang merupakan daerah paling barat Pulau Bali di pantai yang berseberangan dengan Pelabuhan Gilimanuk Ketapang (Banyuwangi). Tepatnya pada koordinat Geografis 8o 03' 23,18" LS dan 114o 25' 44,97" BT sampai 8o 10' 38,16" LS dan 114o 32' 09,74" BT. Taman Nasional Bali Barat (TNBB) dikelola dengan sistem zonasi, sesuai dengan SK Direktur Jenderal PHKA No.SK.143/IV-KK/2010 tanggal 20 September 2010 tentang Zonasi TNBB, dimana TNBB terbagi menjadi beberapa zona diantaranya : Zona Inti seluas ± 8.023,22 Ha, Zona Rimba ± 6.174,756 Ha, Zona Perlindungan Bahari ± 221,741 Ha, Zona Pemanfaatan ± 4.294,43 Ha, Zona Budaya, Religi dan Sejarah seluas ± 50,570 Ha, Zona Khusus ± 3,967 Ha dan Zona Tradisional seluas ± 310,943 Ha. TNBB dapat dimanfaatkan untuk ilmu pengetahuan, penelitian, menunjang budidaya, pariwisata dan rekreasi. Berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt dan Ferguson, wilayah TNBB memiliki tipe iklim C, D dan E, dengan curah hujan rata-rata masing-masing sebesar 1.559 mm/th (tipe iklim C), 1.064 mm/th (tipe iklim D) dan 972 mm/th (tipe iklim E). Iklim C terdapat pada daerah pegunungan (Gunung Klatakan=698 m.dpl (dari permukaan laut), dan Gunung Malaya = 332 m.dpl). Tipe iklim D meliputi wilayah yang lebih rendah, mulai dari Gilimanuk, Cekik, Labuan Lalang sampai Sumber Klampok, sedangkan tipe iklim E berada di Semenanjung Prapat Agung terutama di pesisir sebelah barat. Tujuan Penelitian untuk membandingkan kerentanan iklim yang terjadi di Taman Nasional Bali Barat pada tahun 2001 dan tahun 2011. Dengan membandingkan 2 kondisi Kerentanan Iklim yang terjadi pada tahun 2001 dan 2011 maka akan diperoleh kondisi Perubahan Iklim yang terjadi, sehingga dapat dianalisis tingkat kerentanannya. Kerentanan Iklim dikelaskan menjadi 5 yaitu : 1) Sangat Tahan, 2) Tahan, 3) Sedang, 4) Rentan dan 5) sangat Rentan. Perubahan yang terjadi dari faktor luar yang mempengaruhi perubahan kerentanan iklim antara tahun 2001 dengan tahun 2011 terjadi dari Sedang (41,39%)-Rentan menjadi Tahan (87,26%) -Sangat Tahan. Secara umum kondisi Taman Nasional Bali Barat (TNBB) semakin membaik karena menuju ke kondisi Tahan dan Sangat Tahan akibat pengaruh dari Curah Hujan, Temperatur dan Kelembaban Udara.

Kata Kunci: Bali Barat, Kerentanan Iklim, Kelas Kerentanan, Taman Nasional.

## **PENDAHULUAN**

### ***Latar Belakang***

Parameter iklim yang mempengaruhi perubahan iklim dipengaruhi oleh 3 faktor utama yaitu curah hujan, kelembaban udara dan suhu udara. Perubahan iklim disebabkan oleh curah hujan yang terlalu tinggi atau terlalu kering yang berkepanjangan. Kelembaban udara kadang ada daerah yang ekstrim basah dan kadang ada yang ekstrim kering. Begitu juga untuk suhu udara kadang terlalu rendah (dingin) dan kadang terlalu tinggi (panas). Perubahan ekstrim dari beberapa parameter iklim berdampak buruk pada kehidupan flora dan fauna di Taman Nasional Bali Barat (TN.BB). Dengan terganggunya flora dan fauna akan terjadi pergeseran ekosistem dan menyebabkan kerusakan lingkungan.

Perubahan iklim tidak bisa dihindari, dan akan memiliki dampak besar pada pola cuaca global dan akibatnya terhadap kehidupan masyarakat miskin. Mitigasi perubahan iklim dan adaptasi akan datang timbul dikemudian hari (Locatelli dkk, 2008). Fenomena ini memberikan berbagai dampak yang berpengaruh penting terhadap keberlanjutan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya di planet bumi ini, antara lain adanya pergeseran musim dan perubahan pola distribusi hujan yang memicu terjadinya banjir dan tanah longsor pada musim penghujan dan kekeringan pada musim kemarau, naiknya muka air laut yang berpotensi dan mampu menenggelamkan pulau-pulau kecil dan banjir rob, dan bencana badai atau gelombang yang sering meluluh lantakan sarana-prasarana di kawasan pesisir. (Kusmana, 2010). Dalam hal ini perhatian terhadap keseimbangan antara kemungkinan dampak dari perubahan iklim dan biaya ekonomi, kemajuan teknologi dan sosial adaptasi diperlukan untuk memitigasi (WHO, 2003). Musim hujan pun juga sebagai pemicu bertambahnya densitas rumput dan herba mencapai 5-9 kali lipat, dan semak meningkat 3-6 kali lipat (Sancayaningsih dkk., 2015).

Taman Nasional yang merupakan kawasan Konservasi Sumberdaya Alam, terdapat pengelolaan sumberdaya alam hayati yang pemanfaatannya dilakukan secara bijaksana, untuk menjamin kesinambungan persediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas keanekaragaman dan nilainya. (Balai Taman Nasional Baluran, 2007). Dampak perubahan iklim terhadap keanekaragaman hayati dalam setiap sektor dari : Pertanian, Air dan Lahan Basah, Woodland dan Kehutanan, Pesisir dan Laut, Kota dan Kota. Ini termasuk dampak langsung dan tidak langsung yang dihasilkan dari tanggapan manusia terhadap perubahan iklim (Mitchell dkk., 2007).

Komitmen yang kuat dari seluruh stakeholder, baik pemerintah maupun swasta dan masyarakat merupakan faktor utama penentu keberhasilan inisiatif mitigasi dan adaptasi (Krisbandono, 2013). Keterlibatan masyarakat dalam koleksi HHBK (Hasil Hutan Bukan Kayu) di taman nasional mampu meningkatkan pendapatan masyarakat hutan dan hutan akan dipertahankan karena masyarakat bisa mendapatkan manfaat dari sumber daya hutan, yang dapat meningkatkan ekonomi pendapatan masyarakat hutan dengan memperhatikan faktor ekologi. (Adalina dkk., 2014).

Perubahan iklim dalam kaitan dengan perkembangan hama dan penyakit tanaman diperlukan beberapa langkah yang sesuai. Kajian komprehensif dampak perubahan iklim terhadap hama dan penyakit tanaman perlu dilakukan untuk menentukan langkah yang tepat bagi pemerintah maupun petani (Wiyono, 2007). Perubahan iklim global berdampak terhadap kehidupan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), dan penampilan produksi tanaman. Faktor iklim seperti temperatur, kelembaban udara, dan fotoperiodisitas berpengaruh langsung terhadap siklus hidup, lama hidup, dan kemampuan diapause serangga, sedangkan pengaruh tidak langsung adalah terhadap vigor dan fisiologi tanaman inang (Susilo, 2011). Perubahan iklim dalam spektrum penyakit juga diantisipasi dengan adanya penyakit abiotik yang berhubungan dengan lingkungan ekstrim yang akan meningkat, di dalam program pemuliaan tanaman diharapkan banyak tanaman mampu beradaptasi dan meningkatkan durasi musim tumbuh dan secara bersamaan, untuk mengembangkan kekeringan dan stres toleransi (Bolanda dkk., 2004).

Analisis kerentanan iklim dapat dikalkulasi secara raster dengan software ILWIS. Dalam hal ini perangkat lunak yang dikembangkan memungkinkan pengguna untuk bertukar, mengintegrasikan, dan menganalisis data dengan cara baru (Panagos dkk., 2008). Analisis citra satelit yang didukung dari data tanah dan kondisi penutupan lahan juga dapat dipakai untuk mengkalkulasi besarnya erosi kualitatif dengan SES (*Soil Erosion Status*) dan analisis erosi kuantitatif MMF (*Morgan, Morgan dan Finney*), (Harjadi, 2007). Dalam memprediksi erosi dapat dilakukan dengan mengintegrasikan dari meteorologi, medan, dan survei lapangan dan data satelit di lingkungan GIS dan menghasilkan kehilangan tanah spasial dan peta risiko erosi untuk DAS. Ini membantu untuk mengidentifikasi pola spasial kehilangan tanah yang berlangsung di DAS (Kumar, Harjadi dan Patel, 2006). Perubahan debit selain disebabkan oleh penurunan curah hujan juga disebabkan oleh perubahan penutupan lahan pada areal DAS tersebut. (Syafi'i dkk, 2013). Ditingkatkan Sistem SATEEC (*The Sediment Assessment Tool for Effective Erosion Control*) diaplikasikan pada DAS studi untuk menunjukkan bagaimana sistem ditingkatkan dapat efektif digunakan untuk pengendalian erosi tanah. (Lim dkk., 2005).

Berpijak dari permasalahan perubahan parameter iklim di TN.BB, maka tujuan penelitian ini ingin melihat tingkat kerentanan iklim yang telah berlangsung di Taman Nasional Bali Barat.

## **METODE**

### ***Rancangan Kegiatan***

Perhitungan kerentanan iklim dengan 3 parameter iklim : curah hujan, kelembaban, dan suhu udara dilakukan dengan analisis citra satelit dengan 3 perbedaan waktu dan juga dilakukan survai di Taman Nasional Bali Barat. Disamping itu juga dilengkapi dari data BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) yang ada di stasiun Negara, Jembrana dan Buleleng) di Bali Barat.

Masing-masing parameter iklim dari curah hujan, kelembaban, dan suhu udara dengan 5 tingkat pengkelasan dari : 1) sangat rendah, 2) rendah, 3) sedang, 4) tinggi dan 5) sangat tinggi (Tabel 1).

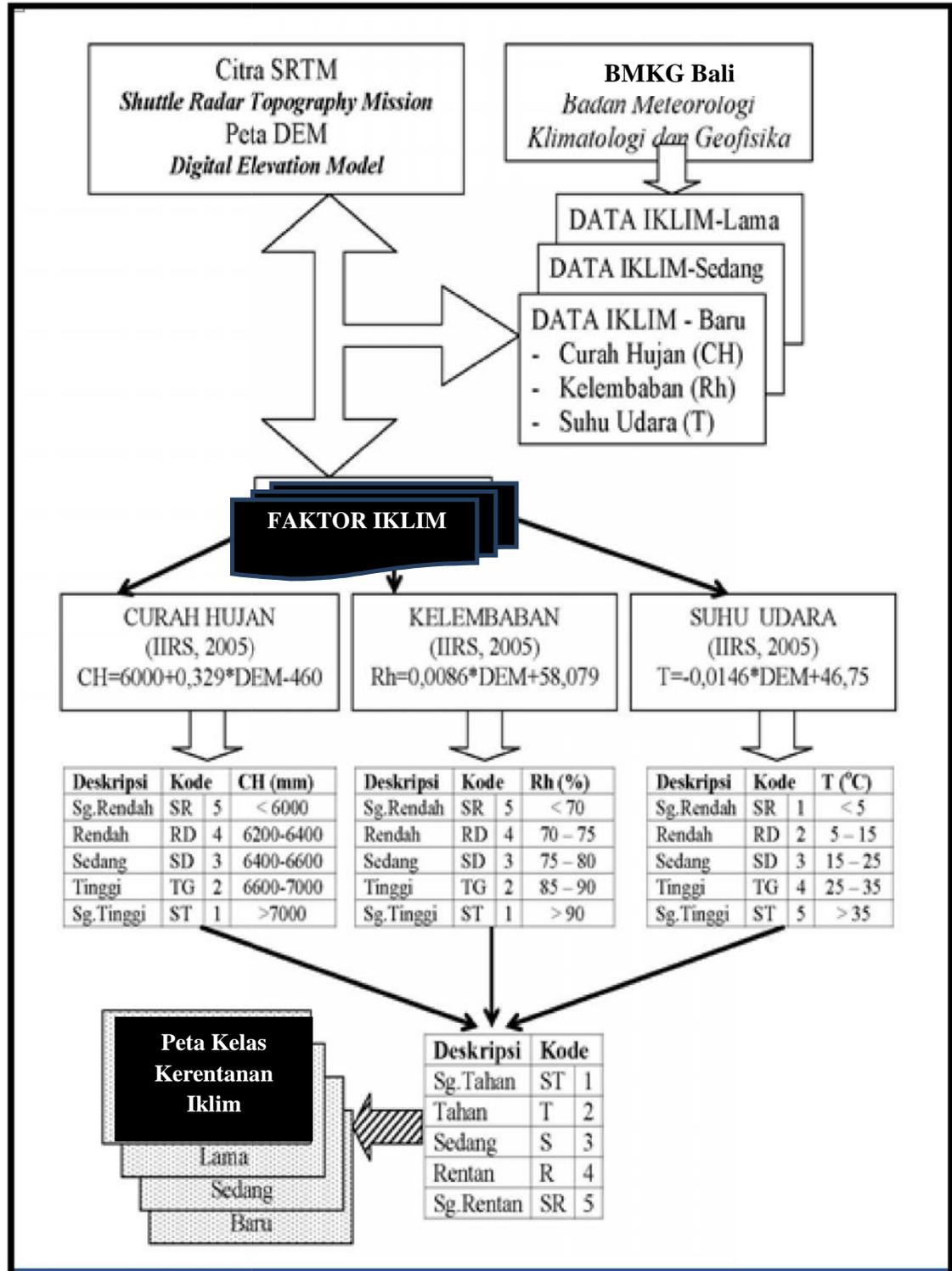
*Tabel 7. Pengkelasan masing-masing Parameter Iklim*

No	Kelas	Batas Kisaran Pengkelasan		
		Curah Hujan (ch=mm)	Kelembaban (Rh=%)	Suhu Udara (T = °C)
1.	Sg rendah	< 6000	<70	<5
2.	Rendah	6200-6400	70-75	5-15
3.	Sedang	6400-6600	75-80	15-25
4.	Tinggi	6600-7000	85-90	25-35
5.	Sg Tinggi	>7000	>90	>35

### **Prosedur Kerja**

Persiapan sebelum ke lapangan dengan mengumpulkan bahan citra satelit, data sekunder iklim (curah hujan, kelembaban dan suhu udara) dalam periode waktu yang berbeda 10 tahun ke belakang (Gambar 1).

Jika analisis citra satelit dan pembuatan peta sudah selesai, maka selanjutnya dilakukan survai lapangan dengan diawali orientasi dengan mengelilingi seluruh areal Taman Nasional Bali Barat. Dari analisis citra satelit dan ditunjang dengan data lapangan, selanjutnya dibuat Peta Tingkat Kerentanan Iklim yang berpengaruh terhadap perubahan iklim yang terjadi di TN.BB.



Gambar 4. Analisis Kelas Kerentanan Iklim di Taman Nasional Bali Barat

## **Bahan dan Peralatan**

### **1. Bahan :**

Citra satelit SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) dengan 3 tahun yang berbeda 10 tahunan dan Peta DEM (Digital Elevation Model). Dilengkapi dengan data sekunder dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) untuk data curah hujan, kelembaban dan suhu udara untuk periode berkisar 10 tahunan (1996-2005).

### **2. Peralatan :**

Peralatan yang diperlukan meliputi peralatan di kantor dan peralatan di lapangan. Untuk peralatan di kantor antara lain ATK (Alat Tulis Kantor), Komputer dengan soft ware ILWIS untuk analisis citra satelit, dan Printer atau Plotter untuk mencetak Peta atau Citra Satelit. Sedangkan untuk survai lapangan diperlukan kendaraan yang siap untuk memasuki medan yang berat (mobil double gardan), Kompas, GPS (*Global Positioning System*), Kartu Lapangan dan Blangko Isian serta peralatan lainnya.

## **Lokasi Kegiatan**

Penelitian dilakukan di Taman Nasional Bali Barat termasuk pantai Gilimanuk Bali berseberangan dengan pantai Ketapang di Banyuwangi. Secara Geografis terletak pada koordinat  $8^{\circ} 03' 23,18''$  LS dan  $114^{\circ} 25' 44,97''$  BT sampai  $8^{\circ} 10' 38,16''$  LS dan  $114^{\circ} 32' 09,74''$  BT (Gambar 2).



Gambar 5. Lokasi Penelitian di Taman Nasional Bali Barat

## **Analisis Data**

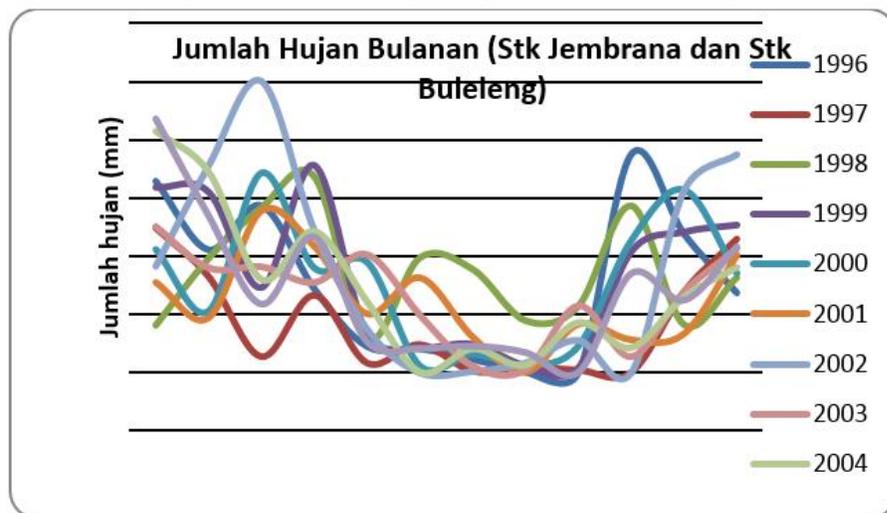
Analisis data dengan soft ware ILWIS dengan kalkulasi secara raster dengan mengandalkan nilai digital untuk masing-masing piksel. Data tersebut

divalidasi dari hasil survai lapangan. Setelah seluruh parameter iklim dilakukan pemetaan, selanjutnya dilakukan perkalian dari ketiga parameter iklim (curah hujan, kelembaban dan suhu udara) dan selanjutnya diperoleh tingkat kerentanan iklim. Distribusi dari setiap kelas kerentanan iklim pada suatu daerah ditampilkan dalam Peta Kerentanan Iklim dengan membandingkan 2 waktu yang berbeda.

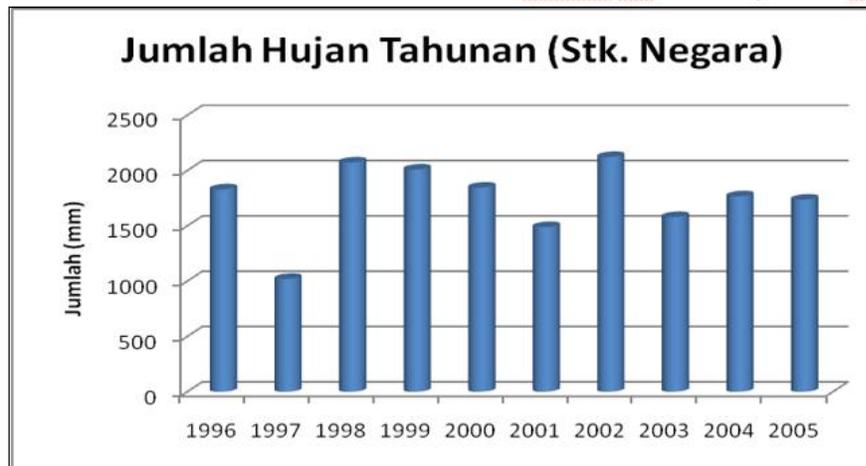
## HASIL

Dalam rangka memantau terjadi perubahan iklim diperlukan pengamatan iklim dalam jangka waktu yang cukup lama antara 10 sampai 30 tahun ke belakang. Sehingga dalam hal ini disajikan beberapa data iklim yaitu meliputi curah hujan, kelembaban udara dan suhu udara berkisar dari tahun 1996 sampai 2012. (Gambar 3 sampai Gambar 7).

### Curah Hujan

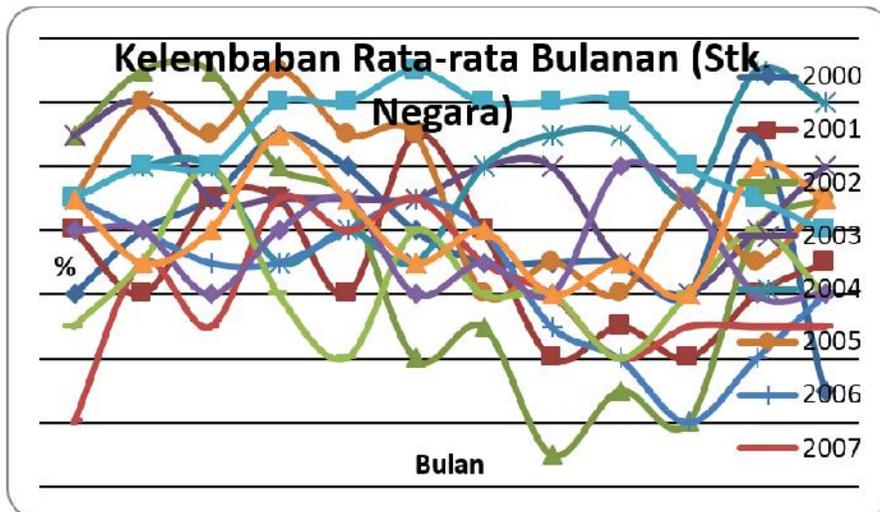


Gambar 6. Curah Hujan Bulanan dari Tahun 1996 sampai 2004 di Bali Barat  
(Sumber : BMKG Stasiun Jembrana dan Buleleng)



Gambar 7. Curah Hujan Tahunan dari Tahun 1996 sampai 2005 Di Bali Barat  
(Sumber : BMKG Stasiun Negara, Bali)

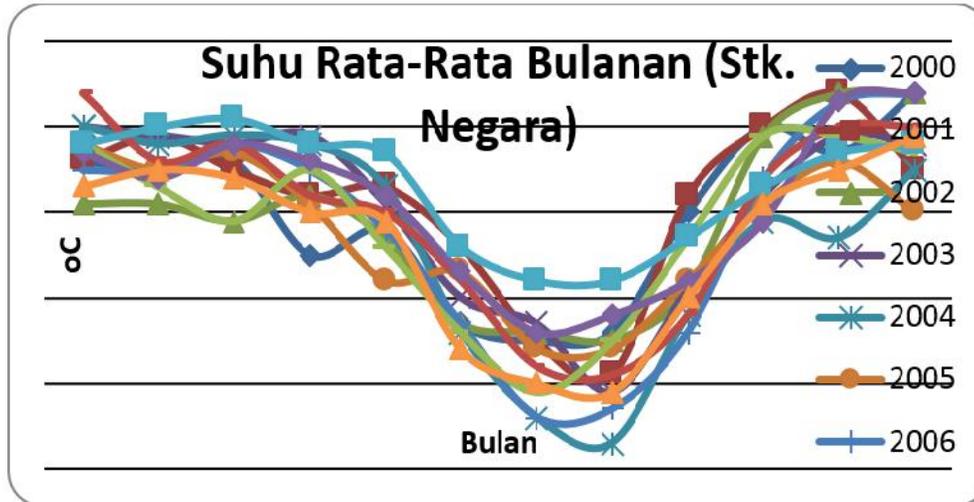
#### Kelembaban Udara



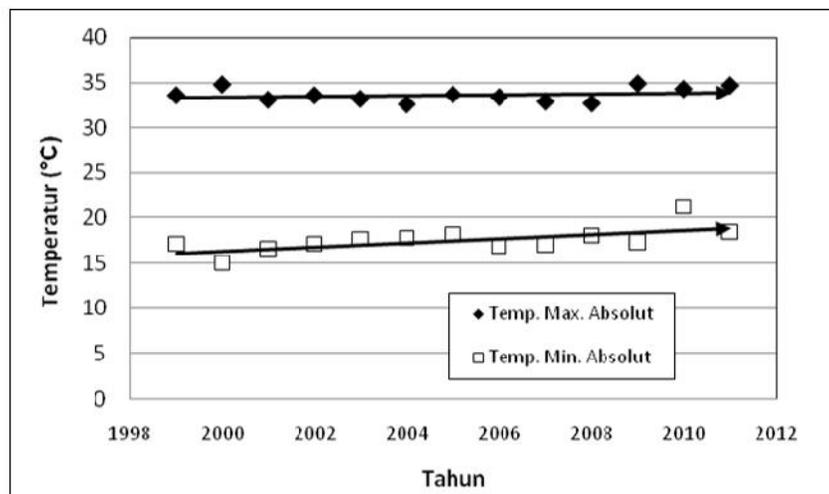
Gambar 8. Fluktuasi Kelembaban Udara dari Tahun 2000 sampai 2007 di Bali Barat

(Sumber : BMKG Stasiun Negara, Bali).

**Suhu Udara**



Gambar 9. Suhu Rata-rata Bulanan Sejak Tahun 2000 sampai 2006 di Bali Barat  
 (Sumber : BMKG Stasiun Negara, Bali).



Gambar 10. Temperatur Minimum dan Maximum dari Tahun 1998 sampai 2012 di Bali Barat

(Sumber : BMKG Stasiun Negara, Bali).

**PEMBAHASAN**

Taman Nasional Bali Barat yang terletak di sebelah timur pulau Jawa yang merupakan pantai Gilimanuk berseberangan dengan pantai Ketapang di Banyuwangi. Perubahan iklim dan cuaca ekstrim di TNBB (Taman Nasional Bali Barat) diindikasikan adanya pergeseran pada beberapa parameter iklim yaitu suhu, kelembaban dan curah hujan. Data iklim ini diperoleh dari stasiun BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) terdekat yaitu Stasiun Klimatologi Negara Bali. Stasiun klimatologi ini secara geografis terletak pada posisi 08° 20' 24" LS dan 114° 36' 59" BT dengan ketinggian 23,65 meter diatas permukaan laut.

### A. Curah Hujan

Pengamatan curah hujan dari BMKG stasiun Jembrana dan Buleleng di Bali Barat sejak tahun 1996 sampai 20014 (Gambar 3) menunjukkan curah hujan tertinggi pada bulan Januari dan terendah pada bulan Agustus. Curah hujan rata-rata tahunan selama periode tahun 1996 sampai 2005 sebesar 1,748 mm/th, dengan 81 hari hujan, serta intensitas hujan berkisar antara 0,8-1,6 mm/jam. Selama periode 1996-2005 curah hujan tahunan berfluktuatif dan cenderung naik. Curah hujan tahunan terbesar terjadi pada tahun 2002 (2.123 mm) dan terendah terjadi pada tahun 1996 (1.021 mm) (Gambar 4). Sehingga perlu diwaspadai pada bulan Agustus berpotensi terjadi kekeringan dan kesulitan air sebaliknya pada bulan Januari akan mengalami banjir atau kondisi tanaman mati karena tergenang air.

### B. Kelembaban Udara

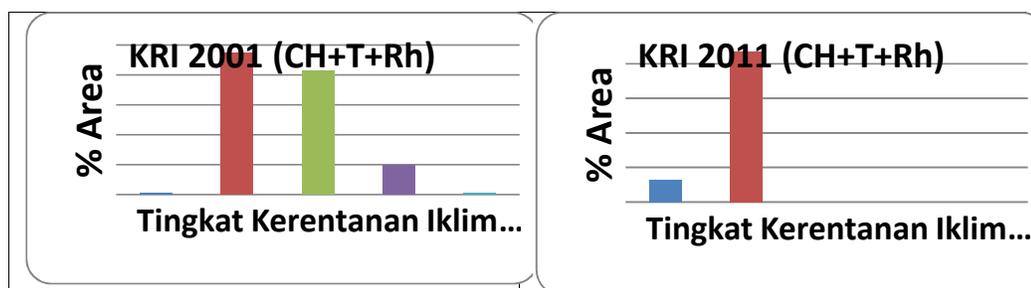
Kelembaban udara rata-rata sebesar 83,9 %, tertinggi terjadi pada bulan Februari sampai Juni, sedangkan terendah terjadi pada Bulan Oktober 42% (Gambar 5). Dengan beriringan terjadi musim kemarau atau kekeringan di bulan Agustus sampai Oktober dan tingkat kelembaban yang rendah maka akan berpotensi terjadinya kebakaran.

### C. Suhu Udara

Kondisi suhu udara rata-rata bulanan terendah 22,3 °C pada bulan Juli-Agustus dan suhu udara tertinggi 26,4 °C pada bulan November-Desember (Gambar 6). Selanjutnya jika dilihat dari temperatur (suhu) absolut maka nampak kecenderungan suhu udara yang meningkat dari tahun 2000 sampai 2011 (Gambar 7). Dengan kondisi suhu udara yang seperti ini perlu diwaspadai bahwa dari tahun ke tahun suhu udara di Bali Barat selalu meningkat. Begitu juga pada bulan-bulan tertentu seperti pada bulan Desember mengalami suhu udara tertinggi dalam setiap tahunnya.

### D. Perubahan Iklim

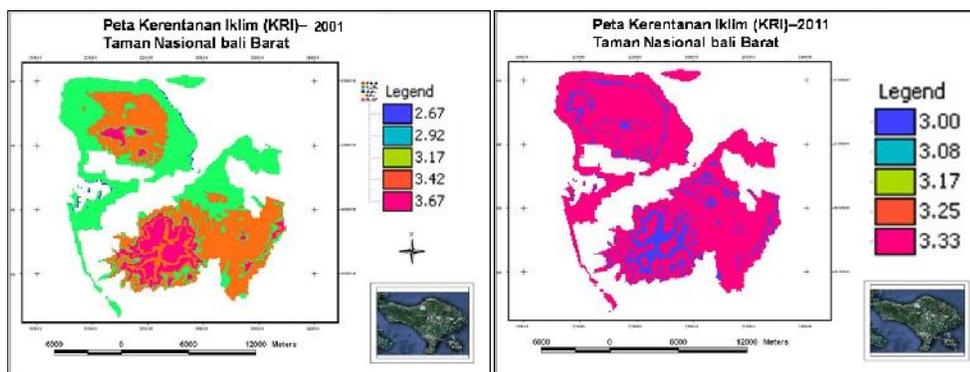
Untuk mengetahui adanya perubahan iklim di TNBB didekati dengan menggunakan pendekatan tiga parameter iklim yaitu suhu, kelembaban dan curah hujan. Suhu di TNBB tahun 2001 berkisar antara 23,17°C - 33,11 °C. Pengaruh dari luar yang ditunjukkan oleh Kerentanan Iklim (KRI) dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 11. Kerentana Iklim (KRI) yang dipengaruhi oleh Faktor Curah Hujan, Temperatur dan Kelembaban di TN. Bali Barat.

Perubahan yang terjadi dari faktor luar yang mempengaruhi antara tahun 2001 dengan tahun 2011 terjadi dari Sedang (41,39%)-Rentan menjadi Tahan (87,26%) -Sangat Tahan. Secara umum kondisi Taman Nasional Bali Barat (TNBB) semakin membaik karena menuju ke kondisi Tahan dan Sangat Tahan akibat pengaruh dari Curah Hujan, Temperatur dan Kelembaban Udara.

Kriteria suhu tinggi terdapat hampir merata di seluruh kawasan TNBB baik di hutan mangrove, pantai dan hutan musim, sedangkan suhu dengan kriteria sedang ( $23,17^{\circ}\text{C}$  - $25^{\circ}\text{C}$ ) terdapat di hutan dataran rendah dan *evergreen forest*. Kisaran suhu pada tahun 2011 mengalami kenaikan dari  $27,07^{\circ}\text{C}$  menjadi  $37,01^{\circ}\text{C}$ . Curah hujan di kawasan TNBB pada tahun 2001 dan 2011 tergolong sedang dengan curah hujan masing masing berkisar 1720,67-1944,720 mm/tahun (2001) dan 1563,67-1787,72 mm/tahun (2011). Kelembaban di TNBB pada tahun 2001 berkisar antara 79,99-85,84% sedangkan pada tahun 2011 mengalami peningkatan sebesar 2%. Ketiga faktor tersebut merupakan dasar dalam menginterpretasi adanya *faktor luar* yang berpengaruh terhadap kerentanan iklim (KRI). Peta Kerentanan Iklim ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 12. (a) Peta Kerentanan Iklim 2001, (b) Peta Kerentanan Iklim 2011 di TNBB

## KESIMPULAN

Perubahan iklim berdampak pada pada temperatur, kelembaban dan curah hujan. Hal ini mengakibatkan beberapa spesies tidak dapat menyesuaikan diri, terutama spesies yang mempunyai kisaran toleransi yang rendah terhadap fluktuasi suhu. Pohon yang hidup di daerah elevasi tinggi adalah jenis yang mampu menyesuaikan diri dengan kondisi iklim yang temperaturnya rendah, kelembaban tinggi dan intensitas matahari kurang. Populasi spesies yang relatif stabil akan lebih adaptif dibandingkan spesies yang populasinya fluktuatif terhadap perubahan lingkungan.

TNBB (Taman Nasional Bali Barat) baik di hutan mangrove, pantai dan hutan musim, sedangkan suhu dengan kriteria sedang ( $23,17^{\circ}\text{C}$  - $25^{\circ}\text{C}$ ) terdapat di hutan dataran rendah dan *evergreen forest*. Kisaran suhu pada tahun 2011 mengalami kenaikan dari  $27,07^{\circ}\text{C}$  menjadi  $37,01^{\circ}\text{C}$ . Curah hujan di kawasan TNBB pada tahun 2001 dan 2011 tergolong sedang dengan curah hujan masing masing berkisar 1720,67-1944,720 mm/tahun (2001) dan 1563,67-1787,72

mm/tahun (2011). Kelembaban di TNBB pada tahun 2001 berkisar antara 79,99-85,84% sedangkan pada tahun 2011 mengalami peningkatan sebesar 2%.

Terjadinya curah hujan pada bulan Agustus berpotensi terjadi kekeringan dan kesulitan air sebaliknya pada bulan Januari akan mengalami banjir atau kondisi tanaman mati karena tergenang air. Ditunjang lagi adanya suhu udara dari tahun ke tahun di Bali Barat selalu meningkat, juga pada bulan-bulan tertentu seperti pada bulan Desember mengalami suhu udara tertinggi dalam setiap tahunnya. Kekeringan di bulan Agustus sampai Oktober dan tingkat kelembaban yang rendah maka akan berpotensi terjadinya kebakaran Sebagai kesimpulan bahwa kondisi Taman Nasional Bali Barat (TNBB) secara umum semakin membaik karena menuju ke kondisi Tahan dan Sangat Tahan akibat pengaruh dari Curah Hujan, Temperatur dan Kelembaban Udara.

### **PENGHARGAAN (acknowledgement)**

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kepala Balai TN (Taman Nasional) Bali Barat) beserta Staf yang telah membantu mengantarkan ke lokasi survai dan beberapa data sekunder. Terimakasih juga disampaikan kepada Kepala Balai BPTKPDAS Solo beserta para Staf dan para Peneliti serta tenaga Teknisi yang membantu cheking di lapangan seperti Agung Budi Supangat, S.Hut, M.P, Ugro Hari Murtiono, M.Sc, Arina Miardini, S.Hut, dan Bambang Dwi Atmoko.

### **REFERENSI**

- Adalina Y., Nurrochmat D.R., Darusman D., Sundawati L., 2014. Harvesting of Non-timber Forest Products by the Local Communities in Mount Halimun-Salak National Park, West Java, Indonesia. ISSN: 2087-0469. JMHT Vol. XX, (2) 103-111 Agustus 2014. EISSN: 2089-2063. DOI: 10.7226/jtfm.20.2.103.
- Balai Taman Nasional Baluran, 2007. Taman Nasional Baluran, Secuil Afrika di Jawa (Sekilas Potensi Wisata Taman Nasional Baluran), Banyuwangi. Departemen Kehutanan, Jakarta, September 2007.
- Bolanda G.J., Melzera M.S., Hopkinb A., Higginsc V. & Nassuth A.. 2004. EPIDEMIOLOGY, Climate change and plant diseases in Ontario. Canadian Journal of Plant Pathology. Volume 26, Issue 3, 2004 pages 335-350.
- Harjadi, B., 2007. Aplikasi Penginderaan Jauh & SIG untuk Penetapan Tingkat Kemampuan Penggunaan Lahan (KPL). (Studi Kasus di DAS Nawagaon Maskara, Saharanpur-India). Forum Geografi, Vol. 21, No. 1, Juli 2007: 69 – 77.
- Krisbandono, A., 2013. Kerjasama Pemerintah dan Swasta dalam Upaya Mitigasi Perubahan Iklim : Pengalaman Kota Rotterdam. Edisi 03/Tahun XIX/2013. MAJALAH Media Indonesia.indd Spread 36 of 44 - Pages(36, 53).
- Kumar S., Harjadi, B., and Patel, N.R.. 2006. Modeling approach in Soil Erosion Risk Assessment and Conservation Planning in Hilly Watershed Using Remote Sensing and GIS. Journal of Agriculture & Soils Division, Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun – 248001.

- Kusmana, C., 2010. Respon Mangrove Terhadap Perubahan Iklim Global : Aspek Biologi dan Ekologi Mangrove. Karya tulis disampaikan pada Lokakarya Nasional Peran Mangrove dalam Mitigasi Bencana dan Perubahan Iklim, KKP, Jakarta 14-15 Desember 2010. Departemen Silviculture Fakultas Kehutanan IPB.
- Lim K.J., Sagong M., Engel BA., Tang Z., Choi J., Kim KS., 2005. GIS-based sediment assessment tool. *Agricultural and Biological Engineering*, Purdue University, West Lafayette, IN 47907-2093, USA. 0341-8162/\$ - see front matter © 2005 Elsevier B.V. All rights reserved. doi:10.1016/j.catena.2005.06.013.
- Locatelli B., Kanninen M., Brockhaus M., Colfer CJP., Murdiyarso D., Santoso H., 2008. Facing an uncertain future. How Forest and People can Adapt to Climate Change. CIFOR. Center for International Forestry Research. Jl. CIFOR, Situ Gede, Bogor Barat 16115, Indonesia. Tel.: +62 (251) 8622-622; Fax: +62 (251) 8622-100. E-mail: cifor@cgiar.org. Web site: <http://www.cifor.cgiar.org>.
- Mitchell R.J., Morecroft M.D., Acreman M., Crick H.Q.P., Frost M., Harley M., Maclean I.M.D., Mountford O., Piper J., Pontier H., Rehfisch M.M., Ross L.C., Smithers R.J., Stott A., Walmsley C.A., Watts O., Wilson E.. 2007. England biodiversity strategy – towards adaptation to climate change. Final Report to Defra for contract CRO327. May 2007 - [www.defra.gov.uk](http://www.defra.gov.uk).
- Panagos, P., Liedekerke M.V., Montanarella L., Jones R.J.A., 2008. *Soil organic carbon content indicators and web mapping applications*. *Environmental Modelling & Software* 23 (2008) 1207-1209. doi:10.1016/j.envsoft.2008.02.010.
- Sancayaningsih R.P., Rofiqoh H., Saputra A., Laraswati D.. 2015. Kontribusi Vegetasi Lantai pada Infiltrasi Air di Area Sekitar Mata-air Mudal, Purwosari, Gunung Kidul, Yogyakarta. Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam Berkelanjutan 1 Surakarta, 13 Januari 2015 Pendidikan Biologi FKIP Universitas Negri Solo, Surakarta, Indonesia.
- Susilo, A., 2011. Pengaruh Anomali Cuaca Terhadap Perkembangan Organisme Pengganggu Tanaman. Materi Rapat Koordinasi Pengelolaan SDA dengan instansi yang menangani pengelolaan SDA di Kabupaten/Kota se Jawa timur di Hotel Utami, Surabaya 27-28 Juni 2011.
- Syafi'i A., Manikasari G.P., Wistantama H.A., Janiawati IAA., Satria RA., 2013. Laporan Hasil Praktik Pengelolaan Kawasan Konservasi Resort Labuhan Merah. Taman Nasional Baluran. Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- WHO, 2003. Climate change and human health : risks and responses . WHO (World Health Organization) Library Cataloguing-in-Publication Data. Geneva. ISBN 92 4 156248 X (NLM classification: WA 30).
- Wiyono, S., 2007. Perubahan Iklim dan Ledakan Hama dan Penyakit Tanaman. Makalah disampaikan pada Seminar Sehari tentang Keanekaragaman Hayati Ditengah Perubahan Iklim: Tantangan Masa Depan Indonesia, Diselenggarakan Oleh KEHATI, Jakarta 28 Juni 2007.