

## PEMETAAN KESESUAIAN IKLIM TANAMAN PAKAN SERTA KERENTANANNYA TERHADAP PERUBAHAN IKLIM DENGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFI (SIG) DI PROVINSI BALI

Abd. Rahman As-syakur<sup>1)\*</sup>, I Wayan Suarna<sup>2)</sup>, I Wayan Rusna<sup>3)</sup>, I Nyoman Dibia<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Udayana, Denpasar-Bali

<sup>2)</sup> Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Denpasar-Bali

<sup>3)</sup> Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Denpasar-Bali

\*Email: arassyakur@pplh.unud.ac.id

### ABSTRACT

Forage is one of the supporting factors in planning animal production. Climate condition is one factor which influence forage production. This research tried to map the class suitability of climate for seven forage species in Bali province and to analysis the level of vulnerability toward climate changes by using Geography Information System (GIS). The results of this research showed that four out of seven species observed have class suitability with climate S1. Rain climate factor was the important factor which was influence the climate unsuitability of forage in Bali province. The effect of climate change, such as La Nina 1998 caused positive and negative impacts towards the distribution of class suitability of climate at that year. The incident of La Nina caused the reduction of area of class suitability of S1, S2, and N climate, meanwhile increase the area of class suitability of S3 climate. Besides that some location of

*Key words : climate suitability, forage, climate change, and GIS*

### ABSTRAK

Tanaman pakan merupakan salah satu faktor pendukung dalam perencanaan produksi ternak. Kondisi iklim adalah salah faktor yang mempengaruhi produksi hijauan pakan. Penelitian ini mencoba memetakan kelas kesesuaian iklim untuk tujuh jenis tanaman pakan di Provinsi Bali dan menganalisis tingkat kerentanannya terhadap perubahan iklim dengan menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari tujuh jenis tanaman pakan yang dianalisis, terdapat empat jenis yang memiliki kelas kesesuaian iklim S1. Unsur iklim hujan merupakan unsur iklim penting yang mempengaruhi ketidakesesuaian iklim tanaman pakan di Provinsi Bali. Efek perubahan iklim seperti kejadian La Nina 1998 mengakibatkan dampak yang positif dan negatif terhadap sebaran kelas kesesuaian iklim pada tahun tersebut. Kejadian La Nina menyebabkan kelas kesesuaian iklim S1, S2 dan N berkurang luasannya, sedangkan kelas kesesuaian iklim S3 bertambah luasannya. Selain itu lokasi-lokasi kelas kesesuaian iklim yang sangat sesuai juga berpindah akibat dari perubahan iklim.

*Kata kunci : kesesuaian iklim; tanaman pakan; perubahan iklim; SIG*

### I. PENDAHULUAN

Tanaman pakan merupakan salah satu faktor pendukung dalam perencanaan produksi ternak, oleh sebab itu kualitas dan ketersediaannya harus terus menerus terjaga sehingga dapat memenuhi kebutuhan ternak. Selama ini ketersediaan hijauan pakan masih sangat terbatas yang salah satunya disebabkan oleh adanya anggapan bahwa tanaman pakan tidak menguntungkan secara ekonomi, sehingga pertanian yang mengkhususkan dalam memproduksi tanaman pakan masih sangat jarang di Indonesia. Tanaman pakan biasanya terintegrasi dalam pengelolaan lahan yang bertujuan untuk konservasi tanah dan air. Di sisi lain, seiring dengan bertambahnya kebutuhan akan produk ternak seperti daging dan susu menyebabkan permintaan akan hijauan pakan yang berkualitas juga terus meningkat. Selain disebabkan oleh kurang populernya pertanian tanaman pakan, ketidak teraturan kondisi iklim akibat perubahan iklim diperkirakan semakin memperburuk kualitas dan kuantitas produksi hijauan pakan.

Iklim merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman. Berdasarkan gambaran iklim dapat diidentifikasi tipe vegetasi yang tumbuh di suatu lokasi. Untuk mengetahui apakah tanaman dapat hidup sesuai dengan iklim tertentu, diperlukan syarat tumbuh dan informasi cuaca yang lebih rinci dari beberapa dekade dengan nilai rata-rata bulanan dan pola sebaran sepanjang tahun (Irianto, dkk., 2000). Unsur-unsur iklim yang penting bagi pertumbuhan tanaman antara lain adalah curah hujan, suhu, kelembaban udara, lama masa bulan kering (curah hujan kurang dari 60 mm/bln), dan ketinggian tempat dari permukaan laut (Djaenudin dkk., 2003). Iklim adalah salah satu karakteristik lahan yang sangat sulit dimitigasi kendalanya, sehingga iklim merupakan salah satu faktor pembatas penting dalam perencanaan pertanian di Indonesia.

Di Indonesia, hujan merupakan salah satu unsur iklim yang penting karena memiliki tingkat variabilitas yang sangat tinggi terhadap waktu dan ruang. Variabilitas hujan ini terjadi karena posisi Indonesia yang terletak diantara dua benua dan dua samudra, dilewati oleh

garis ekuator, bentuk topografi yang beragam, serta keberadaan pulau-pulau dan laut-laut di sepanjang benua maritim Indonesia.

Anomali interaksi antara laut dan atmosfer di sekitar perairan Indonesia juga berpengaruh terhadap variabilitas hujan di Indonesia. Interaksi-interaksi tersebut seperti kejadian ENSO (*El Niño-Southern Oscillation*) dan IOD (*Indian Ocean Dipole*). Fluktuasi kejadian ENSO di Samudera Pasifik sangat berhubungan dengan curah hujan di Indonesia (Aldrian *et al.*, 2007; Hendon, 2003; Aldrian and Susanto, 2003). Hal yang sama juga terjadi pada fluktuasi kejadian IOD di Samudera Hindia (Saji *et al.*, 1999; Saji and Yamagata, 2003; Tjasyono dkk., 2008). Kondisi ENSO, baik El Nino atau La Nina, menyebabkan peningkatan atau penurunan curah hujan di Indonesia yang berdampak pada makin panjangnya musim kemarau atau pendeknya musim kemarau (Bell *et al.*, 1999; Hendon, 2003; Tjasyono dkk., 2008; As-syakur, 2010). Kondisi yang sama juga terjadi bila kejadian IOD berlangsung. IOD positif (negatif) berdampak pada semakin panjang (pendek) dan keringnya (basahnya) musim kemarau di Indonesia (Saji *et al.*, 1999; Saji and Yamagata, 2003; Aldrian *et al.*, 2007; Tjasyono dkk., 2008). Di Bali, Kejadian La Nina tahun 1998 meningkatkan curah hujan di tahun tersebut sebesar 11,7% dari rata-rata curah hujan tahunan (As-syakur, 2010), sedangkan pada observasi kejadian La Nina 2010, keadaan bulan April sampai Juni memperlihatkan rata-rata peningkatan curah hujan di Bali pada bulan-bulan tersebut berturut-turut adalah 86%, 262%, dan 152% (As-syakur dan Prasetia, 2010). Fenomena El Nino dan La Nina berpengaruh terhadap produktivitas tanaman. Fenomena El Nino menurunkan produktivitas pangan seperti padi, palawija, dan jagung, sebaliknya kejadian La Nina meningkatkan produktivitasnya (Irawan, 2006).

Variabilitas suhu dan kelembaban udara terhadap waktu di Indonesia tidak terlalu besar sepanjang tahun, akan tetapi tingkat variabilitas suhu dan kelembaban udara bervariasi menurut ruang. Suhu di Indonesia sangat bervariasi berdasarkan ketinggian tempat. Suhu udara akan semakin rendah seiring dengan semakin tingginya ketinggian tempat dari permukaan laut. Suhu menurun sekitar 0,56 °C setiap 100 meter kenaikan ketinggian tempat (Melendez-Colom, 1999). Kondisi yang sama juga terjadi pada kelembaban udara. Kelembaban udara juga selalu mengikuti ketinggian tempat. Kelembaban udara akan semakin tinggi seiring dengan semakin tingginya ketinggian tempat dari permukaan laut (Daryono, 2002).

Iklim selalu berubah menurut ruang dan waktu. Dalam skala waktu perubahan iklim akan membentuk pola atau siklus tertentu, baik harian, musiman, tahunan maupun siklus beberapa tahunan. Selain perubahan yang berpola siklus, aktivitas manusia menyebabkan pola iklim berubah secara berkelanjutan, baik dalam skala global maupun skala lokal (Irianto, 2003). Oleh karena itu pemetaan kesesuaian iklim jenis-jenis tanaman harus dilakukan secara berkelanjutan untuk mengetahui efek perubahan iklim terhadap tingkat kesesuaiannya seperti pada tanaman hijauan pakan.

Kesesuaian iklim merupakan bagian dari kesesuaian lahan. Menurut Djaenudin dkk. (2003) kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan sebidang lahan untuk penggunaan tertentu. Kesesuaian lahan tersebut dapat dinilai untuk kondisi saat ini (kesesuaian lahan aktual) atau setelah diadakan perbaikan (kesesuaian lahan potensial). Kesesuaian lahan dinilai berdasarkan data sifat biofisik tanah atau sumber daya lahan yang salah satunya adalah iklim, sebelum lahan tersebut diberikan masukan-masukan yang diperlukan untuk mengatasi kendala (Ritung dkk., 2007). Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk memetakan kesesuaian iklim beberapa jenis tanaman pakan di Provinsi Bali serta kerentanannya terhadap perubahan iklim (contoh kasus kejadian La Nina tahun 1998) dengan menggunakan SIG. SIG merupakan suatu sistem informasi yang dapat memadukan antara data grafis (spasial) dengan data tabel (atribut) objek dan dihubungkan secara geografis di muka bumi (georeference). Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui sebaran spasial dan luas kelas kesesuaian iklim untuk beberapa komoditi tanaman pakan serta sebaran spasial efek perubahan iklim khususnya kejadian La Nina terhadap perubahan lokasi-lokasi kelas kesesuaian iklim.

## II. METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Provinsi Bali yang terletak diantara 8°3'40" - 8°50'48" Lintang Selatan dan 114°25'53" - 115°42'40" Bujur Timur (Gambar 1), dengan luas wilayah 5,636.66 km<sup>2</sup> atau 563.666 ha.

Provinsi Bali secara garis besar terbagi menjadi dua bagian (utara dan selatan) karena di bagian tengah Pulau Bali membentang rangkaian pegunungan dari timur sampai di bagian barat. Dari rangkaian pegunungan tersebut, terdapat dua gunung berapi (Gunung Agung dan Gunung Batur) dan beberapa gunung yang tidak berapi, antara lain: Gunung Seraya, Gunung Patas, dan Gunung Merbuk.

Rangkaian pegunungan ini menjadikan daerah bagian tengah wilayah Provinsi Bali menjadi daerah hulu sungai-sungai yang mengalir ke arah utara, maupun sungai-sungai yang mengalir ke arah selatan. Tipe iklim di Bali adalah bertipe iklim monsoon dengan musim hujan terjadi dari bulan September sampai Februari dan musim kemarau dari bulan Maret sampai Agustus. Puncak musim hujan terjadi pada bulan Januari dan puncak musim kemarau terjadi pada bulan Agustus (Daryono, 2004). Berdasarkan data BPS, jumlah penduduk Provinsi Bali tahun 2007 telah mencapai 3,372,880 jiwa (BPS Provinsi Bali, 2008). Kebun/Perkebunan merupakan penggunaan lahan dominan di Provinsi Bali pada tahun 2008 dan disusul oleh penggunaan lahan hutan dan penggunaan lahan tegalan/ladang (As-syakur, 2011).

### Kelas Kesesuaian Lahan

Penelitian ini menggunakan pendekatan evaluasi lahan berdasarkan sistem yang digunakan di Balai



Gambar 1. Lokasi penelitian

Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian (dulu bernama Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat) Bogor. Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini adalah kriteria seperti yang diuraikan dalam buku “Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian” (Djaenudin dkk., 2003) dengan beberapa modifikasi disesuaikan dengan kondisi setempat. Dalam penelitian ini modifikasi persyaratan penggunaan/karakteristik iklim lahan dilakukan pada beberapa jenis komoditas yang disesuaikan pengalaman dan ilmu pengetahuan dari pakar tanaman pakan.

Beberapa jenis komoditas tanaman pakan yang dipetakan kesesuaian iklimnya pada penelitian ini adalah Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum* SCHUM.), Setaria (*Setaria spachelata*), kelompok Leguminosa, Sorgum (*Shorgum bicolor*), Gandum (*Triticum aestivum*), Jagung (*Zea mays*), dan Ubi Kayu (*Manihot utilissima*). Suarna, (*Pers.com*, 4 Oktober 2010) diketahui bahwa kelas kesesuaian kelembaban udara untuk tanaman Rumput Gajah, Setaria, dan kelompok Leguminosa perlu dimodifikasi. Modifikasi ini diperlukan karena rentang kelas kelembaban udara berdasarkan Djaenudin dkk., (2003) terlalu sempit sehingga perlu disesuaikan dengan kelas kesesuaian kelembaban tanaman-tanaman yang mirip. Oleh karena itu beberapa modifikasi yang dilakukan adalah kelas kesesuaian kelembaban udara tanaman Jagung (*Zea mays*) digunakan untuk tanaman Rumput Gajah, Padi (*Oryza sativa*) untuk tanaman Setaria, dan Kacang Tanah (*Arachis hypogea*) untuk kelompok Leguminosa. Tabel persyaratan penggunaan/karakteristik iklim lahan beberapa komoditi tanaman pakan tersebut disajikan pada Lampiran 1.

### Bahan dan alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: (1) Peta kontur (Bakosurtanal, 2000), (2) data rata-rata curah hujan bulanan selama 22 tahun di 59 stasiun pengamat hujan Provinsi Bali (Daryono, 2002), (3) data rata-rata kelembaban udara bulanan dari 5 stasiun iklim di Provinsi Bali (Daryono, 2002), (4) data rata-rata suhu bulanan di stasiun iklim tuban (Daryono, 2002), dan (5) Peta penggunaan lahan Provinsi Bali tahun 2008 (As-syakur, 2011). Adapun alat-alat yang

digunakan adalah seperangkat komputer, perangkat lunak ArcView 3.3. beserta extension spasial analyst, perangkat lunak ArcGIS 9.3 beserta extensions spasial Analyst, dan perangkat lunak Surfer 8.

### Analisis spasial

Proses analisis spasial adalah proses pengolahan data-data spasial beserta data atributnya untuk menghasilkan suatu data spasial baru berdasarkan input-input data spasial sebelumnya. Proses awal pengolahan data spasial adalah menganalisis data kontur menjadi data spasial *Digital Elevation Model* (DEM). Analisis ini dilakukan dengan perangkat lunak ArcGIS 9.3. Selanjutnya data DEM ini digunakan sebagai input dalam menganalisis suhu udara dan kelembaban udara. Suhu udara memiliki hubungan dengan ketinggian, Suhu menurun 0.56 °C setiap 100 meter kenaikan ketinggian tempat (Melendez-Colom, 1999). Berdasarkan kondisi tersebut maka dapat dibuat persamaan yang bisa diaplikasikan dalam SIG untuk mendapatkan sebaran spasial suhu udara di Provinsi Bali. Adapun persamaan tersebut adalah:

$$\text{Suhu udara (}^{\circ}\text{C)} = (([\text{DEM}] * 0.00558) * -1) + (\text{suhu rata-rata di pos pengamatan} + (0.00558 * \text{ketinggian pos dari permukaan laut})) \dots\dots\dots (1)$$

persamaan ini bisa langsung digunakan di Map Calculator di ArcView 3.3. Dimana DEM adalah data ketinggian tempat (m), suhu rata-rata di pos pengamatan yang digunakan adalah suhu dari stasiun iklim Tuban, sedangkan ketinggian pos pengamatan dari muka laut (m dpl) merupakan ketinggian pos pengamatan iklim Tuban.

Kelembaban udara juga memiliki hubungan dengan ketinggian tempat. Berdasarkan data rata-rata kelembaban udara dari 5 stasiun iklim yang ada di Provinsi Bali, diperoleh hubungan antara ketinggian tempat dengan kelembaban udara yang bersifat logarithmic. Adapun persamaan logarithmic untuk mendapatkan sebaran spasial kelembaban udara di Provinsi Bali adalah:

$$\text{Kelembaban Udara (\%)} = (1.66 * \text{Ln}([\text{DEM}])) + 78.02 \dots\dots\dots (2)$$

Sebaran spasial curah hujan di Provinsi Bali diperoleh dengan cara menginterpolasi data curah hujan rata-rata bulanan dari 59 stasiun penakar. Proses interpolasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Surfer 8 dan metode yang digunakan adalah metode kriging. Peta curah hujan yang dihasilkan adalah peta curah hujan bulanan. Untuk memperoleh total curah hujan tahunan, maka seluruh data spasial curah hujan bulanan ditumpangsusunkan dengan metode penjumlahan. Sedangkan untuk memperoleh masa bulan kering, data curah hujan bulanan direklasifikasi terlebih dahulu dimana bila curah hujan bulanan < 60 mm maka termasuk dalam bulan kering dan selanjutnya ditumpangsusunkan dengan metode penjumlahan.

Peta penggunaan lahan digunakan untuk membatasi lokasi penanaman pakan. Asumsi yang digunakan adalah lokasi penanaman pakan hanya dilakukan pada tipe penggunaan lahan kebun/perkebunan dan tegalan/ladang.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran spasial kesesuaian iklim tanaman pakan Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum* SCHUM.), Setaria (*Setaria spachelata*), kelompok Leguminosa, Sorgum (*Shorgum bicolor*), Gandum (*Triticum aestivum*), Jagung (*Zea mays*), dan Ubi Kayu (*Manihot utilissima*) di Provinsi Bali disajikan pada Lampiran 2, sedangkan luasan masing-masing kelas kesesuaian iklim tanaman-tanaman pakan tersebut untuk tiap-tiap kabupaten disajikan pada Lampiran 3.

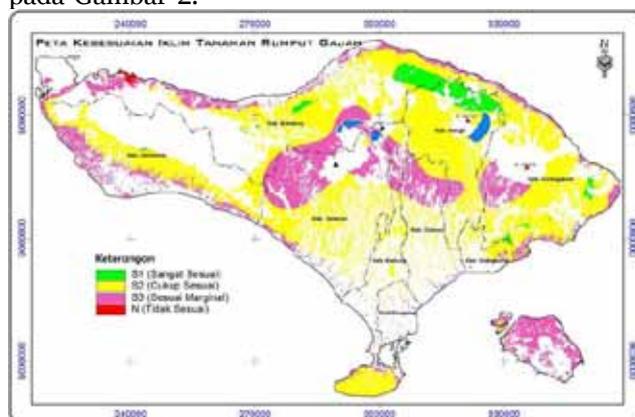
Tanaman rumput gajah, setaria, jagung dan ubi kayu merupakan jenis-jenis tanaman pakan yang memiliki kesesuaian iklim yang sangat sesuai (S1) pada beberapa lokasi di Provinsi Bali. Tanaman setaria memiliki luas kesesuaian iklim S1 yang paling luas yaitu seluas 19.278,9 ha dan tersebar di 5 kabupaten yaitu Kabupaten Bangli, Buleleng, Karangasam, Klungkung, dan Jembrana. Kesesuaian iklim S1 tanaman rumput gajah juga tersebar di 5 kabupaten tersebut dan memiliki luas 13.838,85 ha, sedangkan kesesuaian iklim S1 tanaman jagung dan ubi kayu memiliki luasan masing-masing 9.461,16 ha dan 18.194,67 ha dan tersebar di Kabupaten Buleleng, Karangasam, dan Klungkung untuk tanaman jagung serta di Kabupaten Bangli, Buleleng, Karangasem, dan Jembrana untuk tanaman ubi kayu.

Secara umum tanaman sorgum dan gandum tidak sesuai iklimnya di Provinsi Bali. Unsur iklim hujan merupakan unsur iklim yang paling membatasi tingkat kesesuaian iklim kedua jenis tanaman ini. Akan tetapi tanaman sorgum memiliki tingkat kesesuaian S2 di daerah-daerah yang memiliki curah hujan rendah yaitu di Kabupaten Buleleng, Karangasam dan Klungkung khususnya di Pulau Nusa Penida dengan total luas 1.553,13 ha, sedangkan kelompok tanaman leguminosa secara umum memiliki tingkat kesesuaian S2 dan S3. Unsur iklim kelembaban udara merupakan faktor pembatas utama yang menyebabkan kesesuaian iklim tanaman ini tidak bisa sangat sesuai.

Ketidaksesuaian iklim beberapa jenis tanaman pakan di Provinsi Bali seperti rumput gajah, leguminosa, sorgum, gandum, dan ubi kayu secara dominan disebabkan oleh unsur iklim hujan. Tanaman rumput gajah terlihat tidak sesuai secara iklim di Kabupaten Buleleng dan Klungkung yang disebabkan oleh curah hujan yang rendah, sedangkan tanaman kelompok leguminosa dan ubi kayu terlihat tidak sesuai karena tingginya curah hujan serta masa bulan kering yang kurang dari 1 bulan. Kondisi tersebut menegaskan bahwa kondisi curah hujan sangat mempengaruhi kondisi tanaman-tanaman di Provinsi Bali.

Faktor yang mempengaruhi curah hujan di Provinsi Bali cukup banyak, salah satu diantaranya adalah kejadian El Nino dan La Nina (Aldrian and Susanto, 2003; As-syakur, 2007; As-syakur dan Prasetya, 2010; As-syakur, 2010). Kejadian La Nina 1998 meningkatkan curah hujan di Provinsi Bali sebesar 11,7% dari curah hujan rata-rata tahunan (As-syakur, 2010). Peningkatan curah hujan sebesar ini mempengaruhi sebaran spasial kelas kesesuaian iklim, seperti contoh pada sebaran

spasial kelas kesesuaian iklim tanaman rumput gajah. Akibat kejadian La Nina pada tahun 1998 menyebabkan kelas kesesuaian iklim S1 tanaman rumput gajah berkurang luasnya 2.368,8 ha dari 13.838,85 ha pada tahun tersebut. Kelas kesesuaian iklim S2 berkurang seluas 25.878,06 ha dari 18.4347,72 ha. Kelas kesesuaian iklim S3 bertambah seluas 32.936,67 ha dari 46.421,82 ha. Sedangkan kelas kesesuaian iklim N berkurang seluas 4.689,81 ha dari 5.307,48 ha. Kejadian La Nina memiliki dampak yang positif dan negatif terhadap sebaran spasial dan luasan kelas kesesuaian iklim tanaman rumput gajah. Penurunan luasan kelas kesesuaian iklim S1 dan S2 merupakan dampak negatif dari kejadian La Nina, akan tetapi penurunan luasan kelas kesesuaian iklim N merupakan dampak positif dari kejadian La Nina. Sebaran spasial kelas kesesuaian iklim tanaman rumput gajah akibat kejadian La Nina tahun 1998 disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sebaran spasial kelas kesesuaian iklim tanaman rumput gajah akibat kejadian La Nina tahun 1998

### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah kelas kesesuaian iklim S1 di Provinsi Bali hanya dimiliki oleh jenis tanaman rumput gajah, setaria, jagung dan ubi kayu yang tersebar di Kabupaten Bangli, Buleleng, Karangasam, Klungkung, dan Jembrana, sedangkan tanaman sorgum dan gandum tidak sesuai iklimnya di Provinsi Bali yang dibatasi oleh unsur iklim hujan. Unsur iklim hujan merupakan unsur iklim penting yang mempengaruhi ketidaksesuaian iklim tanaman-tanaman pakan lainnya.

Peningkatan curah hujan pada masa La Nina tahun 1998 memiliki dampak yang positif dan negatif terhadap sebaran spasial dan luasan kelas kesesuaian iklim tanaman rumput gajah. Akibat kejadian La Nina pada tahun 1998 mengakibatkan kelas kesesuaian iklim S1, S2 dan N berkurang luasannya, sedangkan kelas kesesuaian iklim S3 bertambah luasannya pada tahun kejadian tersebut. Selain berubah luasannya, kejadian La Nina juga mengakibatkan berpindahannya lokasi-lokasi daerah berkelas kesesuaian iklim S1, S2, S3, dan N.

Peta kesesuaian beberapa komoditas tanaman pakan di Provinsi Bali ini hanya melihat dari segi iklim, oleh karena itu sebaran kesesuaian ini tidak bisa dijadikan acuan sepenuhnya tentang kesesuaian lahan di Provinsi

Bali. Pemetaan sebaran kesesuaian lahan beberapa komoditas tanaman pakan di Provinsi Bali secara lengkap harus tetap dilakukan dengan memasukkan faktor-faktor sifat biofisik tanah atau sumber daya lahan lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

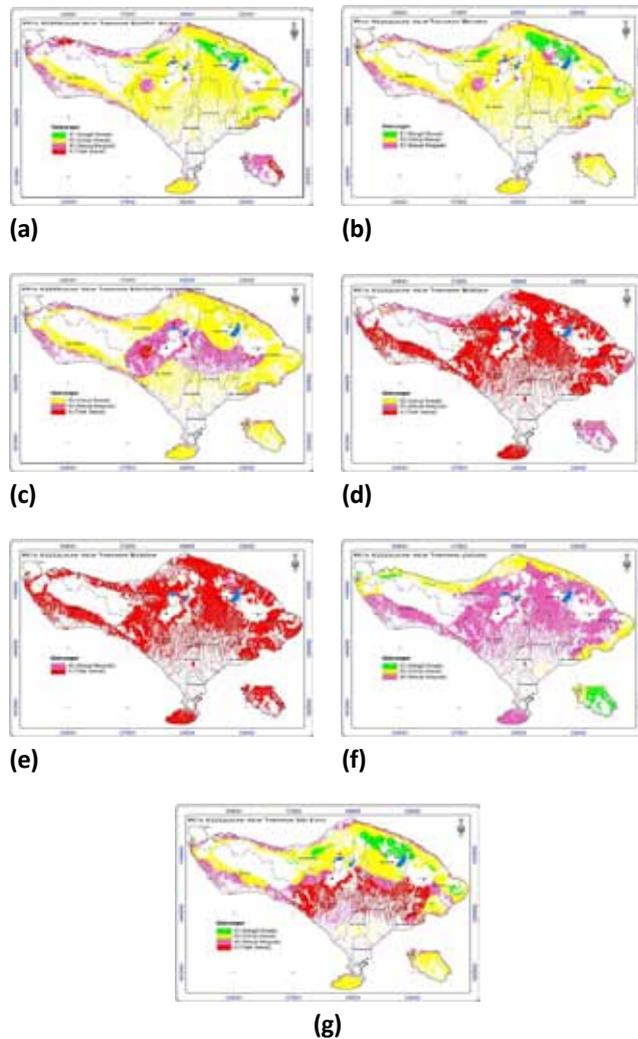
- Aldrian, E., and R.D. Susanto. 2003. Identification of Three Dominant Rainfall Regions within Indonesia and Their Relationship to Sea Surface Temperature. *International Journal of Climatology*, 23. 1435–1452.
- Aldrian, E., L.D. Gates, and F.H. Widodo. 2007. Seasonal variability of Indonesian rainfall in ECHAM4 simulations and in the reanalyses: The role of ENSO. *Theoretical and Applied Climatology*, 87. 41–59.
- As-syakur, A.R., dan R. Prasetya. 2010. Pola Spasial Anomali Curah Hujan Selama Maret Sampai Juni 2010 Di Indonesia; Komparasi Data TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA) 3B43 dengan Stasiun Pengamat Hujan. Prosiding Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia 2010; Buku 2. 29 Juli 2010, Universitas Udayana, Denpasar-Indonesia: pp. 505–516.
- As-syakur, A.R. 2010. Pola Spasial Pengaruh Kejadian La Nina Terhadap Curah Hujan di Indonesia Tahun 1998/1999; Observasi Menggunakan Data TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA) 3B43. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan XVII dan Kongres Masyarakat Ahli Penginderaan Jauh Indonesia (MAPIN) V*. 9 Agustus 2010, Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor-Indonesia: pp. 230–234.
- As-syakur, A.R. 2011. Perubahan Penggunaan Lahan Di Provinsi Bali. *Ecotrophic*, 6(1). 1–7.
- As-syakur, A.R. 2007. Identifikasi Hubungan Fluktuasi Nilai SOI Terhadap Curah Hujan Bulanan Di Kawasan Batukaru-Bedugul, Bali. *Jurnal Bumi Lestari*, 7 (2). 123–129.
- Bell, G.D., M.S. Halpert, C.F. Ropelewski, V.E. Kousky, A.V. Douglas, R.C. Schnell, and M.E. Gelman. 1999. Climate Assessment for 1998. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 80(5). S1–S48
- BPS Provinsi Bali. 2008. *Penduduk Provinsi Bali 2007*. Hasil Registrasi. Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. Denpasar.
- Daryono. 2004. Iklim Bali Ditinjau dari Peta Isohyets Normal Curah Hujan. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 9. 14–19.
- Daryono. 2002. *Identifikasi Unsur Iklim, Sifat Hujan, Evaluasi Zone Iklim Oldeman dan Schmidt-Ferguson Daerah Bali Berdasarkan Pemutakhiran Data*. Tesis, Tidak dipublikasikan. Program Studi Magister Pertanian Lahan Kering Program Pascasarjana Universitas Udayana. Denpasar.
- Djaenudin, D., Marwan H., Subagyo H., dan A. Hidayat. 2003. *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Bogor.
- Hendon, H.H. 2003. Indonesian rainfall variability: impacts of ENSO and local air–sea interaction. *Journal of Climate*, 16, 1775–1790.
- Irawan, B. 2006. Fenomena Anomali Iklim El Nino dan La Nina – Kecenderungan Jangka Panjang dan Pengaruhnya terhadap Produksi Pangan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 24(1). 28–45.
- Irianto, G. 2003. Implikasi Penyimpangan Iklim Terhadap Tataguna Lahan”. Makalah pada *Seminar Nasional Ilmu Tanah dengan tema Menggagas Strategi Alternatif dalam Menyiasati Penyimpangan Iklim serta Implikasinya pada Tataguna Lahan dan Ketahanan Pangan Nasional di Universitas Gajah Mada*. Yogyakarta, 24 Mei 2003, Yogyakarta-Indonesia.
- Irianto, G., L.I. Amin, dan E. Surmaini. 2000. *Keragaman Iklim Sebagai Peluang Diversifikasi*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Melendez-Colom, E.C. 1999. *Regression relationships of air temperature and elevation along an elevation gradient in the Luquillo Experimental Forest (LEF), Puerto Rico*. <http://luq.lternet.edu/data/lterdb90/data/bistempdata/Bistemp.htm>. Dikunjungi pada tanggal 28 September 2010
- Ritung, S., Wahyunto, F. Agus, H. Hidayat. 2007. *Panduan Evaluasi Kesesuaian Lahan dengan Contoh Peta Arah Penggunaan Lahan Kabupaten Aceh Barat*. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor, Indonesia.
- Saji, N. H., and T. Yamagata. 2003. Possible impacts of Indian Ocean dipole mode events on global climate. *Climate Research*, 25. 151–169.
- Saji, N.H., B.N. Goswami, P.N. Vinayachandran, and T. Yamagata. 1999. A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature*, 401, 360–363.
- Suarna, I.W. 2010. Wawancara pribadi tentang kesesuaian kelembaban udara tanaman Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum* SCHUM.), Setaria (*Setaria spachelata*), dan kelompok Leguminosa. Dilakukan pada tanggal 4 Oktober 2010.
- Tjasyono, B., A. Lubis, I. Juaeni, Ruminta, and S.W.B. Harijono. 2008. Dampak variasi temperatur samudera pasifik dan hindia ekuatorial terhadap curah hujan di Indonesia. *Jurnal sains dirgantara LAPAN*, 5(2). 1–13.

Lampiran 1. Persyaratan penggunaan/karakteristik iklim lahan beberapa komoditi tanaman pakan (Djaenudin dkk., 2003).

Persyaratan Penggunaan/ Karakteristik Iklim Lahan	Kelas Kesesuaian Lahan			
	S1 Sangat Sesuai	S2 Cukup Sesuai	S3 Sesuai Marginal	N Tidak Sesuai
<b>Rumput Gajah (<i>Pennisetum purpureum</i> SCHUM.)</b>				
Temperatur (°C)	20 – 28	18 - 20 28 - 30	16 -18 30 -38	< 16 > 38
Curah Hujan (mm/thn)	1.700 - 2.000	1.400 - 1.700 2.000 - 3.000	1.100 - 1.400 3.000 - 5.000	< 1.100 > 5.000
Kelembaban (%)*	> 42	36 - 42	30 - 36	< 30
<b>Setaria (<i>Setaria spachelata</i>)</b>				
Temperatur (°C)	20 – 28	18 - 20 28 - 30	16 -18 30 -38	< 16 > 38
Curah Hujan (mm/thn)	1.200 - 2.000	1.000 - 1.200 2.000 - 3.000	700 - 1.000 3.000 - 5.000	< 700 > 5.000
Kelembaban (%)*	33 – 90	30 - 33	< 30; > 90	
<b>Kelompok Leguminosa</b>				
Temperatur (°C)	20 – 28	18 - 20 28 - 30	16 -18 30 -38	< 16 > 38
Curah Hujan (mm/thn)	1.500 - 2.000	900 - 1.500 2.000 - 2.500	600 - 900 2.500 - 3.000	< 600 > 3.000
Kelembaban (%)*	50 – 80	> 80; < 50		
<b>Sorgum (<i>Shorgum bicolor</i>)</b>				
Temperatur (°C)	25 – 27	18 – 25 27 - 30	15 -18 30 -35	< 15 > 35
Ketinggian Tempat (m dpl)	< 200	200 - 1.200	1.200 - 2.000	> 2.000
Curah Hujan (mm/thn)	400 – 900	300 - 400 900 - 1.200	130 - 300 1.200 - 1.400	< 130 > 1.400
Lamanya masa Kering (bln)	4 – 8	2 - 4 8 - 9	1 - 2 9 - 10	< 1 > 10
Kelembaban (%)	< 75	75 - 85	> 85	
<b>Gandum (<i>Triticum aestivum</i>)</b>				
Temperatur (°C)	12 – 23	10 - 12 23 - 25	-	< 10 > 25
Ketinggian Tempat (m dpl)	< 1.200	1.200 - 1.500	1.500 - 2.000	> 2.000
Curah Hujan (mm/thn)	350 - 1.250	250 - 350 1.250 - 1.500	200 - 250 1.500 - 1.750	< 200 > 1.750
<b>Jagung (<i>Zea mays</i>)</b>				
Temperatur (°C)	20 – 26	26 - 30	16 - 20 30 - 32	< 16 > 32
Curah Hujan (mm/thn)	500 - 1.200	400 – 500 1.200 - 1.600	300 – 400 > 1.600	< 300
Kelembaban (%)	> 42	36 - 42	30 - 36	< 30
<b>Ubi Kayu (<i>Manihot utilissima</i>)</b>				
Temperatur (°C)	22 – 28	28 - 30	18 - 22 30 - 35	< 18 > 35
Curah Hujan (mm/thn)	1.000 - 2.000	600 - 1.000 2.000 - 3.000	500 - 600 3.000 - 5.000	< 500 > 5.000
Lamanya masa Kering (bln)	3 – 5	5 - 6; 2 - 3	6 - 7; 1 - 2	> 7; < 1

Keterangan: (\*) Hasil modifikasi

Lampiran 2. Sebaran spasial kesesuaian iklim tanaman pakan; (a) Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum* SCHUM.); (b) Setaria (*Setaria spachelata*); (c) kelompok Leguminosa; (d) Sorgum (*Shorgum bicolor*); (e) Gandum (*Triticum aestivum*), (f) Jagung (*Zea mays*), dan (g) Ubi Kayu (*Manihot utilissima*) di Provinsi Bali.



Lampiran 3. Luas kelas kesesuaian iklim perkabupaten beberapa tanaman pakan

Kabupaten/Kota	Luas Kelas Kesesuaian Iklim (ha)				Kabupaten/Kota	Luas Kelas Kesesuaian Iklim (ha)			
	S1	S2	S3	N		S1	S2	S3	N
<b>Rumput Gajah (<i>Pennisetum purpureum</i> SCHUM.)</b>					<b>Kab. Klungkung</b>				
Kab. Bangli	6739,02	27388,53	-	-	Kab. Jembrana	-	-	755,64	28380,96
Kab. Buleleng	4003,38	40220,28	13882,23	2425,50	Kab. Badung	-	-	-	15500,61
Kab. Tabanan	-	32724,45	5508,72	-	Kab. Gianyar	-	-	-	12430,44
Kab. Karangasem	2987,91	35690,49	6469,11	-	Kota Denpasar	-	-	-	694,53
Kab. Klungkung	13,41	3116,34	8102,34	2881,98	<b>Gandum (<i>Triticum aestivum</i>)</b>				
Kab. Jembrana	95,13	18743,85	10297,62	-	Kab. Bangli	-	-	2044,35	32083,20
Kab. Badung	-	14122,62	1377,99	-	Kab. Buleleng	-	-	-	60704,10
Kab. Gianyar	-	12119,76	310,68	-	Kab. Tabanan	-	-	-	38236,32
Kota Denpasar	-	221,40	473,13	-	Kab. Karangasem	-	-	-	45195,39
<b>Setaria (<i>Setaria spachelata</i>)</b>					Kab. Klungkung	-	-	-	14139,63
Kab. Bangli	7796,97	23488,20	2842,38	-	Kab. Jembrana	-	-	-	29140,29
Kab. Buleleng	7423,92	42111,90	10995,57	-	Kab. Badung	-	-	-	15531,12
Kab. Tabanan	-	32535,72	5697,45	-	Kab. Gianyar	-	-	-	12430,44
Kab. Karangasem	3889,35	36920,16	4338,00	-	Kota Denpasar	-	-	-	744,03
Kab. Klungkung	68,85	11953,71	2091,51	-	<b>Jagung (<i>Zea mays</i>)</b>				
Kab. Jembrana	99,81	19207,44	9829,35	-	Kab. Bangli	-	616,86	33510,69	-
Kab. Badung	-	14122,62	1377,99	-	Kab. Buleleng	1844,55	26765,64	31921,20	-
Kab. Gianyar	-	12119,76	310,68	-	Kab. Tabanan	-	-	38233,17	-
Kota Denpasar	-	221,40	473,13	-	Kab. Karangasem	47,52	11121,66	33978,33	-
<b>Kelompok Leguminosa</b>					Kab. Klungkung	7569,09	3861,36	2683,62	-
Kab. Bangli	-	25372,08	8755,47	-	Kab. Jembrana	-	2896,83	26239,77	-
Kab. Buleleng	-	38598,84	21666,60	265,95	Kab. Badung	-	-	15500,61	-
Kab. Tabanan	-	12237,21	21891,15	4104,81	Kab. Gianyar	-	579,42	11851,02	-
Kab. Karangasem	-	34116,57	10363,77	667,17	Kota Denpasar	-	41,76	652,77	-
Kab. Klungkung	-	12022,56	2091,51	-	<b>Ubi Kayu (<i>Manihot utilissima</i>)</b>				
Kab. Jembrana	-	17725,50	11411,10	-	Kab. Bangli	9135,09	17119,53	2478,06	5394,87
Kab. Badung	-	9630,18	5865,21	5,22	Kab. Buleleng	6271,29	41731,47	12499,92	28,71
Kab. Gianyar	-	2324,61	10105,83	-	Kab. Tabanan	-	2330,64	10361,16	25541,37
Kota Denpasar	-	221,40	473,13	-	Kab. Karangasem	2707,47	21639,51	8416,08	12384,45
<b>Sorgum (<i>Shorgum bicolor</i>)</b>					Kab. Klungkung	-	9104,94	3245,76	1763,37
Kab. Bangli	-	-	-	34127,55	Kab. Jembrana	80,82	12177,36	15807,60	1070,82
Kab. Buleleng	-	1071,72	12340,98	47118,69	Kab. Badung	-	8983,44	2337,75	4179,42
Kab. Tabanan	-	-	-	38233,17	Kab. Gianyar	-	957,24	3539,52	7933,68
Kab. Karangasem	-	9,45	2460,15	42677,91	Kota Denpasar	-	221,40	473,13	-