

MENENTUKAN VARIABILITAS SPASIAL ALBEDO PADA WILAYAH BALI MENGGUNAKAN DATA SATELIT MODIS BRDF MCD43A1 TAHUN 2005 - 2012

Meri Monika SariNi Wayan ^{1*}, SukarasaI Ketut¹, Hendrawani Gede²

¹Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali Indonesia 80361.

²Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Manajemen Perikanan,
Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali Indonesia 80361.

*Email : merimonika@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk menentukan variabilitas albedo pada wilayah Bali menggunakan data satelit MODIS BRDF MCD43A1 tahun 2005 – 2012. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data MODIS BRDF MCD43A1 dan data MODIS *Aerosol Optical Depth*. Pada data MODIS BRDF MCD43A1 dapat dihitung *black sky albedo* dan *white sky albedo*. Hasil *black sky albedo* dan *white sky albedo* digabungkan dengan data MODIS *Aerosol Optical Depth* dapat dihitung *blue sky albedo (actual albedo)*, kemudian dirata – ratakan setiap bulan untuk dapat mengetahui variabilitas spasial albedo pada wilayah Bali. Variabilitas spasial rata – rata tahunan *actual albedo* pada wilayah Bali dari tahun 2005 – 2012 yang paling tinggi terdapat pada tahun 2008 dan yang terendah pada tahun 2010 dan rata – rata bulanan *actual albedo* tertinggi terdapat pada bulan September – Oktober sedangkan yang terendah yaitu pada bulan Januari – Februari.

Kata kunci : Albedo, MODIS BRDF MCD43A1, MODIS *Aerosol Optical Depth*, *Black Sky Albedo*, *White Sky Albedo*, *Blue Sky Albedo (Actual Albedo)*.

Abstract

A research has been conducted to determine the variability of the albedo in Bali using MODIS BRDF MCD43A1 satellite data started from 2005 until 2012. The data used in this study is MODIS BRDF MCD43A1 data and MODIS *Aerosol Optical Depth* data. From MODIS BRDF MCD43A1 data, black sky and white sky albedo were calculated. The results of black sky and white sky albedo combined together and with MODIS *Aerosol Optical Depth* data to find the blue sky albedo (actual albedo), then monthly average of blue sky albedo used to determine the spatial albedo variability in Bali. Spatial annual variability of actual albedo in Bali during 2005 – 2012 reached the highest peak in 2008 and lowest in 2010. Monthly average of actual albedo started from September–October while the lowest is in January - February.

Keywords : Albedo, MODIS BRDF MCD43A1, MODIS *Aerosol Optical Depth*, *Black Sky albedo*, *White Sky Albedo*, *Blue Sky Albedo (Actual Albedo)*

I. PENDAHULUAN

Matahari merupakan sumber energi berjumlah besar dan bersifat kontinu atau terus menerus, yang terbesar tersedia di bumi. Matahari memancarkan energi secara radiasi, dimana radiasi matahari (*solar radiation*) merupakan proses perambatan energi matahari sampai ke permukaan bumi dengan intensitas yang berbeda – beda sesuai dengan keadaan disekitarnya (Nasir.A., 1990). Radiasi matahari memegang peranan penting dalam banyak proses lingkungan hidup, salah satunya sebagai sumber energi bagi makhluk hidup.

Ratio antara radiasi matahari yang dipantulkan dari permukaan bumi dengan radiasi matahari yang datang ke permukaan bumi disebut dengan albedo (Rechid *et al.*,2007; Wen 2009; Dobos 2003). Albedo berperan penting dalam kesetimbangan energi di permukaan bumi, karena menunjukkan besarnya energi yang diserap dari radiasi matahari(Janjai.S *et al.*,2005). Albedo juga mendorong terjadinya proses vegetasi seperti evapotranspirasi dan indikator dalam perubahan suhu seperti penguapan dan salju yang mencair, dengan albedo juga dapat menentukan jenis vegetasi ataupun jenis permukaan di suatu daerah (Pinty, *et al.*, 2008).

Pada dekade ini metode penginderaan jauh dapat digunakan untuk menentukan albedo, dimana dapat ditentukan menggunakan data satelit. Dengan menggunakan data satelit daerah yang terlindungi lebih luas, waktu yang diperlukan lebih singkat, serta biaya yang lebih terjangkau. Sehingga, pada penelitian ini akan digunakan data satelit MODIS untuk menentukan variabilitas spasial albedo pada wilayah Bali dari tahun 2005-2012. Dengan mengetahui variabilitas spasial di wilayah Bali akan dapat mengetahui di wilayah Bali bagian mana yang menyerap radiasi matahari

lebih banyak dan yang memantulkan radiasi matahari lebih banyak.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Albedo

Albedo berasal dari bahasa Latin yaitu *albus* yang berarti putih. Albedo merupakan ratio antara radiasi matahari yang dipantulkan dari permukaan bumi dengan radiasi matahari yang datang ke permukaan bumi (Rechid *et al.*,2007; Wen 2009; Dobos 2003).

Pengukuran albedo dapat meliputi *black-sky albedo* yaitu albedo tanpa ada komponen radiasi *diffuse* (radiasi membaur di atmosfer) dan fungsi dari sudut zenith matahari, dan *white-sky albedo* yaitu albedo tanpa ada komponen radiasi *direct* (radiasi langsung). Sedangkan *Blue-sky albedo* (*Actual albedo*) merupakan albedo sebenarnya yang berasal dari gabungan *black-sky albedo* dan *white-sky albedo* yang merupakan Fraksi dari *diffuse skylight* sebagai fungsi *Aerosol optical depth* dan sudut zenith matahari(Schaepman-Strub *et al.*,2006;Baret *et al.*, 2005;Pinty *et al.*, 2005).Albedo berperan penting dalam kesetimbangan energi di permukaan bumi, karena menunjukkan besarnya energi yang diserap dari peristiwa radiasi matahari(Janjai.S *et al.*,2005). Albedo juga mendorong terjadinya proses vegetasi seperti evapotranspirasi, dan indikator dalam perubahan suhu seperti penguapan dan salju yang mencair (Pinty *et al.*, 2008).

Nilai albedo bervariasi karena dipengaruhi beberapa faktor seperti: posisi permukaan bumi, bentuk permukaan bumi, warna permukaan dan ketebalan senyawa atau partikel di angkasa (Budikova., 2010). Nilai albedo berkisar dari 0 – 1(Dobos 2003). Albedo menunjukkan sifat kehitaman badan objek. Bila suatu objek

mempunyai nilai albedo sama dengan 0 maka objek tersebut menyerap seluruh radiasi gelombang pendek yang datang, bila nilai albedo sama dengan 1 maka objek tersebut memantulkan seluruh radiasi gelombang pendek yang datang. Namun, tidak ada satu pun benda di alam semesta yang memiliki albedo bernilai 0 atau 1, yang ada hanya mendekati 0 dan 1. Semakin mendekati nilai nol maka kenampakan suatu objek semakin gelap dan semakin mendekati nilai satu maka kenampakan suatu objek semakin cerah.

2.2. MODIS BRDF MCD43A1

MODIS BRDF MCD43A1 adalah produk gabung dari data sensor Terra MODIS dan Aqua MODIS. Produk ini terdiri dari 7 band spektral dari MODIS dan 3 broadband tambahan (0,3-0,7µm, 0,7-5,0µm dan 0,3-5,0µm). MCD43A1 menyediakan data setiap 8 hari dengan resolusi spasial 500 meter dan data berupa data Level 3, yang digunakan untuk menghitung *black-sky albedo* dan *white-sky albedo* dengan menggunakan parameter pada model BRDF Ross Thick Li Sparse Reciprocal yang menggambarkan anisotropik di setiap pixel. Ketiga parameter ($f_{iso}, f_{vol}, f_{geo}$) disediakan untuk masing-masing band spektral MODIS serta untuk tiga broad band tambahan 0,3-0,7µm, 0,7-5,0µm dan 0,3-5,0µm (Schaaf, 2010). Parameter ini dapat digunakan dengan polinomial sederhana untuk memperkirakan *Black-sky albedo* dengan akurasi yang baik dengan polinomial sebagai berikut dengan nilai-nilai konstan dalam tabel di bawah ini (Strahler, et al., 1999):

Black-sky albedo :

$$\alpha_{hs}(\theta, \lambda) = f_{iso}(\lambda)[g_{0iso} + g_{1iso}\theta^2 + g_{2iso}\theta^3] + f_{vol}(\lambda)[g_{0vol} + g_{1vol}\theta^2 + g_{2vol}\theta^3] + f_{geo}(\lambda)[g_{0geo} + g_{1geo}\theta^2 + g_{2geo}\theta^3] \quad (2.1)$$

Demikian pula, *White-sky albedo* dapat dihitung dengan persamaan:

$$\alpha_{ws}(\lambda) = f_{iso}(\lambda)g_{iso} + f_{vol}(\lambda)g_{vol} + f_{geo}(\lambda)g_{geo} \quad (2.2)$$

Untuk menghitung *blue-sky albedo (Actual Albedo)*, menggunakan gabungan dari persamaan (3.1), (3.2) dan fraksi dari *diffuse skylight* sebagai fungsi *Aerosol optical depth* dan sudut zenith matahari, sebagai berikut.

$$\alpha_{aa}(\theta, \lambda) = \{1 - S(\theta, \tau(\lambda))\}\alpha_{bs}(\theta, \lambda) + S(\theta, \tau(\lambda))\alpha_{ws}(\lambda) \quad (2.3)$$

Tabel 2.1. Koefisien untuk persamaan (2.1) dan (2.2)

g_{jk}	(iso)	(vol)	(geo)
g_0	1.0	-0.007574	-1.284909
g_1	0.0	-0.070987	-0.166314
g_2	0.0	0.307588	0.041840
<i>White-sky</i>	1.0	0.189184	-1.377622

Keterangan :

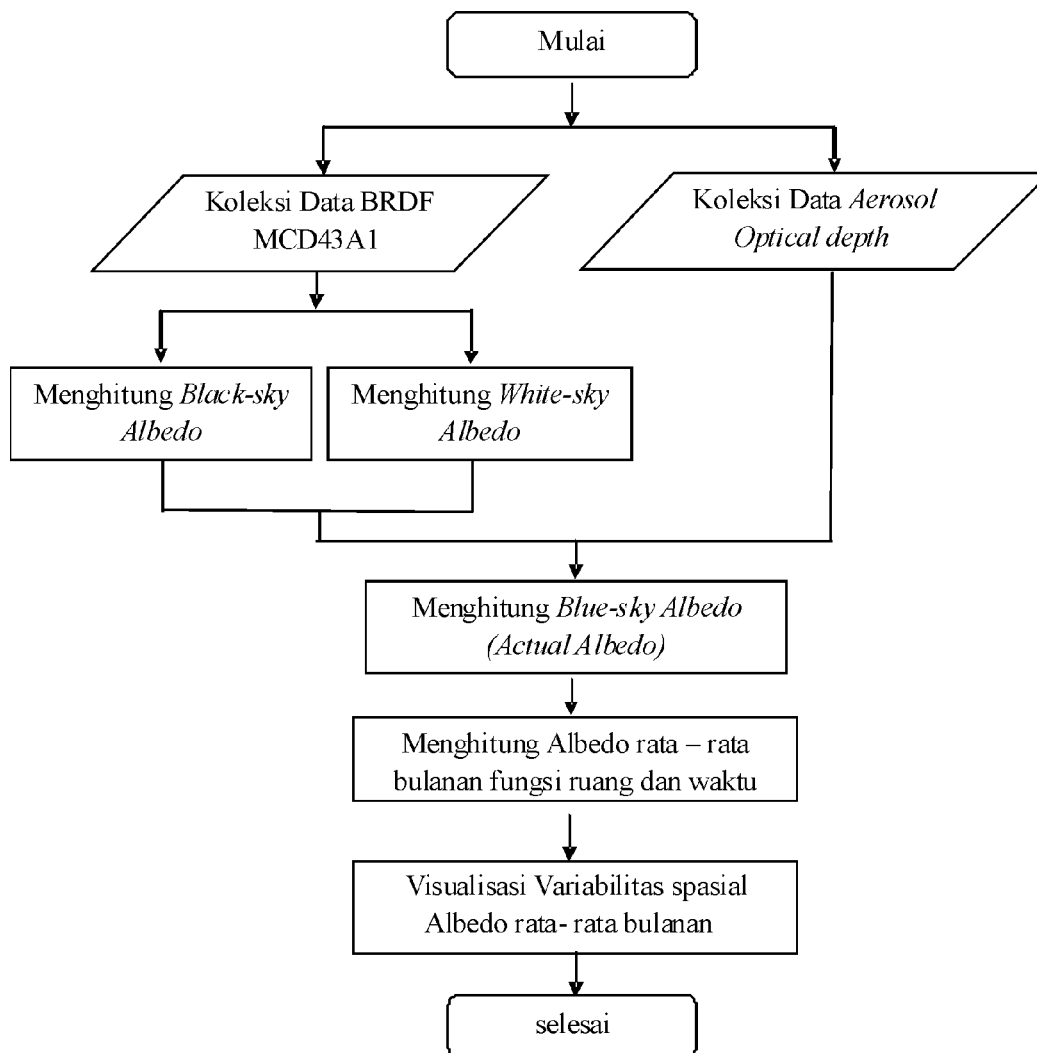
- α_{bs} = *Black-sky albedo*
- α_{ws} = *White-sky albedo*
- f_{iso} = Reflektansi isotropik
- f_{vol}, f_{geo} = Reflektansi volumetrik dan geometrik sesuai dengan tutupan lahan.
- g_{jk} = Representasi koefisien untuk polinomial BRDF
- θ = *Solar Zenith Angle*
- $S(\theta, \tau(\lambda))$ = Fraksi dari *diffuse skylight* sebagai fungsi *Aerosol optical depth* dan *Solar Zenith Angle*
- λ = Jenis band

2.3. MODIS Aerosol Optical Depth

Produk MODIS *aerosol optical depth* merupakan produk untuk mengamati ketebalan optik aerosol. Produk ini berupa data level 3 memiliki resolusi temporal 1 hari. Pada produk ini terdapat dua file data yaitu dari Terra MODIS dan Aqua MODIS dengan band spektral 1-7 dan 20 (<http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov/>).

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini digunakan data MODIS BRDF MCD43A1 dari tahun 2005 - 2012 untuk menghitung *black sky albedo* dan *white sky albedo*. Setelah menghitung *black sky albedo* dan *white sky albedo* dengan menggabungkan dengan data bulanan MODIS *Aerosol Optical Depth* dari tahun 2005 - 2012, sehingga mendapatkan *actual albedo* di wilayah Bali, kemudian dirata - ratakan setiap bulannya lalu divisualisasi. Pada gambar 3.1 berikut merupakan diagram alur penelitian.



Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil rata – rata *actual albedo* di wilayah Bali setiap bulan dari tahun 2005 – 2012 untuk visualisasi variabilitas spasial *actual albedo* dapat dibagi menjadi 2 yaitu visualisasi variabilitas spasial rata – rata bulanan *actual albedo* dan visualisasi variabilitas spasial rata – rata tahunan *actual albedo*.

4.1. Variabilitas Spasial Rata – rata Bulanan *Actual Albedo* dari Tahun 2005 - 2012

Hasil rata – rata setiap bulan *actual albedo* dari tahun 2005 – 2012 kemudian dirata – ratakan setiap bulannya selama 8 tahun, untuk dapat melihat variabilitas rata – rata bulanan dari tahun 2005 – 2012 dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat visualisasi variabilitas spasial rata-rata bulanan *actual albedo* dari 2005-2012. Pada bulan Januari, Februari dan Maret memiliki nilai *actual albedo* yang rendah, dapat terlihat dari warna ungu – biru. Pada bulan April, Mei, Juni dan Juli memiliki nilai *actual albedo* yang mengalami peningkatan terlihat dari warna ungu – kuning. Pada bulan Agustus, September dan Oktober yang mengalami peningkatan yang signifikan terlihat dari warna ungu – merah, sedangkan pada bulan November dan Desember mengalami penurunan yang signifikan yang terlihat dari warna ungu – kuning. Dari variabilitas spasial rata – rata bulanan *actual albedo* tahun 2005 – 2012 didapat bahwa yang memiliki nilai rata – rata bulanan *actual albedo* tertinggi yaitu pada bulan September – Oktober sedangkan yang memiliki nilai *actual albedo* terendah yaitu pada bulan Januari – Februari.

4.2. Variabilitas Spasial Rata – rata Tahunan *Actual Albedo* dari Tahun 2005 - 2012

Hasil rata – rata setiap bulan *actual albedo* setiap bulan dari tahun 2005 – 2012, kemudian

dirata – ratakan setiap tahunnya selama 8 tahun, untuk dapat melihat variabilitas rata – rata tahunan dari tahun 2005 – 2012 dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Pada Gambar 4.2 dapat dilihat visualisasi variabilitas spasial rata-rata tahunan *actual albedo* dari 2005-2012. Dimana nilai *actual albedo* dari tahun 2005-2012 yang mengalami peningkatan dari tahun 2005- 2008 yaitu terlihat dari warna ungu – merah dan menurun pada tahun 2009-2010 yaitu terlihat dari warna ungu – kuning, sedangkan pada tahun 2011-2012 kembali meningkat yang terlihat dari warna ungu - merah. Dari tahun 2005 – 2012 yang memiliki nilai *actual albedo* tertinggi yaitu pada tahun 2008, sedangkan yang memiliki nilai *actual albedo* terendah yaitu pada tahun 2010 dimana dapat dilihat dari indikator warna tertinggi pada tahun tersebut yaitu warna kuning.

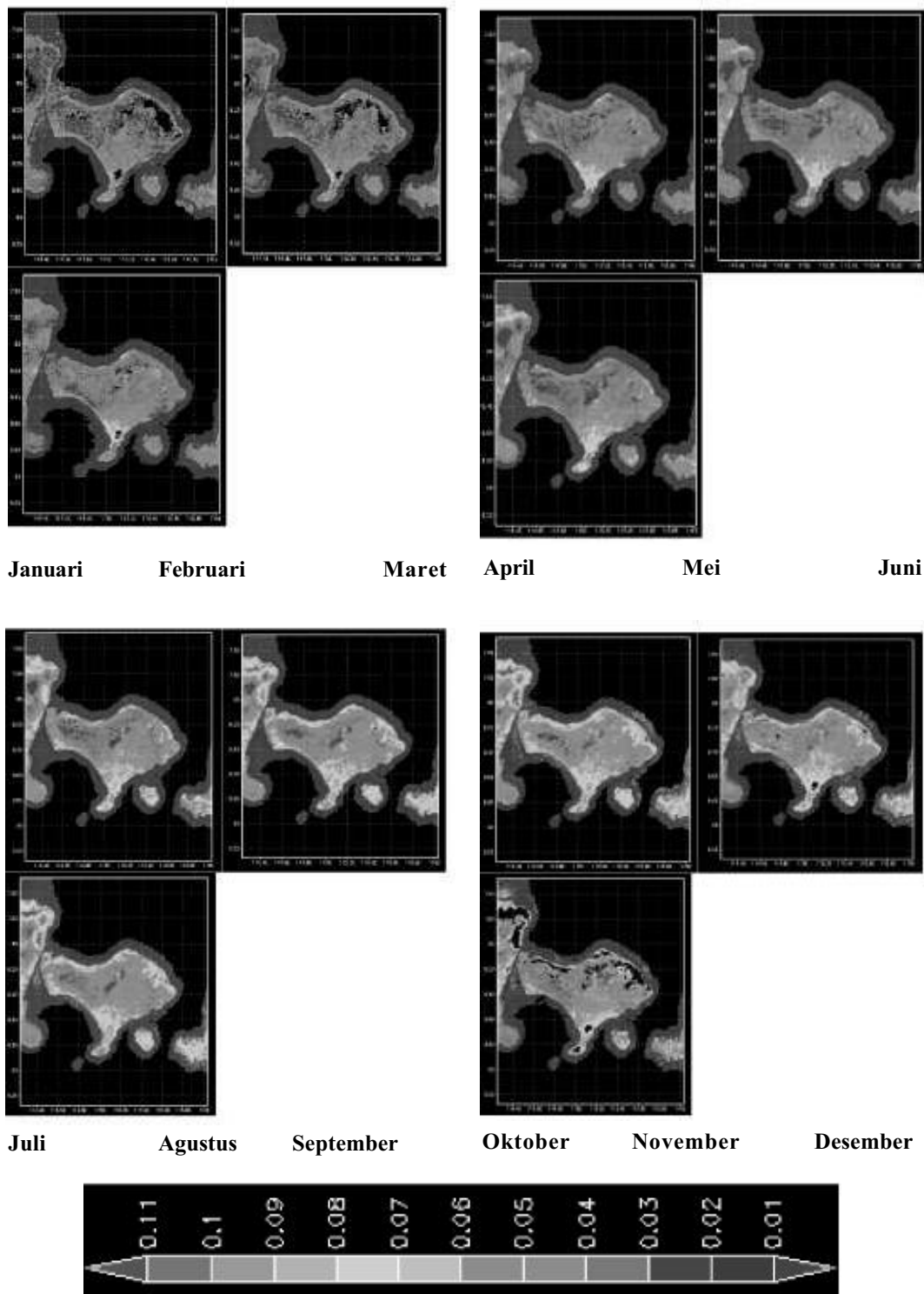
Gambar 4.3 merupakan gambaran wilayah Bali pada tahun 2013 yang didapat dari www.googleearth.com dari gambar ini dapat kita lihat bagaimana keadaan wilayah Bali pada saat ini.

Dari Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 keduanya menunjukkan variabilitas spasial *actual albedo* dari tahun 2005 – 2012. Menurut Budikova pada tahun 2010 nilai *actual albedo* bervariasi karena dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti: posisi permukaan bumi terhadap matahari, bentuk permukaan bumi, warna permukaan dan ketebalan senyawa atau partikel di angkasa.

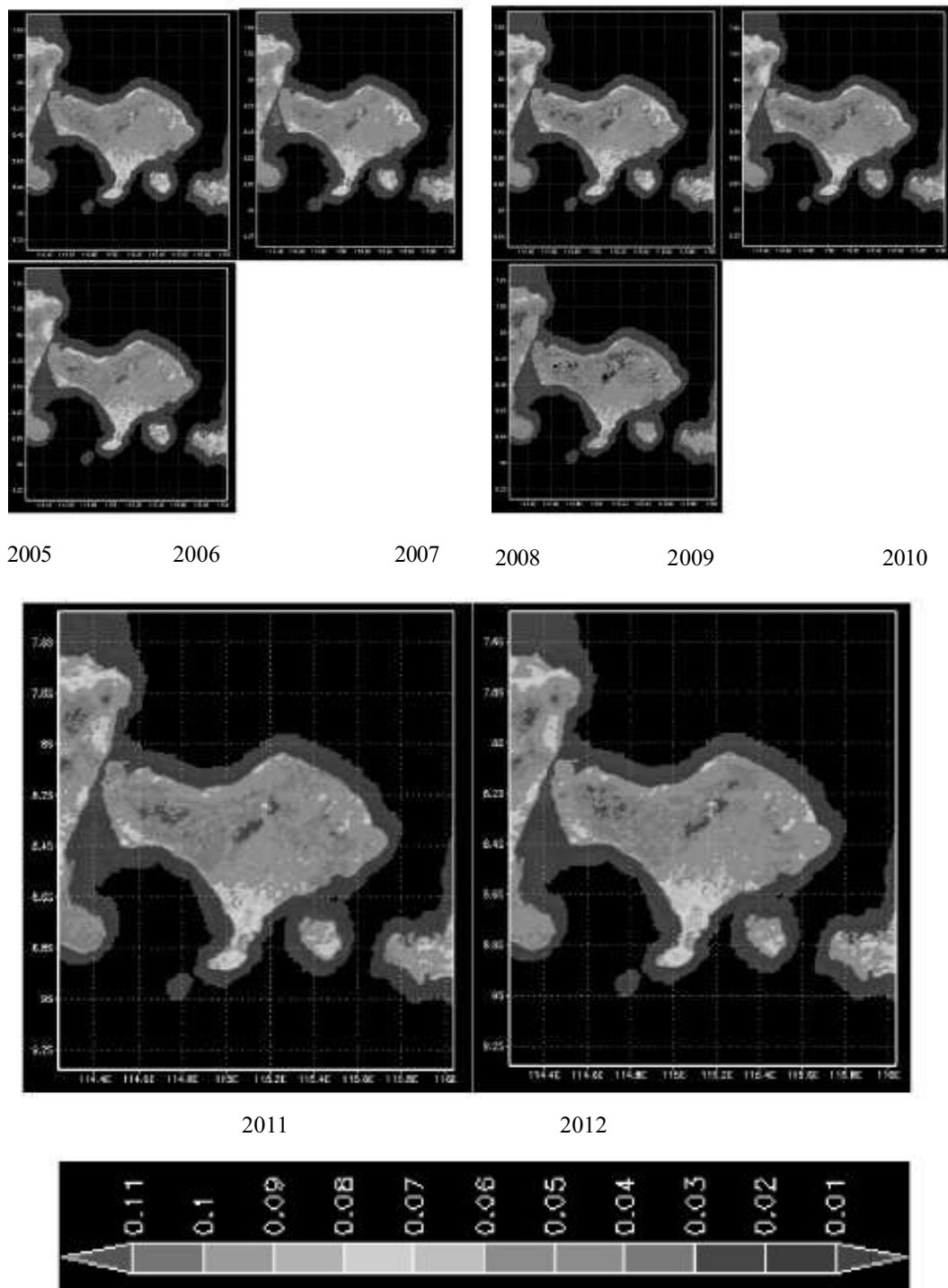
1. Posisi permukaan bumi terhadap matahari

Posisi permukaan bumi terhadap matahari dapat mempengaruhi besarnya radiasi matahari yang diterima oleh permukaan, sehingga radiasi matahari yang diterima disuatu wilayah berbeda – beda. Untuk wilayah Bali yang berada pada lintang selatan, bila matahari berada di lintang selatan,

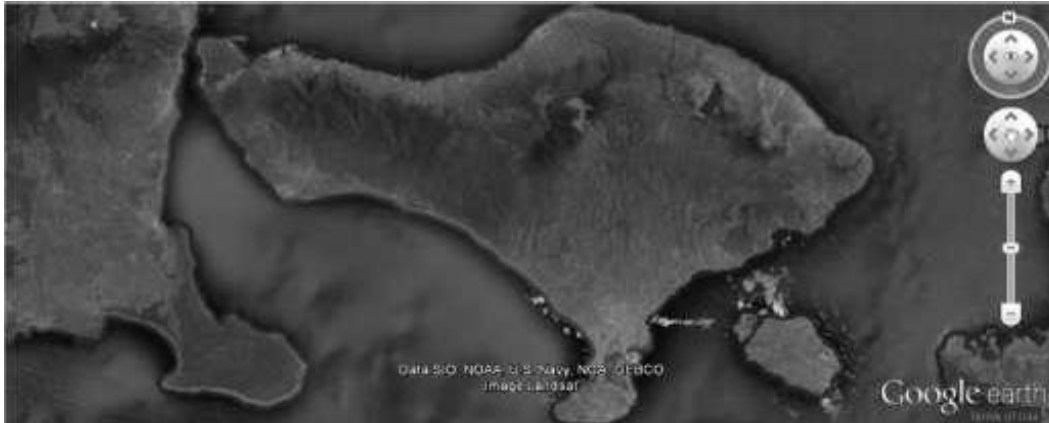
Menentukan Variabilitas Spasial Albedo Pada Wilayah Bali Menggunakan Data Satelit Modis BRDF MCD43A1.....
(Meri Monika Sari, dkk.)



Gambar 4.1. Visualisasi Variabilitas Spasial Rata – rata *actual albedo* tahun 2005 - 2012



Gambar 4.2. Visualisasi Variabilitas Tahunan Rata – rata *actual albedo* tahun 2005 - 2012



Gambar 4.3 Peta Wilayah Bali

Sumber :<http://www.google.com/earth/explore/products/plugin.html>

- maka radiasi matahari yang datang tinggi, menyebabkan nilai *actual albedo* juga tinggi. Begitu juga bila matahari berada pada lintang utara, maka radiasi matahari yang datang wilayah Bali rendah, menyebabkan *actual albedo* juga rendah.
2. Bentuk permukaan bumi
Bentuk permukaan bumi dapat mempengaruhi nilai *actual albedo*. Pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2, secara keseluruhan daerah yang memiliki nilai *actual albedo* tinggi terdapat pada daerah Denpasar, Badung dan Karangasem. Bila dikaitkan dengan peta wilayah Bali pada gambar 4.3. Pada daerah tersebut merupakan daerah padat bangunan dan daerah kering, sehingga radiasi matahari yang dipantulkan lebih banyak, yang menyebabkan nilai *actual albedo* tinggi. Sedangkan pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 secara keseluruhan, daerah yang memiliki nilai *actual albedo* rendah yaitu daerah Tabanan, Negara dan Buleleng. Bila dikaitkan dengan peta wilayah Bali pada gambar 4.3, maka daerah tersebut masih memiliki banyak lahan terbuka hijau seperti sawah dan hutan yang menyebabkan radiasi matahari lebih banyak yang diserap sehingga nilai *actual albedo* rendah.
 3. Warna permukaan bumi
Warna permukaan bumi juga mempengaruhi nilai *actual albedo*. Bila permukaan wilayah Bali berwarna cerah seperti pada tanah kering, menyebabkan radiasi matahari lebih banyak dipantulkan, sehingga nilai *actual albedo* tinggi. Sedangkan bila warna permukaan gelap, seperti pada atap bangunan yang berwarna gelap dan jalan – jalan aspal berwarna gelap, menyebabkan radiasi matahari lebih banyak diserap sehingga *actual albedo* rendah.
 4. Ketebalan senyawa atau partikel di angkasa
Ketebalan senyawa atau partikel di angkasa dapat mempengaruhi nilai *actual albedo*. Bila senyawa atau partikel di angkasa memiliki ketebalan yang tinggi maka susah ditembus oleh radiasi matahari, menyebabkan radiasi matahari yang sampai di permukaan bumi rendah sehingga nilai *actual albedo* menjadi tinggi. Begitu juga sebaliknya bila senyawa atau partikel memiliki ketebalan yang rendah

maka mudah ditembus oleh radiasi matahari, menyebabkan radiasi matahari yang sampai di permukaan bumi tinggi, sehingga nilai *actual albedo* menjadi rendah.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian menentukan variabilitas spasial albedo pada wilayah Bali menggunakan data satelit MODIS BRDF MCD43A1 tahun 2005 – 2012. Didapat bahwa variabilitas spasial variabilitas spasial rata – rata bulanan *actual albedo* tahun 2005 – 2012 memiliki nilai rata – rata bulanan *actual albedo* tertinggi yaitu pada bulan September – Oktober sedangkan yang memiliki nilai *actual albedo* terendah yaitu pada bulan Januari – Februari. Sedangkan variabilitas spasial rata – rata tahunan *actual albedo* tahun 2005 – 2012 didapat bahwa yang memiliki nilai rata – rata bulanan *actual albedo* tertinggi yaitu pada tahun 2008 dan terendah yaitu pada tahun 2010. Nilai variabilitas spasial rata – rata *actual albedo* tahun 2005 – 2012 bervariasi karena dipengaruhi beberapa faktor seperti: posisi permukaan bumi, bentuk permukaan bumi, warna permukaan dan ketebalan senyawa atau partikel di angkasa.

DAFTAR PUSTAKA

- Baret, F., Schaaf, C., Morisette, J., & Privette, J., 2005, *Report on the Second International Workshop on Albedo Product Validation. The Earth Observer*, 17 (3): 13-17.
- Budikova, D., 2010, *Albedo Land-Use & Land Cover Change*. Climate Adaptation Mitigation E-learning.
- Dobos, E., 2003, Albedo. *Encyclopedia of Soil Science*. University of Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, Hungary DOI: 10.1081/E-ESS 120014334
- Janjai, S., Watchara Wanvong, Jarungsaeng Laksanaboonsong, 2005, *The Determination of Surface Albedo of Thailand Using Satellite Data*. Thailand :Silpakorn University
- Nasir, A. A. dan Y. Koesmaryono, 1990, *Pengantar Ilmu Iklim Untuk Pertanian*, Pustaka Jaya, Bogor
- Pinty, B., Lattanzio, A., Martonchik, J.V., Verstraete, M.M., Gobron, N., Taberner, M., Widlowski, J.L., Dickinson, R.E. & Govaerts, Y., 2005, *Coupling Diffuse Sky Radiation and Surface Albedo*, *J. Atmos. Sci.*, 62, 2580-2591.
- Pinty, B., T. Lavergne, T. Kaminski, O. Aussedat, R. Giering, N. Gobron, M. Taberner, M. M. Verstraete, M. Voßbeck, and J.-L. Widlowski, 2008, Partitioning the Solar Radiant Fluxes in Forest Canopies in the Presence of Snow. *Journal of Geophysical Research*, 113:1 – 13.
- Purwadhi, S.H, 2001, *Interpretasi Citra Digital*, Jakarta: PT Grasindo
- Rechid D, Raddatz TJ dan Jacob D, 2007, *Parameterization of Snow-Free Land Surface Albedo as a Function of Vegetation Phenology Based on MODIS Data and Applied in Climate Modelling. Theor Appl Climatol*. DOI 10.1007/s00704-008-0003-y
- Schaaf Crystal, 2010, *MODIS BRDF/Albedo Product (MCD43) User's Guide*, Remote Sens. Environ
- Schaepman-Strub, G., Schaepman, M.E., Painter, T.H., Dangel, S. & Martonchik, J.V., 2006, *Reflectance quantities in optical remote sensing - definitions and case studies. Remote Sens. of Environ.*, 103, 27–42, doi:10.1016/j.rse.2006.03.002.

- Strahler, A. H., W. Lucht, C. B. Schaaf, T. Tsang, F. Gao, X. Li, J. P. Muller, P. Lewis, M. J. Barnsley et al., 1999, MODIS BRDF/albedo product: *Algorithm theoretical basis document, NASA EOS-MODIS Doc., V5.0, 53 pp.*, NASA. (URL: [http://modarch.gsfc.nasa.gov/MODIS/LAND/#albedo- BRDF](http://modarch.gsfc.nasa.gov/MODIS/LAND/#albedo-BRDF))
- Wen J, L Qinhuo, L Qiang, X Qing, dan L Xiaowen, 2009, *Parametrized BRDF for Atmospheric and Topographic Correction and Albedo Estimation in Jiangxi Rugged Terrain, China. International Journal of Remote Sensing.* 30(11): 2875 – 2896. DOI: 10.1080/01431160802558618. <http://www.tandf.co.uk/journals>
- <http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov/>
- [//www.google.com/earth/explore/products/plugin.html](http://www.google.com/earth/explore/products/plugin.html)