

PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DI PROVINSI BALI

ABD. RAHMAN AS-SYAKUR

*Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) Universitas Udayana
ar.assyakur@pplh.unud.ac.id*

ABSTRACT

Research on land use change is very important to do in this time, because the land use change has an impact on physical and social environment. The purpose of this research is to determine the land use change in Bali province using satellite imagery data and GIS. Methods of this research are comparing the two data distribution of land use in 2003 and 2008 obtained from interpretation of Landsat ETM+ (JICA, 2005) and ALOS/AVNIR-2. On-screen method is used to ALOS/AVNIR-2 image data interpretation. Land use has changed between 2003 and 2008. Settlements and irrigated ricefield is the most extensive land use changes, that are 2.553 ha and 2.553 ha. Whereas the salting land use has not changed. Spatial representation shows in the south and central part of Bali Province is the region that have most experienced changes. Denpasar city and Badung Regency is two administrative regions which have most extensive experience in land use change.

Keyword: land use change; ALOS/AVNIR-2; satellite data; Bali Province

ABSTRAK

Penelitian tentang perubahan penggunaan lahan sangat penting dilakukan untuk saat ini, karena perubahan penggunaan lahan memiliki dampak terhadap lingkungan fisik dan sosial. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan penggunaan lahan di Provinsi Bali dengan menggunakan data citra satelit dan SIG. Metode penelitian yang digunakan adalah membandingkan dua data sebaran penggunaan lahan tahun 2003 dan 2008 yang diperoleh dari interpretasi citra Landsat ETM+ (JICA, 2005) dan interpretasi citra ALOS/AVNIR-2. Interpretasi citra ALOS/AVNIR-2 dilakukan secara *on-screen*. Penggunaan lahan telah mengalami perubahan antara tahun 2003 dan 2008. Penggunaan lahan pemukiman dan sawah irigasi merupakan yang terluas mengalami perubahan yaitu seluas 2,553 ha dan 2,378 ha. Sedangkan penggunaan lahan penggaraman tidak mengalami perubahan. Gambaran spasial memperlihatkan bahwa wilayah selatan dan tengah Provinsi Bali merupakan wilayah yang paling banyak mengalami perubahan. Kota Denpasar dan Kabupaten Badung adalah dua wilayah administrasi yang paling luas mengalami perubahan penggunaan lahan.

Kata kunci: perubahan penggunaan lahan; ALOS/AVNIR-2; data satelit; Provinsi Bali

PENDAHULUAN

Penggunaan lahan merupakan hasil akhir dari setiap bentuk campur tangan kegiatan (intervensi) manusia terhadap lahan di permukaan bumi yang bersifat dinamis dan berfungsi untuk memenuhi kebutuhan hidup baik material maupun spiritual (Arsyad, 1989). Secara umum penggunaan lahan di Indonesia merupakan akibat nyata dari suatu proses yang lama dari adanya interaksi yang tetap, adanya keseimbangan, serta keadaan dinamis antara aktifitas-aktifitas penduduk diatas lahan dan keterbatasan-keterbatasan di dalam lingkungan tempat hidup (As-syakur dkk., 2010). Penggunaan lahan berkaitan erat dengan ketersediaan lahan dan air. Ketersediaan lahan dan air akan menentukan produktivitas sumberdaya yang mampu diproduksi, selain itu juga mampu memberikan data tentang potensi produksinya.

Interaksi antara dimensi ruang dan waktu dengan dimensi biofisik dan manusia mengakibatkan

terjadinya perubahan penggunaan lahan (Veldkamp and Verburg, 2004). Perubahan iklim, peningkatan jumlah penduduk, dan proses urbanisasi merupakan penyebab umum yang dianggap sebagai faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya perubahan penggunaan lahan (Wu *et al.*, 2008), akan tetapi kenyataannya perubahan penggunaan lahan tidak terjadi karena adanya faktor tunggal (Verburg and Veldkamp, 2001). Kompleksitas antara faktor-faktor fisik, biologi, sosial, politik, dan ekonomi yang terjadi dalam dimensi ruang dan waktu pada saat yang bersamaan merupakan penyebab utama proses perubahan penggunaan lahan (Wu *et al.*, 2008).

Perubahan penggunaan lahan adalah bertambahnya suatu penggunaan lahan dari satu sisi penggunaan ke penggunaan yang lainnya diikuti dengan berkurangnya tipe penggunaan lahan yang lain dari suatu waktu ke waktu berikutnya, atau berubahnya fungsi suatu lahan pada kurun waktu yang berbeda (Martin, 1993 dalam Wahyunto dkk., 2001). Perubahan penggunaan

lahan memiliki dampak potensial besar terhadap lingkungan fisik dan sosial. Perubahan penggunaan lahan dapat mempengaruhi sistem ekologi setempat diantaranya pencemaran air, polusi udara, perubahan iklim lokal (Mahmood, *et al.*, 2010; Coskun, *et al.*, 2008; Hu, *et al.*, 2008; Wu *et al.*, 2008; Kalnay and Cai, 2003), berkurangnya keanekaragaman hayati (Sandin, 2009), serta terjadinya fluktuasi pelepasan dan penyerapan CO₂ (Canadell, 2002).

Identifikasi perubahan penggunaan lahan pada suatu wilayah merupakan suatu proses mengidentifikasi perbedaan keberadaan suatu objek atau fenomena yang diamati pada waktu yang berbeda (As-syakur dkk., 2010).

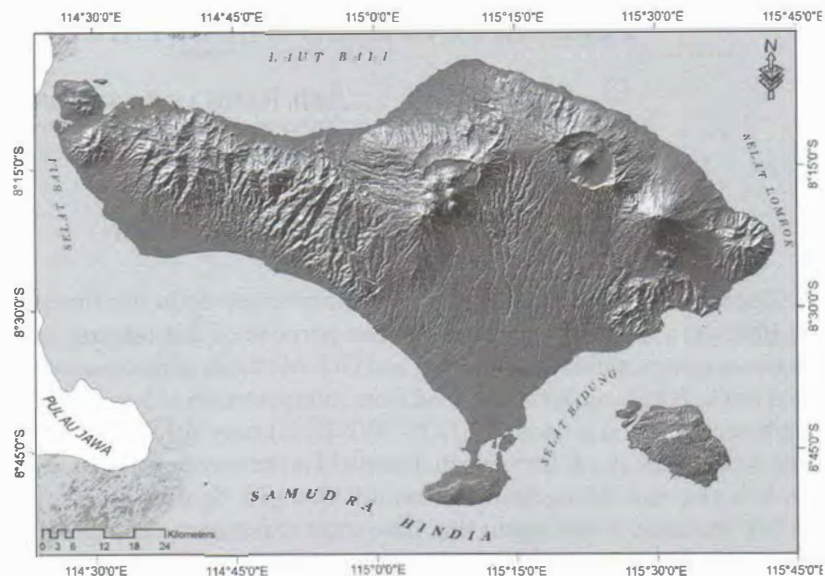
Identifikasi perubahan penggunaan lahan memerlukan suatu data spasial temporal. Data-data spasial tersebut bersumber dari hasil interpretasi citra satelit maupun dari instansi-instansi pemerintah dan dianalisis dengan menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografi). Pemanfaatan SIG dan data satelit merupakan suatu teknologi yang baik dalam mengelola data spasial-temporal perubahan penggunaan lahan. Mengetahui perubahan penggunaan lahan tidak hanya berguna untuk pengelolaan sumberdaya alam berkelanjutan, tetapi juga dapat dijadikan suatu informasi dalam merencanakan tata ruang di masa yang akan datang.

Provinsi Bali memiliki tingkat pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi yaitu sebesar 1,40% per tahun (BPS Bali, 2009). Keadaan ini mengakibatkan tekanan terhadap perubahan penggunaan lahan dari lahan non pemukiman menjadi lahan pemukiman menjadi tinggi. Penelitian sebelumnya pada beberapa DAS (Daerah Aliran Sungai) di Provinsi Bali menunjukkan adanya perubahan penggunaan lahan yang cukup tinggi seperti pada DAS Badung (As-syakur dkk., 2010) dan pada DAS Mesaam (Tosiani, 2010). Penelitian ini mencoba melengkapi beberapa penelitian tersebut untuk memberikan informasi perubahan penggunaan lahan yang mencakup wilayah seluruh Provinsi Bali. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan penggunaan lahan di Provinsi Bali dengan menggunakan data citra satelit dan SIG.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di Provinsi Bali yang terletak di antara 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 km² atau 563.666 ha. Provinsi Bali memiliki 9 Kabupaten/Kota dengan jum-



Gambar 1. Lokasi penelitian

lah penduduk pada tahun 2008 mencapai 3.372.880 jiwa (BPS Bali, 2009).

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 Merebuk. Rangkaian pegunungan ini menjadikan daerah bagian tengah menjadi daerah hulu sungai-sungai yang mengalir ke arah utara maupun selatan Provinsi Bali. Tipe iklim di Bali adalah bertipe iklim monsoon (Aldrian and Susanto, 2003; Daryono, 2004) 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).

Data dan analisis

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta penggunaan lahan Provinsi Bali skala 1:25.000 tahun 2003 yang merupakan hasil interpretasi citra Landsat ETM+ tahun 2003 oleh *Japan International Cooperation Agency* pada tahun 2005 (JICA, 2005). Sedangkan data penggunaan lahan tahun 2008 merupakan hasil interpretasi dari citra ALOS/AVNIR-2 dengan skala 1:25.000. Interpretasi penggunaan lahan dari citra ALOS/AVNIR-2 dilakukan secara on-screen terhadap penggunaan lahan dan selanjutnya dilakukan cek lapangan untuk membuktikan kebenaran hasil interpretasi citra. Citra ALOS/AVNIR-2 merekam lokasi penelitian pada tanggal 31 Mei 2007, 01 Desember 2007, 02 Juni 2008, dan 03 April 2009. ALOS/AVNIR-2 (*Advanced Land Observing Satellite/Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2*)

merupakan citra yang digunakan untuk mengobservasi daratan dan pantai khususnya untuk menghasilkan peta tutupan lahan dan peta penggunaan lahan dalam memonitoring perubahan lingkungan (JAXA, 2007). Citra satelit ALOS/AVNIR-2 memiliki resolusi spasial 10 m.

Terdapat dua tipe analisis dalam penelitian ini yaitu analisis perubahan penggunaan lahan untuk seluruh Provinsi Bali dan analisis perubahan penggunaan lahan untuk tiap-tiap kabupaten/kota di provinsi Bali. Luas perubahan penggunaan lahan antara tahun 2003 dan 2008 diperoleh dengan membandingkan luas-luas tipe lahan pada kedua data spasial tersebut. Sedangkan untuk memperoleh luas tipe-tipe penggunaan lahan per kabupaten/kota dilakukan dengan cara memotong data spasial penggunaan lahan pada tiap tahun pengamatan dengan batas administrasi kabupaten/kota Provinsi Bali. Proses interpretasi penggunaan lahan dan analisis spasial terhadap data penggunaan lahan menggunakan perangkat lunak ArcView 3.3 dengan bantuan *extensions Image Analys* sedangkan analisis data atribut menggunakan perangkat lunak *Microsoft Office Excel 2003*.

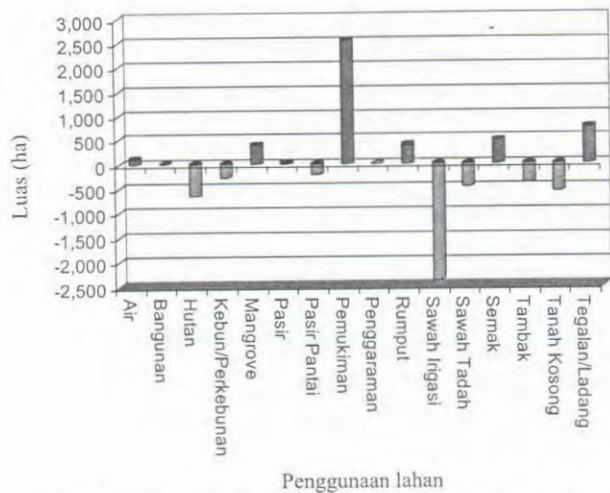
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan hasil analisis data penggunaan lahan dari data citra satelit terlihat bahwa tipe penggunaan lahan yang paling besar perubahannya dari tahun 2003 sampai 2008 di Provinsi Bali adalah tipe penggunaan lahan pemukiman yang bertambah sebesar 2,553 ha dan diikuti oleh tipe penggunaan lahan sawah irigasi yang berkurang sebesar 2,378 ha. Sedangkan tipe penggunaan lahan penggaraman tidak mengalami perubahan dalam kurun waktu tersebut. Keseluruhan luasan perubahan penggunaan lahan di Provinsi Bali baik yang berkurang maupun yang bertambah adalah 9.679,57 ha. Gambaran perubahan tipe-tipe penggunaan lahan di Provinsi Bali dapat dilihat pada Table 1 dan Gambar 2.

Secara spasial, perubahan penggunaan lahan di Provinsi Bali sebagian besar terjadi di bagian selatan dan tengah. Di bagian selatan, perubahan yang terjadi adalah bertambahnya areal pemukiman yang diikuti dengan berkurangnya areal sawah irigasi. Selain itu dibagian selatan juga terjadi penambahan areal penggunaan lahan mangrove yang menggantikan penggunaan lahan tambak dan rumput. Di bagian tengah Provinsi Bali terjadi perubahan penggunaan lahan tipe hutan menjadi kebun/perkebunan dan perubahan lahan kosong menjadi penggunaan lahan rumput. Peta penggunaan lahan Provinsi Bali tahun 2003 dan 2008 dapat dilihat pada lampiran 1 dan 2.

Analisis perubahan penggunaan lahan berdasarkan wilayah administrasi menunjukkan bahwa Kota Den-



Gambar 2. Grafik perubahan penggunaan lahan di Provinsi Bali

Table 1. Luasan tipe-tipe penggunaan lahan pada tahun 2003 dan 2008 serta perubahannya di Provinsi Bali

Tipe Penggunaan Lahan	Luas (ha)		
	Tahun 2003	Tahun 2008	Perubahan
Tubuh Air	3.935,53	4.052,87	117,35
Bangunan	200,51	209,06	8,55
Hutan	91.033,24	90.382,27	-650,96
Kebun/Perkebunan	172.652,20	172.385,42	-266,78
Mangrove	1.193,62	1.596,57	402,95
Pasir	357,65	403,35	45,70
Pasir Pantai	8.632,22	8.429,55	-202,67
Pemukiman	54.971,35	57.524,50	2.553,15
Penggaraman	209,90	209,90	0,00
Rumput	16.125,72	16.512,47	386,75
Sawah Irigasi	77.692,15	75.314,22	-2377,94
Sawah Tadah Hujan	26.648,94	26.187,83	-461,11
Semak	33.215,01	33.698,63	483,62
Tambak	1.289,64	893,10	-396,55
Tanah Kosong	2.650,05	2.083,61	-566,44
Tegalan/Ladang	77.361,83	78.120,89	759,06

pasar mengalami perubahan yang paling besar yaitu seluas 3.385,81 ha sedangkan yang terkecil adalah kabupaten Karangasem yaitu sebesar 1,15 ha. Perubahan penggunaan lahan mencakup penambahan tipe lahan atau berkurangnya tipe lahan. Penambahan luas lahan pemukiman dan pengurangan luas lahan sawah irigasi merupakan yang terluas di Kota Denpasar yaitu 907,89 ha dan -824,16 ha. Akan tetapi, Kabupaten Badung merupakan wilayah administrasi terluas yang mengalami perubahan lahan dari lahan non pemukiman menjadi lahan pemukiman yaitu seluas 1.054,29 ha. Lahan non pemukiman yang berubah akibat bertambahnya lahan pemukiman di Kabupaten Badung adalah sawah irigasi yang berkurang seluas 743,66 ha, tegalan/ladang yang berkurang seluas 152,65 ha, dan semak seluas 101,77 ha. Di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung juga terjadi penambahan luas hutan mangrove dimana luas Mangrove di Denpasar bertambah seluas 285,69 ha dan di Kabupaten Badung bertambah seluas 127,10 ha.

Di Bagian selatan Provinsi Bali, selain Kota Den-

pasar dan Kabupaten Badung, perubahan penggunaan lahan juga terjadi di Kabupaten Jembrana, Tabanan, Gianyar, Bangli, Klungkung, dan Karangasem. Di Kabupaten Jembrana terjadi perubahan luas lahan untuk tipe Hutan yaitu berkurang seluas 661,23 ha. Hutan-hutan tersebut berubah menjadi Semak dan juga kebun/perkebunan. Akan tetapi di Kabupaten Tabanan terjadi penambahan luas tipe penggunaan lahan Hutan seluas 293,35 ha yang berkebalikan pada berkurangnya luas areal kebun perkebunan. Secara lengkap luas-luas tipe penggunaan lahan dan perubahan dari tahun 2003 sampai 2008 untuk masing-masing kabupaten/kota disajikan pada lampiran 3.

Pembahasan

Perubahan luas lahan di Provinsi Bali sebagian besar terjadi akibat peningkatan jumlah penduduk dan juga akibat terjadinya peningkatan pertumbuhan ekonomi. Berdasarkan data BPS (Badan Pusat Statistik) Provinsi Bali, jumlah penduduk Provinsi Bali bertambah sebanyak 270.823 orang selama tahun 2003 sampai 2008. Selain itu pada rentang tahun yang sama pertumbuhan ekonomi Provinsi Bali juga terus mengalami peningkatan dimana rata-rata pertumbuhan dalam 5 tahun terakhir mencapai 5,47% per tahun (BPS Bali, 2003; BPS Bali, 2009).

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dari usaha-usaha yang mendukung terjadinya perubahan penggunaan lahan seperti Pariwisata dan jasa meningkat secara drastis selama rentang waktu tahun 2004 sampai 2008. PDRB Industri pariwisata meningkat 71,45% pada tahun 2008 bila dibandingkan dengan PDRB pariwisata tahun 2004. Sedangkan usaha jasa-jasa meningkat 59,16% pada tahun 2008 bila dibandingkan dengan PDRB jasa-jasa tahun 2004. Peningkatan ini memungkinkan terjadinya penambahan bangunan-bangunan atau gedung-gedung yang membutuhkan lahan yang cukup luas sehingga mengakibatkan terjadinya perubahan tipe penggunaan lahan. Hubungan antara peningkatan jumlah penduduk dan PDRB wilayah dengan perubahan penggunaan lahan juga dikemukakan oleh Wu *et al.* (2008) di wilayah DAS Yangtze, Cina.

Pertumbuhan ekonomi Provinsi Bali sebagian besar disumbangkan oleh daerah-daerah Selatan Provinsi Bali, hal inilah yang menyebabkan daerah selatan Provinsi Bali mengalami perubahan tipe lahan yang lebih besar dibandingkan dengan daerah Utara Provinsi Bali. Secara umum, peningkatan jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi tidak sepenuhnya dapat menggambarkan faktor-faktor penyebab perubahan penggunaan lahan. Akan tetapi, seiring dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk dan pendapatan penduduk, maka usaha konversi lahan dari lahan non pemukiman menjadi lahan pemukiman akan semakin tinggi. Kondisi ini mengakibatkan lahan-lahan

yang baik untuk pemukiman seperti lahan sawah akan semakin berkurang. Lahan sawah merupakan lahan yang sangat potensial bagi pemukiman. Lahan sawah biasanya merupakan lahan-lahan yang datar, memiliki kapasitas air tanah dan air permukaan yang besar serta memiliki aksesibilitas yang sangat baik. Dimana hal ini merupakan suatu kondisi yang sangat baik juga bagi lokasi pemukiman.

Perubahan penggunaan lahan mengakibatkan dampak yang baik dan buruk bagi lingkungan. Walaupun belum ada penelitian yang menghubungkan kerusakan lingkungan dengan perubahan penggunaan lahan di Provinsi Bali, akan tetapi bisa diasumsikan bahwa terjadinya status defisit daya dukung lahan dan air Provinsi Bali (Bappeda Bali dan PPLH UNUD, 2009) terjadi akibat perubahan penggunaan lahan. Terciptanya lahan dan sungai kritis yang mencapai 138.910 ha (Bappeda Bali, 2005) dan 34 buah sungai (Adnyana, 2009) di Provinsi Bali juga bisa dikarenakan oleh kerusakan lahan akibat perubahan penggunaan lahan. Menurut Lambin *et al.* (2003) salah satu efek perubahan penggunaan lahan di daerah tropis adalah terjadinya kerusakan lahan.

Bila melihat keadaan tersebut, informasi tentang penyebab dan efek perubahan penggunaan lahan juga merupakan sesuatu yang penting selain informasi luasan perubahan penggunaan lahan. Menurut Verburg and Veldkamp (2001), pengendalian perubahan penggunaan lahan dapat dilakukan bila diketahui pengendali-pengendali dan pola perubahan penggunaan lahan. Karena kompleksnya faktor pengendali, pola, dan akibat dari perubahan penggunaan lahan, maka studi tentang perubahan penggunaan lahan di Provinsi Bali dimasa mendatang harus dilakukan oleh berbagai disiplin ilmu dengan menggabungkan metode-metode fisik dan sosial dalam analisisnya. Dimana hubungan antara efek, penyebab, dan perubahan penggunaan lahan belum dimiliki oleh Provinsi Bali.

SIMPULAN

Analisis terhadap data citra satelit dengan SIG untuk mendapatkan data penggunaan lahan dan perubahannya menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan tipe penggunaan lahan di Provinsi Bali antara tahun 2003 dan 2008. Penggunaan lahan pemukiman dan sawah irigasi merupakan tipe penggunaan lahan terluas yang mengalami perubahan yaitu seluas 2,553 ha dan 2,378 ha. Sedangkan tipe penggunaan lahan penggarapan tidak mengalami perubahan. Gambaran spasial memperlihatkan bahwa wilayah selatan dan tengah Provinsi Bali merupakan wilayah yang paling banyak mengalami perubahan.

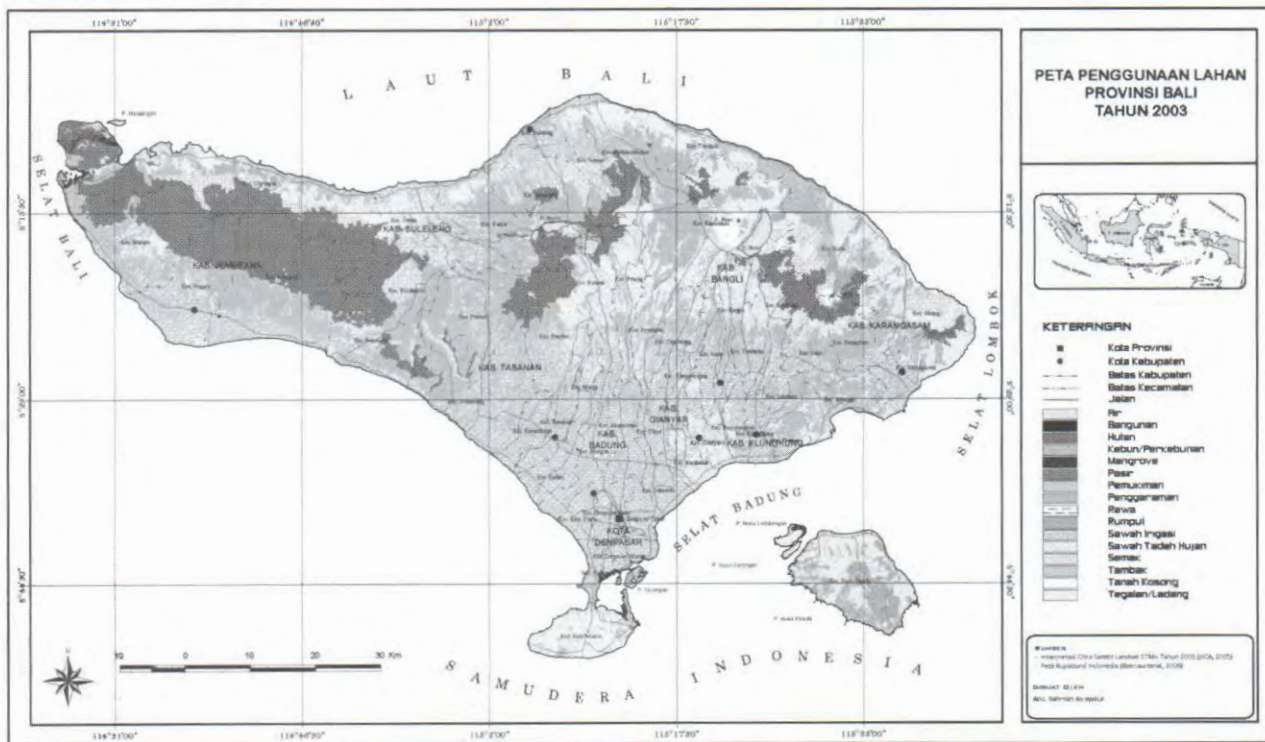
Kota Denpasar merupakan wilayah administrasi yang paling luas mengalami konversi penggunaan lahan, baik berupa penambahan maupun pengurangan

tipe penggunaan lahan yaitu seluas 3.385,81 ha. Di Kota Denpasar, penggunaan lahan pemukiman merupakan yang yang terluas mengalami perubahan penambahan yaitu seluas 907,89 ha sedangkan sawah irigasi adalah yang terluas mengalami pengurangan yaitu seluas 824,16 ha. Akan tetapi, Kabupaten Badung merupakan wilayah administrasi terluas yang mengalami perubahan lahan dari lahan non pemukiman menjadi lahan pemukiman yaitu seluas 1.054,29 ha. Di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung juga terjadi penambahan luas hutan mangrove dimana luas Mangrove di Denpasar bertambah seluas 285,69 ha dan di Kabupaten Badung bertambah seluas 127,10 ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, I.W.S. 2009. *Peranan Konservasi Tanah dan Air Pada Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Orasi Ilmiah. Pidato Pengukuhan Guru Besar Tetap dalam Bidang Konservasi Tanah dan Air pada Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Denpasar.
- 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
- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*, IPB Press, Bogor.
- As-syakur, A.R., I.W. Suarna, I.W.S. Adnyana, I.W. Rusna, I.A.A. Laksmiwati, dan I.W. Diara. 2010. "Studi Perubahan Penggunaan Lahan Di DAS Badung". *Jurnal Bumi Lestari*, 10(2): pp. 200-207.
- Bappeda Bali. 2005. *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Sumberdaya Alam dan Lingkungan Hidup Provinsi Bali Tahun 2006 – 2010*. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Provinsi Bali. Denpasar.
- Bappeda Bali dan PPLH UNUD. 2009. *Daya Dukung Lingkungan Provinsi Bali*. Laporan Penelitian. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Provinsi Bali dan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Lembaga Penelitian Universitas Udayana. Denpasar.
- BPS Bali. 2003. *Bali dalam Angka 2003*. Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. Denpasar.
- BPS Bali. 2009. *Bali dalam Angka 2009*. Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. Denpasar.
- Canadell, J.G. 2002. "Land use effects on terrestrial carbon sources and sinks". *Science in China (Series C)*, 45: 1-9.
- Coskun, H.G., U. Alganci, and G. Usta. 2008. "Analysis of Land Use Change and Urbanization in the Kucukcekmece Water Basin (Istanbul, Turkey) with Temporal Satellite Data using Remote Sensing and GIS". *Sensors*, 8: 7213-7223
- Daryono. 2004. "Iklim Bali Ditinjau dari Peta Isohyets Normal Curah Hujan". *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 9: pp. 14-19.
- Hu, D., G. Yang, Q. Wu, H. Li, X. Liu, X. Niu, Z. Wang, and Q. Wang. 2008. "Analyzing Land Use Changes in the Metropolitan Jilin City of Northeastern China Using Remote Sensing and GIS". *Sensors*, 8: 5449-5465
- JAXA. 2007. *ALOS; User Handbook*. Earth Observation Research Center. Japan Aerospace Exploration Agency. Japan.
- JICA. 2005. *The Comprehensive Study On Water Resources Development and Management In Bali Province, In The Republic of Indonesia*. Japan International Cooperation Agency – Directorate General of Water Resources Ministry of Public Works.
- Kalnay, E., and M. Cai. 2003. "Impact of urbanization and land-use change on climate". *Nature*, 423: pp. 528-531.
- Lambin, E.F., H.J. Geist, and E. Lepers. 2003. "Dynamics of Land-Use and Land-Cover Change in Tropical Regions". *Annual Review of Environment and Resources*, 28: pp. 205–241.
- Mahmood, R., R.A. Pielke Sr., K.G. Hubbard, D. Niyogi, G. Bonan, P. Lawrence, B. Baker, R. McNider, C. McAlpine, A. Etter, S. Gameda, B. Qian, A. Carleton, A. Beltran-Przekurat, T. Chase, A.I. Quintanar, J.O. Adegoke, S. Vezhapparambu, G. Conner, S. Asefi, E. Sertel, D.R. Legates, Y. Wu, R. Hale, O.W. Frauenfeld, A. Watts, M. Shepherd, C. Mitra, V.G. Anantharaj, S. Fall, R. Lund, A. Treviño, P. Blanken, J. Du, H. Chang, R. Leeper, U.S. Nair, S. Dobler, R. Deo, and J. Syktus. 2010. "Impacts of Land Use Land Cover Change on Climate and Future Research Priorities". *Bulletin of the American Meteorological Society*, 91. pp. 37-46.
- Tosiani, A. 2010. "Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Erosi Tanah Di Sub DAS Mesaam, Provinsi Bali". <http://www.baligreen.org/dampak-perubahan-penggunaan-lahan-terhadap-erosi-tanah.html>. diakses tanggal 11 Februari 2011.
- Sandin, L. 2009. "The relationship between land-use, hydromorphology and river biota at different spatial and temporal scales: a synthesis of seven case studies". *Fundamental and Applied Limnology*. Vol. 174/1: 1–5.
- Veldkamp, A., and P. H. Verburg. 2004. "Modelling land use change and environmental impact: Introduction to the special issue." *Journal of Environmental Management*. 72(1-2). pp. 1-3.
- Verburg, P.H., and A. Veldkamp. 2001. "The role of spatially explicit models in land-use change research: a case study for cropping patterns in China". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 85: pp. 177-190.
- Wahyunto, M.Z. Abidin, A. Priyono, dan Sunaryo. 2001. "Studi Perubahan Penggunaan Lahan Di Sub DAS Citarik, Jawa Barat dan DAS Kaligarang, Jawa Tengah". *Prosiding Seminar Nasional Multifungsi Lahan Sawah*. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Wu, X., Z. Shen, R. Liu, and X. Ding. 2008. "Land Use/Cover Dynamics in Response to Changes in Environmental and Socio-Political Forces in the Upper Reaches of the Yangtze River, China". *Sensors*, 8: pp. 8104-8122.

Lampiran 1. Peta Penggunaan Lahan Provinsi Bali tahun 2008



Lampiran 2. Peta Penggunaan Lahan Provinsi Bali tahun 2003



Lampiran 3. Luasan tipe-tipe penggunaan lahan pada tahun 2003 dan 2008 serta perubahannya pada masing-masing kabupaten/kota di Provinsi Bali

Kabupaten/ Kota	Tipe Penggunaan lahan	Luas (ha)			
		Tahun 2003	Tahun 2008	Perubahan	
Denpasar	Tubuh Air	34,33	186,23	151,90	
	Bangunan	95,00	94,45	-0,55	
	Kebun/Perkebunan	660,89	645,98	-14,91	
	Mangrove	315,90	601,58	285,69	
	Pasir	39,10	39,10	0,00	
	Pasir Pantai	1793,51	1559,81	-233,70	
	Pemukiman	5684,73	6592,62	907,89	
	Rumput	538,84	263,05	-275,79	
	Sawah Irigasi	4670,33	3846,17	-824,16	
	Semak	29,90	6,63	-23,27	
	Tambak	394,14	54,16	-339,97	
	Tanah Kosong	10,65	328,85	318,20	
	Tegalan/Ladang	101,75	91,95	-9,80	
Badung	Tubuh Air	67,19	66,80	-0,39	
	Bangunan	65,12	66,05	0,93	
	Hutan	968,79	990,06	21,27	
	Kebun/Perkebunan	6719,99	6604,73	-115,26	
	Mangrove	398,82	525,92	127,10	
	Pasir	211,90	211,44	-0,46	
	Pasir Pantai	2361,11	2425,18	64,07	
	Pemukiman	7298,62	8352,90	1054,29	
	Rumput	357,91	316,70	-41,21	
	Sawah Irigasi	11387,07	10643,40	-743,66	
	Sawah Tadah Hujan	1433,70	1433,70	0,00	
	Semak	1340,05	1238,29	-101,77	
	Tambak	37,69	3,20	-34,50	
Tanah Kosong	36,39	36,39	0,00		
Tegalan/Ladang	9203,12	9050,47	-152,65		
Tabanan	Tubuh Air	624,75	624,75	0,00	
	Bangunan	7,82	7,82	0,00	
	Hutan	8731,05	9024,40	293,35	
	Kebun/Perkebunan	35691,35	35203,29	-488,05	
	Pasir	2,99	2,99	0,00	
	Pasir Pantai	382,13	383,81	1,68	
	Pemukiman	6813,27	6929,25	115,98	
	Rumput	47,48	46,38	-1,10	
	Sawah Irigasi	22758,16	22350,20	-407,96	
	Sawah Tadah Hujan	5736,38	5478,74	-257,63	
	Semak	2245,38	2403,80	158,41	
	Tanah Kosong	0,19	0,19	0,00	
	Tegalan/Ladang	2473,09	3068,12	595,03	
Jembrana	Tubuh Air	444,13	450,35	6,22	
	Bangunan	5,91	11,50	5,58	
	Hutan	36587,27	35926,04	-661,23	
	Kebun/Perkebunan	26935,19	27030,31	95,12	
	Mangrove	152,24	152,14	-0,09	
	Pasir	18,94	67,24	48,30	
	Pasir Pantai	1254,99	1221,70	-33,29	
	Pemukiman	6898,96	6956,59	57,63	
	Rumput	187,92	164,43	-23,49	
	Sawah Irigasi	7076,55	7078,47	1,93	
	Sawah Tadah Hujan	1800,63	1812,81	12,18	
	Semak	2627,95	2961,09	333,14	
	Tambak	556,78	528,73	-28,04	
Tegalan/Ladang	1955,30	2150,05	194,74		
Buleleng	Tubuh Air	820,60	780,44	-40,16	
	Bangunan	14,57	14,57	0,00	
	Hutan	33022,27	32717,91	-304,35	
	Kebun/Perkebunan	42339,90	42603,60	263,70	
	Mangrove	319,30	319,39	0,09	
	Pasir	48,35	46,21	-2,15	
	Pasir Pantai	1184,90	1183,25	-1,65	
	Pemukiman	7668,75	7746,08	77,33	
	Penggaraman	202,80	202,80	0,00	
	Rumput	2436,39	2517,56	81,18	
	Sawah Irigasi	7801,55	7598,48	-203,07	
	Sawah Tadah Hujan	5323,18	5154,63	-168,55	
	Semak	14303,12	14366,51	63,39	
Tambak	301,04	307,01	5,97		
Tegalan/Ladang	17879,27	18115,57	236,31		
Bangli	Tubuh Air	1651,32	1651,32	0,00	
	Bangunan	0,23	0,23	0,00	
	Hutan	2906,52	2906,52	0,00	
	Kebun/Perkebunan	19919,67	19919,67	0,00	
	Pemukiman	4430,79	4441,52	10,73	
	Rumput	565,75	1437,97	872,22	
	Sawah Irigasi	2525,53	2525,53	0,00	
	Sawah Tadah Hujan	713,92	713,92	0,00	
	Semak	4271,80	4325,52	53,72	
	Tanah Kosong	1820,17	935,54	-884,64	
	Tegalan/Ladang	14261,70	14209,66	-52,04	
	Klungkung	Tubuh Air	74,72	74,72	0,00
		Bangunan	0,58	0,58	0,00
Kebun/Perkebunan		3749,85	3746,31	-3,54	
Mangrove		7,37	7,37	0,00	
Pasir Pantai		1271,39	1272,29	0,90	
Pemukiman		2203,00	2319,01	116,02	
Rumput		8285,49	8268,36	-17,13	
Sawah Irigasi		4079,26	4023,06	-56,20	
Sawah Tadah Hujan		1764,59	1755,97	-8,62	
Semak		630,55	630,55	0,00	
Tanah Kosong		3,89	3,89	0,00	
Tegalan/Ladang		10448,32	10417,79	-30,53	
Gianyar		Tubuh Air	2,02	2,02	0,00
	Bangunan	9,09	11,68	2,59	
	Kebun/Perkebunan	9538,16	9533,74	-4,42	
	Pasir	29,28	29,28	0,00	
	Pasir Pantai	337,56	336,88	-0,68	
	Pemukiman	7347,19	7482,92	135,73	
	Penggaraman	7,09	7,09	0,00	
	Rumput	12,78	12,78	0,00	
	Sawah Irigasi	9116,84	9021,46	-95,38	
	Sawah Tadah Hujan	7138,26	7099,78	-38,48	
	Semak	351,19	351,19	0,00	
	Tegalan/Ladang	2912,75	2912,75	0,00	
	Karangasem	Tubuh Air	216,47	216,25	-0,22
Bangunan		2,20	2,20	0,00	
Hutan		8817,34	8817,34	0,00	
Kebun/Perkebunan		27097,21	27096,86	-0,35	
Pasir		7,10	7,10	0,00	
Pasir Pantai		46,63	46,63	0,00	
Pemukiman		6626,04	6626,62	0,58	
Rumput		3693,17	3693,17	0,00	
Sawah Irigasi		8276,88	8276,88	0,00	
Sawah Tadah Hujan		2738,29	2738,29	0,00	
Semak		7415,06	7415,06	0,00	
Tanah Kosong		778,75	778,75	0,00	
Tegalan/Ladang		18126,53	18126,53	0,00	