

# Dinamika perubahan penggunaan lahan, penutupan lahan terhadap hilangnya biodiversitas di DAS Tallo, Sulawesi Selatan

## Dynamics of changes in land use, land cover concerning to potential loss of biodiversity in the downstream of Tallo watershed, South Sulawesi

SURNI<sup>1,\*</sup>, SUMBANGAN BAJA<sup>2</sup>, USMAN ARSYAD<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Puslitbang Wilayah Tata Ruang dan Informasi Spasial, Universitas Hasanuddin, Makassar. Jl. Perintis Kemerdekaan km 10 Makassar 92045, Sulawesi Selatan. Tel./Fax. +62-411-587032. \*email: surni.saja@gmail.com

<sup>2</sup>Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar 90245, Sulawesi Selatan

<sup>3</sup>Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar 90245, Sulawesi Selatan

Manuskrip diterima: 20 Februari 2015. Revisi disetujui: 28 Mei 2015.

**Abstrak.** Surni, Baja S, Arsyad I. 2015. *Dinamika perubahan penggunaan lahan, penutupan lahan terhadap hilangnya biodiversitas di DAS Tallo, Sulawesi Selatan. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1050-1055.* Penelitian analisis spasial dan temporal perubahan penggunaan lahan, penutupan lahan terhadap potensi hilangnya biodiversitas di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo ini, dilakukan dengan membandingkan klasifikasi citra satelit tahun 1997, 2009 dan 2012 dengan analisis GIS dalam periode yang telah ditentukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui luasan perubahan penggunaan lahan terhadap potensi berkurangnya biodiversitas di hilir sungai Tallo serta menyusun arahan pemanfaatan ruang di hilir DAS Tallo. Hasil analisis menunjukkan kebun mengalami penurunan luasan 2009,34 ha tahun 1997 menjadi 1746,76 ha pada tahun 2009, dan permukiman mengalami penambahan luas dari 6138,10 ha pada tahun 1997 menjadi 6400,68 ha pada tahun 2009. Dalam kurun waktu 12 tahun terjadi penurunan penggunaan lahan kebun seluas 262,58 Ha dan terjadi penambahan luas areal permukiman sebesar 262,58. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi konversi lahan hijau menjadi lahan terbangun. Secara umum perubahan penggunaan, tutupan lahan di hilir DAS Tallo mengalami perubahan dari penggunaan lahan, tutupan lahan hijau menjadi permukiman. Untuk meminimalisir berkurangnya biodiversitas di hilir DAS Tallo karena kegiatan konversi lahan menjadi permukiman maka perlu dilakukan kegiatan konservasi pada lahan tegalan/ladang serta tanah terbuka, meningkatkan areal tutupan pada kawasan permukiman dengan spesies endemik Sulawesi.

**Kata kunci:** Penggunaan lahan, penutupan lahan, biodiversity, DAS Tallo

**Abstract.** Surni, Baja S, Arsyad I. 2015. *Dynamics of changes in land use, land cover to potential loss of biodiversity in the watershed of Tallo, South Sulawesi. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1050-1055.* Research analysis of spatial and temporal changes in land use, land cover concerning to potential loss of biodiversity in the Tallo Watershed, conducted through comparing the classified satellite images in 1997, 2009 and 2012 with GIS analysis in a period that has been specified. This study aimed to determine the extent of changing land use concerning to biodiversity potential reduction in downstream of Tallo watershed and promote the use of space in the downstream direction of Tallo watershed. The analysis showed that farming area, 2009.34 ha, in 1997 decreased to 1746.76 ha in 2009 and the settlement area, 6138.10 ha, in 1997 increased to 6400.68 ha in 2009. Within these 12 years, 262.58 ha of the farming area has been declined and 262.58 ha of settlement area has been extended which enhances the conversion of green land into a residential area. Indeed, changes in land use, land cover in the downstream of Tallo watershed has been occurred due to the decline of land use, expansion of green land conversion to settlement area. To minimize the reduction of biodiversity in the downstream of Tallo watershed, conversion of green land to settlement area should be conducted on dry land and open land, conservation of existing green land, recast the residential area with endemic species of Sulawesi.

**Keywords:** Landuse, land cover, biodiversity, watershed of Tallo

### PENDAHULUAN

Meningkatnya laju pembangunan di dorong oleh semakin meningkatnya pertambahan penduduk di kawasan perkotaan. Hal ini berdampak pada semakin meningkatnya tingkat kebutuhan lahan sehingga terjadi konversi lahan. Kegiatan konversi ini menyebabkan pengrusakan habitat, fragmentasi, pergantian spesies yang sensitif terhadap spesies migrasi, dan degradasi habitat akuatik. Jika hal ini terus berlangsung maka keanekaragaman hayati terancam

punah. Kemerosotan keanekaragaman hayati adalah susutnya keanekaragaman hayati dalam luasan, kondisi atau produktivitas yang berkelanjutan dari ekosistem dan susutnya jumlah, distribusi atau pemanfaatan berkelanjutan dari populasi jenis dan kepunahannya. Pengelolaan lahan berpengaruh terhadap kebutuhan keanekaragaman hayati (Mahdi 2008).

Beberapa kajian yang telah dilakukan menunjukkan perubahan penggunaan lahan-penutupan lahan merupakan hal penting penyebab hilangnya biodiversitas (Scanlon et

al. 2005; Alessandra et al. 2007; Milanova dan Natalya 2007; Matsa dan Muringaniza 2011; Yadav et al. 2012). Penggunaan lahan berkaitan dengan aktivitas manusia yang secara langsung berhubungan dengan lahan dimana terjadi penggunaan dan pemanfaatan lahan, sumberdaya yang ada serta menyebabkan dampak pada lahan sedangkan penutupan lahan berhubungan dengan vegetasi (alami atau ditanam) atau konstruksi oleh manusia yang menutupi permukaan tanah (Baja 2012).

Hilangnya habitat merupakan salah satu faktor penting penyebab terjadinya krisis global biodiversity (Sala et al. 2000). Perubahan penggunaan lahan-penutupan lahan dan hubungan hilangnya habitat merupakan sebuah konsekuensi dari proses alamiah dan kegiatan manusia. Beberapa studi mengindikasikan rata-rata tingginya perubahan penggunaan lahan-tutupan lahan sejak tahun 1970an berhubungan dengan tingginya rata-rata pertambahan populasi manusia, intensifikasi penggunaan lahan dan hilangnya habitat alami. (Alessandra et al. 2007).

Kajian keruangan di kawasan mamminasata yang dilakukan oleh Baja et al. 2013 menunjukkan prediksi penggunaan lahan untuk tahun 2029 berbasis Cellular Automata-Markov yang cenderung besar adalah dari pertanian lahan kering kelahan terbangun. Lebih lanjut Baja (2013), menegaskan bahwa secara substansial telah terjadi peningkatan luas areal perumahan diikuti dengan penurunan kualitas lahan pertanian pada kawasan Mamminasata.

Informasi sumberdaya alam mempunyai arti sangat penting bagi suatu daerah dalam membuat perencanaan wilayah yang benar dan tepat. Inventarisasi sumber daya alam diperlukan guna merencanakan wilayah yang tepat, utamanya inventarisasi sumber daya pada kawasan DAS, dimana ekosistem DAS terdiri dari komponen-komponen yang saling mempengaruhi. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 37 tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang dimaksud dengan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Penelitian ini difokuskan pada wilayah administrasi Kota Makassar yang merupakan pintu gerbang perdagangan di wilayah timur Indonesia dengan pertumbuhan pembangunan dan ekonomi cukup pesat. Pertumbuhan pembangunan dan ekonomi mendorong tingginya tingkat konversi lahan yang berpotensi menyebabkan hilangnya biodiversitas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui luasan perubahan penggunaan lahan terhadap potensi berkurangnya biodiversitas di hilir sungai Tallo serta menyusun arahan pemanfaatan ruang di hilir DAS Tallo.

## BAHAN DAN METODE

### Area kajian

Penelitian tentang dinamika perubahan lahan-penutupan lahan terhadap hilangnya biodiversitas di DAS Tallo dilakukan dengan menggunakan kajian berbasis spasial. Secara geografis DAS Tallo terletak pada 119° 25' 00''- 119° 47' 00'' BT dan 05° 03' 00''- 05° 18' 00'' LS. Secara administratif meliputi Kabupaten Maros, Kabupaten Gowa dan Kota Makassar dengan luas wilayah mencapai ± 43.000 Hektar. Berdasarkan persentase luas DAS Tallo menunjukkan bahwa luas Kota Makassar yaitu 14.380 ha atau sekitar 33,44% dari luas keseluruhan, sedangkan Kabupaten Gowa yaitu 23.527 ha atau sekitar 54,72% dari luas keseluruhan. Sedangkan luas Kabupaten Maros yang masuk kedalam wilayah DAS Tallo yaitu 5.090 ha atau hanya sekitar 11,84% dari luas keseluruhan. Area kajian pada penelitian ini difokuskan pada wilayah administrasi Kota Makassar.

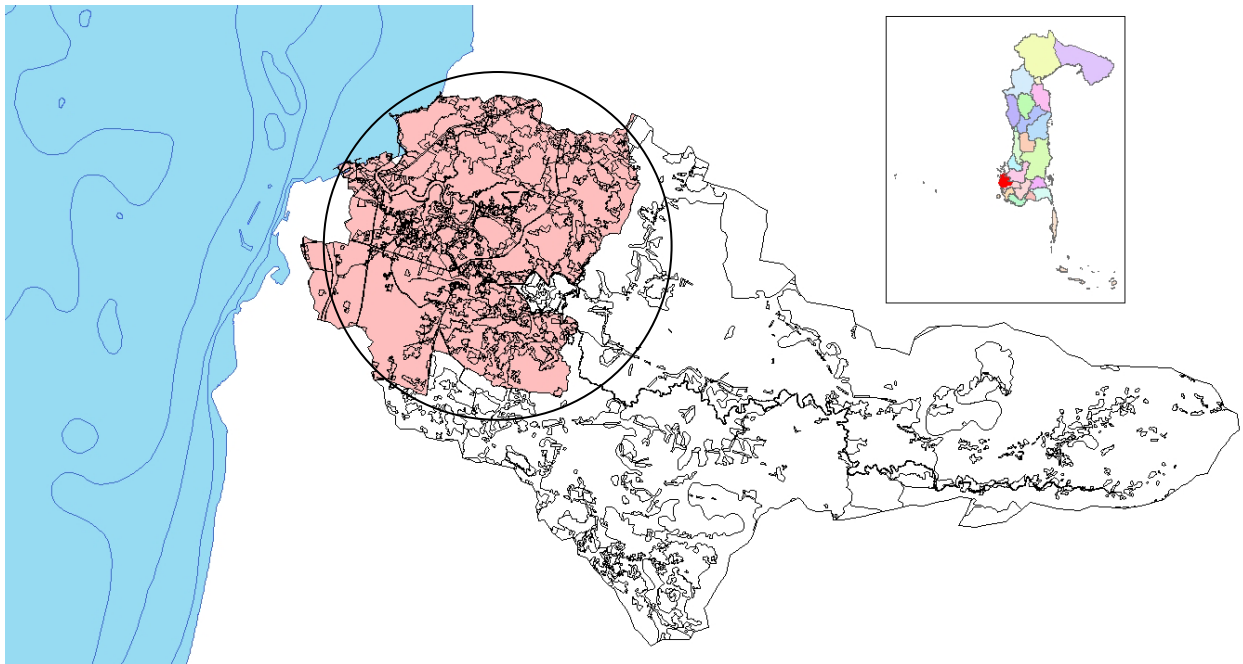
### Cara kerja

Perubahan penggunaan lahan dan penutupan lahan yang akan dianalisis pada penelitian ini yaitu perubahan penggunaan lahan tahun 1997, 2009 dan tutupan lahan tahun 2012. Data geospasial perubahan penggunaan lahan tahun 1997 dan 2009 diperoleh dari Balai Kehutanan Makassar sedangkan data geospasial tutupan lahan tahun 2012 diperoleh dari Kementerian Lingkungan Hidup Makassar bekerjasama dengan Puslitbang Wilayah Tata Ruang dan Informasi Spasial Universitas Hasanuddin Makassar dan dari Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan. Data yang diperoleh memiliki skala yang berbeda yakni data penggunaan lahan tahun 1997 dan 2009 dari Balai Lahan dan Kehutanan Indonesia dengan skala 1:250.000, data tutupan lahan tahun 2012 dari Kementerian Lingkungan Hidup bekerjasama dengan Puslitbang Wilayah Tata Ruang dan Informasi Spasial Universitas Hasanuddin dengan skala 1:350.000 dan data dari Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan dengan skala 1:20.000. Adapun prosedur pengerjaan yaitu dengan mengoverlay (tumpang susun) antara data spasial masing-masing time series dengan peta DAS Tallo kemudian dilakukan penyeragaman format data, penyeragaman koordinat UTM, perbaikan (editing) poligon yang masih belum clean, dan penyesuaian dengan data lapangan hasil *ground truth*.

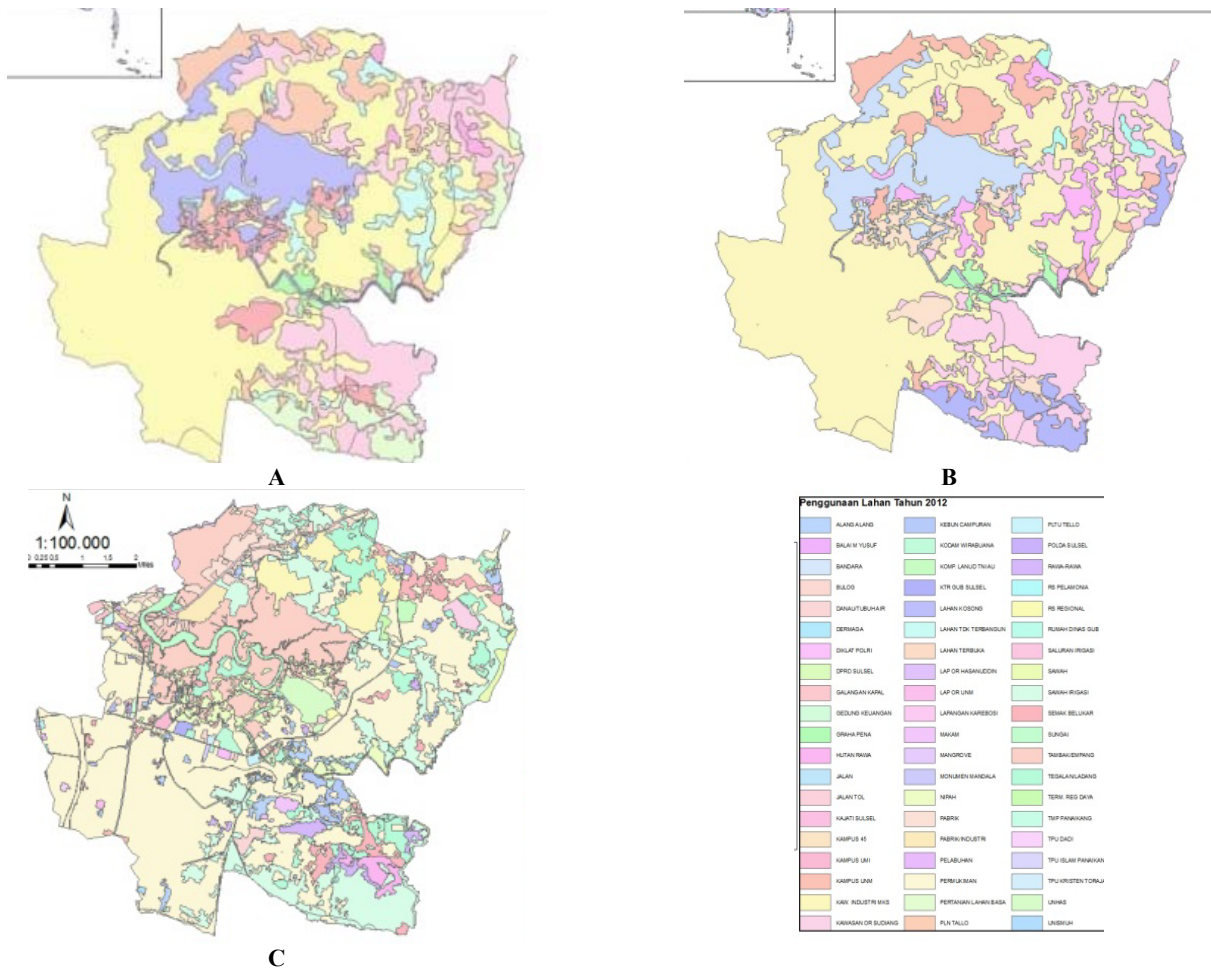
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Berdasarkan hasil analisis geospasial tahun 1997-2009 penggunaan lahan di DAS Tallo khususnya di Kota Makassar diketahui terjadi penurunan penggunaan lahan kebun dan terjadi penambahan luas lahan permukiman. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi konversi lahan kebun menjadi permukiman. Pada tahun 1997 luas lahan kebun seluas 209,344779 ha menjadi 1746,761506 ha pada tahun 2009. Dan pada tahun 1997 luas lahan permukiman sebesar 6138,101359 ha menjadi 6400,684632 ha pada tahun 2009. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian DAS Tallo, Kota Makassar, daerah dalam lingkaran merupakan lokasi pengambilan sampel.



Gambar 2. Peta penggunaan lahan DAS Tallo Administrasi Kota Makassar (a) Peta Penggunaan Lahan Tahun 1997, (b) Peta Penggunaan Lahan Tahun 2009, dan (d) Peta Tutupan Lahan Tahun 2012.

**Tabel 1.** Penggunaan Lahan DAS Tallo Administrasi Kota Makassar Tahun 1997 dan 2009

Penggunaan Lahan	1997	2009
Hutan	459,08	459,08
Kebun	2009,34	1746,76
Padang	527,87	527,87
Perairan Darat	1260,88	1260,88
Perkebunan	135,33	135,33
Permukiman	6138,10	6400,68
Persawahan	510,60	510,60
Pertanian Tanah Kering Semusim	94,96	94,96
Tanah Terbuka	841,08	841,08
<b>Grand Total</b>	<b>11977,25</b>	<b>11977,25</b>

**Tabel 2.** Penutupan Lahan DAS Tallo Administrasi Kota Makassar Tahun 2012

Penutupan lahan	Luas (Hektar)
Alang Alang	199,78191
Danau/Tubuh Air	40,800698
Hutan Rawa	93,120593
Lahan Kosong	16,201841
Lahan Tdk Terbangun	8,4349432
Lahan Terbuka	4,2046777
Mangrove	52,688832
Nipah	370,43055
Pertanian Lahan Basa	3,1676914
Rawa-Rawa	135,92817
Sawah	59,606857
Sawah Irigasi	1588,3552
Semak Belukar	368,30498
Sungai	281,82167
Tambak/Empang	1465,8595
Tegalan/Ladang	685,81361
Permukiman	6607,22
<b>Total</b>	<b>11981,74</b>

Gambar 1 menunjukkan bahwa pada DAS Tallo di wilayah administrasi Kota Makassar penggunaan lahan yang dominan adalah permukiman. Kawasan permukiman dominan berada pada kawasan pesisir dan sempadan sungai.

Hasil analisis geospasial tutupan lahan menunjukkan tutupan lahan DAS Tallo untuk wilayah administrasi Kota Makassar didominasi oleh perkantoran, perumahan, pendidikan, kawasan industri, sawah, dan lapangan terbuka. Perubahan tutupan lahan pada umumnya berdampak pada berkurangnya tingkat biodiversitas, sosial dan ekonomi masyarakat.

### Groundtruth

Berdasarkan hasil *groundtruth* di beberapa stasiun yang telah dipilih secara acak menunjukkan bahwa Gambar (a) dan (b) merupakan kawasan mangrove yang di dominasi oleh nipa. Kawasan ini berada di Kera-Kera, Kecamatan Tamalanrea yang telah dikonversi menjadi permukiman untuk kawasan kos-kosan karena letaknya yang berdekatan dengan kampus Universitas Hasanuddin. Pada Gambar (c) menunjukkan penutupan lahan padi ladang yang tepat

berada di depan kompleks perumahan. Hal ini menunjukkan bahwa, pada stasiun ini sebelumnya merupakan lahan sawah namun di konversi menjadi permukiman. Gambar (d) menunjukkan pada stasiun ini merupakan TPA (Tempat Pembuangan Akhir) yang terletak di Kecamatan Manggala merupakan konversi lahan dari perkebunan. Gambar (e) dan (f) merupakan sempadan sungai yang dikonversi menjadi permukiman. Gambar (g) menunjukkan lahan terbuka yang didominasi oleh *Ipomea pes-caprae*. Dan Gambar (h) menunjukkan perdagangan jasa (Pasar Daya) yang dikonversi dari semak-belukar dan rawa. Gambar (i) dan (j) merupakan penggunaan lahan yang memiliki nilai sejarah karena merupakan makam Raja-Raja Tallo yang berpotensi dikembangkan guna dijadikan salah satu objek wisata sejarah dan budaya.

Berdasarkan hasil survey pada beberapa stasiun dengan metode jelajah diketahui *Rhizophora* sp, kayu jawa, kelapa *Cocos nucifera*, Nipa *Nypa fruticans*, *Avicenia* sp, waru *Hibiscus tiliaceus*, lamtoro *Leucaena* sp, kersen *Muntingia calabura*, jati *Tectona grandis*, flamboyan *Delonix regia*, johar *Casia siamea*, pisang *Musa* sp. mahoni *Swietenia mahagoni*, ki hujan *Samanea saman*, glodogan tiang *Polyalthia longifolia*, glodogan pohon *Polyalthia celebica*, kiray payung *Filicium decipiens*, jati putih *Gmelina arborea*, bungur *Lagerstromia speciosa*, tanjung *Mimusops elengi*, angsana *Pterocarpus indicus*, nusa indah *Mussaenda erythrophylla*, kemiri *Aleurites moluccana*, Palm *Cyrtostachys* sp, turi *Sesbania grandiflora*, beringin *Ficus benjamina*, Eboni *Diospyros celebica*, ketapang *Terminalia catappa*, asam *Tamarindus indica*, bambu *Bambusa* Sp, pepaya *Carica Papaya*, ganemo *Gnetum gnemon*, mangga *Mangifera indica*, paliasa *Kleinhovia hospita* Linn. Akasia *Acacia auriculifolrmis*, widuri *Calotropis gigantea*, kasia gurun *Cassia polyphyll*, kecrutan *Spathodea campanulata*, mengkudu *Morinda citrifolia* L., kapuk randu *Ceiba pentandra*, cemara norfolk *Araucaria heterophylla*, kenitu *Chrysophyllum cainito* L., belimbing wuluh *Averrhoa bilimbi*, belimbing segi lima *Averrhoa carambola*, jeruk bali *Citrus grandis*, sukun *Artocarpus communis*, sirsak *Annona muricata* L. kelor *Moringa oleifera*. Berdasarkan hasil jelajah terhadap sebaran flora pada area kajian diketahui bahwa ki hujan *Samanea saman*, mahoni *Swietenia mahagoni*, glodogan tiang *Polyalthia longifolia* dan glodogan pohon *Polyalthia celebica* merupakan flora yang dominan.

### Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis spasial diketahui penggunaan lahan di DAS Tallo terdiri atas (i) Permukiman. Penggunaan lahan ini termasuk bangunan perdagangan, jasa, dan perkantoran. Permukiman hampir tersebar di seluruh kecamatan. Penyebaran permukiman dengan luasan terbesar terdapat pada Kecamatan Makassar, Kecamatan Mamajang, Kecamatan Panakukang dan Kecamatan Rappocini. (ii) Persawahan. Persawahan yang dimaksud adalah pertanian lahan basah yang ditanami padi sebagai tanaman utamanya. Persebaran luas persawahan di DAS Tallo terbesar terdapat pada Kecamatan Somba Opu,

dan Kecamatan Biringkanaya. (iii) Tanaman Pertanian Lahan Kering Semusim. Tanaman pertanian lahan kering semusim biasanya terdiri dari ladang dan tegalan, yang ditanami dengan tanaman semusim. Persebaran tanaman pertanian lahan kering semusim hanya pada Kecamatan Biringkanaya dan Kecamatan Tamalanrea. (iv) Kebun. Kebun adalah tanah pertanian yang ditanami tanaman tahunan. Penggunaan lahan kebun hanya terdapat pada Kecamatan Biringkanaya, Kecamatan Manggala, Kecamatan Panakkukang, Kecamatan Sombaopu,

Kecamatan Tamalanrea. (v) Lahan Terbuka. Lahan terbuka adalah lahan terbuka yang di atasnya tidak terdapat bangunan. Biasanya lahan terbuka dulunya adalah lahan sawah yang akan dijadikan area terbangun. Lahan kosong hampir tersebar pada semua kecamatan. Kecamatan Tamalanrea adalah kecamatan yang memiliki luasan lahan terbuka terbesar. (vi) Perairan darat. Persebaran badan air tidak merata di seluruh kecamatan. Kecamatan-kecamatan memiliki badan air yaitu kecamatan Manggala, Panakkukang, Tallo, dan Tamalanrea. (vii) Padang. Padang



**Gambar 3.** A-J. Hasil *groundtruth* berbagai penggunaan lahan

terdiri atas penggunaan lahan rumput, semak, ilalang. Sedangkan hasil kajian yang dilakukan oleh Sudianto di DAS Tallo (2012) diketahui terdapat 9 jenis tutupan lahan yakni sawah, hutan sekunder, hutan tanaman, semak belukar, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering dan semak, hutan mangrove sekunder, tambak, dan permukiman. Lebih lanjut Noordwijk et al. (2004) menyatakan tutupan lahan oleh pohon (tutupan pohon) dengan segala bentuknya dapat mempengaruhi aliran air.

Peningkatan jumlah penduduk selalu diikuti oleh peningkatan kebutuhan lahan. Menurut de la Cretaz dan Barten (2007) perubahan penggunaan lahan dari lahan terbuka (hutan, kebun atau tegalan) menjadi lahan untuk pemukiman menyebabkan filtrasi air permukaan berkurang, meningkatkan aliran permukaan, dan pengisian kembali air tanah menjadi berkurang. Lebih lanjut As-syakur et al. (2008) menegaskan semakin banyak area terbangun di DAS maka proses peresapan air permukaan menjadi air tanah akan terganggu, tingginya debit sungai pada saat musim hujan yang dapat menyebabkan terjadinya banjir.

Proses pembukaan lahan telah menyebabkan hilangnya tegakan vegetasi yang menutupi permukaan tanah sehingga terjadi kehilangan bahan organik lebih cepat dan kerusakan terhadap struktur tanah. Kerusakan utama yang dialami pada tanah tempat erosi terjadi adalah kemunduran kualitas sifat-sifat biologi, kimia, dan fisik tanah. Kemunduran kualitas tanah tersebut dapat berupa kehilangan keanekaragaman hayati, unsur hara dan bahan organik yang terbawa oleh erosi, tersingkapnya lapisan tanah yang miskin hara dan sifat-sifat fisik yang menghambat pertumbuhan tanaman, menurunnya kapasitas infiltrasi dan kapasitas tanah menahan air, meningkatnya kepadatan tanah dan ketahanan penetrasi serta berkurangnya kemantapan struktur tanah.

Daftar merah IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) menunjukkan bahwa hilangnya habitat yang diakibatkan manajemen pertanian dan hutan yang tidak berkelanjutan menjadi penyebab terbesar hilangnya keanekaragaman hayati. Bertambahnya jumlah penduduk menyebabkan semakin bertambah pula kebutuhan yang harus dipenuhi. Lahan yang tersedia untuk kehidupan tumbuhan dan hewan semakin sempit karena digunakan untuk tempat tinggal penduduk, dibabat untuk digunakan sebagai lahan pertanian atau dijadikan lahan industri.

Berdasarkan hasil survei stasiun yang menunjukkan tingkat keanekaragaman tinggi dengan jumlah spesies terbanyak terdapat di Kampus Unhas. Sehingga tindakan preventif yang perlu dilakukan guna meningkatkan tingkat keanekaragaman hayati di DAS Tallo dengan wilayah administrasi Kota Makassar yakni dengan meningkatkan kegiatan penanaman pada lahan-lahan perkantoran dengan spesies endemik Sulawesi seperti eboni, glodogan pohon, lontar serta meningkatkan tutupan tanah dengan rumput yang dapat mengurangi laju erosi dan sedimentasi. Disamping itu, pada jalur hijau perlu ditata dan koleksi tumbuhan perlu penambahan, serta perlu penataan lahan-

lahan kosong guna dimanfaatkan sebagai taman seperti di sekitar galangan kapal.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan dalam kurun waktu 12 tahun terjadi penurunan penggunaan lahan kebun seluas 262,58 Ha dan terjadi penambahan luas areal permukiman sebesar 262,58. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi konversi lahan hijau menjadi lahan terbangun. Tindakan preventif yang perlu dilakukan guna menangani hal ini adalah kegiatan konservasi pada lahan tegalan/ladang serta tanah terbuka, meningkatkan areal tutupan pada kawasan permukiman dengan spesies endemik Sulawesi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alessandra F, Maiorano L, Boitani L. 2007. Changes in land-use/land-cover patterns in Italy and their implications for biodiversity conservation. *Landscape Ecol* (2007) 22: 617-631.
- As-syakur AR, Suarna IW, Sandi Adnyana IW, Rusna IW, Alit Laksmiwati IA, Diara IW. 2008. Studi perubahan penggunaan lahan di DAS Badung. *Jurnal Bumi Lestari*. 10:2: 200-208.
- Baja S, Arif S, Nurmiaty. 2013. Adaptasi Manajemen Lahan Pangan Terhadap Dinamika Spasial Kualitas Lahan dan Perubahan Iklim. Kumpulan Abstrak Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) Hasil-Hasil Penelitian Universitas Hasanuddin Tahun 2013. Universitas Hasanuddin. Makassar, Indonesia.
- Baja S. 2012. Perencanaan Tata Guna Lahan dalam Perencanaan Pengembangan Wilayah. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Baja S. 2013. Land Use Changes with a Particular Reference to Spatial Planning Regulations at Mamminasata Region: An Analysis Using Geospatial Information Technology. The Eleventh International Conference of The East and Southeast Asia Federation of Soil Science Societies (ESAFS). IPB ICC. Bogor, Indonesia.
- De la Cretaz AL, Barten PK. 2007. Land Use Effects on Streamflow and Water Quality in the Northeastern United States. CRC Press. Florida.
- Matsa M, Muringaniza K. 2011. An assessment of the land use and land cover changes in Shurugwi District, Midlands Province, Zimbabwe. *Ethiopian J Environ Stud Manag* 4 (2): <http://dx.doi.org/10.4314/ejesm.v4i2.10> [06 Februari 2014].
- Milanova EV, Telnova NO. 2007. Land-Use And Land-Cover Change Study In The Transboundary Zone Of Russia - Norway. Man in the Landscape Across Frontiers - Igu-LUCC Central Europe Conference 2007. Proceedings. [www.cz/geografie/vzgr/monografie/man\\_in\\_the\\_landscape/12milanova.pdf](http://www.cz/geografie/vzgr/monografie/man_in_the_landscape/12milanova.pdf) [06 Februari 2014].
- Noordwijk Van M, Agus F, Suprayogo D, Hairiah K, Pasya G, Verbist B, Farida. 2004. Peranan agroforestri dalam mempertahankan fungsi hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS). *Agrivita* 26 (1): 1-8.
- Parsa M, Sukmana BST, Dewanti R, Surlan, Harini S, Maswardi. 2005. Updating Informasi Spasial Penutup/Penggunaan Lahan di Kabupaten Rote Ndao, Nusa Tenggara Timur. Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV. Surabaya, 14-15 September, 2015.
- Prakasam C. 2010. Land use and land cover change detection through remote sensing approach: A case study of Kodaikanal Taluk, Tamil nadu. *Intl J Geomatics Geosci* 1 (2): 150-158.
- Scanlon BR, Reedy RC, Tonestrom DAS, Prudic DE, Dennehy KF. 2005. Impact of land use and land cover change on groundwater recharge and quality in the southwestern US. *Global Change Biol* 11: 1577-1593.
- Sudiyanto IW, Zubair H, Baja S. 2012. Pemodelan Aliran Permukaan Dan Erosi Berbasis Spasial Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo. e-jurnal Pascasarjana Universitas Hasanuddin. <http://pasca.unhas.ac.id/jurnal/>.
- Tomas V. 2009. Identifying Trends in Land Use/Land Cover Changes In The Context Of Post-Socialist Transformation In Central Europe: A Case Study Of The Greater Olomouc Region, Czech Republic. *Xgisience & Remote Sensing* 1: 54-76.
- Yadav PK, Kapoor M, Sarma K. 2012. Land use land cover mapping, change detection and conflict analysis of Nagzira-Navegaon Corridor, Central India using geospatial technology. *Intl J Remote Sensing GIS* 1 (2): 90-98.