

# **Aplikasi Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh untuk Pemetaan Penggunaan dan Kesesuaian Lahan di Desa Batur Tengah Kabupaten Bangli**

ANDREY ANTASARI RANGKUTI<sup>\*)</sup>  
INDAYATI LANYA  
R. SUYARTO

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Udayana  
Jl. PB. Sudirman Denpasar Bali 80231

<sup>\*)</sup>Email: andreyantasari@live.com

## **ABSTRACT**

### **Application of Geographic Information System and Remote Sensing for Mapping of Land Use and Suitability in Batur Tengah Village Bangli**

This study aims to map land use and evaluate the suitability of land for horticultural, secondary and plantation crops. This research held from December 2017 - March 2018 using a method consisting of, identification of satellite images (land use), field surveys, reinterpretation of land use maps, analysis of soil samples and land suitability classification. The results that there were eight types of land use in Batur Tengah Village with a total area of 474 ha. The actual class of land suitability of fruit horticulture plants is generally S3 (marginal suitability) with dry season limiting factor, soil texture, soil-CEC and N-total and slope, potential suitability class S3. The actual land suitability class of plantation (coffee) plants is generally S3 with a dry season limiting factor, soil texture, soil-CEC, N-total and slope. Potential land suitability class S3. The class of actual land suitability of vegetable horticulture plants is generally S3 (marginal suitability) with dry season limiting factors, soil texture, soil-CEC and N-total and slope, potential land suitability class S3. The actual land suitability class of palawija crops is generally N (not suitable) with dry season limiting factors, soil texture, soil-CEC and N-total and slope, potential land suitability class S3. The land suitability geographic information system is presented interactively which can display land suitability classes, agricultural commodities and land use types.

Keywords: *Land use, Geographic Information system, land suitability, agricultural commodities*

## **1. Pendahuluan**

### **1.1 Latar Belakang**

Pembangunan wilayah pedesaan diakomodir di dalam Undang-undang nomor 06 Tahun 2014, dimana Pasal 78 ayat (1) dan (2) menyatakan bahwa pembangunan wilayah pedesaan bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Dalam

Pasal 86 ayat (1) dan (2) menyatakan bahwa desa harus memiliki sistem informasi yang dikembangkan oleh pemerintah desa itu sendiri. Berdasarkan pasal 78 dan 86 tersebut, desa harus mempunyai sistem informasi sumber daya wilayah. Selain itu dalam RTRW Provinsi Bali (Gubernur Bali, 2009), Desa Batur Tengah berada di kawasan pariwisata Kintamani. Posisi geografis Desa Batur Tengah yang berada di dataran tinggi dengan penggunaan lahan dominan berupa lahan pertanian, oleh karena itu Desa Batur Tengah selain menjadi wilayah konservasi juga sebagai penunjang pariwisata.

Pengembangan komoditas pertanian memerlukan data potensi wilayah existing diantaranya data penggunaan lahan saat ini dan data kesesuaian lahan komoditas yang akan dikembangkan. Data penggunaan lahan terkini yang memiliki tingkat ketelitian tinggi dan mudah diamati dapat diperoleh dari penggunaan teknologi penginderaan jauh (inderaja). Inderaja merupakan ilmu untuk memperoleh informasi mengenai suatu objek dan merupakan serangkaian komponen yang digunakan, meliputi sumber energi, atmosfer, interaksi antara energi dan objek, sensor, perolehan data dan pengguna data (Sutanto, 1986). Aplikasi penginderaan jauh untuk pemetaan penggunaan lahan telah dilakukan oleh berbagai peneliti, diantaranya Lanya (2016) menghasilkan tingkat ketelitian sebesar 99%.

Pengembangan komoditas pertanian (tanaman pangan, hortikultura) dan perkebunan harus berdasarkan tingkat kesesuaian lahannya, untuk itu perlu dilakukan evaluasi lahan. Evaluasi lahan adalah suatu proses penilaian sumber daya lahan untuk tujuan tertentu dengan menggunakan suatu pendekatan atau cara yang sudah teruji. Hasil evaluasi lahan akan memberikan informasi dan/atau arahan penggunaan lahan sesuai dengan keperluan (Ritung, 2011). Informasi penggunaan lahan dan kelas kesesuaian lahan dapat disajikan dengan menggunakan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG). Sistem Informasi Geografis adalah sebuah sistem yang memiliki kemampuan untuk mengambil, menyimpan, menganalisa, dan menampilkan informasi dengan referensi geografis (Budianto, 2010).

Aplikasi SIG untuk pemetaan dan informasi sumber daya juga dilakukan oleh berbagai peneliti, diantaranya Lanya (2017) yang menginformasikan data secara terintegrasi antara satuan wilayah pengembangan dengan potensi sumber daya lahan, sumber daya manusia dan kegiatan pertanian. Berdasarkan uraian di atas, maka pemetaan penggunaan lahan, pemetaan kesesuaian lahan agroekosistem dan informasi kelas kesesuaian lahan perlu dilakukan dengan judul penelitian aplikasi sistem informasi geografis dan penginderaan jauh untuk pemetaan penggunaan dan kesesuaian lahan di Desa Batur Tengah Kabupaten Bangli.

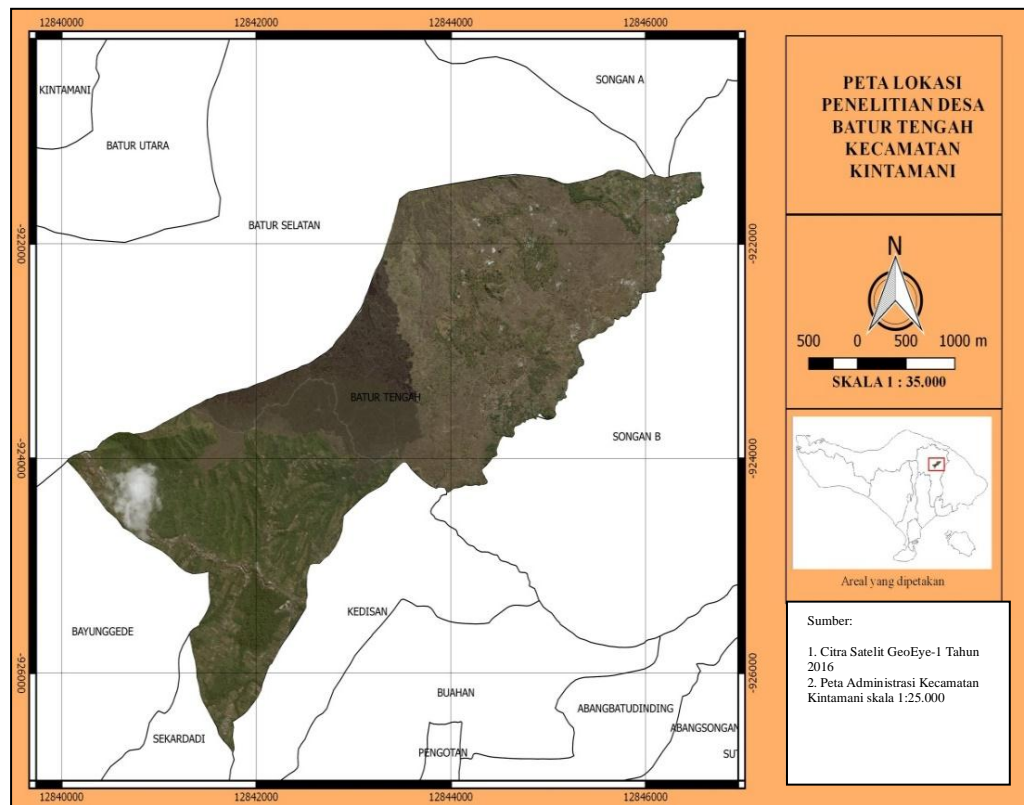
Rumusan masalah adalah: (1) berapakah tingkat ketelitian hasil analisis citra satelit *GeoEye-1* pada pemetaan penggunaan lahan, (2) bagaimana tingkat kelas kesesuaian lahan pertanian (tanaman pangan, hortikultura) dan perkebunan, (3) bagaimana pola penyebaran penggunaan lahan, dan (4) bagaimana tingkat kesesuaian lahan komoditas pertanian, (5) bagaimana cara menginformasikan kelas kesesuaian lahan secara mudah dan cepat diakses. Tujuan penelitian ini yaitu : (1) mengetahui

dan menganalisis ketelitian interpretasi citra satelit *GeoEye-1*, (2) memetakan penggunaan lahan berbasis penginderaan jauh dan SIG, (3) mengetahui kelas kesesuaian lahan agroekosistem tanaman pangan, hortikultura dan perkebunan, (4) membuat peta kesesuaian lahan, dan (5) menyusun sistem informasi geografis kelas kesesuaian lahan.

## 2. Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di Desa Batur Tengah, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli. Secara geografis terletak pada koordinat  $08^{\circ}26'35''$  LS dan  $115^{\circ}37'52,7''$  BT. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Tanah dan Lingkungan Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Lokasi penelitian yang berupa peta citra disajikan pada Gambar 1. Penelitian dilakukan sejak bulan Desember 2017 – Maret 2018. Alat-alat penelitian yang digunakan untuk pemetaan penggunaan lahan terdiri dari : seperangkat komputer, printer, perangkat lunak QGIS 2.18, GPS, Handphone. Alat untuk membuat peta tematik kesesuaian lahan diperlukan alat selain komputer dan perangkat lunak, juga menggunakan : bor tanah, ring sampel, sekop kecil, altimeter, pisau, pH meter. Seperangkat komputer dan perangkat lunak yang disebutkan diatas juga digunakan untuk menyusun sistem informasi kelas kesesuaian lahan agroekosistem. Bahan yang digunakan yaitu peta administrasi Kecamatan Kintamani skala 1:25.000 dan peta lereng skala 1:25.000 didapatkan dari internet, Citra Satelit *GeoEye-1* Desa Batu Tengah tahun 2016 dari *Google Earth*, untuk analisis tanah menggunakan bahan kimia yang digunakan untuk analisis sifat kimia dan fisika tanah di laboratorium.

Penelitian ini dilakukan menggunakan tiga metode utama yaitu (1) pemetaan penggunaan lahan, (2) pemetaan kesesuaian lahan dan (3) pembuatan sistem informasi kesesuaian lahan agroekosistem. Pemetaan penggunaan lahan diawali dengan interpretasi citra satelit secara visual dengan sembilan unsur interpretasi yaitu : rona, ukuran, bentuk, tekstur, pola, tinggi, bayangan, situs dan asosiasi (Lillesand dan Kiefer, dalam Lanya, 2009), klasifikasi penggunaan lahan (Malingerau dan Christiani, 1981), dilanjutkan dengan survey lapang, analisis tingkat ketelitian. Analisis tingkat ketelitian dilakukan dengan cara membandingkan jumlah sampel dilapangan dengan jumlah sampel hasil interpretasi pada citra satelit, reinterpretasi, digitasi poligon, diakhiri dengan membuat peta digital penggunaan lahan menggunakan QGIS 2.18.



Gambar 1. Peta Citra Lokasi Penelitian

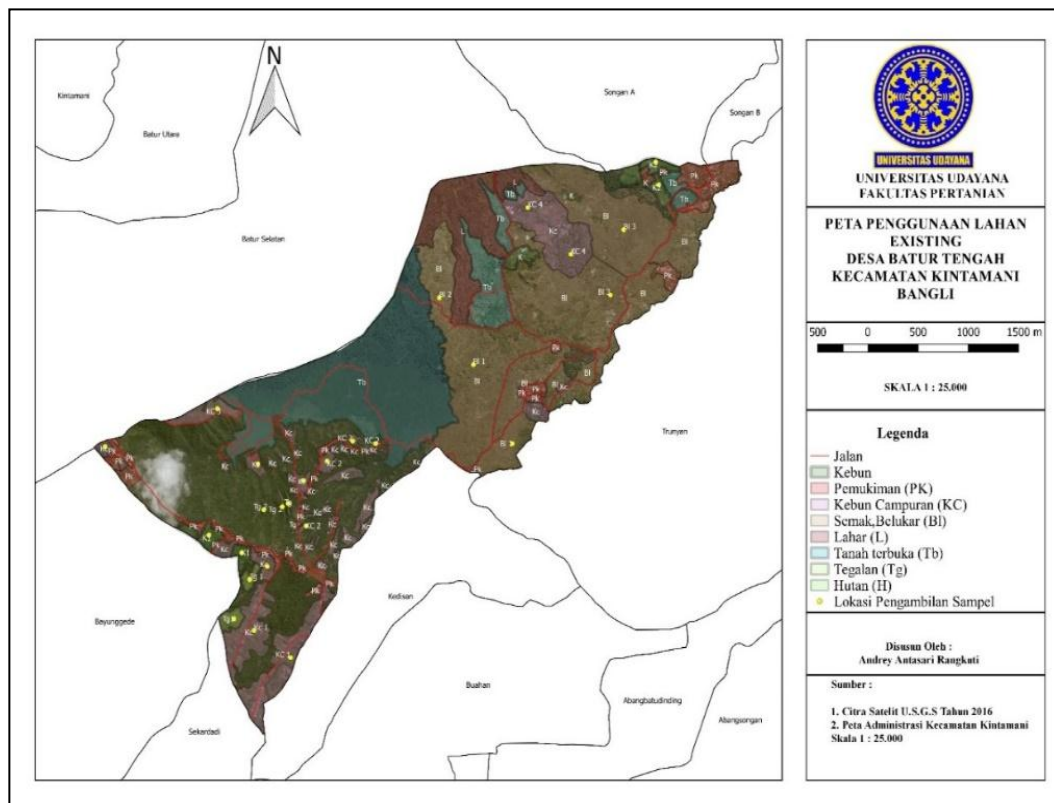
Pemetaan kelas kesesuaian lahan dilakukan dengan beberapa tahap, tahap pertama dimulai dengan pembuatan Satuan Lahan Homogen (SLH) melalui overlay peta penggunaan lahan dan peta lereng, karena daerah penelitian terdapat pada iklim dan jenis tanah yang sama. Tahap kedua dimulai dengan survey lapang untuk masing-masing SLH, jumlah pengamatan didasarkan oleh jumlah dan luasan SLH, pengamatan lapang meliputi kemiringan lereng, sebaran batuan, singkapan batuan, drainase dan kedalaman efektif tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman 0-30 cm untuk tanaman semusim dan 30-60 cm untuk tanaman tahunan, sampel tanah diambil secara acak dan komposit, untuk mengetahui karakteristik tanah seperti retensi hara, ketersediaan hara, toksisitas dilakukan analisis tanah di laboratorium. Tahap ketiga adalah evaluasi kesesuaian lahan tingkat sub kelas yang didasarkan pada pencocokan karakteristik lahan dan kesesuaian lahan (Ritung, 2011). Tahap terakhir adalah membuat peta digital kesesuaian lahan (tanaman pangan, hortikultura) dan perkebunan menggunakan perangkat lunak QGIS 2.18.

Tahapan penyusunan sistem informasi kelas kesesuaian lahan agroekosistem diawali dengan penyusunan data kelas kesesuaian lahan masing-masing komoditas (sebagai data atribut), data spasial berupa peta SLH. Integrasi antara data spasial dengan data atribut dilakukan melalui join atribut. Informasi kelas kesesuaian lahan masing-masing SLH secara tersistem dapat diketahui dengan cara meng-klik poligon SLH pada peta dan akan ditampilkan informasi kelas kesesuaian lahan, jenis komoditas, luas lahan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Identifikasi dan Pemetaan Penggunaan Lahan

Berdasarkan hasil interpretasi citra satelit *GeoEye-1* untuk penggunaan lahan di Desa Batur Tengah didapatkan sembilan jenis penggunaan lahan yang terdiri dari : ; (1) sawah (sw), (2) tegalan (tg), (3) kebun (k), (4) kebun campuran (kc), (5) semak/belukar (bl), (6) tanah terbuka (tb), (7) pemukiman (pk), (8) hutan (h), dan (9) lahar (l). Penggunaan lahan kebun campuran, kebun, tegalan, pemukiman dan semak/belukar dikategorikan sebagai penggunaan lahan intens, dan penggunaan lahan tanah terbuka dan lahar dikategorikan sebagai penggunaan lahan non-intens. Peta penggunaan lahan existing Desa Batur Tengah disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Penggunaan Lahan existing Desa Batur Tengah 2018

#### 3.2 Tingkat Ketelitian Interpretasi Citra

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat ketelitian interpretasi citra satelit adalah sebesar 90.25%, tingkat ketelitian tidak 100% disebabkan oleh beberapa perubahan penggunaan lahan sejak tahun 2016 seperti berubahnya penggunaan lahan sawah irigasi dan tegalan menjadi kebun campuran Tingkat ketelitian citra ini lebih rendah daripada penelitian sebelumnya yang memiliki tingkat ketelitian interpretasi sebesar 99% (Lanya, 2016).

### 3.3 Evaluasi Kesesuaian Lahan Agroekosistem

#### 3.3.1 Satuan Lahan Homogen

Daerah penelitian berada pada iklim yang sama dan jenis tanah yang sama, oleh karena itu Satuan lahan homogen (SLH) hanya menggunakan perbedaan penggunaan lahan dan lereng. Dari kategori diatas, didapatkan 11 (sebelas) satuan lahan homogen yang memiliki 4 (empat) tingkat kemiringan lereng yaitu : (1) 0-3%, (2) 3-8%, (3) 8-15%, (4) 15-30%, dan 4 (empat) jenis penggunaan lahan yang ditanami komoditas pertanian. Karakteristik SLH disajikan pada Tabel 1.

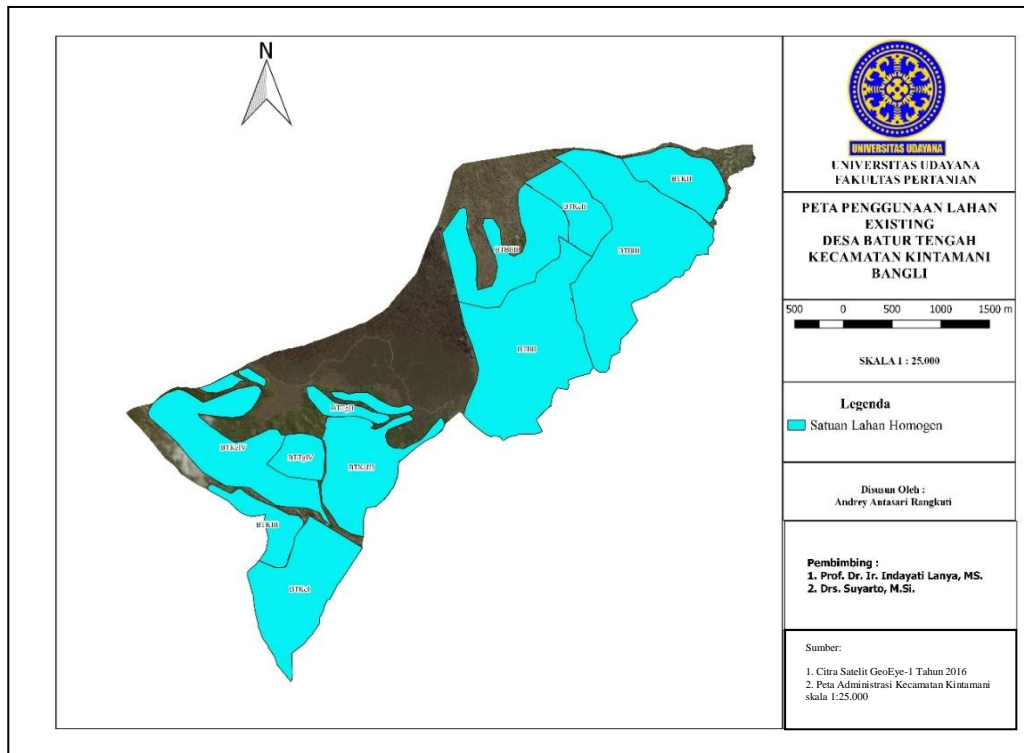
Tabel 1. Karakteristik Satuan Lahan Homogen

S.L.H	Banjar	Kemiringan lereng (%)	Penggunaan lahan	Luas (ha)
BTKcI	Petung	0-3%	Kebun campuran	8,98
BTKcII	Toyabungkah	3-8%	Kebun campuran	3,65
BTKcIII	Toyabungkah	8-15%	Kebun campuran	8,23
BTKcIV	Batur Kota	15-30%	Kebun campuran	10,16
BTKII	Petung	3-8%	Kebun	4,37
BTKIII	Petung	8-15%	Kebun	2,35
BTTgII	Bugbugan	3-8%	Tegalan	1,12
BTTgIV	Bugbugan	15-30%	Tegalan	2,69
BTBII	Toyabungkah	0-3%	Belukar	20,54
BTBIII	Toyabungkah	3-8%	Belukar	16,9
BTBIII	Toyabungkah	8-15%	Belukar	15,04

SLH terluas terdapat pada SLH (BTBII) yang terletak di banjar Toyabungkah dengan luasan 20,5 ha (5,2 % dari total luasan) dengan kondisi existing tanaman utama komoditas hortikultura semusim yaitu bawang merah dan cabai. SLH terkecil didapatkan pada banjar petung (BTTgII) dengan luasan 11.23 (2.4% dari total luasan) ha dengan tanaman utama komoditas hortikultura tahunan yaitu jeruk dengan tanaman antara komoditas hortikultura semusim seperti kubis, sawi dan cabai. Peta SLH Desa Batur Tengah disajikan pada Gambar 3 dibawah ini.

#### 3.3.2 Kelas Kesesuaian Lahan

Berdasarkan jenis tanaman yang terdapat di daerah penelitian, komoditas pertanian dan perkebunan dapat dibagi menjadi 4 (empat), yaitu: (1) hortikultura buah-buahan (jeruk, alpukat, nangka, sirsak), (2) hortikultura sayuran (kubis, sawi, tomat sayur, bawang merah, cabai), (3) tanaman palawija (Jagung), (4) tanaman perkebunan (kopi arabika).



Gambar 3. Peta Satuan Lahan Homogen Desa Batur Tengah

Kelas kesesuaian lahan masing-masing komoditas secara aktual dan potensial disajikan pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Kelas kesesuaian lahan aktual dan potensial

SLH	Hortikultura buah-buahan		Hortikultura sayuran		Perkebunan		Pangan palawija	
	Aktual	Potensial	Aktual	Potensial	Aktual	Potensial	Aktual	Potensial
BTKc I	S3wa2,na1	S2wa2,na1	S3wa1,rc1,na1	S3wa1,rc1	S3wa2,rc1,na1	S3wa2,rc1	S3wa1,rc1,na1	S3wa1,rc1
BTKc II	S3wa2,na1	S2wa2,na1	S3wa1,na1	S2wa1,na1	S3wa2,na1	S2wa2,na1	S3wa1,na1	S2wa1,na1
BTKc III	S3wa2,na1,eh1	S2wa2,na1,eh1	Nwa1,rc1,na1,eh1	S3wa1,rc1,eh1	S3wa2,rc1,na1,eh1	S3wa2,rc1,eh1	Nwa1,rc1,na1,eh1	S3wa2,rc1,eh1
BTKc IV	S3wa2,na1	S2wa2	S3wa1,rc1,na1	S3wa1,rc1	S3wa2,rc1,na1	S3wa2,rc1	S3wa1,rc1,na1	S3wa1,rc1
BTKI I	Nwa2,rc1,na1	Nwa2,rc1	Nwa1,rc1,na1	Nwa1,rc1	Nwa2,rc1,na1	Nwa2,rc1	Nwa1,rc1,na1	Nwa1,rc1
BTKI II	Nwa2,rc1,na1	Nwa2,rc1	Nwa1,rc1,na1	Nwa1,rc1	Nwa2,rc1,na1	Nwa2,rc1	Nwa1,rc1,na1	Nwa1,rc1
BTTg II	S3wa2,na1	S2wa2,rc1	S3wa1,rc1,na1	S3wa1,rc1	S3wa2,rc1,na1	S3wa2,rc1	S3wa1,rc1,na1	S3wa1,rc1
BTTg IV	S3wa2,na1,eh1	S2wa2,rc1,eh1	Nwa1,rc1,na1,eh1	S3wa1,rc1,eh1	S3wa2,rc1,na1,eh1	S3wa2,rc1,eh1	Nwa1,rc1,na1,eh1	S3wa1,rc1,eh1
BTBI I	S3wa2,na1	S2wa2,rc1	S3wa1,rc1,na1	S3wa1,rc1	S3wa2,rc1,na1	S3wa2,rc1	S3wa1,rc1,na1	S3wa1,rc1
BTBI II	Nwa2,rc1,na1	Nwa2,rc1	Nwa1,rc1,na1	Nwa1,rc1	Nwa2,rc1,na1	Nwa2,rc1	Nwa1,rc1,na1	Nwa1,rc1
BTBI II	Nwa2,rc1,na1	Nwa2,rc1	Nwa1,rc1,na1	Nwa1,rc1	Nwa2,rc1,na1	Nwa2,rc1	Nwa1,rc1,na1	Nwa1,rc1

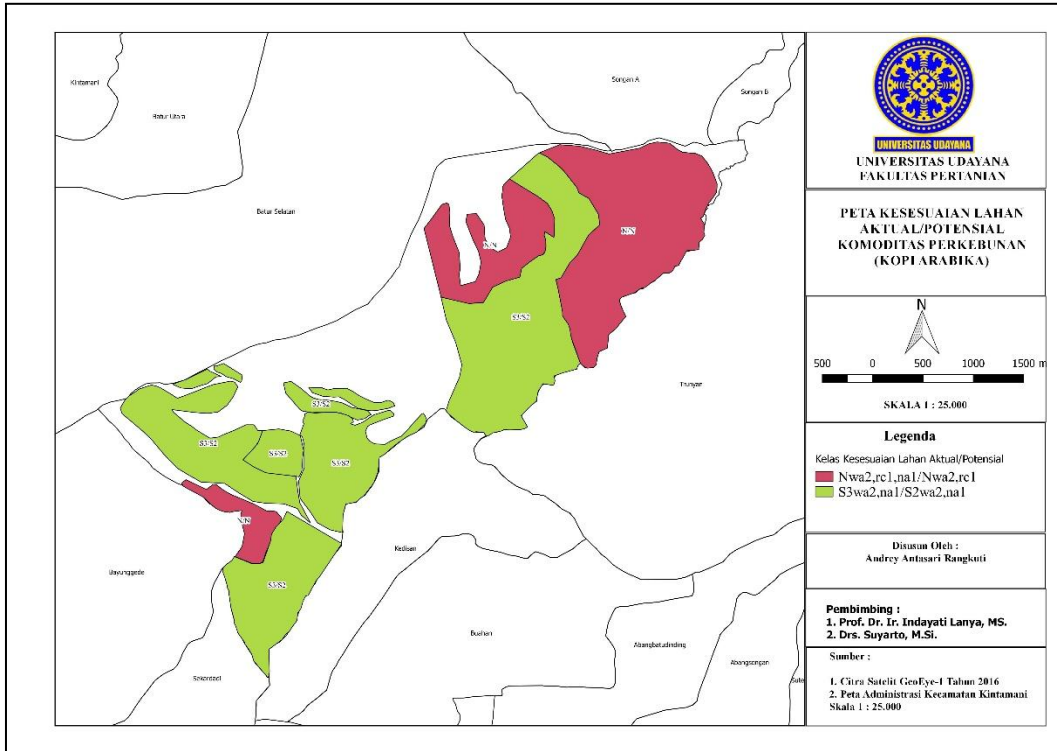
Kelas kesesuaian lahan aktual untuk tanaman hortikultura buah-buahan umumnya adalah S3wa2,rc1,na1 dengan faktor pembatas ketersediaan air (bulan kering), media perakaran (tekstur tanah), KTK-tanah dan N-total dan kemiringan lereng. Kesesuaian lahan potensial umumnya adalah S3wa2,rc1 (sesuai marjinal). Kelas kesesuaian lahan aktual untuk tanaman hortikultura sayuran adalah S3wa1,rc1,na1 dengan faktor pembatas ketersediaan air (bulan kering), media perakaran (tekstur tanah), KTK-tanah dan N-total dan kemiringan lereng. Kesesuaian lahan potensial umumnya adalah S3wa1,rc1 (sesuai marjinal). Kelas kesesuaian lahan aktual untuk tanaman palawija diseluruh Satuan lahan homogen umumnya adalah Nwa1,rc1,na1 (tidak sesuai) dengan faktor pembatas ketersediaan air (bulan kering), media perakaran (tekstur tanah), KTK-tanah dan N-total dan kemiringan lereng. Kesesuaian lahan potensial umumnya adalah S3wa1,rc1 (sesuai marjinal). Kelas kesesuaian lahan aktual untuk tanaman perkebunan umumnya adalah S3wa2,rc1,na1 dengan faktor pembatas ketersediaan air (bulan kering), media perakaran (tekstur tanah), KTK-tanah dan N-total dan kemiringan lereng. Kesesuaian lahan potensial umumnya adalah S3wa2,rc1 (sesuai marjinal).

#### **3.4 Pemetaan Kelas Kesesuaian Lahan**

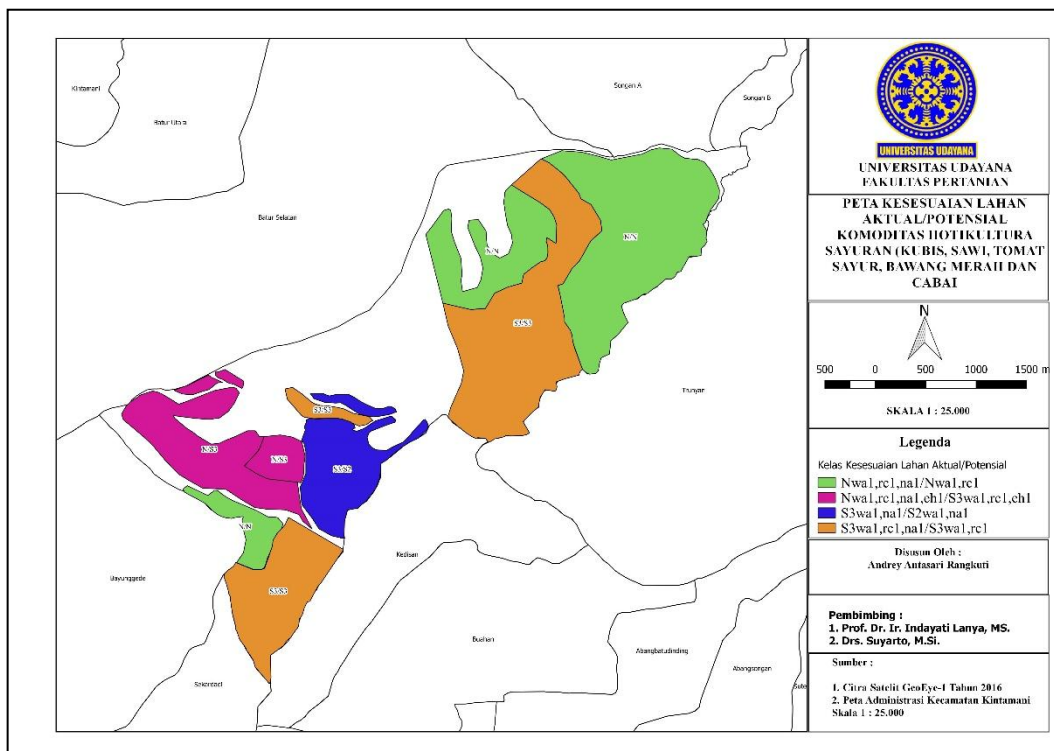
Berdasarkan Gambar 3 (peta SLH) dan Tabel 2 (kelas kesesuaian lahan aktual dan potensial) untuk masing-masing komoditas tersebut diatas disajikan dalam bentuk peta digital tematik. Berturut-turut Gambar 4 untuk hortikultura buah-buahan, Gambar 5 untuk hortikultura sayuran, Gambar 6 untuk tanaman perkebunan, dan Gambar 7 untuk tanaman pangan.

Pola penyebaran kelas kesesuaian lahan tanaman hortikultura buah-buahan umumnya adalah S3 (sesuai marjinal) diseluruh SLH, kecuali pada SLH belukar yang memiliki tekstur yang sangat kasar sehinggakan kelas kesesuaian lahannya adalah N (tidak sesuai), begitu pula untuk tanaman perkebunan. Pola penyebaran kelas kesesuaian lahan tanaman hortikultura semusim umumnya adalah S3 (sesuai marjinal) dengan beberapa SLH memiliki kelas kesesuaian lahan N (tidak sesuai) diakibatkan oleh kemiringan lereng dan tekstur yang kasar, begitu pula untuk tanaman palawija.

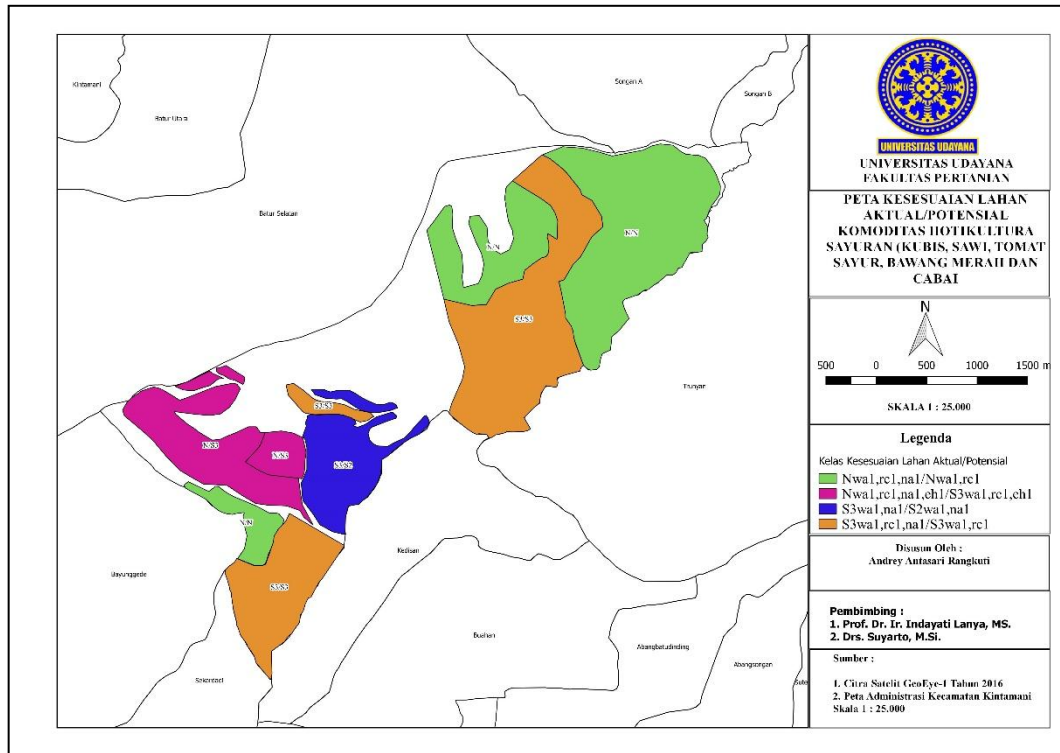




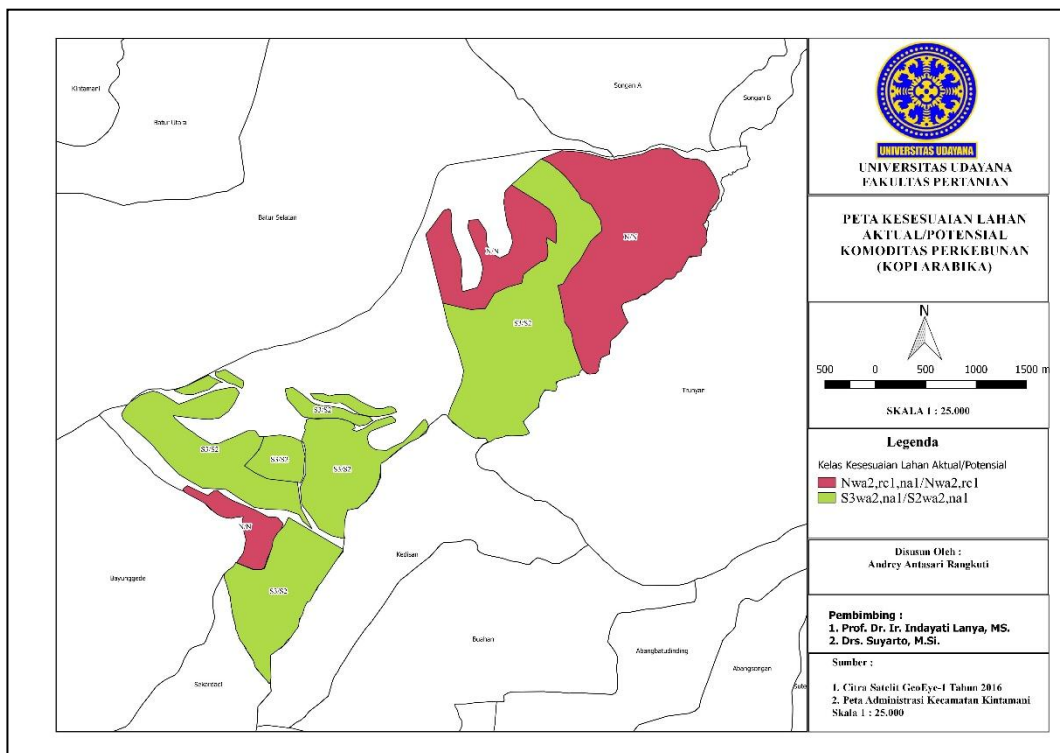
Gambar 4. Peta Kesesuaian Lahan Komoditas Hortikultura Buah-buahan



Gambar 5. Peta Kesesuaian Lahan Komoditas Hortikultura Sayuran



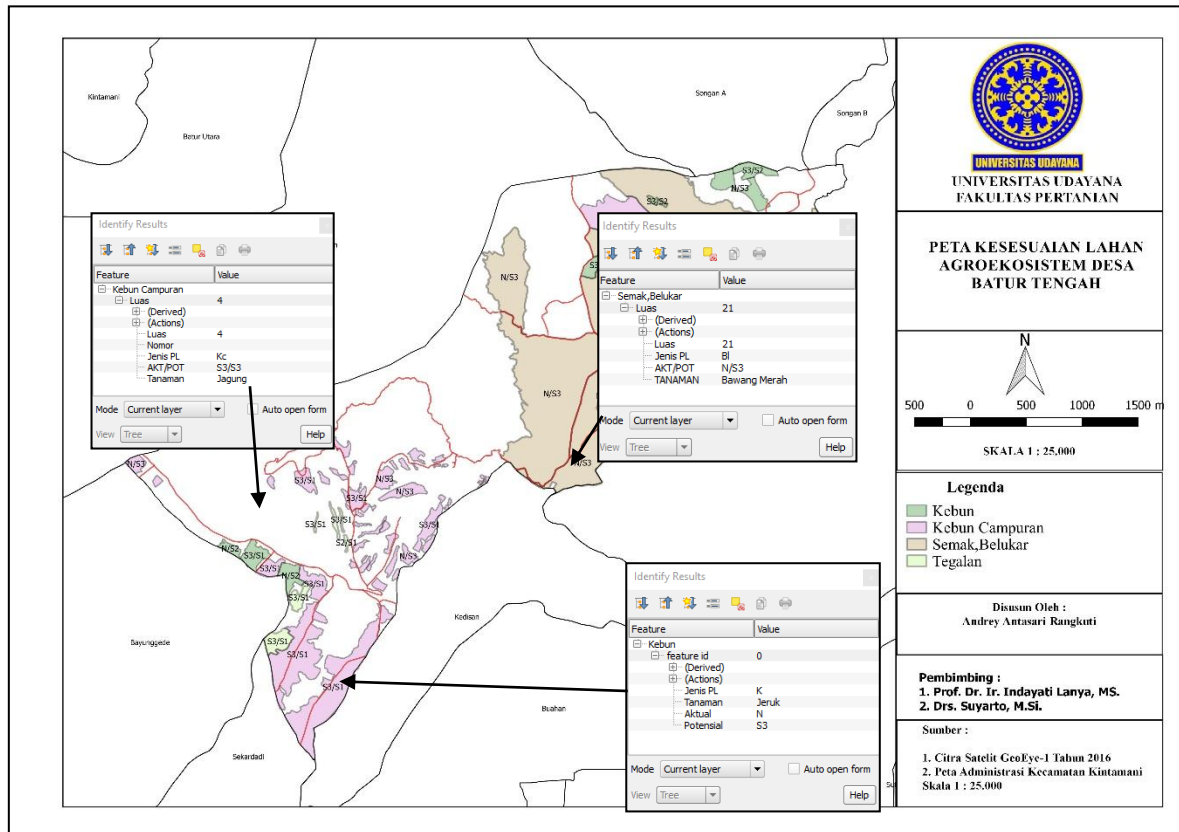
Gambar 6. Peta Kesesuaian Lahan Komoditas Tanaman Palawija



Gambar 7. Peta Kesesuaian Lahan Komoditas Tanaman Perkebunan

### 3.5 Sistem Informasi Kelas Kesesuaian Lahan Agroekosistem

Sistem Informasi kelas kesesuaian lahan terdiri dari data spasial (peta SLH), dan data atribut hasil evaluasi kesesuaian lahan. Penggabungan atribut antara Peta penggunaan lahan dan Tabel kelas kesesuaian lahan menghasilkan peta kelas kesesuaian lahan agroekosistem yang disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Sistem Informasi Kesesuaian Lahan Agroekosistem Desa Batur Tengah

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

1. Penggunaan Lahan di Desa Batur Tengah dibedakan atas 8 (Delapan) jenis penggunaan lahan yaitu ; (1) kebun campuran, (2) kebun, (3) tegalan, (4) semak/belukar, (5) hutan, (6) pemukiman, (7) tanah terbuka, (8) lahar, dengan total luasan keseluruhan adalah 474 ha, jenis penggunaan lahan yang didalamnya terdapat usaha pertanian adalah kebun campuran, kebun, tegalan, dan semak/belukar. Tingkat ketelitian interpretasi citra satelit adalah sebesar 90.25%.
2. Jenis komoditas yang diusahakan dapat dibagi menjadi 4 (empat) jenis yaitu ; (1) tanaman hortikultura buah-buahan (jeruk, alpukat, sirsak, nangka), (2) tanaman perkebunan (kopi arabika), (3) tanaman hortikultura sayuran (kubis, sawi, tomat sayur, bawang merah, cabai), (4) tanaman pangan palawija (jagung).
3. Kelas kesesuaian lahan aktual untuk tanaman hortikultura buah-buahan umumnya adalah S3wa2,rc1,na1. Kelas kesesuaian lahan aktual untuk tanaman

perkebunan umumnya adalah Nwa1,rc1,na1. Kelas kesesuaian lahan aktual untuk tanaman hortikultura sayuran umumnya Nwa1,rc1,na1. Kelas kesesuaian lahan aktual untuk tanaman palawija umumnya adalah Nwa1,rc1,na1. Faktor pembatas umumnya adalah bulan kering, kandungan N rendah, KTK-tanah dan tekstur, kesesuaian lahan potensial umumnya ada S3 (sesuai marjinal) akibat tekstur tanah yang tidak bisa diperbaiki.

4. Usaha perbaikan meliputi pemberian air irigasi, pemberian bahan organik, pengapuran tanah dan pemupukan.
5. Informasi kelas kesesuaian lahan dapat disajikan secara interaktif dan mudah diakses melalui teknologi SIG.

#### 4.2 Saran

1. Tanaman dapat tumbuh dan berproduksi secara optimal maka pemupukan dan penambahan bahan organik perlu dilakukan secara teratur dan intensif.
2. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan agar potensi pertanian Desa Batur Tengah dapat dimanfaatkan secara sepenuhnya.

#### Daftar Pustaka

- Budianto, Eko. 2010. *Sistem Informasi Geografis dengan Arc View GIS*. Yogyakarta: Andi Offset
- Kiefer, dan Lillesand. 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra* (Diterjemahkan oleh Dulbahri, Prpto Suharsono, Hartono, dan Suharyadi) Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Malingerau, Christiani. 1981 *Apropose Land Cover/ Land use Classification and its use With remote Sensing Data in Indonesia. The Indonesian journal of Geography*, No.33, Vol 7 Yogyakarta. 298 halaman.
- Ritung, S., K. Nugroho, Anny Mulyani, Erna Suryani. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2011. *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. 166 hal.
- Lanya, Indayati. 2009. *Aplikasi teknologi penginderaan jauh dan GIS dalam inventarisasi dan pemetaan potensi sumberdaya alam dan lingkungan Provinsi Bali*. Laporan penelitian hibah unggulan Udayana. Bali
- Lanya, Indayati, and N. Netera Subadiyasa. 2016. "Role of Remote Sensing and Geographyc Information System Mapping for Protected Areas Land Rice Field Subak, Buffer Zones, and Area Conversion (Case Studies In Gianyar Regency, Bali Province)." In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 47, no. 1, p. 012037. IOP Publishing.
- Lanya, Indayati, N. Netera Subadiyasa, Ketut Sardiana, and Gst Putu Ratna Adi. 2017. "Transfer function control strategy of Subak rice field land and agricultural development in Denpasar city." Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 54, no. 1, p. 012004. IOP Publishing.
- Peraturan Daerah Bali No. 16 Tahun 2009 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Bali Tahun 2009-2029 (Lembaran Daerah Provinsi Bali Tahun 2009).
- Sutanto. 1986. *Penginderaan Jauh: Jilid 1*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2014 tentang Desa, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 78 dan 86.