

Aplikasi Remote Sensing dan Geographic Information System untuk Perencanaan Penggunaan Lahan Pertanian Berbasis Agroekosistem di Kota Denpasar

RIAN REHMAMANA
INDAYATI LANYA*)
I NYOMAN DIBIA

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

*)Email: indahnet@yahoo.co.id

ABSTRACT

Remote Sensing and Geographic Information System Application for Agroecosystem Based Agricultural Land Planning in Denpasar City

This study aims to determine the level of potential agroecosystem land suitability, compile databases, build information systems and create maps of land use planning for food crops and horticulture based on remote sensing and Geographic Information System (GIS). This research took place from September 2018 - December 2018 using an exploratory method which included analysis of satellite imagery, field surveys, analysis of field data and laboratory data, land suitability classification, mapping of land suitability classes, compiling data bases, building information systems, commodity zoning, planning land use, and mapping of land use planning. Potential land suitability classes for irrigated rice fields are generally very suitable in all of Denpasar City (41 subak) but additional fertilizer is needed, especially N. Potential land suitability classes for horticultural (vegetable and fruit) commodities are classified as appropriate (S2) through drainage improvements and fertilization. Climate factors are generally very suitable (S1) for food crops, and suitable (S2) for horticulture plants. The train factor is generally classified as very suitable (S1) in food crops and horticulture unless the drainage factor is relatively slow and nutrient availability is classified as moderate.

Keywords: *land use, geographic information system, land suitability, agricultural commodities.*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Persediaan lahan untuk pembangunan nonpertanian di Bali umumnya berupa lahan sawah, khususnya di Kota Denpasar. Lahan sawah di Bali tergabung dalam wilayah Subak, dimana Subak ditetapkan sebagai warisan budaya agraris (UNESCO, 2012), Untuk itu diperlukan pelestarian lahan sawah subak agar tetap terjaga. Pada

kenyataannya di Kota Denpasar laju konversi lahan sebesar 85 hektar tahun⁻¹, hal ini disebabkan oleh kebutuhan pembangunan nonpertanian yang sangat tinggi terutama disekitar pusat pariwisata (Lanya dkk., 2016).

Perencanaan penggunaan lahan pertanian dapat dilakukan melalui evaluasi kesesuaian lahan. Kesesuaian lahan adalah proses pendugaan tingkat kesesuaian lahan untuk berbagai alternative penggunaan lahan, baik untuk pertanian maupun nonpertanian (kehutanan, pariwisata, konservasi lahan, atau jenis penggunaan lainnya) (Ritung dkk, 2011). Untuk memudahkan dalam perencanaan, pelaksanaan dan evaluasi pembangunan pertanian diperlukan *database* potensi sumber daya pertanian. Lahan pertanian di Kota Denpasar sebagian besar berupa sawah subak, oleh karena itu *database* potensi sumber daya pertanian untuk perencanaan dan pengembangan pertanian di prioritaskan pada lahan sawah subak.

Informasi sumberdaya lahan pertanian baik secara spasial (wilayah subak) maupun secara statistik, kesesuaian lahan tanaman pangan (padi, jagung, dan kedelai) dan hortikultura (sayur, bunga, dan buah semusim seperti semangka dan melon) diperlukan untuk pembangunan pertanian berkelanjutan berbasis teknologi. Untuk mengintegrasikan antara data spasial yang berupa peta perencanaan kelas kesesuaian lahan dengan data statistik menggunakan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG).

Seiring dengan perkembangan teknologi dalam usaha perencanaan penggunaan lahan di Denpasar, *Remote Sensing* dan SIG dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alat media untuk mempresentasikan semua data penggunaan lahan. Data spasial dapat disajikan dan diinformasikan ke dalam sistem komputerisasi dengan menggunakan *software* yang mampu memberikan informasi secara cepat dan akurat serta dapat di gunakan oleh berbagai kalangan.

Berdasarkan uraian tersebut di atas maka dilakukan penelitian untuk mengetahui tingkat potensi kesesuaian lahan agroekosistem, menyusun database kesesuaian lahan, membangun sistem informasi kesesuaian lahan, dan membuat peta perencanaan penggunaan lahan untuk komoditas tanaman pangan dan hortikultura berbasis *Remote Sensing* dan SIG.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada September 2018 sampai dengan Desember 2018 terhitung mulai dari survei lapang, pengumpulan data primer (sumber data langsung di lapangan/hasil analisis tanah di laboratorium) dan data sekunder (diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya). Penelitian ini dilaksanakan di seluruh wilayah subak Kota Denpasar terutama berlokasi di Subak Cuculan, Subak Sembung, Subak Kerdung, Subak Pakel, Subak Intaran Barat, dan Subak Temaga.

2.2 Alat dan Bahan

Bahan penelitian terdiri dari : Data Citra Satelit *Worldview* Tahun 2015 Kota Denpasar, Peta Rupa Bumi Kota Denpasar tahun 2002 skala 1: 25.000, Buku Petunjuk

Teknis Evaluasi Lahan untuk komoditas pertanian (Ritung *et al.*, 2011), Zat kimia untuk analisis sample tanah di Laboratorium (tekstur, KTK, KB, pH, C-Organik, N-Total, P, dan K). Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Seperangkat hardware komputer untuk menganalisis citra dan *mengoverlay* peta-peta pendukung, seperti : *Software QGIS 2.18.12* dan *Software Microsoft Excel dan Word 2010*, Hand Phone Android, alat-alat analisis Laboratorium yang berkaitan dengan analisis fisik dan kimia, Peralatan tulis dan buku catatan untuk mencatat data yang didapatkan.

2.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksploratif yang meliputi (1) analisis citra satelit (analisis visual citra satelit), (2) survei dan pengamatan lapangan (survei lapang), (3) analisis data lapang dan data laboratorium. Jenis karakteristik tanah yang akan di tetapkan adalah : Tekstur tanah dengan metode pipet, C-organik dengan metode Walky dan Black, pH tanah dengan metode elektrometik pH meter, N dengan metode Kjeldahl, P dan K tersedia dengan metode Bray-1, Salinitas (mmhos/cm) dengan metode elektrometik hantaran listrik, KTK (me/100g) dan KB dengan pengestrak NH₄OAc, (4) klasifikasi kesesuaian lahan agroekosistem, (5) menyusun data base kesesuaian lahan,(perwilayahan komoditas tanaman pangan dan hortikultura berdasarkan peta kesesuaian lahan, (6) pemetaan perencanaan penggunaan lahan (berbasis *remote sensing* dan *SIG*)

2.4 Analisis Citra Satelit

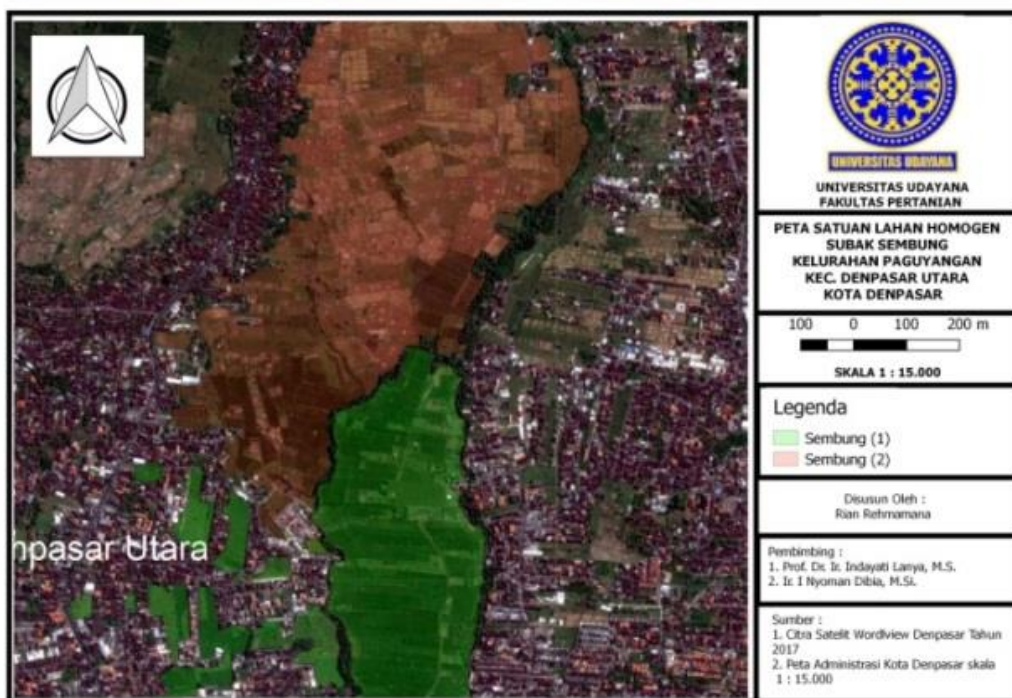
Tahap pertama dilakukan dengan mengunduh Citra Satelit terbaru *worldview* wilayah Kota Denpasar melalui *google earth*. Registrasi citra satelit lintang bujur dengan RBI melalui aplikasi *QGIS 2.18.12*. Tahap ke-tiga interpretasi lahan sawah subak secara visual dan digitasi onscreen wilayah subak (data spasial). *Printout* peta subak tentatif yang digunakan untuk penentuan lokasi pengamatan, dan Pengambilan sampel tanah di lapangan. Perencanaan lokasi pengamatan didasarkan pada luas wilayah subak dan subbagian dari subak (tempek) yang selanjutnya dinamakan satuan lahan homogen (SLH) pengelolaan.

Survei lapang ditujukan untuk memperoleh kualitas dan karakteristik lahan sebagai parameter kelas kesesuaian lahan di masing-masing subak Kota. Wilayah subak dalam penelitian ini merupakan satuan evaluasi. Oleh karena itu subak dideliniasi berdasarkan interpretasi citra satelit secara visual dan membandingkan dengan data dan informasi sekunder (peta subak hasil penelitian sebelumnya).

2.5 Survei Lapang

Survei lapang dilakukan melalui pengamatan karakteristik dan kualitas lahan sesuai dengan yang disyaratkan dalam klasifikasi kesesuaian lahan (Ritung, 2011) data iklim diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Pengamatan dan Pengambilan Sample hanya di 6 Subak untuk data primer, sedangkan 35 subak lainnya menggunakan data skunder (Lanya, 2012).

Pengambilan sampel dilakukan pada kedalaman 0 – 30 cm, sedangkan untuk pengamatan kedalaman efektif dilakukan sampai batas kontak litik (bahan induk). Pengamatan dan pengambilan sample menggunakan metode fisiografi analisis satuan lahan homogen (wilayah subak) yaitu mengambil sample berdasarkan pembagian lahan oleh batas irigasi, jalan, maupun perbedaan penggunaan lahan. Pembagian satuan lahan homogen pada daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Metode pengambilan sampel dilakukan secara komposit yaitu gabungan dari beberapa lokasi dalam SLH yang sama.



Gambar 1. Peta satuan lahan homogen

2.6 Analisa Tanah di Laboratorium

Analisa tanah ditujukan untuk klasifikasi kesesuaian lahan meliputi analisis sifat fisik (tekstur, bahan kasar), dan analisis sifat kimia tanah (KTK, KB, pH, C-Organik, N total, P, K). Metode analisis mengacu pada Penuntun Praktikum Analisis Tanah, Prodi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana. Data hasil survei lapang (lereng, kedalaman efektif tanah, tingkat bahaya erosi, batuan permukaan, singkapan batuan) dan hasil analisis tanah di Laboratorium diklasifikasikan sesuai dengan Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan (Ritung *et al.*, 2011).

2.7 Evaluasi Kesesuaian Lahan

Evaluasi kesesuaian lahan diawali dengan membuat tabel hubungan antara satuan lahan homogen (subak) dengan karakteristik dan kualitas lahan. Selanjutnya masing-masing data karakteristik dan kualitas lahan diklasifikasikan sesuai dengan

persyaratan pertumbuhan tanaman mengacu pada evaluasi lahan (Ritung dkk., 2011) klasifikasi kesesuaian lahan dari ordo sampai tingkat unit. selanjutnya dilakukan pemetaan kelas kesesuaian lahan agroekosistem.

2.8 Sistem Informasi Kelas Kesesuaian Lahan

Sistem informasi kelas kesesuaian lahan dibangun melalui join atribut antara data spasial (wilayah subak/SLH) dan data atribut (kelas kesesuaian lahan dimasing-masing subak).

2.9 Perencanaan Penggunaan Lahan

Perencanaan penggunaan lahan untuk masing-masing subak didasarkan pada hasil klasifikasi kesesuaian lahan tertinggi diikuti oleh kelas kesesuaian lahan yang memiliki faktor pembatas terendah dan mudah diperbaiki. Perencanaan penggunaan lahan untuk masing-masing komoditas dilakukan dengan menginventarisasi kelas kesesuaian lahan tertinggi untuk setiap subak. Peta perencanaan penggunaan lahan untuk komoditas tertentu dibangun secara interaktif melalui GIS.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Evaluasi Kesesuaian Lahan

Berdasarkan hasil interpretasi citra untuk memperoleh SLH, survei lapang, analisa tanah di Laboratorium, dan analisis data serta klasifikasi kesesuaian lahan di masing-masing SLH diperoleh kelas kesesuaian lahan untuk masing-masing SLH yang disajikan dalam Tabel 1. Tabel 1. Evaluasi kelas kesesuaian lahan tanaman pangan dan hortikultura.

Tabel 1. Evaluasi kelas kesesuaian lahan tanaman pangan dan hortikultura

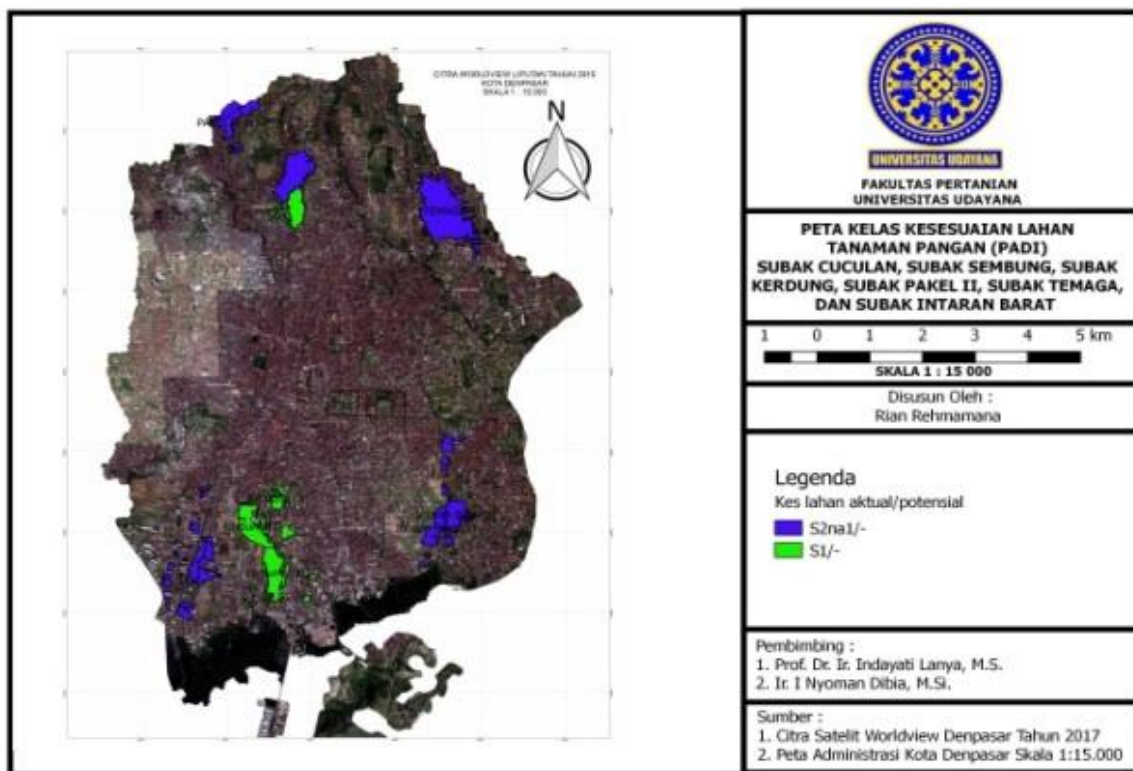
Subak	Padi		Jagung		Kedelai		Sawi		Bayam	
	Aktual	Potensial	Aktual	Potensial	Aktual	Potensial	Aktual	Potensial	Aktual	Potensial
Cuculan	S2na1	S1	S2tc1oa1na1	S2tc1	S2tc1oa1na1	S2tc1	S2wa1tc1rc1na1	S2wa1tc1rc1	S2wa1wa2tc1rc1na1	S2wa1wa2tc1rc1
Sembung (1)	S1	S1	S2tc1oa1	S2tc1	S2tc1oa1	S2tc1	S2wa1tc1rc1	S2wa1tc1rc1	S2wa1wa2tc1rc1	S2wa1wa2tc1rc1
Sembung (2)	S2na1	S1	S2tc1oa1na1	S2tc1	S2tc1oa1na1	S2tc1	S2wa1tc1rc1na1	S2wa1tc1rc1	S2wa1wa2tc1rc1na1	S2wa1wa2tc1rc1
Kerdung (1)	S1	S1	S2tc1	S2tc1	S2tc1	S2tc1	S2wa1tc1oa1	S2wa1tc1	S2wa1wa2tc1	S2wa1wa2tc1
Kerdung (2)	S1	S1	S2tc1	S2tc1	S2tc1	S2tc1	S2wa1tc1oa1	S2wa1tc1	S2wa1wa2tc1oa1	S2wa1wa2tc1
Kerdung (3)	S1	S1	S2tc1	S2tc1	S2tc1	S2tc1	S2wa1tc1rc1oa1	S2wa1tc1rc1	S2wa1wa2tc1rc1oa1	S2wa1wa2tc1rc1
Pakel (1)	S2na1	S1	S2tc1	S2tc1	S2tc1na1	S2tc1	S2wa1tc1oa1na1	S2wa1tc1	S2wa1wa2tc1oa1na1	S2wa1wa2tc1
Pakel (2)	S2na1	S1	S2tc1na1	S2tc1	S2tc1oa1na1	S2tc1	S2wa1tc1oa1nr4na1	S2wa1tc1	S2wa1wa2tc1oa1nr4na1	S2wa1wa2tc1
I. Barat (1)	S2na1	S1	S2tc1na1	S2tc1	S2tc1na1	S2tc1	S2wa1tc1oa1na1	S2wa1tc1	S2wa1wa2tc1oa1na1	S2wa1wa2tc1
I. Barat (2)	S2na1	S1	S2tc1na1	S2tc1	S2tc1na1	S2tc1	S2wa1tc1oa1na1	S2wa1tc1	S2wa1wa2tc1oa1na1	S2wa1wa2tc1
Temaga	S2na1	S1	S2tc1oa1na1	S2tc1	S2tc1oa1na1	S2tc1	S2wa1tc1rc1nr4na1	S2wa1tc1rc1	S2wa1wa2tc1rc1nr4na1	S2wa1wa2tc1rc1

Keterangan : S1= Sangat sesuai. S2= Cukup sesuai, S3= Sesuai marginal, tc1= Temperatur rata-rata (°C), wa1= Curah hujan (mm), oa1= Drainase, rc1= Tekstur, nr4= C-organik (%), na1= N-Total (%)

Tabel 1 menunjukkan bahwa seluruh subak untuk komoditas tanaman pangan (padi) secara potensial tergolong sangat sesuai (S1) dengan input retensi hara (nr1) dan hara tersedia. Sedangkan untuk usaha tani tanaman hortikultura tergolong sesuai (S2) dengan faktor pembatas drainase dan N-Total. Untuk itu diperlukan pengolahan tanah, pengguludan, dan pemupukan. Contoh peta kesesuaian lahan untuk masing-masing SLH dapat dilihat pada Gambar 2.

3.2 Database Kelas Kesesuaian Lahan

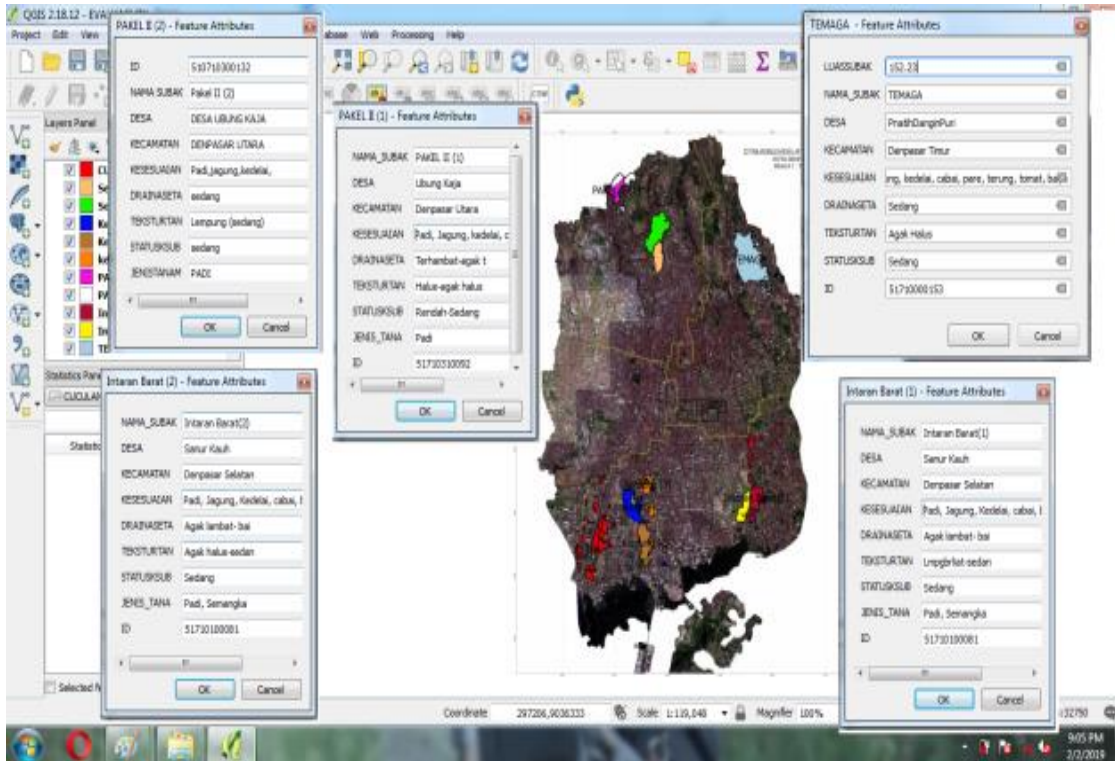
Database kelas kesesuaian lahan di 6 subak (Data primer) dan 35 subak lainnya (Data sekunder) disajikan kedalam bentuk sistem informasi kesesuaian lahan, *database* 41 subak di Kota Denpasar menunjukkan secara potensial lahan subak tergolong kedalam kelas sangat sesuai (S1) untuk tanaman padi sawah irigasi, dan sesuai (S2) untuk tanaman hortikultura sawi, bayam, mentimun, terung, semangka, dan melon dengan faktor pembatas C-organik, N-total, drainase, dan tekstur.



Gambar 2. Peta kelas kesesuaian lahan komoditas tanaman padi

3.3 Sistem Informasi

Sistem informasi berbasis geospasial disajikan dalam bentuk peta dan data secara interaktif, Sistem informasi pada 41 subak di Kota Denpasar di sajikan pada Gambar 2. Gambar tersebut lebih ditunjukkan pada informasi kelas kesesuaian lahan dimasing-masing subak secara cepat dan terintegrasi antara data spasial (subak) dan data atribut (kesesuaian lahan). Informasi kesesuaian lahan untuk masing-masing komoditas dimasing-masing subak sangat membantu dalam pengembangan komoditas tertentu.



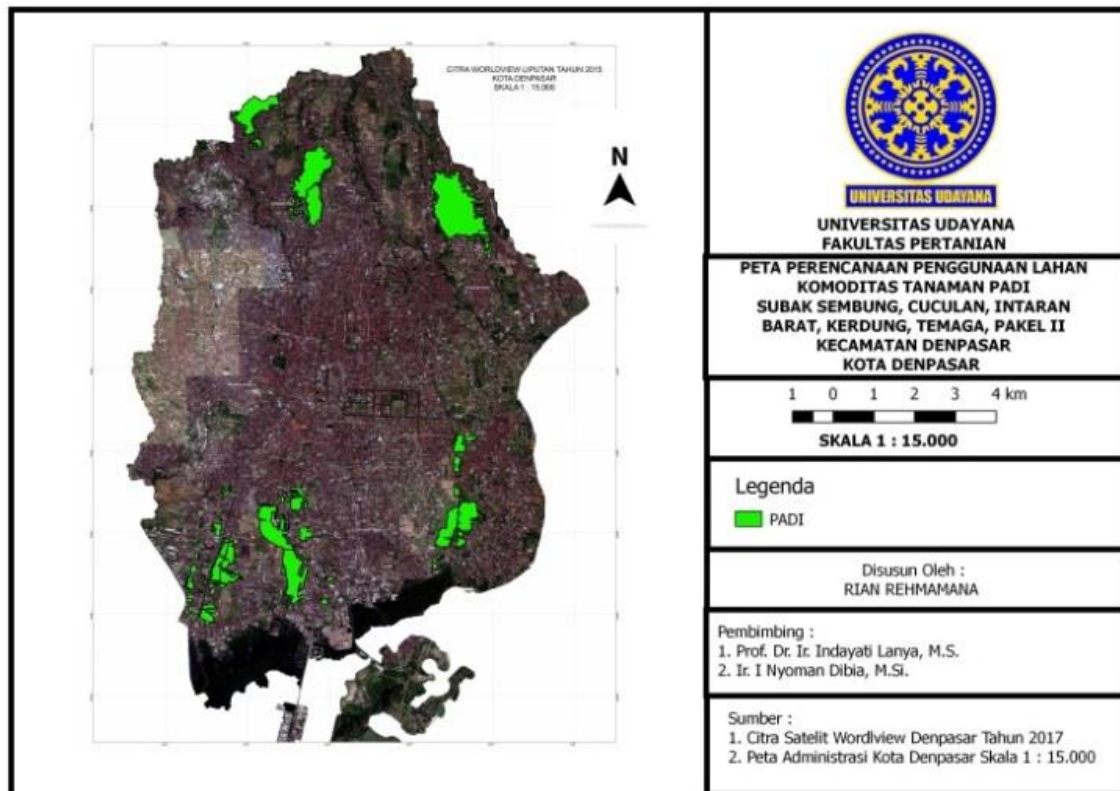
Gambar 3. Sistem informasi kesesuaian lahan di Kota Denpasar

3.4 Perencanaan Penggunaan Lahan

Perencanaan penggunaan lahan berbasis subak dilakukan melalui rekapitulasi kelas kesesuaian lahan dari masing-masing komoditas, adapun perencanaan penggunaan lahan berdasarkan komoditas disajikan dalam Tabel 2. Perencanaan penggunaan lahan untuk setiap kecamatan dilakukan melalui perwilayahan komoditas, dan dicantumkan dalam peta perencanaan penggunaan lahan berbasis kesesuaian lahan agroekosistem pada Gambar 4.

Tabel 2. Perencanaan penggunaan lahan di Kecamatan Denpasar Selatan

SUBAK	Kesesuaian Lahan Agroekosistem	Perwilayahan/Arahan Penggunaan Lahan
Nama/Desa	Urutan Kelas Kesesuaian Lahan	
1	2	3
Subak Cuculan	Tanaman padi tergolong sesuai (S1) Palawija : kedelai dan jagung tergolong sesuai (S2)	Alternatif I : padi, palawija/hortikultura Seluruh tanaman sayuran dibutuhkan pengolahan tanah dan pembuatan saluran drainase. demikian pula harus dilakukan pemupukan sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tanaman untuk memperoleh hasil tertentu
Subak Kerdung	Sayuran : sawi, bayam, mentimun, terung tergolong sesuai (S2)	Alternatif II : padi, jagung/buah-buahan.
Subak Intaran Barat	Buah-buahan : semangka, melon tergolong sesuai (S2)	Alternatif III : Sayuran, mentimun dan melon



Gambar 4. Peta perencanaan penggunaan lahan komoditas tanaman padi

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Adapun yang dapat disimpulkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kelas kesesuaian lahan aktual untuk padi sawah tergolong sangat sesuai (S1) diseluruh Kota Denpasar (41 subak), dan kelas kesesuaian lahan potensial untuk padi sawah tergolong cukup sesuai (S2) dengan faktor pembatas N total.
2. Kelas kesesuaian lahan potensial untuk tanaman palawija, sayuran dan buah-buahan tergolong sesuai (S2) melalui perbaikan drainase dan pemupukan.
3. *Database* kesesuaian lahan agroekosistem terdiri dari data spasial (batas wilayah subak) dan data atribut (nama subak, id, luas subak, desa, kecamatan, kualitas/karakteristik lahan, kelas kesesuaian lahan) yang disajikan ke dalam sistem informasi berbasis geospasial dalam bentuk peta dan data secara interaktif.
4. Peta perencanaan penggunaan lahan untuk komoditas tanaman pangan dan hortikultura di dasarkan pada kelas kesesuaian lahan tertinggi (padi) diikuti dengan kelas-kelas kesesuaian lahan yang lebih rendah. Pola perencanaan penggunaan lahan terbaik di wilayah utara berupa padi-padi-palawija/hortikultura. Wilayah selatan padi-palawija/hortikultura.

4.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini yaitu:

1. Peta kelas kesesuaian lahan agroekosistem di sarankan sebagai alternatif usaha tani tanaman pangan dan hortikultura untuk meningkatkan nilai ekonomi.
2. Penambahan pupuk N dan perbaikan drainase perlu dilakukan pada 6 subak (Subak Cuculan, Sembung, Pakel II, Kerdung, Intaran Barat, dan Temaga) untuk mendapatkan hasil pertanian yang optimal.
3. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan agar potensi pertanian subak di Kota Denpasar dapat dimanfaatkan dengan optimal.

Daftar Pustaka

- Abdullah, T.S. 1993. *Survei Tanah dan Evaluasi Lahan*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Djaenuddin, dkk. 2003. *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian*. Bogor. Balai Penelitian Tanah, Puslitbang Tanah dan Agroklimat.
- Lanya, Indayati. 2002. *Teknologi Remote Sensing Dalam Pengelolaan Sumberdaya Lahan Berkelanjutan*. Universitas Udayana. Denpasar
- Lanya, Indayati. 2012. *Alih Fungsi lahan di Kota Denpasar*. Kelompok Ahli Pemerintah Kota Denpasar. Denpasar.
- 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.

Ritung S., Kusomo 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.