

Analisis Kesesuaian Lahan untuk Padi di Distrik Semangga, Kabupaten Merauke

Land Suitability Analysis for Paddy Field in Semangga District, Merauke Regency

ARDIANSYAH^{1*}, SIDHARTA SAHIRMAN¹, M. RIF'AN², EDY H.P. MELMAMBESSY³

¹Teknik Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr. Soeparno No. 61, Jawa Tengah 53123;

²Agroteknologi, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr. Soeparno No. 61, Jawa Tengah 53123; ³Budidaya Perikanan, Universitas Musamus, Jl. Kamizaun Mopah Lama, Rimba Jaya, Kec. Merauke, Kabupaten Merauke, Papua 99611; *Penulis korespondensi, e-mail: ardi.plj@gmail.com, cc: ard@unsoed.ac.id

(Diterima: 20 Oktober 2016; Disetujui: 5 Januari 2017)

ABSTRACT

This study aimed to determine the land suitability for paddy plantation in Semangga subdistrict, Merauke Regency, Papua Province and to identify any treatments that needs to be taken to promote the land suitability classes. The information on land suitability is important to determine the treatment required in land preparation in order to achieve optimal production. Survey was conducted to collect necessary data which includes climate data, nutrient content (N, P, K available), Cation Exchange Capacity (CEC), pH, and toxicity. These data are interpolated within the area of Semangga subdistrict and classified based on the criteria developed by Indonesian Soil Research Institute - Ministry of Agriculture and FAO. Overlay analysis is performed in order to determine land suitability classes and the dominant limiting factor. Criteria for determining the suitability classes was taken from the lowest class of land unit. The results showed that the area of 1% (360.09 hectare) is classified as class of S2wfn, 55.8% (19,495.83 hectare) as class of S3n, 7% (2,431.83 hectare) as class of S3np, 35.3% (12,349.74 hectare) as class N1n, and 0.9% (306.6 hectare) as class of N2f. The finding of land suitability classes and its dominant inhibitory factor can be used then to determine the proper land treatment planning such as fertilization, liming, and drainage system design.

Keywords: land suitability analysis, paddy field, Semangga subdistrict - Merauke Regency

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menentukan kesesuaian lahan untuk tanaman padi di Distrik Semangga, Kabupaten Merauke, Provinsi Papua dan menetapkan perlakuan-perlakuan yang diperlukan untuk meningkatkan kelas kesesuaian lahan tersebut. Kesesuaian lahan tersebut penting untuk menentukan perlakuan yang diperlukan dalam menyiapkan lahan agar mampu berproduksi secara optimal. Survei lokasi dilakukan untuk mengambil data-data yang diperlukan, diantaranya data iklim, kandungan hara (N, P, K tersedia), Kapasitas Tukar Kation (KTK), pH dan toksisitas. Data-data tersebut diinterpolasi untuk luasan Distrik Semangga dan dikelaskan berdasarkan kriteria Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Balai Penelitian Tanah, Kementerian Pertanian (1993) dan FAO (1976). Analisis tumpang susun (*overlay*) dilakukan untuk menentukan kelas kesesuaian lahan dan faktor pembatas dominan. Kriteria penentuan kelas kesesuaian diambil yang terendah. Hasil analisis menunjukkan wilayah sebesar 1% (360.09 ha) berada pada kelas

S2wfn, 55.8% (19.495,83 ha) berada pada kelas S3n, 7% (2,431.83 ha) berada pada kelas S3np, 35.3% (12,349.74 ha) berada pada kelas N1n dan 0.9% (306.6 ha) berada pada kelas kesesuaian lahan N2f. Dengan adanya nilai kelas kesesuaian lahan beserta faktor penghambat yang dominan, dapat dilakukan perencanaan untuk perlakuan lahan seperti pemupukan, pengapuran dan pengaturan drainase.

Kata kunci: pertanian padi, analisis kesesuaian lahan, Distrik Semangga-Kabupaten Merauke

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perencanaan Kabupaten Merauke sebagai sentra produksi beras (Kementerian Pertanian 2015) memerlukan pengkajian mendalam mengenai potensi lahan. Pada umumnya kondisi topografis lahan Kabupaten Merauke adalah datar, sehingga dikatakan sangat baik untuk pertanian padi dengan aplikasi mekanisasi intensif. Ketersediaan air di Kabupaten Merauke cukup baik dengan kondisi rawa pasang surut. Produktivitas lahan padi menurut petani setempat antara 3 sampai 5 ton/ha, sehingga dapat disimpulkan bahwa Kabupaten Merauke sangat sesuai untuk tanaman padi.

Di sisi lain, ada beberapa kondisi di Kabupaten Merauke, khususnya Distrik Semangga, yang kondisi tersebut dapat mempengaruhi produktivitas tanaman padi. Salah satu kondisi tersebut diantaranya air payau yang menghambat pengambilan hara tanaman. Hal ini mendorong untuk mencari lebih lanjut apakah ada kondisi lain yang dapat menurunkan produktivitas padi.

Perencanaan lahan adalah aktivitas yang dilakukan setelah suatu lokasi ditetapkan akan digunakan untuk pertanian. Sebelum dilakukan perencanaan lahan, maka penilaian kesesuaian lahan perlu dilakukan. Penilaian kesesuaian lahan menghasilkan kemampuan lahan dan alternatif-alternatif potensial untuk tanaman tertentu (Mokarram dan Aminzadeh, 2010). Analisis yang lebih mendalam dengan mengumpulkan parameter-parameter tanah sangat diperlukan untuk mengenali kondisi terkini dan kemungkinan perbaikan-perbaikan. Analisis kesesuaian lahan dirasakan dapat

memberikan keterangan yang komprehensif dan dapat memberikan informasi secara spasial. Informasi mengenai kondisi terkini (*present land use*) dibutuhkan dalam analisis kesesuaian lahan aktual dan potensial (Djaenudin, 2003; FAO, 1976; *Center for Soil Research (CSR)/FAO*, 1983).

Analisis kesesuaian lahan untuk Kabupaten Merauke pernah dilakukan sebelumnya (Marfai, 2012; Mardawilis *et al.*, 2011; Marwoto dan Candra, 2007). Namun semua analisis kesesuaian lahan tersebut mencakup wilayah yang luas, misalnya daerah Papua Barat secara keseluruhan, atau tidak spesifik pada tanaman padi. Analisis kesesuaian lahan yang secara spesifik dilakukan untuk distrik-distrik di Kabupaten Merauke belum ditemukan. Pada kenyataannya, Distrik Semangga sedang intensif dikembangkan, sehingga sangat diperlukan data dan rekomendasi untuk perencanaan pertanian padi.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan: (1) mendapatkan informasi mengenai kelas-kelas kesesuaian lahan yang ada di Distrik Semangga, Kabupaten Merauke, untuk penanaman padi sawah dan (2) menetapkan perlakuan-perlakuan yang diperlukan untuk meningkatkan kelas kesesuaian lahan terhadap tanaman padi.

METODE PENELITIAN

Diagram alir analisis kesesuaian lahan dapat dilihat pada Gambar 1. Peta geologi yang menunjukkan bahan induk pembentuk tanah diperoleh dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL), Kementerian Energi dan Sumber daya Mineral,

Bandung. Skala peta yang tersedia untuk Papua tidak tersedia yang lebih detil dari 1:250,000, sehingga digunakan dalam analisis. Peta Tata Guna Lahan diperoleh dengan prosedur *supervised classification* terhadap citra Landsat 8 (Ardiansyah *et al.*, 2015; Mosleh *et al.*, 2015). Citra Landsat sendiri diketahui memiliki resolusi spasial sebesar 30 meter/*pixel*, sehingga skala dapat didekati pada nilai 1:60,000.

Secara teknis, proses *overlay* kedua peta tersebut dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan geo-rectifikasi pada Peta geologi dalam perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan transformasi linear. Peta tata guna lahan yang sudah diproses sebelumnya ditumpang susunkan (*overlay*) dengan Peta Geologi dengan operasi perkalian raster.

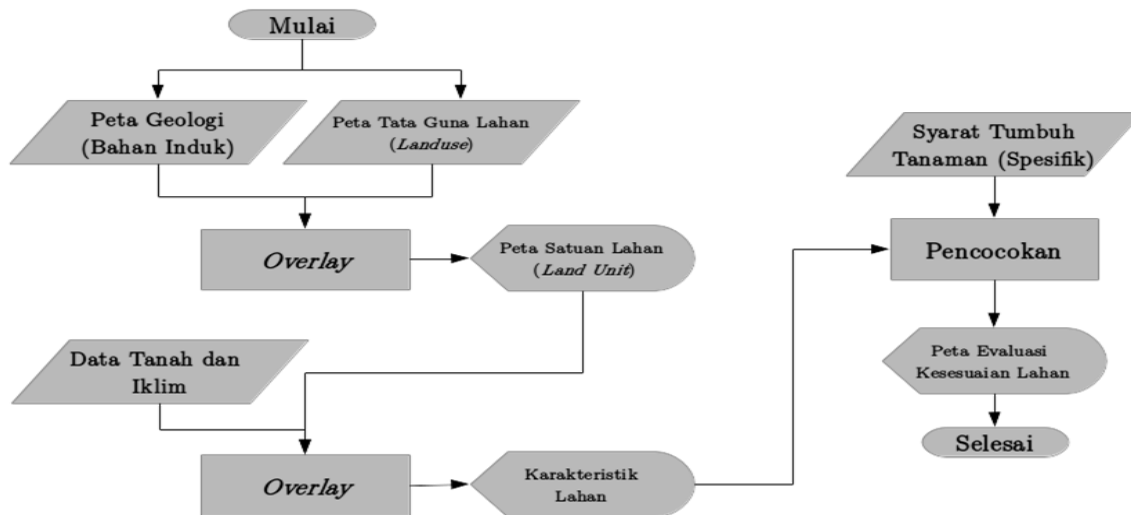
Kondisi topografi di Kabupaten Merauke relatif datar (Ito *et al.*, 2014), sehingga penggunaan peta topografi untuk membuat peta satuan lahan tidak diperlukan. Peta satuan lahan menjadi dasar pengambilan sampel ketika survei. Skala peta satuan lahan ini mengikuti skala peta tata guna lahan, demikian juga peta kesesuaian lahan.

Data tanah dan iklim diperoleh dengan melakukan survei terhadap 16 titik sample yang mewakili satuan lahan di Distrik Semangga. Skala pengambilan data adalah 1 sampel untuk tiap 2,184 ha. Kerapatan ini mendekati survei tanah tingkat "tinjau". Data ini dicocokkan dengan kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman padi (syarat tumbuh tanaman padi). Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah GRASS GIS (Dassau *et al.*, 2005;

Neteler dan Mitsova, 2004; Neteler *et al.*, 2012).

Syarat tumbuh tanaman yang diterapkan pada penelitian ini menggunakan panduan dari Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslittanak) (1993) mengenai petunjuk teknis evaluasi lahan. Pada dasarnya pengklasifikasian mengikuti *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) yang menggunakan 2 ordo, yaitu sesuai (S), dan tidak sesuai (N). Ordo S terbagi menjadi 3 sub-kelas; sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2), dan sesuai marjinal (S3). Ordo N terbagi menjadi 2 sub kelas, yaitu: tidak sesuai saat ini (N1), dan tidak sesuai permanen (N2). Kriteria tumbuh tanaman memiliki beberapa sub-kelas yang akan dicocokkan dengan kondisi lahan yang diteliti. Kriteria tumbuh tanaman padi dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil akhir analisis kesesuaian lahan adalah peta kesesuaian lahan untuk komoditas yang diinginkan, dalam hal ini padi.

Beberapa algoritma analisis kesesuaian lahan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (Akıncı *et al.*, 2013), namun metode ini lebih rumit untuk diterapkan dan memerlukan *expert* untuk menetapkan kriteria-kriteria. Algoritma lainnya menggunakan alat pengembang perangkat lunak berbayar, misalnya *Agricultural Land Suitability Evaluator* (ALSE) (Elsheikh *et al.*, 2013) sehingga tidak dapat terjangkau untuk semua orang. Kesesuaian lahan pada penelitian ini menggunakan metode pencocokan, sehingga lebih sederhana dan mudah diaplikasikan dibandingkan metode lain. Selain itu perangkat lunak yang digunakan adalah perangkat lunak yang tersedia bebas di dunia maya.



Gambar 1. Diagram alir analisis kesesuaian lahan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Survey Lokasi dan Pengambilan Sampel Tanah

Data yang diperoleh di lapangan di plot pada peta Distrik Semangga. Data titik pada pengambilan sampel menggambarkan variabilitas spasial pada lokasi penelitian. Variabilitas spasial di Distrik Semangga dapat diketahui dengan menginterpolasi data-data titik tersebut. Interpolasi dilakukan dengan menggunakan metode spline (Mitasova *et al.*, 2005; Kong dan Ong, 2009; Neteler dan Mitasova, 2004). Perbandingan sebaran spasial sifat kimia tanah (Total N, P tersedia, K tersedia, EC dan pH) dapat diamati pada Gambar 2. Peta ini tidak digunakan dalam analisis kesesuaian lahan, namun digunakan sebagai bahan observasi untuk mendapatkan gambaran singkat hasil survei sifat-sifat lahan. Umumnya, nilai-nilai pada lahan akan digunakan sebagai indikasi kelas lahan untuk masing-masing parameter yang dimuat pada Tabel 1 (Sarkar *et al.*, 2014). Batas-batas area pengkategorian kelas kesesuaian lahan adalah peta satuan lahan.

Peta Satuan Lahan

Peta satuan lahan adalah hasil *overlay* Peta tata guna lahan dengan peta bahan induk penyusun lahan. Tata guna lahan dan tutupan lahan yang diperoleh dari citra satelit sangat penting dalam penentuan kesesuaian lahan (Ayehu dan Besufekad, 2015). Dasar pengambilan titik-titik sampel dominan ditentukan oleh peta tata guna lahan, karena bahan induk pembentuk lahan tidak memiliki variabilitas spasial yang berarti. Peta lereng tidak digunakan dalam pembuatan Peta Satuan Lahan, karena kondisi lahan di Kabupaten Merauke yang relatif datar (Ito *et al.*, 2014; Wambrauw, 2015). Peta satuan lahan perlu dibuat untuk mengelompokkan satuan-satuan lahan yang mempunyai sifat homogen (Budiarta, 2016). Tiap-tiap satuan lahan diasumsikan mempunyai sifat-sifat yang sama, karena berasal dari bahan induk penyusun yang sama dan memiliki tata guna lahan yang sama. Berdasarkan asumsi ini, peta satuan lahan akan digunakan sebagai dasar dalam menentukan kelas kesesuaian lahan.

Tabel 1. Syarat tumbuh tanaman padi sawah

Kualitas/ Karakteristik Lahan		Kelas Kesesuaian				
		S1	S2	S3	N1	N2
Temperatur (t)	Temperatur rerata tahunan (°C)	24-29	22-24; 29-32	18-22; 32-35	Td	>35; <18
Ketersediaan air (w)	Bulan kering (<75 mm)	<3	3 - 9	9-9.5	Td	>9.5
	Curah hujan/tahun (mm)	>1500	1200-1500	800-1200		<800
Media Perakaran (r)	Drainase tanah	Terhambat	Terhambat	Sedang, Baik	Cepat	Sangat Cepat
	Tekstur	SCL, SiL, Si, CL	SL, L, SiCL, SiC, Str C	LS, Liat Masif	Td	Kerikil, Pasir
	Kedalaman tanah efektif (cm)	>50	40-50	25-40	<25	<20
	Gambut					
	- Kematangan - Ketebalan (cm)	- -	Satrik <100	Hemik 100-150		Fibrik >200
Retensi Hara (f)	KTK	≥ Sedang	Rendah	Sangat Rendah	Td	Td
	pH H ₂ O	5.5-7	4.5-5.5; 7-8	4-4.5; 8-8.5	Td	>8.5; <4.0
Salinitas (c)	EC (mmhos/cm)	<3.5	3.5-5.0	5.0-6.6	6.6-8	>8
Toksisitas (x)	Kejenuhan Al (%)					
	Kedalaman Sulfidik (cm)	>75	60-75	40-60	30-40	<30
Hara Tersedia (n)	Total N	≥ Sedang	Rendah	Sangat Rendah		
	P ₂ O ₅	Sangat Tinggi	Tinggi	Sedang - Rendah	Sangat Rendah	
	K ₂ O	≥ Sedang	Rendah	Sangat Rendah		
Kemudahan Pengolahan (p)	Tekstur	SL, L, SCL, SiL, Si, CL, SiCL	LS, SC	SiC, Str		gravely, LS, S, massive clay
Terrain/Potensi Mekanisasi (s)	Lereng (%)	<3	3-5	5-8	Td	>8
	Batuan di permukaan (%)	<2	2-5	5-10	10-25	>25
	Singkapan batuan (%)	0	2-5	5-15	Td	>15
Bahaya erosi (e)		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Berat	Sangat Berat
Bahaya banjir (b)		F0 - F1	F2	F3	F4	F4

*Keterangan: Td = Tidak berlaku, C = Clay; L = Loam; Si = Silt; S = Sand; Str C = Structured Clay
Sumber: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslittanak), 1993.

Peta bahan induk penyusun lahan diperoleh dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL), Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung. Analisis *overlay* menghasilkan beberapa kode satuan lahan dengan tata guna,

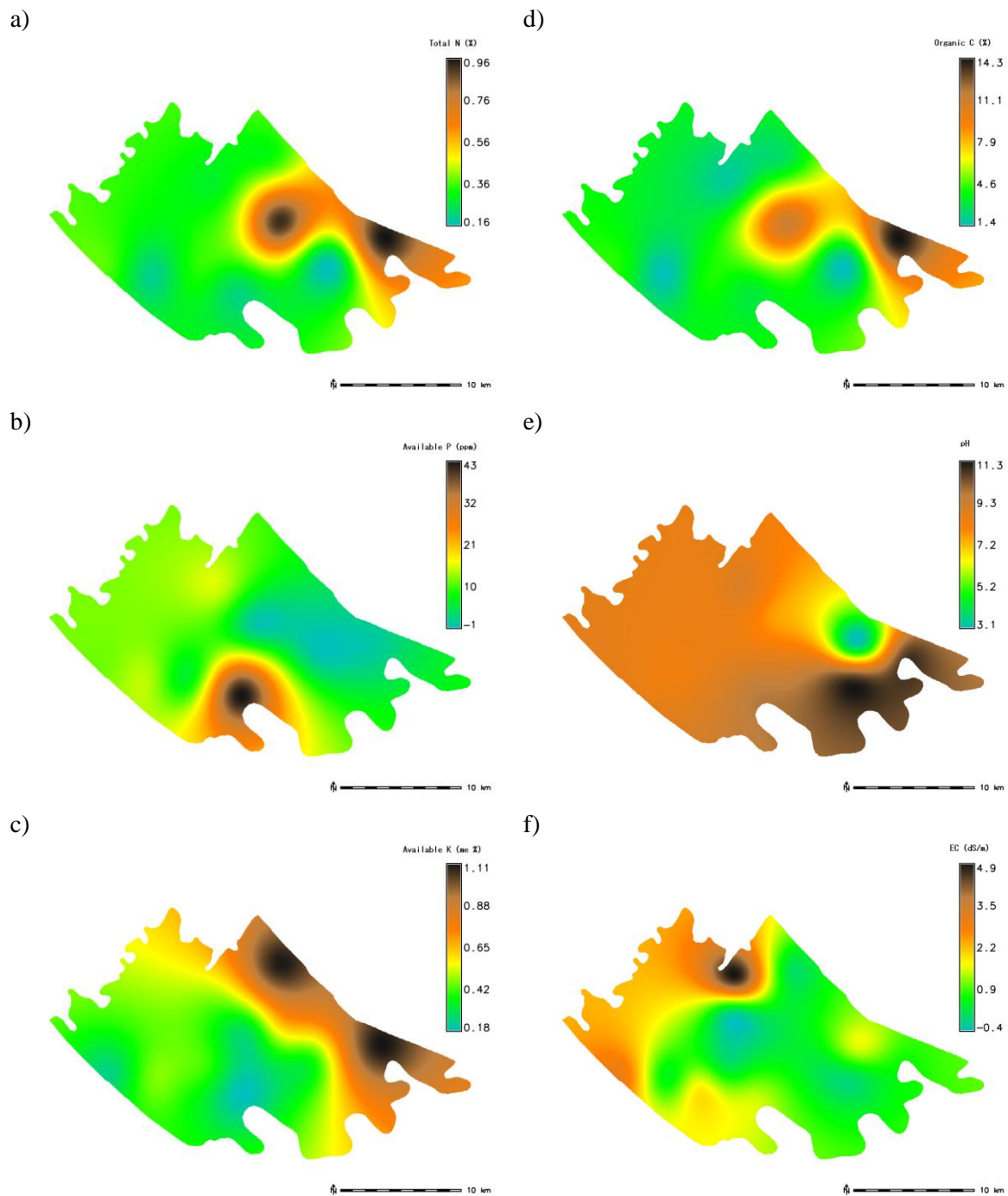
bahan induk, dan kemiringan masing-masing [Tabel 2].

Peta tata guna lahan [Gambar 3], diperoleh dengan melakukan prosedur *supervised classification* pada citra satelit Landsat 8. Kombinasi band yang digunakan untuk mendapatkan peta *landuse* adalah Band

6, Band 5, dan Band 2 (*Agricultural Band*). Kombinasi *band* ini lebih baik dalam mengklasifikasi tata guna lahan dibandingkan kombinasi band lainnya (Ardiansyah *et al.*, 2015).

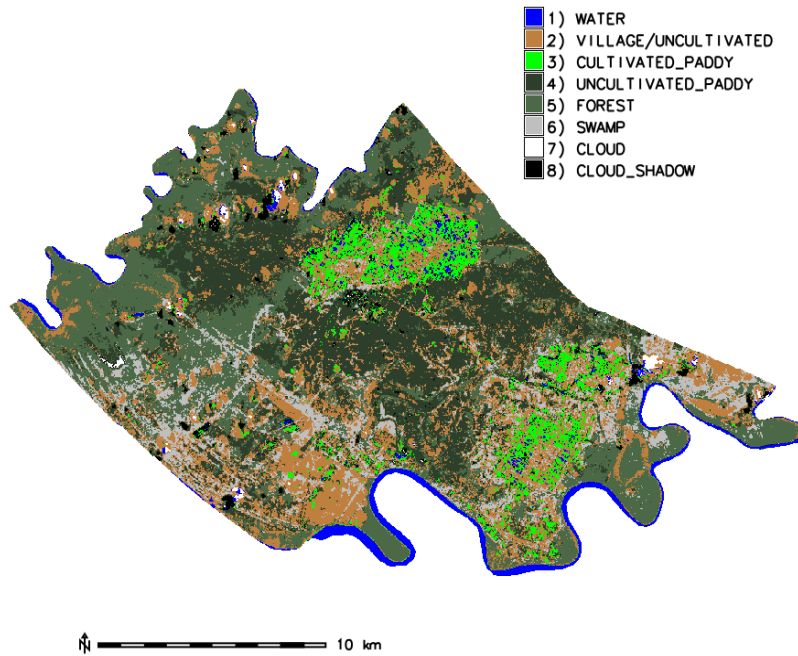
Bahan induk penyusun lahan pada Distrik Semangga pada dasarnya adalah rawa dan sungai. Hasil tumpang susun dengan *landuse*

menghasilkan 12 satuan lahan [Gambar 4a], yang kemudian diklasifikasi menjadi 7 satuan lahan [Gambar 4b], yaitu Qrp, Qrf, Qrsf, Qsp, Qsf, Qssf, dan V. Peta satuan lahan ini menjadi dasar untuk menempatkan kelas-kelas kesesuaian lahan berdasarkan syarat tumbuh tanaman.

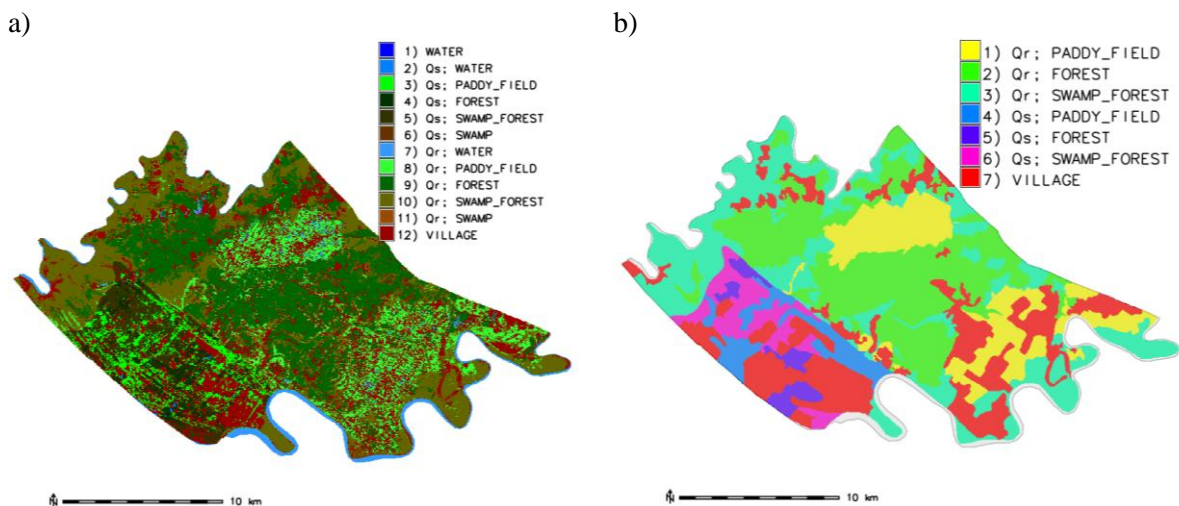


Gambar 2. Sebaran Parameter: a) Total N; b) P tersedia; c) K tersedia; d) C-organik; e) pH; f) EC pada Distrik Semangga

Sumber: Hasil analisis, 2016.



Gambar 3. Tata guna lahan pada Distrik Semangga
Sumber: Ardiansyah *et al.*, 2015.



Gambar 4. Peta satuan lahan:
a) *Overlay* peta bahan induk penyusun lahan dan peta tata guna lahan;
b) Peta satuan lahan hasil pengelompokan
Sumber: Hasil analisis, 2016.

Tabel 2. Satuan lahan di Distrik Semangga

No SLH	Kode Satuan Lahan	Landform	Tata Guna Lahan	Bahan Induk	Kemiringan (%)
1	Qrp	Rawa belakang pasang surut	Padi sawah	Pasir, lumpur dan kerikil	1-3
2	Qrf	Rawa belakang pasang surut	Hutan	Pasir, lumpur dan kerikil	1-3
3	Qrsf	Rawa belakang pasang surut	Hutan rawa	Pasir, lumpur dan kerikil	1-3
4	Qsp	Pantai pasang surut lumpur	Padi sawah	Lumpur dan pasir halus berkarbon	0-2

Tabel 2. (lanjutan)

No SLH	Kode Satuan Lahan	Landform	Tata Guna Lahan	Bahan Induk	Kemiringan (%)
5	Qsf	Pantai pasang surut lumpur	Hutan	Lumpur dan pasir halus berkarbon	0-2
6	Qssf	Pantai pasang surut lumpur	Hutan rawa	Lumpur dan pasir halus berkarbon	0-2
7	V		Desa		0-3

Sumber: Hasil analisis, 2016.

Kelas Kesesuaian Lahan untuk Padi

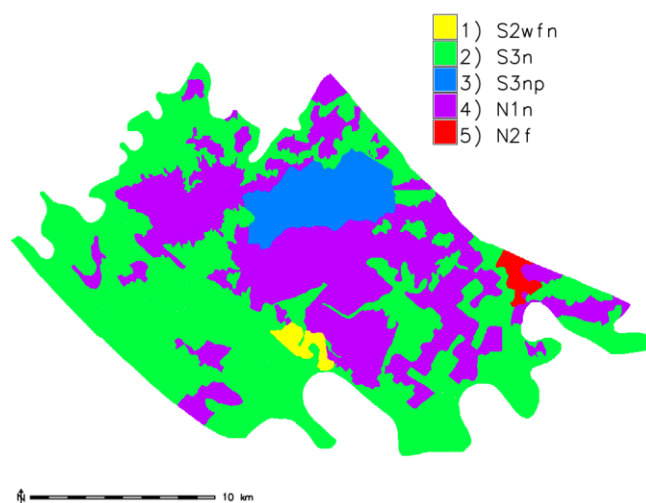
Kelas kesesuaian lahan untuk padi diperoleh dengan pencocokan kebutuhan tanaman dengan kualitas lahan. Informasi kebutuhan tanaman mencakup parameter tanah dan iklim yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Elseikh, 2015). Analisis kesesuaian lahan menghasilkan peta pada Gambar 5. Ada lima kelas yang muncul, yaitu

S2wfn, S3n, S3np, N1n, dan N2f. Dari lima kelas tersebut, diketahui faktor pembatas untuk tanaman padi pada Distrik Semangga, Kabupaten Merauke adalah ketersediaan air (w), retensi hara (f), hara tersedia (n), kemudahan pengolahan (p). Detil dari kelas-kelas tersebut dan keterangannya dapat dilihat pada Tabel 3.

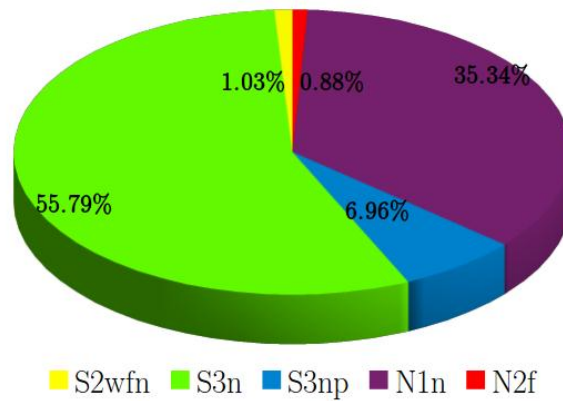
Tabel 3. Kelas kesesuaian lahan dan keterangannya

Kelas Kesesuaian Lahan	Luas Area (ha)	Persentase Area (%)	Keterangan
S2wfn	360.9	1	Cukup sesuai, pembatas ketersediaan air, retensi hara, nutrisi
S3n	19,495.83	55.8	Sesuai marjinal, pembatas nutrisi
S3np	2,431.83	7	Sesuai marjinal, pembatas nutrisi, kemudahan pengolahan
N1n	12,349.74	35.3	Tidak sesuai saat ini, pembatas nutrisi
N2f	306.6	0.9	Tidak sesuai permanen, pembatas, retensi hara

Sumber: Hasil analisis, 2016.



Gambar 5. Kelas kesesuaian lahan untuk padi
Sumber: Hasil analisis, 2016.



Gambar 6. Kelas kesesuaian lahan untuk padi sawah dan persentasenya
 Sumber: Hasil analisis, 2016.

Gambar 6 menunjukkan sebagian besar lokasi Distrik Semangga memiliki kelas kesesuaian S3n, yaitu sebanyak 55% dan memiliki luas 19,495.83 ha. Pengamatan terhadap data tanah menunjukkan faktor pembatas n (ketersediaan hara) adalah pada ketersediaan unsur hara P. Jumlah unsur hara P pada kelas tersebut berada pada harkat rendah hingga sedang. Perbaikan dari S3 menjadi S2 dapat dilakukan dengan memberikan pupuk P, sehingga harkat unsur hara P menjadi tinggi. Perbaikan drainase akan meningkatkan kelas menjadi S2fn. Disamping itu, kelas kesesuaian lahan S3np yang memiliki luas sebesar 2,431.83 (6.96%) juga dapat diperbaiki menjadi S2np dengan aplikasi pupuk P dan perbaikan

drainase lahan. Potensi perbaikan ini akan meningkatkan ketersediaan lahan dengan kelas kesesuaian S2 dari hanya 1%, menjadi 63.8% atau sebanyak 22,287.75 ha.

Tanah dengan kelas kesesuaian N1n, ketika hara P sangat rendah, dapat ditingkatkan menjadi S3np apabila diberikan pupuk P dan sistem drainase diperbaiki. Pada tanah dengan kesesuaian N2f, perbaikan drainase dan pemupukan P dapat meningkatkan kelas kesesuaian menjadi S3fn. Pengendalian muka air mutlak diperlukan pada tanah ini untuk mencegah oksidasi pirit pada daerah perakaran. Secara ringkas, potensi perbaikan lahan untuk meningkatkan kelas kesesuaiannya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kelas kesesuaian lahan potensial setelah perbaikan

Kelas Kesesuaian Lahan	Persentase Area (%)	Perbaikan Lahan	Potensi Kelas Kesesuaian Lahan
S2wfn	1	Perbaikan drainase, pemupukan P hingga pada harkat "sedang"	S2f
S3n	55.8	Perbaikan drainase, pemupukan P sehingga harkat P tersedia tanah rendah-sedang menjadi tinggi	S2fn
S3np	7	Perbaikan drainase, pemupukan P sehingga harkat P tersedia tanah rendah-sedang menjadi tinggi	S2np
N1n	35.3	Perbaikan drainase, pemupukan P sehingga harkat P tersedia tanah sangat rendah menjadi rendah-sedang	S3np
N2f	0.9	Perbaikan drainase, pengaturan muka air tanah, pemupukan P sehingga harkat P tersedia sangat rendah menjadi rendah-sedang	S3fn

Sumber: Hasil analisis, 2016.

KESIMPULAN

Klasifikasi kesesuaian lahan aktual untuk tanaman padi pada Distrik Semangga, Kabupaten Merauke menghasilkan area dengan kelas kesesuaian S2 hingga N2. Kelas tersebut menandakan perlunya perlakuan untuk mendapatkan peningkatan kelas (kesesuaian lahan potensial). Perlakuan untuk peningkatan kelas kesesuaian lahan di Distrik Semangga pada umumnya adalah pemupukan P dan perbaikan sistem drainase. Melalui perbaikan tersebut kelas kesesuaian lahan S2 dapat meningkat dari 1% (360.09 ha) menjadi 63.8% (22,287.75 ha). Biaya-biaya yang ditimbulkan untuk perbaikan lahan perlu dianalisis lebih lanjut.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai oleh Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemenristek-Dikti) tahun anggaran 2016, pada skema Master Plan Percepatan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI). Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kemenristek-Dikti, dan juga kepada Universitas Musamus yang turut memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinci, H., Özalp, A. Y., & Turgut, B. (2013). Agricultural Land Use Suitability Analysis Using GIS and AHP Technique. *Computers and Electronics in Agriculture*, 97, 71–82
- Ardiansyah, Sahirman, S., Rifan, M., & Melmambessy, E. H. P. Perbandingan Hasil Klasifikasi Tutupan/ Penggunaan Lahan Distrik Semangga dengan Dua Komposisi Spektral Berbeda pada Citra Landsat 8 OLI/TIRS. *Prosiding Seminar Lahan Sub-Optimal 2015*. Palembang, pp. 630 – 639.
- Ayehu, Getachew, T., & Solomon, A. Besufekad. (2015). Land Suitability Analysis for Rice Production: A GIS Based Multi-Criteria Decision Approach. *American Journal of Geographic Information System*, 4, 95–104.
- Budiarta, I. G. (2016). Suitability Evaluation of Land Use as Efforts to Improve Quality of Watershed. *Media Komunikasi Geografi*, 17, 28-37.
- Center for Soil Research (CSR)/FAO. 1983. *Reconnaissance Land Resource Surveys*. Bogor.
- Dassau, O., Holl, S., & Neteler, M. (2005) *An Introduction to The Practical Use of The Free Geographical Information System GRASS 6.0*.
- Djaenudin, D. (2003). *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan Untuk Komoditas Pertanian*. Bogor: Balai Penelitian Tanah, Puslitbangtanak, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Elsheikh, R., Shariff, A. R. B. M., Amiri, F., Ahmad, N. B., Balasundram, S. K., & Soom, M. A. M. (2013). Agriculture Land Suitability Evaluator (ALSE): A Decision and Planning Support Tool for Tropical and Subtropical Crops. *Computers and Electronics in Agriculture*, 93, 98–110.
- Elsheikh, R. F. A. 2015. GIS Based Land Evaluation Decision Support System. *Academia Journal of Agricultural Research*, 3, 369–380.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1976. *A Framework for Land Evaluation*. Rome.
- Ito, T., Rachman, N. F., & Savitri, L. A. (2014). Power to Make Land Dispossession Acceptable: A Policy Discourse Analysis of the Merauke Integrated Food and Energy Estate (MIFEE), Papua, Indonesia, *Journal of Peasant Studies*, 41, 29–50.
- Kementrian Pertanian. (2015). Potensi Produksi Pangan Luar Biasa di Merauke. Diakses dari: <http://goo.gl/1qLBQO> pada tanggal 25 September 2015.
- Kong, V. P., & Ong, B. H. (2009). Shape Preserving Approximation by Spatial Cubic Splines. *Computer Aided Geometric Design*, 26, 888–903.
- Mardawilis, Sunarminto, B. H., Shiddieq, D., & Sudira, P. (2011). Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Pengembangan Tanaman Kedelai (*Glycine max. L*) pada Beberapa Tipe Klasifikasi Tanah. *Jurnal Agronomika*, 11 (1), 55–63.

- Marfai, M. A. (2012). Kajian Kesesuaian Lahan untuk Mendukung Pengembangan Komoditas Pertanian di Wilayah Perbatasan Negara Republik Indonesia (Studi Kasus di Kabupaten Merauke, Provinsi Papua). *Jurnal Bumi Lestari*, 12 (2), 260–267.
- Marwoto & Candra, D. S. (2007). Pembuatan Sistem Informasi Geografis Kesesuaian Lahan Tanaman Tebu Berbasis Web di Kabupaten Merauke. *Jurnal Penginderaan Jauh*, 4, 60–71.
- Mokarram, M., & Aminzadeh, F., (2010). GIS-Based Multicriteria Land Suitability Evaluation Using Ordered Weight Averaging with Fuzzy Quantifier: A Case Study in Shavur Plain, Iran”, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 38 (2), 508–512,
- Mosleh, M. K., Hassan, Q. K., & Chowdhury, E. H. (2015). Application of Remote Sensors in Mapping Rice Area and Forecasting Its Production: A Review. *Sensors*, 15, 769–791.
- Mitasova, H., Mitas, L., & Harmon, R.S. (2005). Simultaneous Spline Approximation and Topographic Analysis for Lidar Elevation Data in Open-Source GIS. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters* 2, 375–379.
- Neteler, M., & Mitasova, H. (2004). *Open source GIS a GRASS GIS approach* 2nd ed., Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Neteler, M, Bowman, M. H., Landa, M., & Metz, M. (2012). GRASS GIS: A Multi-Purpose Open Source Gis. *Environmental Modelling & Software*, 31, 124–130.
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslittanak). 1993. *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan*, Bogor: Balitbang Pertanian, Departemen Pertanian.
- Sarkar, A., Ghosh, A., & Banik, P. (2014). Multi-Criteria Land Evaluation for Suitability Analysis of Wheat: A Case Study of a Watershed in Eastern Plateau Region, India. *Geo-Spatial Information Science*, 17, 119-128.
- Wambrauw, E. V. (2015). *Water Resource Management in the Lowlands of Southern Papua Using a Decision Support System and Integrating Traditional Ecological Knowledge*. Thesis University of Auckland.