

**Evaluasi Kesesuaian Lahan Tanaman Pertanian Berbasis Sistem Informasi Geografis
Dengan Menggunakan Metode *Fuzzy Set*
(Studi Kasus : Kecamatan Eromoko, Kabupaten Wonogiri)**

Bhekti Hapsari, Moehammad Awaluddin, Bambang Darmo Yuwono ^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, SH, Telp. (024) 76480785, 76480788 Tembalang Semarang

Abstrak

Secara umum, Sistem Informasi Geografis merupakan alat berbasis komputer yang mampu memfasilitasi pemetaan dan melakukan analisis keruangan objek-objek di permukaan bumi. Sehingga sistem ini dapat untuk menganalisis kesesuaian lahan pertanian dengan menggunakan analisis spasial dan pencocokan antara data karakteristik lahan dari suatu daerah. Kesesuaian lahan merupakan kecocokan suatu jenis lahan tertentu untuk macam penggunaan tertentu. Pada tingkat kelas kesesuaian lahan dikelompokkan pada 5 kelas kesesuaian, yaitu S1 (sangat sesuai), S2 (cukup sesuai), S3 (sesuai marginal), N1 (tidak sesuai pada saat ini), dan N2 (tidak sesuai permanen).

Dalam penelitian ini untuk penentuan kelas kesesuaian lahan pada satuan lahan hasil *overlay* peta dilakukan dengan analisis *matching* dengan menggunakan metode *Fuzzy Set*. Sehingga pihak pengambil kebijakan dapat menjadikannya sebagai salah satu dasar dalam perencanaan tata guna lahan, khususnya di sektor pertanian sebagai perwujudan optimalisasi hasil pertanian.

Pada hasil dari analisis *matching* dengan menggunakan metode *Fuzzy Set* didapat suatu nilai dengan rentang dari 0 sampai dengan 1. Nilai inilah yang menjadikan suatu satuan lahan tersebut berada pada kelas kesesuaian lahan tertentu. Berdasarkan hasil analisis evaluasi kesesuaian lahan, untuk komoditas jagung, padi, cengkeh, cokelat, dan tebu di Kecamatan Eromoko berada pada kelas kesesuaian lahan S1 (sangat sesuai) dan S2 (cukup sesuai). Sedangkan untuk komoditas kacang tanah, kedelai, bawang putih, dan kelapa di Kecamatan Eromoko berada pada kelas kesesuaian lahan S1 (Sangat Sesuai).

Kata Kunci : Kesesuaian Lahan, Evaluasi Lahan, Tanaman Pertanian, Hortikultura, Perkebunan, Sistem Informasi Geografis, *Matching*, *Fuzzy Set*.

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

I. PENDAHULUAN

Lahan merupakan bagian dari bentang alam (*landscape*) yang mencakup pengertian lingkungan fisik termasuk iklim, topografi/relief, hidrologi bahkan keadaan vegetasi alami (*natural vegetation*) yang semuanya secara potensial akan berpengaruh terhadap penggunaan lahan. Kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan sebidang lahan untuk penggunaan tertentu. Evaluasi lahan adalah suatu proses menaksir kesesuaian suatu lahan untuk berbagai pilihan penggunaan tertentu, kerangka dasar evaluasi lahan adalah mencocokkan (*matching*) kualitas satuan lahan dengan syarat yang diperlukan untuk suatu penggunaan tertentu (FAO, 1976 dalam Hardjowigeno, 2007). Menurut Sitorus (1985) prosedur evaluasi lahan terutama didasari oleh adanya kenyataan bahwa penggunaan lahan yang berbeda memerlukan persyaratan yang tidak sama, informasi yang diperlukan dalam evaluasi lahan menyangkut tiga aspek utama, yaitu : lahan, penggunaan lahan dan aspek ekonomis.

Evaluasi kesesuaian lahan dapat didefinisikan sebagai proses penilaian dari penggunaan lahan pada saat tertentu. Evaluasi kesesuaian lahan merupakan sebuah cara untuk memprediksikan penggunaan lahan sesuai dengan persyaratan suatu tanaman tertentu, sehingga diharapkan mampu menghasilkan keuntungan. Persyaratan penggunaan lahan adalah sekelompok kualitas lahan yang diperlukan oleh suatu tipe penggunaan lahan agar dapat berproduksi dengan baik. Kualitas lahan yang dimaksud adalah suatu batasan nilai ideal untuk tiap-tiap parameter tertentu.

Pada penelitian ini penentuan batasan kualitas lahan bertujuan untuk menentukan kelas kesesuaian lahan pada suatu kategori parameter tertentu. Kelas kesesuaian lahan dikelompokkan menjadi 5 kelas, yaitu Sangat Sesuai (S1), Cukup Sesuai (S2), Sesuai Marginal (S3), Tidak Sesuai pada Saat Ini (N1), dan Tidak Sesuai Permanen (N2).

Penentuan kelas kesesuaian lahan untuk tiap kategori lahan pada penelitian ini menggunakan dasar teori dari metode *Fuzzy Logic*, yaitu dengan menggunakan perhitungan *Fuzzy Set*. *Fuzzy set* merupakan pengelompokan sesuatu berdasarkan variabel bahasa yang dinyatakan dalam fungsi keanggotaan, dimana semesta pembicaraan (*universe of course*) bernilai 0 sampai 1.

Fungsi keanggotaan merupakan suatu kurva atau fungsi yang menunjukkan pemetaan data masukan ke dalam nilai keanggotaannya. Dalam penelitian ini digunakan 2 tipe fungsi, yaitu simetrik dan asimetrik.

Fuzzy set merupakan salah satu metode yang tepat untuk menentukan kelas kesesuaian lahan. Dan Sistem Informasi Geografis digunakan sebagai cara untuk memodelkan hasil dari metode tersebut.

II. RUMUSAN MASALAH

Pada uraian di atas maka dapat disimpulkan permasalahan yang akan dibahas, yaitu :

1. Apa saja tanaman pertanian yang sesuai dan yang tidak sesuai ditanam pada karakteristik lahan tertentu?
2. Daerah-daerah manakah yang sesuai atau tidak sesuai dengan kriteria-kriteria kesesuaian lahan pertanian?

III. TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan dari penelitian ini adalah:

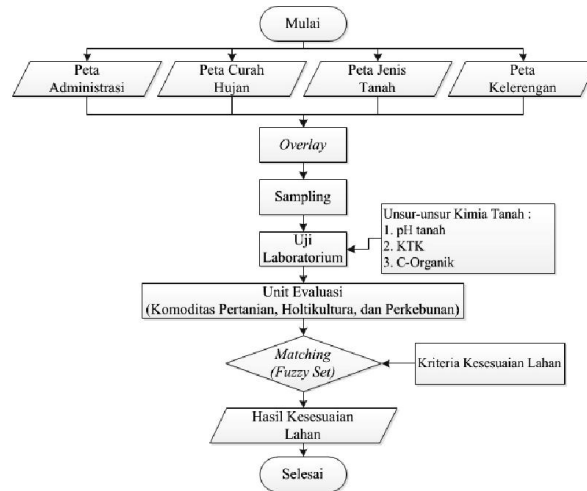
1. Menganalisis kesesuaian lahan pertanian untuk komoditas tertentu dengan memadukan data karakteristik lahan dengan kriteria persyaratan tumbuh tanaman pertanian, hortikultura dan perkebunan di Kecamatan Eromoko.
2. Menampilkan peta evaluasi kesesuaian lahan pertanian hasil dari analisis data berbasis teknologi Sistem Informasi Geografis.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan gambaran daerah kesesuaian lahan pertanian di Kecamatan Eromoko.
2. Untuk menambah referensi di bidang pertanian.
3. Sebagai upaya optimalisasi hasil pertanian.

IV. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam metodologi penelitian ini akan melibatkan beberapa metode penelitian, yaitu : *overlay* peta, penentuan lokasi sampling, uji laboratorium, unit evaluasi, *matching* dengan menggunakan metode *fuzzy set*, dan pembuatan peta kesesuaian lahan untuk tanaman pertanian. Adapun metodologi penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada diagram alir berikut :

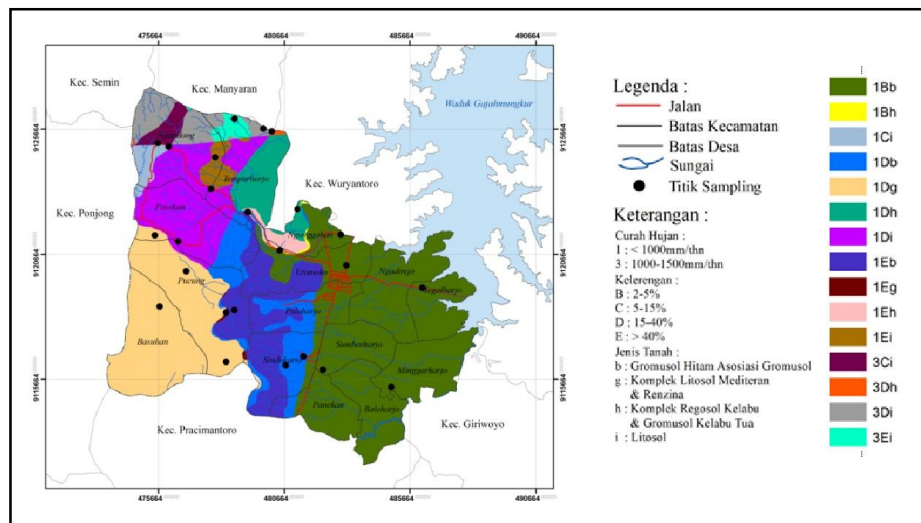


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

V. DASAR TEORI

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Eromoko, Kabupaten Wonogiri. Kecamatan Eromoko memiliki 15 kategori lahan hasil *overlay* peta Curah Hujan, Jenis Tanah, dan Kelerengan. Berikut adalah kriterianya :



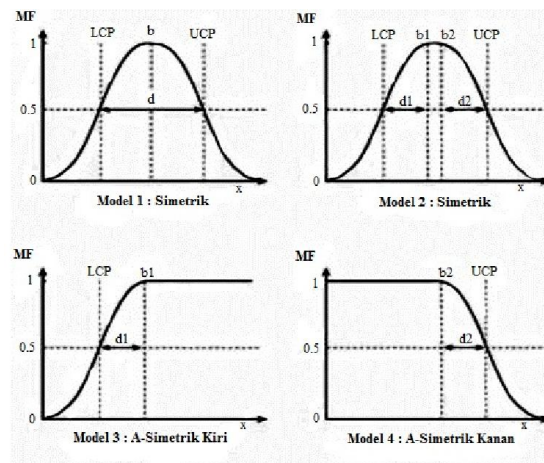
Gambar 2. Hasil *Overlay* Peta Curah Hujan, Jenis Tanah, dan Kelerengan

Dari beberapa kriteria hasil pada gambar 2 di atas, selanjutnya adalah proses pengujian parameter di laboratorium.

Fuzzy set

Ada beberapa cara untuk menghasilkan fungsi keanggotaan pada *fuzzy set*. Menurut McBratney dan Odeh, 1997 (Baja dkk, 2006) untuk aplikasi lingkungan, ada dua pendekatan untuk mengelompokkan anggota ke dalam *fuzzy set* atau kelas. Yang pertama adalah *Similarity Relation model* (SR), dan yang kedua adalah berdasarkan *Semantic Import Model* (SIM).

Pendekatan *fuzzy set* dalam penelitian ini mengacu pada model import semantik (*Semantic Import Model*, SIM) yang digunakan dalam evaluasi lahan. Pendekatan fungsi dengan SIM menggunakan kurva bentuk lonceng (*a bell-shape curve*) untuk menilai kinerja (*performance*) karakteristik lahan dalam hubungannya dengan persyaratan tumbuh tanaman. Pendekatan dengan menggunakan kurva ini terdiri dari dua fungsi dasar yaitu fungsi simetrik (*symmetric*) dan fungsi tidak simetrik (*asymmetric*). Berikut adalah model fungsinya :



Gambar 3. Kurva Model Lonceng dalam Teori *Fuzzy Set*

Keterangan :

X : nilai X pada tiap – tiap parameter

LCP : *Lower Crossover Point*

b₁ : nilai ideal (*ideal value*) minimal untuk karakteristik lahan xi

b₂ : nilai ideal (*ideal value*) maksimal untuk karakteristik lahan xi

UCP : *Upper Crossover Point*

d₁ : Lebar zona transisi 1

d₂ : Lebar zona transisi 2

MF : *Membership Function* (derajat keanggotaan pada metode *fuzzy set*).

Tingkat kesesuaian lahan dengan menggunakan metode ini ditentukan pada nilai MF tiap-tiap parameter. Sedangkan untuk menentukan kelas kesesuaian lahan dilakukan penggabungan nilai MF menjadi nilai JMF (*Joint Membership Function*) untuk mendapatkan nilai Σ LSI (*Land Suitability Index*). Pada dasarnya penentuan bentuk fungsi untuk tiap-tiap parameter berbeda-beda. Dalam penelitian ini parameter yang diuji dibagi menjadi 2 kelompok kategori, yaitu :

1. Profil Tanah (Drainase dan Tekstur)

Untuk model fungsi pada kategori profil tanah digunakan cara perumpamaan. Ini dikarenakan drainase dan tekstur tanah bernilai tidak dalam bentuk numerik, melainkan dalam suatu kualitas lahan. Untuk perumpamaannya ditetapkan tingkat kelas kesesuaian S1 berada pada nilai 1, S2 pada nilai 2, dan S3 pada nilai 3. Maka bisa diartikan bahwa semakin tinggi nilai dari sifat profil tanahnya maka kelas kesesuaiannya semakin rendah. Bentuk fungsi kurva yang digunakan adalah tipe a-simetrik kanan. Untuk perhitungannya digunakan persamaan berikut ini :

$$MF_{xi} = [1/(1 + \{(xi - UCP+d2)/d2\}^2)] \dots\dots\dots (1)$$

2. Retensi Hara (KTK, pH, C-Organik)

Untuk parameter KTK dan C-Organik disajikan dalam bentuk fungsi a-simetris kiri, karena fungsi kualitas lahan ini akan semakin baik jika nilai parameternya semakin tinggi. Untuk hitungannya digunakan persamaan berikut ini :

$$MF_{xi} : [1/(1 + \{(xi - LCP-d1)/d1\}^2)] \dots\dots\dots (2)$$

Untuk parameter pH menggunakan bentuk fungsi simetris model 2 yang mempunyai tingkat optimal dalam nilai rentang, direpresentasikan dalam bentuk cardinal (C) dengan tingkat optimal. Untuk hitungannya digunakan persamaan berikut ini :

$$MF_{xi} : 1 \text{ if } (LCP+ d1) \leq xi \leq (UCP - d2) \dots\dots\dots (3)$$

Setelah parameter model ditentukan dan telah menghitung nilai MF, maka langkah selanjutnya adalah menghitung *Joint Membership Function (JMF)*, menetapkan bobot kriteria yang tepat untuk mendapatkan Σ LSI (*Land Suitability Index*) yang dinyatakan dalam nilai kontinyu, mulai dari 0 hingga 1. Bobot kriteria dengan menggunakan metode 2FD ditentukan menurut kepentingan dalam peringkat. Dalam pembobotan, atribut tanah dikelompokkan dalam kategori peringkat menurut kepentingan (Widiastuti, 2012). Berikut adalah perhitungan

dalam penentuan nilai bobot pada tiap-tiap kelompok menggunakan bobot 2FD (2 *Fold Difference*) :

$$X_n = 1, \text{ jika } n = 1$$

$$X_n = 2 \cdot X_{(n-1)}, \text{ jika } n > 1$$

Maka diperoleh,

$$X_1 = 1$$

$$X_2 = 2 \cdot X_{(2-1)} = 2 \cdot X_1 = 2$$

$$m_1 = 2$$

$$m_2 = 3$$

Menentukan nilai Z :

$$Z = \sum_{n=1}^k x_{n-1} \cdot m_n$$

$$Z = (x_1 \cdot m_1) + (x_2 \cdot m_2)$$

$$Z = (1 \cdot 2) + (2 \cdot 3)$$

$$Z = 8$$

Nilai Bobot Kelompok I : $\frac{1}{8} = 0.125$

Nilai Bobot Kelompok II : $\frac{2}{8} = 0.25$

Keterangan :

x: tingkat kepentingan pada kelompok

m: banyaknya parameter tiap kelompok

Z: satuan terkecil yang digunakan sebagai pembagi.

Setelah diketahui nilai bobot pada tiap kelompok kategori, maka selanjutnya adalah menghitung nilai MF x Bobot. Jumlah dari hasil perhitungan MF x Bobot pada tiap-tiap parameter ini disebut sebagai Σ LSI (*Land Suitability Index*). Nilai Σ LSI (*Land Suitability Index*) menentukan kelas kesesuaian lahan. Berikut adalah contoh tabel hitungan pada kategori lahan 1Di untuk komoditas jagung :

Tabel 1. Perhitungan Σ LSI (*Land Suitability Index*) pada Satuan Lahan 1Di

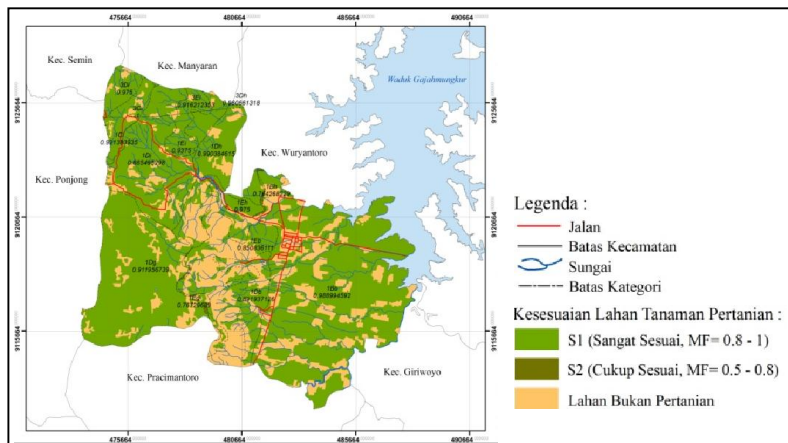
Parameter	X	LCP	b1	b2	UCP	d1	d2	MF	x	m	Z	Bobot	MF.Bobot	LSI
Drainase	1			1	3		2	1	1	2	8	0.125	0.125	0.1875
Tekstur	3			1	3		2	0.5	1	2	8	0.125	0.0625	
KTK	41.11	0	17			17		1	2	3	8	0.25	0.25	0.697995298
pH	6.21	4.5	6	7	8	1.5	1	1	2	3	8	0.25	0.25	
C-Organik	0.39	0	0.8			0.8		0.79198119	2	3	8	0.25	0.197995298	
													Σ LSI	0.885495298

Selanjutnya nilai Σ LSI (*Land Suitability Index*) ini yang dijadikan acuan untuk penentuan kelas kesesuaian lahan pada 9 komoditas yang dikaji. Berikut adalah daftar nilai Σ LSI (*Land Suitability Index*) masing-masing zona pada tiap-tiap komoditas :

Tabel 2. Himpunan Nilai Σ LSI pada Komoditas Tanaman Pertanian

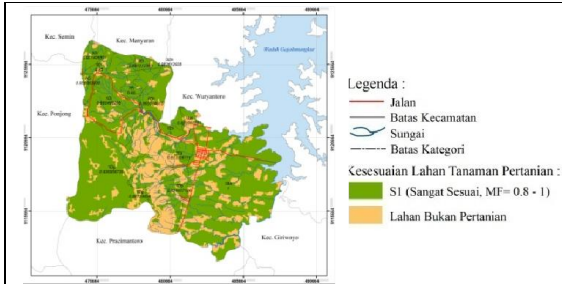
Kategori	Komoditas								
	Jagung	Kacang Tanah	Kedelai	Padi	Bawang Putih	Cengkeh	Cokelat	Kelapa	Tebu
1Di	0.885495298	0.885495298	0.885495298	0.82404045	0.859247531	0.96666667	0.96666667	0.96666667	0.96666667
3Ci	1	0.95	1	0.9375	0.975	0.945560135	0.961126954	0.96666667	0.96666667
3Di	0.975	0.971428571	0.975	0.9125	0.95	0.933931524	0.95518332	0.956821362	0.964017801
1Eg	0.76729609	0.86729609	0.80479609	0.856651131	0.947524752	0.74919879	0.7448257	0.882759653	0.765387266
1Bh	0.764268229	0.830592261	0.826768229	0.804247899	0.902472502	0.745945946	0.774995698	0.854117647	0.786585366
3Ei	0.916212353	0.891212353	0.916212353	0.858245318	0.986204973	0.801942562	0.910683675	0.938987933	0.950017001
1Ei	0.9375	0.95	0.9375	0.868243243	0.95	0.96666667	0.933333333	0.96666667	0.933333333
3Dh	0.960661318	0.983612935	0.944896209	0.9125	0.974052907	1	1	1	1
1Db	0.891937126	0.829437126	0.891937126	0.796375064	0.93593858	0.785901655	0.896726252	0.920422249	0.89460248
1Eh	0.975	1	0.975	0.9125	0.975	0.947984359	0.985272448	1	1
1Dh	0.990384615	0.965384615	0.965384615	0.933133188	1	0.890380313	0.963622866	0.994177584	0.911764706
1Ci	0.921383935	0.958883935	0.921383935	0.807742601	0.923664533	0.969037252	0.958346334	1	0.96666667
1Eb	0.850836111	0.813336111	0.80263734	0.84187796	0.960478191	0.801675	0.801675	0.801675	0.956205605
1Dg	0.911956739	0.936956739	0.948780973	0.982788901	0.949532701	0.933333333	0.851282051	0.933333333	0.883333333
1Bb	1	1	0.9375	0.9375	1	0.9145469	0.916134185	0.9	0.96666667

Σ LSI (*Land Suitability Index*) merupakan jumlah dari nilai MF parameter dikali dengan bobot. Untuk contoh perhitungan tersebut satuan lahan 1Di memiliki Σ LSI 0.885495298, artinya adalah pada satuan lahan 1Di tingkat kesesuaian lahan untuk komoditas jagung memiliki nilai indeks kesesuaian lahan sebesar 0.885495298. Pada tabel 2 di atas menunjukkan himpunan nilai Σ LSI pada tiap-tiap komoditas pertanian. Sistem Informasi Geografis dalam penelitian ini digunakan sebagai basis dalam pembuatan informasi berupa peta kesesuaian lahan. Berikut adalah contoh peta kesesuaian lahan terhadap komoditas jagung:

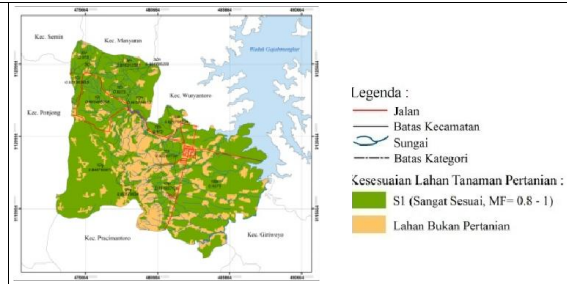


Gambar 4. Peta Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Jagung

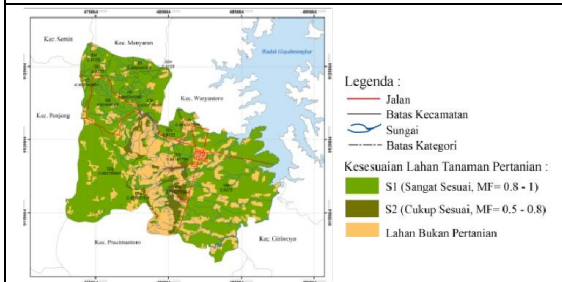
Hasil pembuatan peta kesesuaian lahan terhadap komoditas pertanian adalah sebagai berikut :



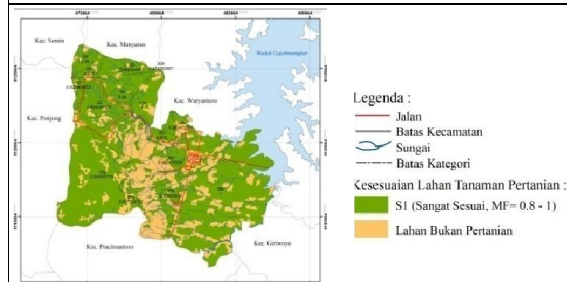
Gambar 5. Peta Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Kacang Tanah



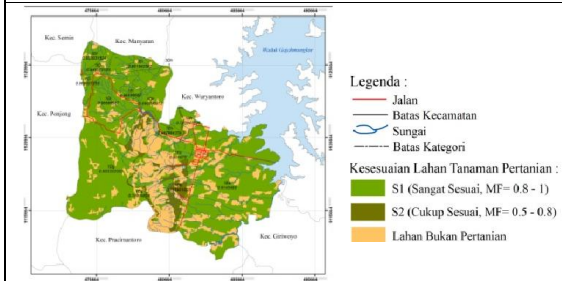
Gambar 6. Peta Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Kedelai



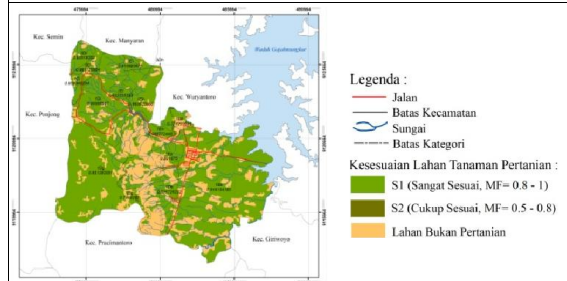
Gambar 7. Peta Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Padi



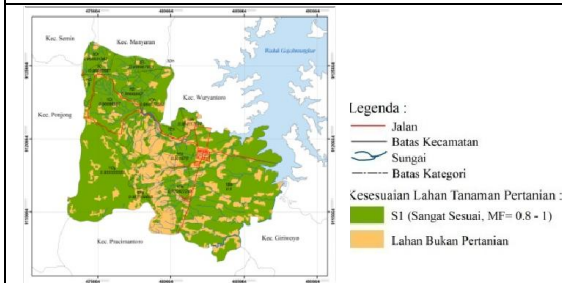
Gambar 8. Peta Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Bawang Putih



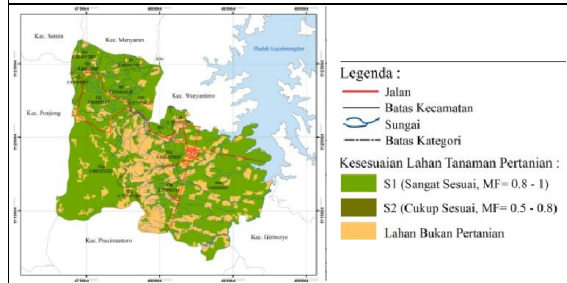
Gambar 9. Peta Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Cengkeh



Gambar 10. Peta Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Cokelat



Gambar 11. Peta Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Kelapa



Gambar 12. Peta Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Tebu

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. S1 (Sangat Sesuai) dengan indeks *fuzzy set* 0.8 - 1 untuk tanaman jagung sebanyak 86.67%, kacang tanah 100%, kedelai 100%, padi 93.33%, bawang putih 100%, cengkeh 80%, cokelat 86.67%, kelapa 100%, dan tebu 86.67% dari total luas kawasan pertanian di Kecamatan Eromoko.
2. S2 (Cukup Sesuai) dengan indeks *fuzzy set* 0.6 – 0.8 untuk tanaman jagung sebanyak 13.33%, padi 6.67%, cengkeh 20%, cokelat 13.33%, dan tebu 13.33% dari total luas kawasan pertanian di Kecamatan Eromoko.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian berupa peta kesesuaian lahan pertanian dengan Indeks Kesesuaian Lahan dengan menggunakan metode *fuzzy set* dapat digunakan sebagai acuan untuk penentuan lokasi penanaman yang baik sehingga dapat dimanfaatkan petani atau pemerintah untuk mengetahui jenis perlakuan yang akan diberikan pada lahan tersebut.

VII. DAFTAR PUSTAKA

Hardjowigeno, Sarwono dan Widiatmaka. 2007. *Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tata Guna Lahan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Baja, S., Chapman, Dragovic, D. 2006. *Fuzzy Modelling Of Environmental Suitability Index For Rural Land Use Systems: An Assessment Using A GIS*. Environmental Management vol 29, 647-661.

Widiastuti, T. 2012. *Aplikasi Fuzzy Set dalam Evaluasi Kesesuaian Lahan Berbasis Sistem Informasi Geografis*. Universitas Diponegoro.