



FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS GADJAH MADA

*Peran Penelitian Bidang Pertanian dan Perikanan
dalam Mewujudkan Kedaulatan Pangan untuk
Kesejahteraan Petani dan Masyarakat*

PROSIDING SEMINAR NASIONAL
HASIL PENELITIAN PERTANIAN DAN PERIKANAN
TAHUN 2012



FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS GADJAH MADA

PERAN PENELITIAN BIDANG PERTANIAN DAN PERIKANAN DALAM MEWUJUDKAN
KEDAULATAN PANGAN UNTUK KESEJAHTERAAN PETANI DAN MASYARAKAT

Penyunting :

Rudi Hari Murti (Ketua), Tri Joko, Arif Wibowo, Erlina Ambarwati, Didik Indradewa, Nasih Widya
Yuwono, Eko Hanudin, Subejo, Jamhari.

Desain sampul : M Adib Fikri

Penerbit : Fakultas Pertanian UGM
Jl. Flora, Bulaksumur, Yogyakarta 55281
Tel./Fax 0274 563062

Cetakan pertama : Maret, 2013

Buku ini diterbitkan sebagai Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Pertanian dan Perikanan
yang diselenggarakan di Yogyakarta tanggal 15 September 2012.

ISBN 978-979-8678-25-7
Dicetak oleh Fakultas Pertanian UGM

DAFTAR MAKALAH PRESENTASI ORAL

No	Judul	Halaman
1	Memperpanjang Umur Simpan Buah Stroberi (<i>Fragaria x ananassa</i> duch.) dengan Kitosan Kepiting dan Kitosan Udang Ar Roufi Karina, Sri Trisnowati, dan Didik Indradewa	19
2	Pengaruh Air Cucian Beras Merah dan Beras Putih terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada (<i>Lactuca sativa</i> L.) Citra Wulandari GM, Sri Muhartini, dan Sri Trisnowati	27
3	Budidaya Jambu Air di Kabupaten Demak Miranti D. Pertiwi, Djoko Prajitno, dan Djafar Shiddieq	35
4	Karakteristik Bunga Krisan Varietas 'Sakuntala' dengan Menggunakan Empat Jenis Pupuk Organik Sunjaya Putra dan Sri Olyndriana Dewi	45
5	Potensi Perkebunan Sawit Rakyat di Kabupaten Tanjung Jabung Timur Rudi Hartawan	51
6	Potensi Produksi Tapak Liman (<i>Elephantopus scaber</i> L.) Variasi Bangkalan pada Lingkungan Tumbuh Alami dan Buatan Eko Murniyanto, Sri Wahyuni dan Nurulloh	61
7	Upaya Pemanfaatan Dedak Sebagai Herbisida Nabati untuk Pengendalian Gulma Padi Sawah Dody Kastono, Dyah Weny Respatie, Tohari, Dja'far Shiddieq	69
8	Pertumbuhan, Komponen Hasil, dan Hasil Padi Sawah Varietas INPARI 1 yang Diberi Agrisimba Karsidi Permadi dan Sunjaya Putra	75
9	Budidaya Padi IP 200 di Sawah Masam dengan Pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu di Kabupaten Belitung Muhammad Fajri, Ahmadi, dan Mamik Sarwendah	81
10	Optimasi Produktivitas Padi melalui Penggunaan Varietas Padi Hibrida, Aplikasi Penyemprotan Pupuk Daun, Zat Perangsang Tumbuh, dan Fungisida Suwono dan Evy Latifah	89
11	Penyebaran dan Tingkat Adopsi Varietas Unggul Padi Hibrida di Kabupaten Grobogan Tota Suhendrata, Ekaningtyas Kushartanti, Sri Catur B.S., dan I.G. Cempaka	97
12	Adaptabilitas Tiga Varietas Unggul Baru Padi Sawah pada Berbagai Agroekosistem Kabupaten Wonosobo Sri Rustini, Seno Basuki, dan Tri Reni Prastuti	105

- 66 Pengaruh Ameliorasi dan Pemupukan terhadap Populasi dan Aktivitas Mikroorganisme pada Tanah Ultisols Lampung 515
Jati Purwani dan Wiwik Hartatik
- 67 Efektivitas Pupuk Hayati Konsorsia *Azospirillum*, *Bacillus*, dan *Pseudomonas* sp terhadap Hasil Caisim pada Tanah Masam Ultisol Jasinga di Rumah Kaca 523
Jati Purwani
- 68 Kajian Pengaruh Pupuk Organik pada Tanaman Jagung dalam Sistem Pertanian Terintegrasi di Dusun Penyabangan Desa Kerta Kecamatan Payangan Kabupaten Gianyar Bali 531
I Ketut Kariada, I.B. Aribawa, dan Made Sukadana
- 69 Pemberian Pupuk Nitrogen terhadap Pertumbuhan, Komponen Hasil, dan hasil Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di Lahan Gambut 539
Novianti Sunarlim, Elfi Rahmadani, Abdul Latif, dan Sri Aryatun
- 70 Efisiensi Pemanfaatan Air Tanaman Padi pada Bagian Hulu, Tengah, dan Hilir Daerah Aliran Sungai Yeh Ho Provinsi Bali 545
I Gusti Komang Dana Arsana, Djoko Prajitno, Abdul Syukur, dan Heru Hendrayana
- 71 Peran Media dan Pupuk dalam Budidaya Sawi, Selada, Kangkung, dan Bayam secara Vertikal 553
Yudi Sastro, Ikrarwati, dan Indarti P. Lestari
- 72 Respon Anggrek Dendrobium *Burana Jade x Susana Niel* terhadap Media Tanam Briket Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pupuk Hasil Fermentasi Limbah Ikan 559
Yudi Sastro, Indarti P. Lestari, dan Ana F.C. Irawati
- 73 Pemulihan Sifat Fisik Tanah dengan Pembenah Tanah Diperkaya Senyawa Humat dan Mikroba pada Lahan Kering Terdegradasi Didominasi Liat dan Pasir 567
Neneng L. Nurida dan A. Dariah
- 74 Aplikasi Pemodelan Spasial untuk Simulasi Peta Alih Fungsi Lahan Guna Mendukung Perencanaan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan 575
Partoyo
- 75 Perbaikan Pemupukan Tanaman Cabai (*Capsicum frutescens* L.) dengan Pupuk Alam Berbahan Baku Zeolit dan Kompos Sampah Kota 583
Ongko Cahyono dan Teguh Supriyadi
- 76 Pengelolaan Tanaman Terpadu Varietas Unggul Baru Kedelai Mendukung Peningkatan Produksi Kedelai di Kab. Lumajang 591
PER. Prahardini dan Endah Retnaningtyas

APLIKASI PEMODELAN SPASIAL UNTUK SIMULASI PETA ALIH FUNGSI LAHAN GUNA MENDUKUNG PERENCANAAN LAHAN PERTANIAN PANGAN BERKELANJUTAN

Partoyo¹

¹Fakultas Pertanian

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jl. Lingkar Utara Condongcatur, Yogyakarta 55283
Tel. 0274-486733 ext 775. Fax. 0274-486693

^{*}Penulis untuk korespondensi, e-mail: partoyo@upnyk.ac.id

Abstrak

Berdasarkan amanat UU No. 41/2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan, saat ini beberapa pemerintah daerah propinsi/kabupaten sedang melakukan perencanaan dan penetapan lahan yang akan diusulkan. Menurut UU tersebut perencanaan lahan yang akan diusulkan harus mempertimbangkan kesesuaian lahan, ketersediaan infrastruktur, penggunaan lahan, potensi teknis lahan, dan/atau luasan kesatuan hamparan lahan. Perencanaan ini tidak mempertimbangkan potensi terjadinya alihfungsi lahan pada lahan yang diusulkan. Bukan tidak mungkin penegakan aturannya akan menghadapi kendala karena berhadapan dengan tekanan alihfungsi lahan yang kuat pada wilayah yang termasuk lahan yang dilindungi tetapi probabilitas alihfungsinya tinggi. Penelitian ini bertujuan membuat model spasial yang dapat digunakan untuk melakukan simulasi peta alih fungsi lahan pada beberapa tahun ke depan.

Sebagai studi kasus, penelitian ini mengambil lokasi di wilayah Propinsi DI Yogyakarta. Penelitian diawali dengan mendeteksi faktor-faktor yang mempengaruhi sebaran penggunaan lahan menggunakan analisis regresi logistik biner. Parameter dari model regresi yang dihasilkan selanjutnya digunakan sebagai input pada model spasial Dyna-CLUE untuk membuat simulasi peta penggunaan lahan. Simulasi peta dijalankan menggunakan skenario laju alih fungsi lahan seperti yang selama ini berlangsung berdasarkan data statistik dari BPS dan skenario perlindungan lahan pertanian. Peta hasil simulasi menampilkan penggunaan lahan di wilayah penelitian pada tahun 2029 yang menunjukkan sebaran lahan pertanian yang masih ada dan bekas lahan sawah yang telah beralihfungsi. Peta hasil simulasi ini sangat bermanfaat sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan prioritas lahan yang akan ditetapkan sebagai lahan pertanian pangan berkelanjutan, sehingga sedapat mungkin tidak bermasalah dengan lahan yang potensi alihfungsi lahannya tinggi.

Kata kunci: pemodelan spasial, peta alihfungsi lahan, lahan pertanian pangan berkelanjutan, Dyna-CLUE

PENGANTAR

Alihfungsi lahan pertanian di Indonesia telah berlangsung dalam wilayah yang sangat luas dan telah mengubah ribuan hektar lahan pertanian irigasi yang subur menjadi lahan non-pertanian. Fakta ini diyakini secara signifikan akan mempengaruhi produksi pangan (Sumaryanto *et al.*, 2004). Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu propinsi di Indonesia dengan laju perubahan penggunaan lahan yang cepat. Sejak tahun 1980-an, laju perubahan lahan mengalami percepatan yang signifikan akibat alihfungsi lahan pertanian menjadi non-pertanian (Ritohardoyo, 2001). Perubahan penggunaan lahan ini dipicu oleh perkembangan ekonomi dan pertumbuhan penduduk (Mariyono *et al.*, 2007). Mengantisipasi hal ini, pemerintahan Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 1992 telah memformulasikan peraturan tentang Rencana Struktur Tata Ruang Propinsi (RSTRP) 1992-2006. Dua hal penting diatur dalam peraturan ini, adalah bahwa RSTRP merupakan sebuah rencana spasial yang terstruktur yang dimaksudkan untuk mengatur dan mengarahkan penggunaan lahan secara keseluruhan, termasuk dalam hal ini

perkembangan kota dan perlindungan lahan pertanian. Kedua, RSTRP berperan untuk mempengaruhi pola dan sebaran lahan pertanian, terutama dalam kaitannya dengan perkembangan kota. Namun demikian peraturan ini dalam implementasinya tidak efektif (Irham, 1993). Pada kenyataannya perkembangan kota terjadi secara menyebar (*scattered*) dan sulit diduga polanya, serta banyak lahan pertanian subur yang beralihfungsi menjadi lahan non-pertanian.

Perhatian pemerintah kembali mengemuka pada satu dasawarsa terakhir ini akibat tekanan yang semakin besar akan terancamnya ketahanan pangan apabila alih fungsi lahan pertanian tidak dikendalikan. Setelah terbitnya UU No. 41/2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan, saat ini beberapa pemerintah daerah propinsi/kabupaten sedang melakukan perencanaan dan penetapan lahan yang akan diusulkan sebagai lahan pertanian pangan berkelanjutan. Menurut UU tersebut perencanaan lahan yang akan diusulkan harus mempertimbangkan kesesuaian lahan, ketersediaan infrastruktur, penggunaan lahan, potensi teknis lahan, dan/atau luasan kesatuan hamparan lahan. Namun demikian, perencanaan ini tidak mempertimbangkan potensi terjadinya alihfungsi lahan pada lahan yang diusulkan. Bukan tidak mungkin penegakan aturannya akan menghadapi kendala apabila lahan yang dilindungi ternyata berada pada wilayah dengan tekanan alihfungsi lahan yang kuat. Penelitian ini bertujuan membuat model spasial untuk melakukan simulasi peta alih fungsi lahan pada wilayah Yogyakarta hingga tahun 2029.

Model spasial perubahan lahan banyak digunakan untuk mendukung analisis penyebab dan konsekuensi perubahan lahan dalam rangka untuk perumusan kebijakan perencanaan penggunaan lahan. Model spasial semacam ini mampu menghasilkan peta simulasi yang bisa ditampilkan secara visual untuk menggambarkan prediksi penggunaan lahan pada masa depan (Verburg *et al.*, 2004). Tampilan visual sangat bermanfaat karena dapat menampilkan prediksi sebaran penggunaan lahan di masa datang akibat kebijakan yang diterapkan pada masa sekarang.

Banyak teknik pemodelan spasial yang biasa diterapkan, masing-masing dengan keunggulan dan kelemahannya. Beberapa teknik, antara lain mikroekonomi (Caruso *et al.*, 2005) dan simulasi multi-agent-based (Brown *et al.*, 2005) mempelajari perubahan lahan sebagai konsekuensi dari perubahan kondisi sosial ekonomi. Teknik yang belakangan banyak dikembangkan adalah model yang mendasarkan pada pendekatan regresi logistik (Overmars & Verburg, 2005), *neural networks* (Pijanowski *et al.*, 2005), *cellular automata* (Jantz & Goetz, 2005), dan *Markov chains* (Pontius & Malanson, 2005). Model regresi logistik biner sering digunakan untuk menghubungkan macam penggunaan lahan dan karakteristik lokasi, sesuai Persamaan 1 berikut:

$$\log\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_{1,i} + \beta_2 X_{2,i} + \dots + \beta_n X_{n,i} \quad (1)$$

Dimana, P_i adalah probabilitas sebuah piksel untuk ditempati oleh suatu macam penggunaan lahan tertentu, β_0 = konstanta, β_n = koefisien faktor penentu lokasi, dan $X_{n,i}$ adalah faktor penentu lokasi.

Dyna-CLUE merupakan salah satu model spasial untuk mengalokasikan berbagai macam penggunaan lahan secara simultan ke dalam satu peta simulasi. Model ini telah banyak diterapkan di banyak kasus. Trisurat *et al.* (2010) menggunakan model ini untuk memproyeksikan perubahan lahan dari tahun 2002 sampai 2050 akibat deforestasi. Model Dyna-CLUE menghitung probabilitas setiap piksel bagi beberapa macam penggunaan lahan yang dialokasikan. Untuk setiap lokasi, probabilitas dievaluasi berdasarkan penggunaan lahan aktual dan kompetisi antar macam penggunaan lahan (Verburg & Overmars, 2009).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Penelitian ini menggunakan citra penginderaan jauh, peta tematik dan data statistik pendukung. Citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Landsat ETM+

(2004). Data statistik dan peta tematik dikompilasi dari beberapa sumber yaitu Bakosurtanal, instansi tingkat Propinsi DI Yogyakarta (BPS, Bappeda, Dinas Permukiman dan Prasarana Wilayah, Dinas Pertanian, BPTP, BPN) dan instansi terkait di kabupaten Sleman dan Bantul. Data statistik pendukung meliputi statistik penduduk, peta kesesuaian lahan untuk padi sawah, peta rupabumi Indonesia, peta status kepemilikan lahan, peta topografi, peta jaringan irigasi, dan peta jaringan jalan.

Metode

Penelitian ini terdiri atas empat tahap yaitu (1) pembuatan peta penggunaan lahan, (2) pembuatan peta faktor penentu sebaran penggunaan lahan, (3) perancangan model regresi logistik biner, dan (4) simulasi peta penggunaan lahan tahun 2029.

Pembuatan peta penggunaan lahan

Untuk keperluan pemodelan spasial ini diperlukan masukan berupa data raster. Data utama yang diperlukan yaitu peta raster penggunaan lahan dibuat berdasarkan interpretasi citra Landsat ETM+ tahun 2004. Penggunaan lahan diklasifikasikan menjadi tujuh macam penggunaan lahan dengan metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*). Ketujuh klas penggunaan lahan itu adalah: lahan pertanian basah (LPB), lahan pertanian kering (LPK), kebun campur (KC), lahan terbangun kerapatan tinggi (LTT), lahan terbangun kerapatan rendah (LTR), hutan (H), dan lahan lainnya. Prosedur baku diterapkan dalam interpretasi dan klasifikasi ini sampai menghasilkan peta dengan akurasi yang memadai.

Pembuatan peta faktor penentu sebaran penggunaan lahan

Faktor penentu sebaran penggunaan lahan adalah faktor-faktor yang dihipotesiskan mempengaruhi lokasi dari suatu macam penggunaan lahan tertentu. Dalam penelitian ini dihipotesiskan 14 faktor penentu yaitu: Elevasi (=E), Kemiringan lereng (=S), Jarak dari jalan aspal (=Jj), Jarak dari ibukota kecamatan (=Jkc), Jarak dari ibukota kabupaten (=Jkb), Jarak dari ibukota propinsi (=Jp), Kesesuaian lahan untuk padi sawah (=Ks), Ketersediaan sarana irigasi (=I), Kepadatan penduduk (=Pd), Lahan hak milik (=Lhm), Lahan hak guna usaha (=Lgu), Lahan milik desa (=Ld), Lahan milik negara (=Ln), dan Lahan Sultan Ground/Paku Alam Ground (=Lsg). Untuk masing-masing faktor tersebut dibuat peta rasternya berdasarkan data statistik dan peta tematik yang tersedia.

Perancangan model regresi logistik biner

Model regresi ini menghubungkan macam penggunaan lahan sebagai peubah takbebas (*dependent variable*) dan 14 faktor penentu sebaran penggunaan lahan sebagai peubah bebas (*independent variable*). Model dirancang untuk setiap macam penggunaan lahan, kecuali untuk macam penggunaan lahan 'lainnya'. Untuk itu disiapkan peta raster yang bernilai biner untuk masing-masing macam penggunaan lahan, Sebagai contoh, peta biner lahan pertanian basah (LPB) disiapkan dengan memasukkan nilai '1' untuk piksel yang ditempati lahan pertanian basah dan '0' untuk penggunaan lahan yang lain. Untuk peta faktor penentu sebaran penggunaan lahan, setiap pikselnya mengandung data dari peubah masing-masing. Faktor elevasi, kemiringan lereng dan jarak dari jalan, ibukota kecamatan, kabupaten dan propinsi memiliki data yang kuantitatif kontinyu, sedangkan faktor sisanya memiliki data yang kualitatif diskret. Sifat data yang demikian dimungkinkan untuk diolah dengan model regresi logistik. Untuk menghindari pengaruh *spatial autocorrelation*, analisis regresi dilakukan tidak pada seluruh piksel melainkan dipilih berdasarkan interval raster yang ditetapkan.

Dari hasil analisis regresi ini telah dihasilkan model yang signifikan untuk masing-masing jenis penggunaan lahan sebagai berikut:

$$LTT = 0,84 + 0,004E - 0,127S - 0,0005Jj - 0,0001Jkc + 0,0001Jkb - 0,0003Jp + 0,00001Pd + 0,166Lm - 0,554Lgu + 0,504Lsg + 0,583K + 1,025I \quad ; (ROC = 0,94) \quad (2)$$

$$LTR = -3,78 - 0,002E + 0,014S - 0,00008Jkc - 0,00006Jkb - 0,0001Jp + 1,179Lgu + 0,542Ln - 0,321Ks - 0,262I \quad ; (ROC = 0,76) \quad (3)$$

$$LPB = -1,73 - 0,003E - 0,038S + 0,00008Jj - 0,00008Jkc - 0,00006Jkb - 0,00009Jp - 0,000004Pd + 0,971Lgu + 0,366Ln - 0,852Ks - 1,236I ; (ROC = 0,82) \quad (4)$$

$$LPK = -5,57 - 0,002E - 0,098S + 0,0002Jj - 0,0002Jkc - 0,00005Jkb - 0,00007Jp - 0,00001Pd + 1,807Lgu + 1,311Ln - 0,205I ; (ROC = 0,81) \quad (5)$$

$$KC = -6,82 + 0,034S + 0,0002Jj - 0,00007Jkc - 0,00006Jkb - 0,0001Jp + 2,238Lgu + 0,721Ln + 0,165I ; (ROC = 0,81) \quad (6)$$

$$H = -6,71 + 0,006E - 0,221S - 0,0003Jj + 0,0001Jkc - 0,0001Jkb + 0,0002Jp - 0,0001Pd + 1,596Ln + 3,11I ; (ROC = 0,99) \quad (7)$$

Simulasi peta penggunaan lahan tahun 2029

Simulasi peta ini dilakukan mengikuti prosedur alokasi penggunaan lahan berdasarkan kerangka Dyna-CLUE. Prosedur ini memerlukan empat input yaitu:

Model regresi logistik biner: Model regresi logistik biner yang diperoleh untuk enam macam penggunaan lahan (Persamaan 2-7) digunakan sebagai input dalam tahap simulasi peta ini.

Kebutuhan lahan: Kebutuhan lahan menyatakan luas yang akan dialokasikan untuk setiap jenis penggunaan lahan. Dalam penelitian ini, kebutuhan lahan diprediksi berdasarkan data empirik sesuai data statistik perubahan penggunaan lahan di wilayah penelitian. Kebutuhan lahan diprediksi hingga tahun 2029 menyesuaikan RPJP Provinsi DI Yogyakarta 2009-2029.

Indeks elastisitas konversi lahan: Elastisitas konversi merupakan faktor yang menggambarkan keterbalikan (*reversibility*) perubahan suatu jenis penggunaan lahan. Faktor ini ditetapkan berdasarkan *expert judgment*, berkisar dari 0 (perubahan lahan yang mudah balik/*reversible conversion*) sampai 1 (perubahan lahan yang tak-balik/*irreversible change*).

Matriks urutan konversi: Konversi yang mungkin terjadi atau tidak mungkin terjadi ditetapkan dalam matrik ini untuk setiap jenis penggunaan lahan. Nilai "1" menunjukkan konversi lahan mungkin terjadi, sedangkan "0" berarti konversi lahan tidak mungkin terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalibrasi dan validasi model

Sebelum digunakan untuk membuat peta simulasi penggunaan lahan, keenam model regresi logistik biner dikalibrasi ketepatannya dalam memprediksi lokasi untuk setiap macam penggunaan lahan. Kalibrasi dilakukan secara statistik berdasarkan perhitungan nilai ROC hasil perbandingan antara prediksi model dan lokasi referensi. Nilai ROC seluruh model yang diperoleh berkisar dari 0,76 untuk lahan terbangun kerapatan rendah (*LTR*) (Persamaan 3) sampai 0,99 untuk hutan (*H*) (Persamaan 7). Nilai ROC dapat menjelaskan seberapa cocok lokasi piksel pada peta hasil simulasi terhadap lokasi yang sebenarnya pada peta referensi (Pontius & Schneider, 2001). ROC sebesar 1 menunjukkan kecocokan yang sempurna, sedangkan nilai ROC sebesar 0,5 menunjukkan ketepatan lokasi hasil simulasi tidak dapat dipercaya dan dianggap terjadi secara acak (Pontius & Chen, 2006). Berdasarkan kisaran nilai ROC yang diperoleh (Persamaan 2 sampai 7) dapat disimpulkan bahwa model dapat menempatkan sebaran tiap jenis penggunaan lahan pada lokasi dengan kisaran akurasi yang baik, sehingga model selanjutnya dapat digunakan untuk membuat peta simulasi penggunaan lahan.

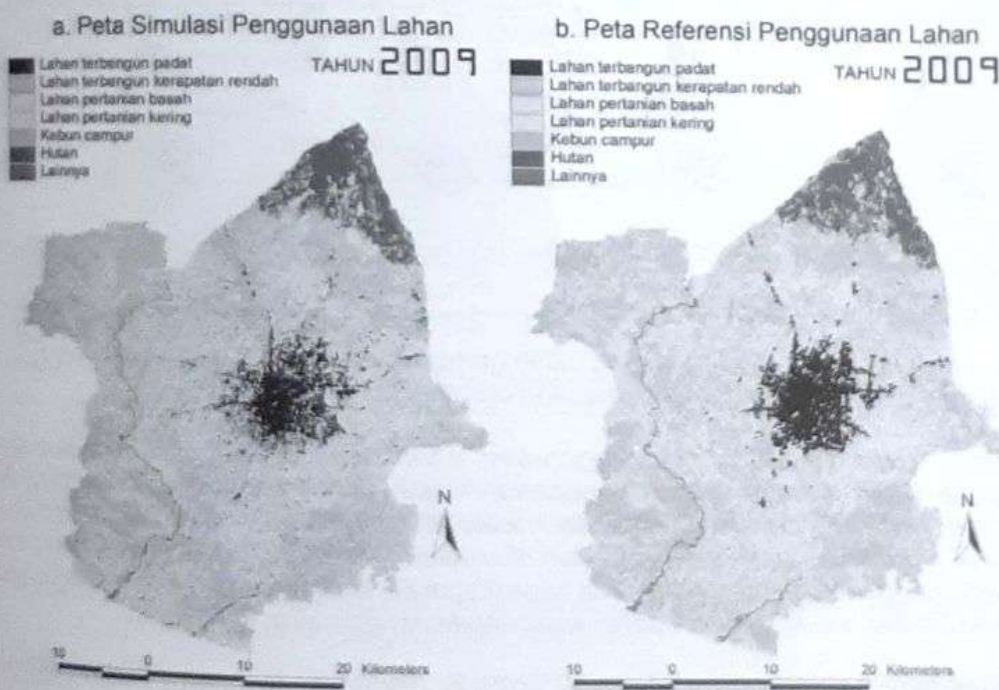
Sebelum digunakan untuk membuat peta simulasi penggunaan lahan jangka panjang hingga tahun 2029, dilakukan validasi model terlebih dahulu. Pertama, model digunakan untuk membuat peta simulasi penggunaan lahan tahun 2009. Selanjutnya validasi dilakukan dengan membandingkan peta hasil simulasi tersebut dengan peta referensi tahun 2009. Peta penggunaan lahan tahun 2009 hasil simulasi terlihat pada Gambar 1. Secara visual terlihat bahwa peta simulasi dan peta referensi tampak mirip satu sama lain. Sebaran lahan terbangun kerapatan tinggi (*LTP*) menunjukkan sebaran yang sangat mirip baik dari segi pola sebaran maupun luasannya (Gambar 1a dan Gambar 1b). Beberapa lahan terbangun kerapatan tinggi tampak berkembang sepanjang jalan-jalan utama. Sebaran lokasi lahan pertanian basah, kebun campuran, dan hutan juga mirip antara peta hasil simulasi dan peta

referensi. Kemiripan secara visual hasil simulasi peta sampai tahun 2009 ini menunjukkan bahwa model spasial yang digunakan valid untuk melakukan simulasi lebih lanjut.

Tabel 1. Nilai ROC hasil validasi peta simulasi dan peta referensi

Macam penggunaan lahan	Kode	ROC
Lahan terbangun kerapatan tinggi/padat	LTT	0,83
Lahan terbangun kerapatan rendah	LTR	0,54
Lahan pertanian lahan	LPB	0,60
Lahan pertanian kering	LPK	0,57
Kebun campuran	KC	0,62
Hutan	H	0,80
Lainnya		0,56

Untuk mengevaluasi secara lebih obyektif, validasi model juga dilakukan secara statistik dengan menghitung nilai ROC. Untuk setiap macam penggunaan lahan dilakukan perhitungan nilai ROC antara peta hasil simulasi dan peta referensi (Gambar 1). Nilai ROC dari masing-masing macam penggunaan lahan berkisar dari 0,54 sampai 0,83 (Tabel 1). Nilai ROC untuk penggunaan lahan terbangun kerapatan rendah memiliki nilai yang lebih besar dari 0,5 yang berarti prediksinya memiliki ketepatan yang masih lebih akurat dibanding kejadian acak (Pontius & Chen, 2006). Tingginya nilai ROC untuk macam penggunaan lahan yang lain mengindikasikan bahwa model dapat digunakan untuk memprediksi sebaran ketujuh macam penggunaan lahan untuk menghasilkan peta simulasi penggunaan lahan.



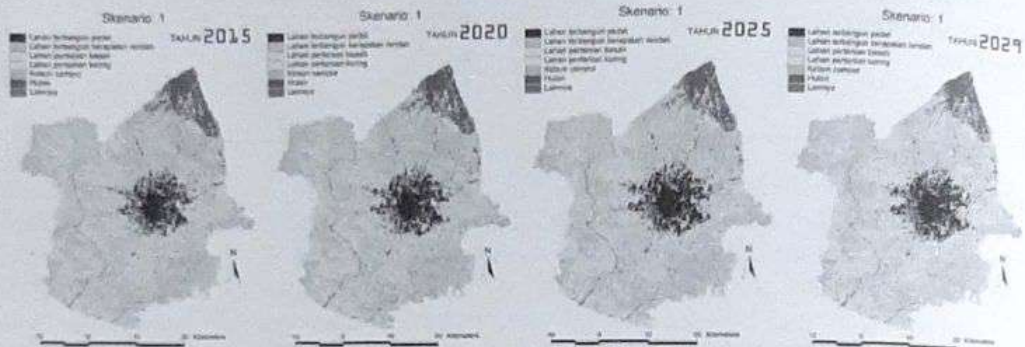
Gambar 1. Peta penggunaan lahan tahun 2009: a. Peta hasil simulasi; b. Peta referensi

Simulasi peta penggunaan lahan tahun 2029

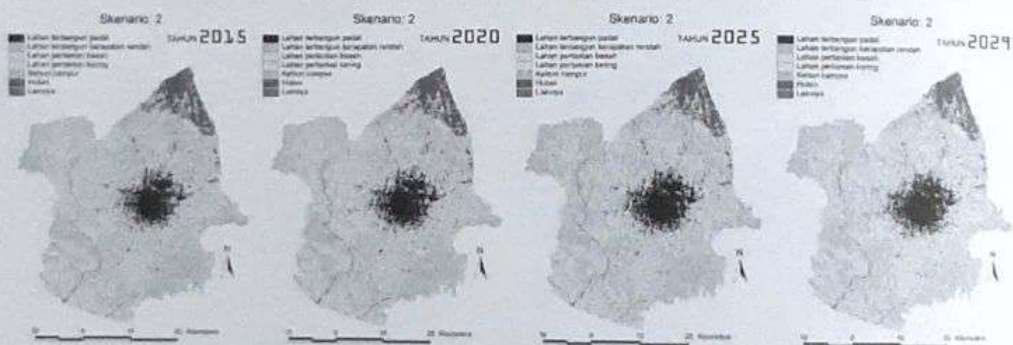
Peta hasil simulasi penggunaan lahan tahun 2029 terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Dengan skenario tanpa kebijakan perlindungan lahan pertanian, simulasi menghasilkan peta seperti terlihat pada Gambar 2. Pemekaran kota banyak terjadi secara lebih menyebar sebagaimana terlihat pada Gambar 2 yang menunjukkan adanya ekspansi

lahan terbangun ke arah Barat, Timur Laut dan Tenggara dari pusat kota. Selain itu juga terlihat perubahan kebun campur dan lahan pertanian kering menjadi lahan terbangun di wilayah sebelah Barat Daya dari pusat kota.

Dengan skenario perlindungan lahan pertanian, terlihat pada Gambar 3 bahwa sebaran lahan terbangun cenderung memusat dan tidak menyebar. Perubahan lahan lebih banyak terjadi pada kawasan perkotaan dan membuat kerapatan semakin tinggi di kawasan lahan terbangun kerapatan tinggi. Hal ini menggambarkan bahwa perlindungan lahan pertanian akan mampu mencegah alihfungsi lahan pertanian di kawasan sekitar kota.



Gambar 2. Peta hasil simulasi penggunaan lahan menggunakan model spasial skenario 1: tanpa perlindungan lahan pertanian potensial.



Gambar 3. Peta hasil simulasi penggunaan lahan menggunakan model spasial skenario 2: dengan perlindungan lahan pertanian potensial.

Skenario pada penelitian ini menggunakan lahan pertanian pangan berkelanjutan dengan kriteria lahan sawah dengan kesesuaian lahan untuk padi S1 dan terjangkau jaringan irigasi. Simulasi ini menggambarkan sebaran penggunaan lahan yang berbeda apabila kebijakan perlindungan lahan pertanian diterapkan. Model ini dapat digunakan untuk menampilkan penggunaan lahan yang akan terjadi apabila kebijakan lahan diterapkan. Hal ini sangat bermanfaat sebagai bahan pendukung dalam pengambilan keputusan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemodelan spasial mampu menghasilkan peta simulasi penggunaan lahan pada masa depan berdasarkan skenario simulasi yang diterapkan. Skenario dapat dikembangkan untuk melihat alihfungsi yang mungkin terjadi apabila kebijakan perlindungan lahan pertanian berkelanjutan telah ditetapkan. Peta hasil simulasi dapat menggambarkan bagaimana kemungkinan lahan pertanian di suatu lokasi akan beralihfungsi pada masa yang akan datang. Informasi yang demikian dapat didapatkan sekarang dengan menganalisis peta simulasi penggunaan lahan.

Penetapan lahan pertanian pangan berkelanjutan dapat memanfaatkan informasi ini sebagai pertimbangan dalam menetapkan lokasi. Diharapkan dapat dipilih lahan pertanian yang potensi alihfungsinya di masa yang akan datang adalah kecil. Hal ini sangat berguna agar penegakan aturan tidak mengalami kesulitan karena lahan yang ditetapkan sebagai lahan yang dilindungi ternyata di kemudian hari sangat tinggi potensi alihfungsinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, D. G., Page, S., Riolo, R., Zellner, M., & Rand, W. 2005. Path dependence and the validation of agent-based spatial models of land use. *International Journal of Geographical Information Science*, 19(2), 114-123.
- Caruso, G., Rounsevell, M., & Cojocaru, G. 2005. Exploring a spatio-dynamic neighbourhood-based model of residential behaviour in the Brussels periurban area. *International Journal of Geographical Information Science*, 19(2), 103-123.
- Irham. 1993. *Efficacy of government policy on the preservation of agricultural land use: A case study in Yogyakarta, Indonesia* (Master of Science Thesis No. HS-93-1 ed.). Bangkok: Asian Institute of Technology.
- Jantz, C. A., & Goetz, S. J. 2005. Analysis of scale dependencies in an urban land use change model. *International Journal of Geographical Information Science*, 19(2), 124-133.
- Mariyono, J., Harini, R., & Agustin, N. K. 2007. Impact of economic development and population growth on agricultural land conversion in Jogjakarta: a dynamic analysis. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 8(1), 50-61.
- Overmars, K. P., & Verburg, P. H. 2005. Analysis of land use drivers at the watershed and household level: Linking two paradigms at the Philippine forest fringe. *International Journal of Geographical Information Science*, 19(2), 133-144.
- Pijanowski, B. C., Pithadia, S., Shellito, B. A., & Alexandridis, K. 2005. Calibrating a neural network-based urban change model for two metropolitan areas of the upper midwest of the United States. *International Journal of Geographical Information Science*, 19(2), 145-153.
- Pontius, R. G., & Chen, H. 2006. GEOMOD Modeling: Land-Use & Cover Change Modeling. (15 August 2010). Diambil dari http://www.clarku.edu/~rpontius/pontius_chen_2006_idrisi.pdf, Diakses Agustus 2010
- Pontius, R. G., & Malanson, J. 2005. Comparison of the accuracy of land change models: Cellular Automata Markov versus GEOMOD. *International Journal of Geographical Information Science*, 19(2), 103-113.
- Pontius, R. G., & Schneider, L. C. 2001. Land use change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 85, 239-248.
- Ritohardoyo, S. 2001. Pembangunan permukiman dan konversi lahan di wilayah sekitar kota Yogyakarta. *Journal Geografi UMS*, 15(1), 74-89.
- Sumaryanto, Friyatno, S., & Irawan, B. 2004. Konversi lahan sawah ke penggunaan lahan non-pertanian dan dampak negatifnya. Makalah dipresentasikan dalam Seminar Nasional Multifungsi Pertanian dan Ketahanan Pangan, Bogor.
- Trisurat, Y., Alkemade, R., & Verburg, P. H. 2010. Projecting land-use change and its consequences for biodiversity in northern thailand. *Environmental Management*, 45(3), 626-639.

Verburg, P. H., & Overmars, K. P. 2009. Combining top-down and bottom-up dynamics in land use modeling: Exploring the future of abandoned farmlands in Europe with the Dyna-CLUE model. *Landscape Ecology*, 24(9), 1167-1181.

Verburg, P. H., Schot, P. P., Dijst, M. J., & Veldkamp, A. 2004. Land use change modelling: Current practice and research priorities. *GeoJournal*, 61(4), 309-324.

Tanya Jawab:

Umi Haryati – Balai Penelitian Tanah, Bogor

Tanya: Di judul ada kata "berkelanjutan". Dimanakah analisis keberlanjutan dan akuntabilitas model spasial ini?

Jawab: Maksud judulnya adalah model ini akan menghasilkan peta simulasi yang bermanfaat bagi kegiatan perencanaan lahan pertanian pangan berkelanjutan (UU. No. 41/2009).

IGK Dana Arsana – BPTP Propinsi Bali

Tanya: Bagaimana langkah-langkah Pemerintah Daerah di Yogyakarta menghadapi kasus alihfungsi lahan pertanian yang semakin marak?

Jawab: Melalui peraturan-peraturan dan kelembagaan yang dapat melindungi lahan pertanian supaya tidak beralih fungsi. Sesuai amanat UU NO. 41/2009, Propinsi DIY sudah menerbitkan Perda Propinsi DIY No. 10/2011 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan yang menetapkan luasan lahan yang akan dilindungi di masing-masing kabupaten. Perda ini sedang ditindaklanjuti dengan penyusunan Peraturan Bupati/Perda yang mengalokasikan lahan di wilayah kabupaten. Beberapa peraturan lain sudah dilaksanakan untuk pengetatan pemberian ijin pengeringan tanah. Di Kabupaten Sleman DIY bahkan ada Dinas Pengendalian Pertanahan Daerah yang berperan besar dalam pengendalian perubahan penggunaan lahan di Sleman.

Joko Purnomo – Balai Penelitian Tanah, Bogor

Tanya: Bagaimana proses kuantifikasi parameter-parameter yang dimasukkan dalam model?

Jawab: Kuantifikasi data dari setiap parameter dilakukan dengan konversi data raster dari peta menjadi data tabular.