

PEMODELAN PERSENTASE TAJUK DI DAS MERAWU YANG DITURUNKAN DARI BERBAGAI INDEKS VEGETASI DATA PENGINDERAAN JAUH

Modeling of Percentage of Canopy in Merawu Catchment Derived From Various Vegetation Indices of Remotely Sensed Data

Bambang Sulisty^{*)}, Totok Gunawan^{**)}, Hartono^{**)}, dan Projo Danoedoro^{**)}

^{*)} Staf Pengajar Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Bengkulu

^{**)} Staf Pengajar Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

E-mail: bambangsulistyounib@gmail.com

ABSTRACT

The research was aimed at studying Percentage of Canopy mapping derived from various vegetation indices of remotely-sensed data in Merawu Catchment. Methodology applied was by analyzing remote sensing data of Landsat 7 ETM+ image to obtain various vegetation indices for correlation analysis with Percentage of Canopy measured directly on the field (PT_{actual}) at 48 locations. These research used 11 (eleven) vegetation indices of remotely-sensed data, namely ARVI, MSAVI, TVI, VIF, NDVI, TSAVI, SAVI, EVI, RVI, DVI and PVI. The analysis resulted models (PT_{model}) for Percentage of Canopy mapping. The vegetation indices selected are those having high coefficient of correlation (≥ 0.80) to PT_{actual} . Percentage of Canopy maps were validated using 39 locations on the field to know their accuracies. Percentage of Canopy map (PT_{model}) is said to be accurate when its coefficient of correlation value to PT_{actual} is high (≥ 0.80). The research result in Merawu Catchment showed that from 11 vegetation indices under studied, there were 6 vegetation indices resulted high accuracy of Percentage of Canopy maps (as shown in the value of coefficient of correlation as ≥ 0.80), i.e. TVI, VIF, NDVI, TSAVI, RVI dan SAVI, while the rest, namely ARVI, PVI, DVI, EVI and MSAVI, have r values of < 0.80 .

Keywords: Percentage of Canopy, vegetation indices, remote sensing

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji berbagai indeks vegetasi yang diturunkan dari data penginderaan jauh dalam pemodelan Persentase Tajuk di DAS Merawu. Metode yang digunakan yaitu menganalisis data citra Landsat 7 ETM+ sehingga menghasilkan berbagai indeks vegetasi yang kemudian dilakukan analisis korelasi dengan Persentase Tajuk yang diukur di lapangan (PT_{actual}) pada 49 lokasi. Dalam penelitian ini dikaji 11 (sebelas) indeks vegetasi, yaitu ARVI, MSAVI, TVI, VIF, NDVI, TSAVI, SAVI, EVI, RVI, DVI dan PVI. Dari analisis ini diperoleh suatu model (PT_{model}) untuk pemetaan Persentase Tajuk. Indeks vegetasi yang dipilih yaitu yang memiliki nilai koefisien korelasi yang tinggi ($\geq 0,80$) terhadap PT_{actual} . Peta Persentase Tajuk yang diperoleh kemudian dilakukan validasi pada 39 lokasi sehingga akan diketahui keakuratan hasil pemodelan. Peta Persentase Tajuk (PT_{model}) dikatakan teliti jika memiliki nilai koefisien korelasi yang tinggi ($\geq 0,80$) terhadap PT_{actual} hasil validasi. Hasil penelitian di DAS Merawu menunjukkan bahwa dari 11 indeks vegetasi yang dikaji, ada 6 indeks vegetasi (TVI, VIF, NDVI, TSAVI, RVI dan SAVI) yang berkorelasi tinggi (nilai $r > 0,8$) dengan Persentase Tajuk yang diukur di lapangan, sedangkan 5 indeks vegetasi yang lainnya mempunyai nilai korelasi $< 0,8$, yaitu ARVI, PVI, DVI, EVI dan MSAVI.

Kata kunci: persentase tajuk, indeks vegetasi, penginderaan jauh

PENDAHULUAN

Salah satu masalah lingkungan yang saat ini harus ditangani adalah terjadinya lahan kritis atau degradasi lahan. Degradasi lahan merupakan masalah lingkungan fisik yang cenderung menyebabkan turunnya permukaan bumi (Sartohadi, 2004; Sulistyob^b, 2011). Indikasi terjadinya lahan kritis adalah dengan mengetahui keadaan suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) yang dari tahun ke tahun jumlah DAS kritisnya mengalami peningkatan (Utomo, 1989; Kartodihardjo, 2008; Sulistyob^b, 2011). Perencanaan untuk melakukan rehabilitasi lahan kritis memerlukan data yang benar. Salah satu data yang diperlukan adalah adanya data Persentase Tajuk (Harjadi, 2009). Persentase Tajuk merupakan tutupan tajuk, yaitu besarnya bagian permukaan bumi yang tertutup oleh proyeksi tegak dari tajuk suatu vegetasi, yang dinyatakan secara persentase (Lillesand *et al.*, 2004).

Penyusunan Peta Persentase Tajuk yang mutakhir tidaklah mudah untuk dipersiapkan dengan teknologi konvensional karena akan membutuhkan waktu, tenaga dan biaya yang besar. Penginderaan Jauh merupakan teknologi yang dapat menawarkan pemecahan untuk menyusun Peta Persentase Tajuk yang mutakhir dengan waktu, tenaga dan biaya yang relatif lebih kecil untuk kawasan yang sangat luas.

Dewasa ini, data penginderaan jauh telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi tutupan tajuk dan kerapatannya baik secara manual maupun secara digital (Wu *et al.*, 1985 dan McCloy and Hall, 1991 *dalam* Roy *et al.*, 1996). Teknik interpretasi visual yang dilakukan secara manual cenderung subyektif dan sangat tergantung pada kemahiran interpreter dan pemahaman interpreter terhadap pengetahuan kondisi lapangan. Teknik klasifikasi secara digital

yang mendasarkan pada pantulan spektral telah dilaporkan menghasilkan ketelitian yang lebih tinggi (Roy *et al.*, 1996). Namun demikian, dengan meningkatnya jumlah resolusi spektral dan resolusi spasial telah memungkinkan analisis Persentase Tajuk secara lebih baik lagi. Salah satu diantaranya adalah transformasi indeks vegetasi. Transformasi indeks vegetasi umumnya digunakan untuk memperoleh suatu informasi baru dengan cara mempertajam sekaligus menghilangkan informasi yang lain ataupun dengan cara mengurangi dimensionalitas datanya (Danoedoro, 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji berbagai indeks vegetasi yang diturunkan dari data penginderaan jauh citra Landsat 7 ETM⁺ dalam pemetaan Persentase Tajuk di DAS Merawu.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di DAS Merawu yang merupakan sebagian dari daerah tangkapan Waduk Mrica yang berlokasi di Kabupaten Banjarnegara. Secara geografis, lokasi penelitian terletak pada koordinat 109°41'24" – 109°50'24" BT dan 7°10'12" – 7°22'12" LS (Sulistyoa^a, 2011; Sulistyob^b, 2011). Daerah tangkapan Waduk Mrica umumnya bertopografi perbukitan dengan lembah yang curam. Bentang alamnya termasuk *fluvio vulkanik* dan material penyusunnya merupakan hasil aktivitas vulkanik dan pengendapan. Sungai utama yang mengalir ke Waduk Mrica adalah Sungai Serayu dan Sungai Merawu. DAS Merawu menyumbang sedimen hasil erosi yang terbesar ke dalam Waduk Mrica sebagai salah satu Pembangkit Listrik Tenaga Air.

Data Penelitian dan Piranti Keras dan Lunak yang Digunakan

Dalam penelitian ini digunakan : Peta Topografi Skala 1:25.000; Citra Satelit Landsat 7 ETM⁺ yang direkam pada tanggal 20 Juni 2006; Peta, Buku, Data dan Laporan-laporan lain yang mendukung penelitian. Piranti lunak (*Software*) yang digunakan meliputi Program SIG ILWIS (*Integrated Land and Water Information System*) versi 3.4.; Program SIG ARC/INFO versi 3.4.2.; dan Program SIG ARC/VIEW versi 3.3; dan Program CurveExpert. Sedangkan piranti keras (*Hardware*) yang digunakan meliputi : Seperangkat Laptop dan PC/Window Computer; Seperangkat peralatan laboratorium/kantor yang meliputi : Meja Gambar dan Alat Gambar; Peralatan lapangan yang terdiri dari : abney level, teropong, kompas, hagameter, pita ukur, *Global Positioning System* (GPS), kamera digital; Peralatan/perlengkapan lain yang membantu memperlancar kegiatan (Sulistyo^a, 2011; Sulistyo^b, 2011).

Secara ringkas diagram penelitian disajikan pada Gambar 1.

Estimasi Persentase Tajuk dari Lapangan dan Pemodelannya

Kerja lapang dilakukan untuk mengumpulkan sampel untuk keperluan pemodelan, demikian juga untuk keperluan validasi (uji model). Estimasi Persentase Tajuk dilakukan pada berbagai penutupan/penggunaan lahan. Secara keseluruhan Persentase Tajuk diestimasi pada sekitar 88 lokasi (49 lokasi sebagai dasar penyusunan model, dan 39 lokasi sebagai dasar validasi model). Koordinat dari masing-masing lokasi direkam menggunakan GPS. Pemilihan lokasi didasarkan pada kelas penggunaan lahan yang berbeda yang merupakan hasil klasifikasi digital terbimbing (*supervised classification*) pada citra Landsat 7 ETM⁺ meng-

gunakan algoritma *maximum likelihood*.

Persentase Tajuk aktual diestimasi di lapangan (PT_{aktual}) dengan cara mendatangi kawasan yang seragam berdasarkan penutupan lahannya. Setelah itu dilakukan pemotretan menggunakan kamera digital yang diarahkan tegak ke arah tajuk. Persentase Tajuk kemudian dihitung dengan bantuan program GIS ArcView versi 3.3, yaitu dengan cara menumpang- susunkan foto tajuk dengan bingkai bergaris-garis yang berukuran 10 x 10. Persentase Tajuk dihitung dengan mengamati kotak-kotak yang terisi (atau tidak terisi) foto tajuk.

Pemodelan Persentase Tajuk diturunkan dari analisis regresi menggunakan rumus (Kazmier, 1995) :

$$Y = a + b X \text{ ----- (14)}$$

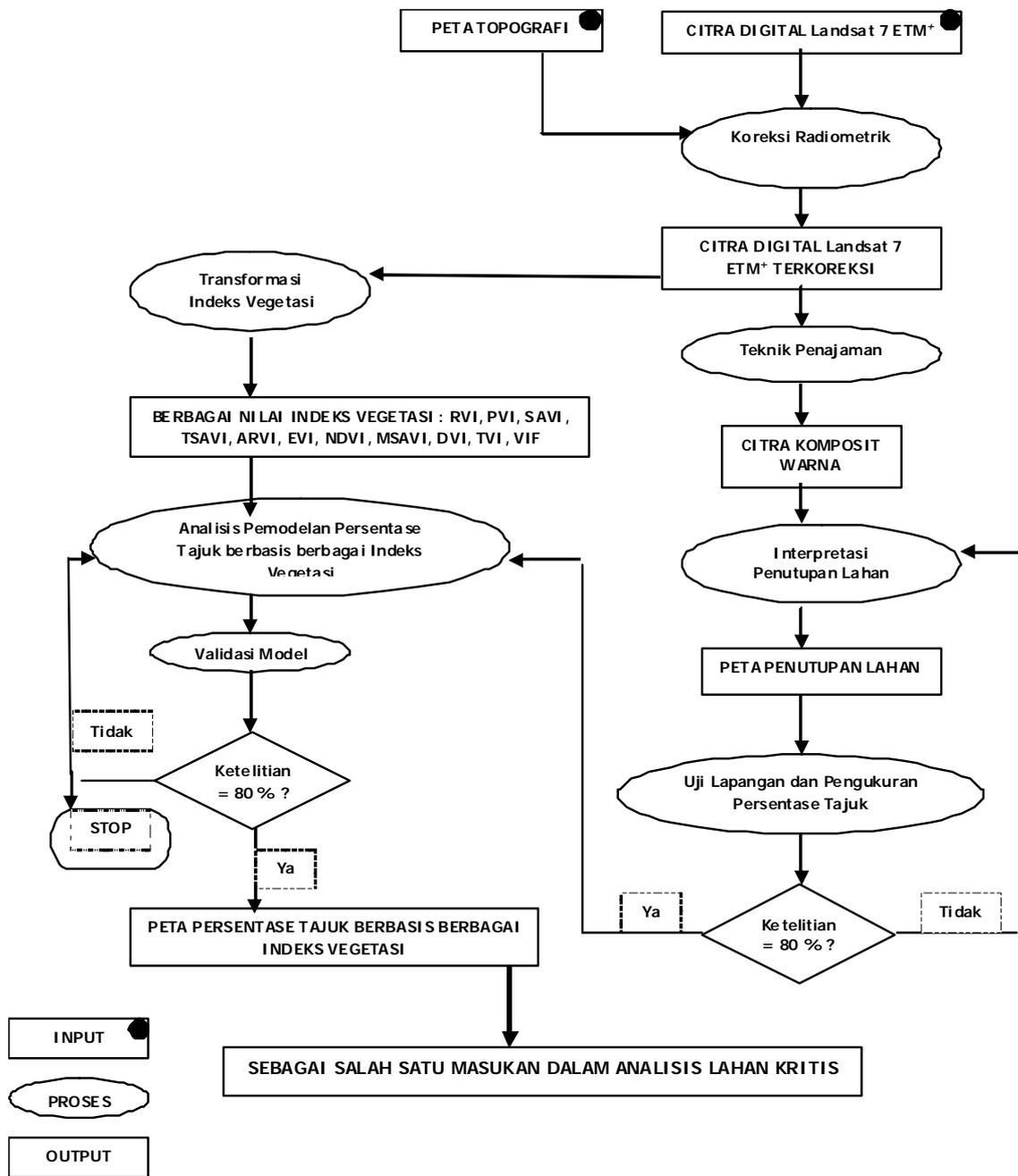
dengan Y adalah Persentase Tajuk yang diukur langsung di lapangan, X adalah nilai berbagai indeks vegetasi dari citra Landsat 7 ETM⁺, *a* adalah intersep dan *b* adalah arah garis regresi.

Hasilnya adalah berbagai peta Persentase Tajuk hasil pemodelan dari berbagai indeks vegetasi yang diturunkan dari citra Landsat 7 ETM⁺. Hasil pemodelan Persentase Tajuk tersebut kemudian dilakukan validasi. Pemodelan Persentase Tajuk dikatakan dapat diterima jika korelasinya tinggi, yaitu nilai *r* > 0,8. Hal ini sesuai dengan kelas *r* (koefisien korelasi) yang mengacu pada pendapat Gordon *et al.*, (1992) seperti yang disajikan pada Tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemodelan Persentase Tajuk dengan berbagai Indeks Vegetasi

Hasil Persentase Tajuk yang diukur langsung di lapangan (PT_{aktual}) beserta nilai



Gambar 1. Diagram Alir Tahap Penelitian

berbagai indeks vegetasi yang diturunkan dari citra Landsat 7 ETM+ (dalam penelitian ini digunakan 11 indeks vegetasi) dilakukan analisis korelasi secara linier menggunakan Program CurveExpert. Hasil pemodelan dari masing-masing indeks vegetasi, nilai koefisien (*a* dan *b*), koefisien korelasi (*r*) serta *standard error*-nya (*s*) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. memperlihatkan bahwa dari 11 indeks vegetasi yang dikaji dengan regresi linier, ada 6 indeks vegetasi (TVI, VIF, NDVI, TSAVI, RVI dan SAVI) yang berkorelasi **Tinggi** dengan Persentase Tajuk yang diukur di lapangan, 3 indeks vegetasi berkorelasi **Sedang** (ARVI, PVI

dan DVI), sedangkan EVI dan MSAVI berkorelasi **Sedang** tetapi cenderung mendekati **Tinggi**. Pemetaan Persentase Tajuk yang akan digunakan dalam pemodelan yaitu dengan memanfaatkan analisis korelasi yang mempunyai koefisien korelasi $e'' 0,80$.

Contoh hasil korelasi dengan fungsi linier disajikan pada Gambar 2.

Dengan menentukan 5 kelas interval Persentase Tajuk (yaitu 0 – 20%; 20 - 40%; 40 - 60%; 60 - 80% dan 80 - 100%) maka luas untuk masing-masing kelas dapat diperiksa pada Tabel 3, sedangkan Peta Persentase Tajuk hasil pemodelan

Tabel 1. Kelas r (koefisien korelasi)

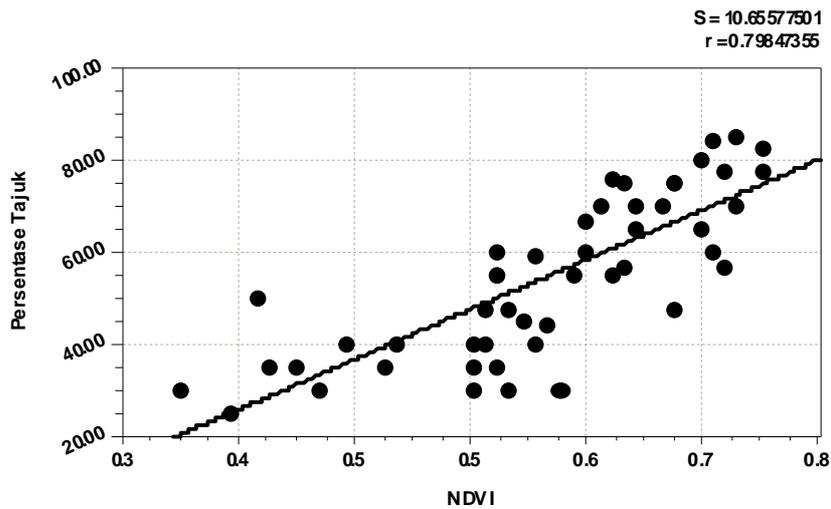
Kelas r	Jika r
Tinggi	= 0,8
Sedang	0,5 < r < 0,8
Rendah	= 0,5

Sumber: Gordon *et al.*, 1992

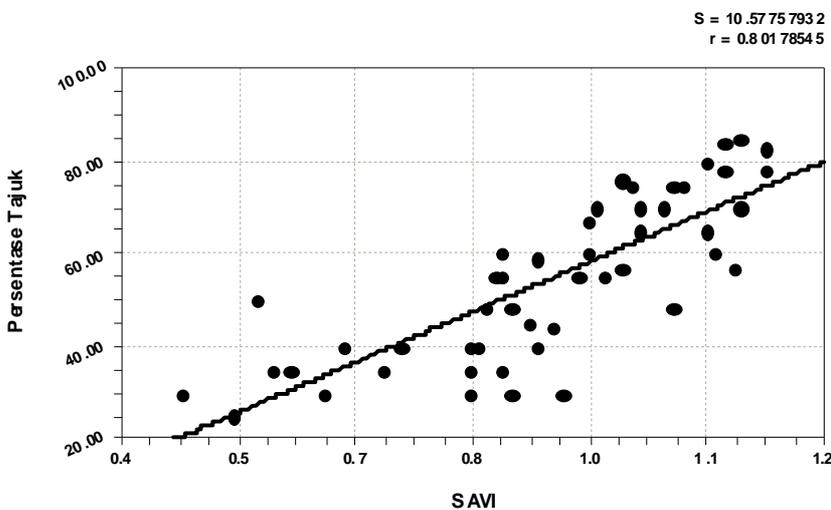
Tabel 2. Hasil Pemodelan dari Masing-Masing Indeks Vegetasi

No.	Indeks Vegetasi	a	b	s	r	Kelas r
1.	EVI	15,165719	72,650839	10,86	0,79	Sedang
2.	MSAVI	-50,021590	139,213530	11,08	0,78	Sedang
3.	NDVI	-17,605251	118,334690	10,66	0,80	Tinggi
4.	RVI	14,521006	8,7139776	10,06	0,82	Tinggi
5.	SAVI	-17,760231	79,032827	10,58	0,80	Tinggi
6.	TSAVI	-15,73319	116,11893	10,56	0,80	Tinggi
7.	TVI	-201,39958	243,22303	10,78	0,80	Tinggi
8.	VIF	-135,6607	236,23255	10,64	0,80	Tinggi
9.	ARVI	-46,528742	142,418990	12,06	0,70	Sedang
10.	DVI	21,650003	0,0012404548	14,59	0,57	Sedang
11.	PVI	21,615646	0,0043916139	14,45	0,58	Sedang

Sumber: hasil analisis



a. Grafik Hubungan antara Persentase Tajuk dan NDVI



b. Grafik Hubungan antara Persentase Tajuk dan SAVI

Gambar 2. Grafik yang Menggambarkan Hubungan dengan Fungsi Linier antara Persentase Tajuk dengan nilai NDVI dan DVI

Tabel 3. Luas Persentase Tajuk untuk Masing-Masing Kelas (Ha)

No.	Indeks Vegetasi	Kelas Interval Persentase Tajuk					Luas (Ha)
		0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%	
1.	NDVI	993	2.349	7.107	12.107	175	22.734
2.	RVI	0	3.421	8.700	7.748	2.862	22.734
3.	SAVI	997	2.365	7.106	12.088	176	22.734
4.	TSAVI	1.007	2.352	7.071	12.135	166	22.734
5.	TVI	1.084	2.225	7.114	12.252	56	22.734
6.	VIF	993	2.369	7.139	12.072	159	22.734

Sumber: hasil analisis

menggunakan indeks vegetasi SAVI disajikan pada Gambar 3.

Tabel 3. memperlihatkan bahwa luas masing-masing kelas interval Persentase Tajuk berbeda-beda sesuai dengan indeks vegetasi yang digunakan dalam penyusunan model. Demikian juga distribusi keruangannya menunjukkan adanya perbedaan, walaupun agak sulit membedakan secara jelas karena skala peta yang terlalu kecil. Jika diamati pada peta dapat diketahui bahwa penyebaran Persentase Tajuk yang rendah dominan terjadi pada kawasan Kecamatan Batur yang merupakan kawasan yang intensif digunakan sebagai lahan untuk tanaman sayur-sayuran seperti kubis (*Brassica oleracea var. capitata*), wortel (*Daucus carota*) dan kentang (*Coleus tuberosus*). Persentase Tajuk yang rendah juga secara sporadis terjadi hampir pada semua kawasan, walaupun dalam luasan yang tidak terlalu besar.

Hasil Validasi Pemodelan Persentase Tajuk dengan Berbagai Indeks Vegetasi

Tiga puluh sembilan titik dipilih sebagai lokasi pengukuran Persentase Tajuk yang digunakan sebagai uji/validasi model. Koordinat dari masing-masing lokasi disajikan sebagai Peta Titik. Peta Titik ini

kemudian ditumpangsusunkan di atas Peta Persentase Tajuk Hasil Pemodelan untuk masing-masing indeks vegetasi. Hasil analisis korelasi antara antara Persentase Tajuk hasil pemodelan (PT_{model}) dengan Persentase Tajuk aktual (PT_{actual}) disajikan pada Tabel 4.

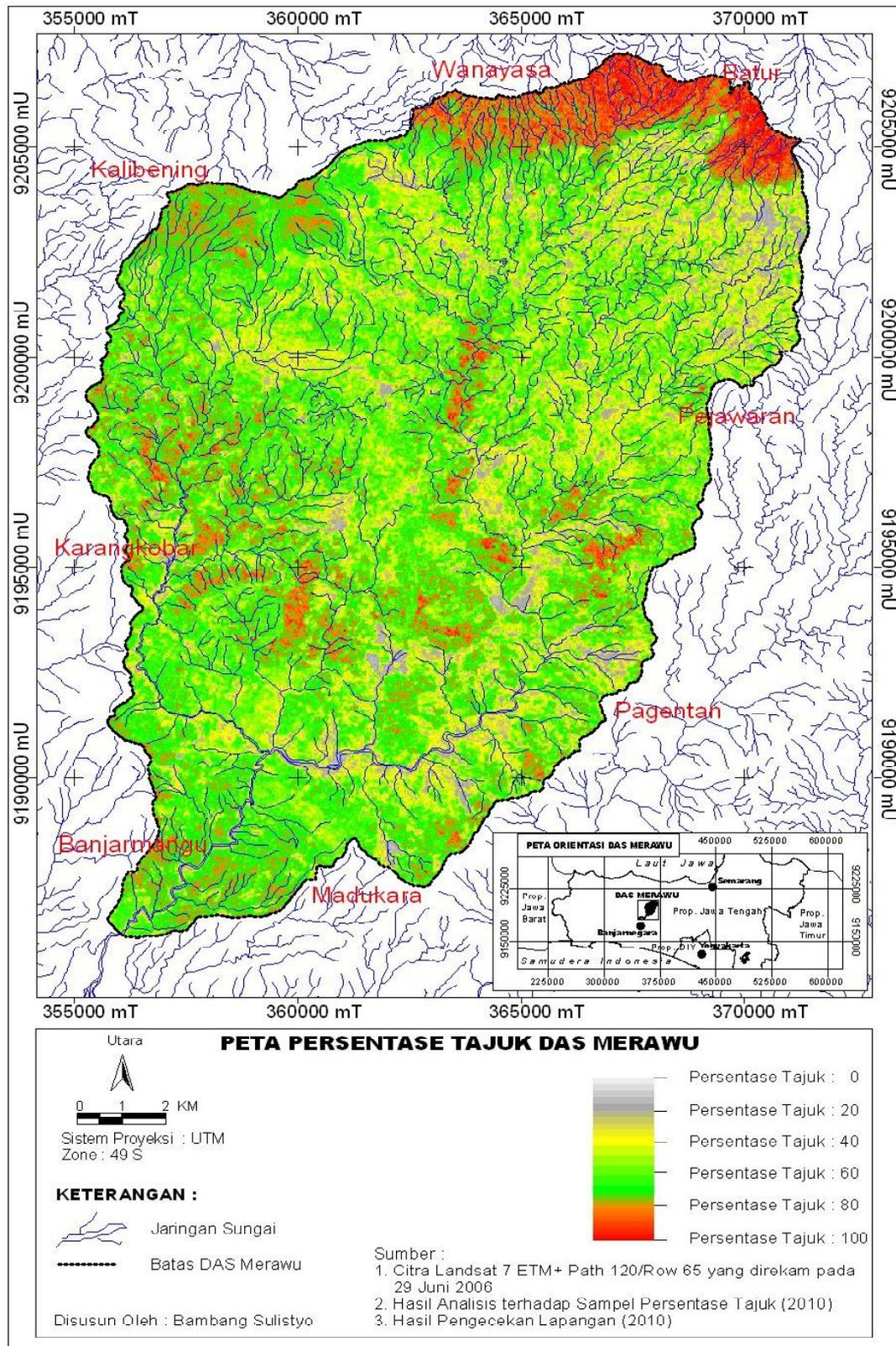
Tabel 4 memperlihatkan bahwa semua indeks vegetasi menghasilkan koefisien korelasi $\geq 0,80$ yang berarti bahwa peta Persentase Tajuk yang diperoleh dengan menggunakan indeks vegetasi RVI, TVI, VIF, NDVI, TSAVI dan SAVI, dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut. Keenam indeks vegetasi tersebut menghasilkan koefisien korelasi yang hampir sama, yaitu $r = 0,932$, kecuali RVI dengan $r = 0,908$. Hal ini menunjukkan bahwa adanya upaya untuk memperhatikan pengaruh latar belakang tanah dalam rumus indeks vegetasi (seperti pada SAVI dan TSAVI) tidak berpengaruh dalam kajian kerapatan tajuk.

Dari 5 indeks vegetasi yang tidak digunakan dalam analisis pemodelan lebih lanjut, indeks vegetasi yang memanfaatkan saluran biru (ARVI dan EVI) menghasilkan koefisien korelasi yang tidak tinggi. Hal ini sesuai dengan sifat dari saluran biru pada spektrum data Landsat

Tabel 4. Koefisien Korelasi Antara PT_{model} Dengan PT_{actual}

No.	Indeks Vegetasi	Koefisien korelasi (r)
1.	NDVI	0,932
2.	RVI	0,908
3.	SAVI	0,932
4.	TSAVI	0,932
5.	TVI	0,932
6.	VIF	0,932

Sumber: hasil analisis



Gambar 3. Peta Persentase Tajuk Hasil Pemodelan Menggunakan Indeks Vegetasi SAVI

7 ETM⁺ yang kemampuannya digunakan untuk pembedaan vegetasi dari air dan bukan untuk kajian yang berkaitan dengan indeks vegetasi yang pada umumnya memanfaatkan spektrum merah dan spektrum inframerah (Lillesand *et al.*, 2004). Indeks vegetasi PVI dan DVI mempunyai korelasi yang relatif paling rendah dalam pemodelan Persentase Tajuk. Sementara itu, MSAVI dan EVI walaupun menghasilkan korelasi sedang akan tetapi nilainya hampir mendekati 0,80.

vegetasi berkorelasi sedang (ARVI, PVI dan DVI), sedangkan EVI dan MSAVI berkorelasi sedang tetapi cenderung mendekati tinggi. Pemetaan Persentase Tajuk yang akan digunakan dalam pemodelan yaitu dengan memanfaatkan analisis korelasi yang mempunyai koefisien korelasi $\geq 0,80$. Keenam indeks vegetasi tersebut mempunyai nilai koefisien korelasi yang tinggi (nilai $r > 0,8$), baik dalam pemodelan maupun dalam validasi model.

KESIMPULAN

Dari 11 indeks vegetasi yang dikaji dengan fungsi linier, ada 6 indeks vegetasi (TVI, VIF, NDVI, TSAVI, RVI dan SAVI) yang berkorelasi tinggi dengan Persentase Tajuk yang diukur di lapangan, 3 indeks

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah membiayai sebagian dari penelitian ini melalui skema penelitian Hibah Doktor Tahun Anggaran 2010.

DAFTAR PUSTAKA

- Danoedoro, P. (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Gordon, N. D., McMohan, T. A., and Finlayson, B. L. (1992). *Stream Hidrology : An Introduction for Ecologist*, John Wiley & Sons, New York.
- Harjadi. (2009). Monitoring dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis, *Forum Geografi*, Vol. 23, No. 2, Desember 2009, 139-152.
- Kartodihardjo, H. (2008). Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Hidup, *Seminar Lingkungan Hidup dan Sumberdaya Alam*, Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Kazmier, L.J. (1995). *Business Statistics*, Third Edition, McGraw-Hill, Toronto.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., and Chipman, J. (2004). *Remote Sensing and Image Interpretation (5 ed.)*, John and Wiley Sons, New York.
- Roy, P.S, Sharma, K.P, and Jain, A. (1996). Stratification of Density in Dry Deciduous Forest Using Satellite Remote Sensing Digital Data : An Approach Based on Spectral Indices, *Journal of Bioscience*, Vol. 21, Number 5, pp 723–734.

- Sartohadi. (2004). Korelasi Spasial antara Tingkat Perkembangan Tanah dengan Tingkat Kerawanan Gerakan Massa di DAS Kayangan Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta, *Forum Geografi*, Vol. 18, No. 1, Juli 2004, 14-31.
- Sulistyo^{a)}. (2011). Pemetaan Faktor C yang Diturunkan dari Berbagai Indeks Vegetasi Data Penginderaan Jauh Sebagai Masukan Pemodelan Erosi di DAS Merawu, *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, PSLH UGM, Volume 18, Nomor 1, Maret 2011.
- Sulistyo^{b)}. (2011). Choosing Different Contour Interval On A Fully Raster-Based Erosion Modeling: Case Study at Merawu Watershed, Banjarnegara, Central Java, *Jurnal Tanah Tropika*, Volume 16, No. 3, September 2011.
- Utomo, W.H. (1989). *Konservasi Tanah di Indonesia, Suatu Rekaman dan Analisa*, Penerbit Rajawali, Jakarta.