

Pendekatan Analisis Spasial dan Regresi Berganda Pada Penentuan Bahan Organik Tanah di Kabupaten Sampang

HENNY PRAMOEDYO ^{a)}, NI WAYAN SURYA WARDHANI ^{a)}, EKA SARASWATI ^{a)}, RIA ROSILAWATI ^{a)}

^{a)} Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

diterima 21 Februari 2010, direvisi 10 Maret 2011

ABSTRAK

Bahan organik merupakan salah satu komponen utama dari tanah yang sangat mempengaruhi keadaan atau jenis tanah dan selanjutnya dapat membantu pertumbuhan tanaman. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur kadar bahan organik di suatu lahan adalah teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan memanfaatkan citra satelit. Analisis data dilakukan dalam dua tahap, tahap pertama yakni analisis secara statistik yang meliputi analisis regresi untuk mengetahui persamaan model estimasi kadar C-Organik dan diperoleh persamaan $-0,849 + 0,017X1 - 0,008X3 + 0,011X4$. Tahapan yang kedua adalah analisis spasial yang dilakukan untuk mengetahui sebaran C-Organik, dilakukan interpolasi dengan teknis spatial analyst yaitu dengan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW). Tahap berikutnya adalah menguji model perkiraan yang telah diperoleh di Kabupaten Sampang. Berdasarkan analisis validasi menggunakan uji t-berpasangan dapat disimpulkan bahwa model perkiraan yang diperoleh mampu mengestimasi kadar C-Organik di Kabupaten Sampang sehingga bisa dijadikan alternatif cara untuk mengestimasi kadar C-Organik pada suatu daerah.

Kata kunci: Analisis Spasial, Regresi

ABSTRACT

An organic matter is one of the main components of soil. It is very potential to influence condition or type of soil and further it helps the growth of plants. One of methods which can be used to measure the levels of organic matters in an area is remote sensing technology and Geographic Information Systems (GIS) by using satellites. Analysis could be done in two steps. First, in statistically analysis by using regression models. The equation models of C-Organics level in $-0,849 + 0,017X1 - 0,008X3 + 0,011X4$. Second, in spatial analysis, it is to know the C-Organic distribution, and also using interpolation with spatial analysis technique which is *Inverse Distance Weighted* (IDW) methods. Next, testing a model estimations which have been obtained in Sampang. Through the validation analysis using t-paired test, resulting estimation model which have been obtained is able to estimate the C-Organic levels in Sampang which could be an alternative way to estimate the C-Organic levels in same area.

Key word: Spatial Analysis, Regression

PENDAHULUAN

Bahan organik merupakan salah satu komponen utama dari tanah yang sangat mempengaruhi keadaan atau jenis tanah dan

*Corresponding author : Henny Pramodyo
E-mail: hennypra@ub.ac.id

selanjutnya dapat membantu pertumbuhan tanaman baik dari segi kimia, fisika maupun biologis. Secara kimiawi berpengaruh terhadap kapasitas jerapan yang tinggi, menyediakan N, P, dan S bagi pertumbuhan tanaman, nitrogen dan fosfor diikat dalam bentuk organik, dan ekstraksi unsur hara dari mineral-mineral oleh asam humus. Secara fisik dapat merangsang granulasi, menurunkan plastisitas dan kohesi serta dapat meningkatkan kemampuan menahan air. Sedangkan secara biologi, bahan organik tanah merupakan sumber energi bagi mikroorganisme dalam tanah. Dengan demikian bahan organik adalah bahan pemantap agregat tanah yang sangat baik. dan merupakan sumber dari unsur hara tumbuhan. Disamping itu adalah sumber energi bagi sebagian besar organisme tanah [1].

Analisis kadar bahan organik akan memerlukan banyak biaya, terlebih jika digunakan untuk mengetahui sebarannya secara spasial maka akan memerlukan banyak contoh tanah yang kemudian berakibat pada banyaknya biaya yang diperlukan. Oleh karena itu, dicari solusi atau metode yang dapat meminimalisir biaya tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur kadar bahan organik di suatu lahan adalah teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan memanfaatkan citra satelit. Penginderaan jauh adalah ilmu dan teknik untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah atau fenomena yang dikaji [2].

Teknologi penginderaan jauh meliputi pengukuran dan analisa pantulan radiasi gelombang elektromagnetik dari obyek dengan sistem pasif maupun aktif. Respon radiasi dari masing-masing spektrum gelombang elektromagnetik atau yang biasa disebut nilai spektral menunjukkan tipe atau jenis material obyek. Respon masing-masing spektrum gelombang elektromagnetik dikumpulkan dalam bentuk citra multispectral.

Bahan organik tanah dapat terdeteksi melalui perbedaan warna tiap piksel citra yang ditunjukkan oleh digital number. Namun dalam hal ini, tidak secara langsung terlihat bahwa warna tertentu menunjukkan nilai bahan organik tanah, melainkan dihubungkan dengan kondisi

tanah dan vegetasi yang mana hal tersebut erat kaitannya dengan bahan organik tanah itu sendiri. Begitu pula dengan vegetasi, vegetasi memiliki peran yang penting dalam ketersediaan bahan organik. Sehingga tinggi rendahnya kadar bahan organik tanah juga bergantung pada kerapatan dan jenis vegetasi.

Penelitian ini akan meneliti kadar bahan organik di Kabupaten Sampang yang merupakan salah satu daerah sedimen di Indonesia dengan menggunakan teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. Tujuan yang diharapkan adalah menemukan model matematik untuk mengetahui model yang paling tepat secara statistik dengan menggunakan analisis regresi berganda mengenai kadar bahan organik tanah yang diukur di lapang dengan nilai digital number setiap band yang diperoleh dari citra satelit, yang kemudian model tersebut diujikan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Sampang Propinsi Jawa Timur, meliputi pengambilan sampel tanah dan survey lapang. Analisis kadar C-Organik dilakukan di Laboratorium Kimia, sedangkan analisis spasial dan pemetaan akan dilaksanakan di Laboratorium Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Jurusan Tanah Universitas Brawijaya. Analisis Staistika dilakukan di laboratorium ststistika FMIPA Universitas Brawijaya Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Mei 2009 - Oktober 2009. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: GPS, Citra satelit Landsat 7 ETM⁺ path/row 118/65 Tahun 2004 Citra satelit Landsat 7 ETM⁺ path/row 118/65 Tahun 2004, Peta rupabumi digital dan analog Bakosutanal tahun 2002 skala 1:25000 kabupaten Sampang dan sampel tanah.

Metode Pengambilan Data

1. Data C-Organik diperoleh melalui pengambilan sampel yang dilakukan sesuai dengan pembagian SPL (satuan peta lahan). Peta SPL dibuat dengan meng-*overlay* beberapa peta yakni peta geologi, peta bentukan lahan dan peta kelerengan.

Selanjutnya dilakukan penentuan koordinat titik pengamatan dan pengambilan sampel yang akan dimasukkan ke GPS. Kemudian sampel tersebut dianalisa laboratorium untuk mendapatkan data nilai C-Organik di setiap daerah pengamatan. Metode analisa laboratorium yang digunakan adalah metode Walkey & Black.

2. Pengambilan nilai *digital number* dilakukan dengan menggunakan *software* Arc GIS 3.3 yang dilakukan pada setiap *band* pada citra (kecuali *band* 6). Pengambilan *nilai digital number* ini didasarkan pada *pixel* citra dimana titik pengamatan dan pengambilan sampel. Data Sekunder diperoleh dari Laboratorium Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi Jurusan Tanah Universitas Brawijaya.

Analisa Spasial

- *Koreksi Citra*. Pada tahapan ini dilakukan proses koreksi radiometrik dan Geometrik. Koreksi Radiometrik bertujuan untuk meminimalkan kesalahan yang disebabkan pengaruh detektor satelit atau pengaruh gangguan atmosfer [3]. Sedangkan Geometrik Bertujuan untuk memperbaiki kesalahan geometrik agar berada pada koordinat dan posisi yang benar. Proses tersebut dilakukan dengan menggunakan *software* PCI 9.1.
- *Peta Sebaran C-Organik*. Peta pendugaan dibuat dengan menginterpolasi nilai-nilai estimasi kadar C-organik menggunakan teknis analisis spasial yaitu dengan metode *Inverse Distance Weighted (IDW)* Proses tersebut dilakukan dengan menggunakan *software* Arc View GIS.
- *Validasi*. validasi serta pengembangan model perkiraan dilakukan dengan membandingkan data primer dan data hasil perkiraan menggunakan uji t – berpasangan.

Analisa Data

1. *Analisis Regresi Linier Berganda*. Analisis regresi linier berganda digunakan untuk mengetahui hubungan variabel tak bebas Y (Kadar C-Organik) terhadap hasil pengukuran variabel bebas nilai – nilai *digital number* pada setiap *band* pada citra yaitu *band_1(X1)*, *band_2 (X2)*,

band_3(X3), *band_4(X4)*, *band_5(X5)*, dan *band_7(X6)*. Persamaan umum regresi linier berganda adalah [4]

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_p X_{ip} + \varepsilon_i \quad (1)$$

2. *Pemilihan Model Regresi Terbaik dengan Menggunakan Eliminasi Backward*. Eliminasi Backward digunakan untuk mengetahui model hubungan yang lebih baik antara Y(Kadar C_organik) terhadap setiap *band* pada citra. Membuat model dengan memasukkan semua variabel kemudian dikeluarkan satu persatu dengan melakukan pengujian terhadap parameter – parameter nya dengan menggunakan *partial Ftest*. Nilai *partial F-test (FL)* terkecil dibandingkan dengan F_{tabel} .
 - Jika $FL < F_{tabel}$, maka X yang bersangkutan dikeluarkan dari model dan dilanjutkan dengan pembuatan model baru tanpa variable tersebut
 - Jika $FL > F_{tabel}$, maka proses dihentikan dan persamaan terakhir tersebut yang digunakan/ dipilih.
3. *Pengujian Asumsi*
 1. *Asumsi Kenormalan*. Uji asumsi kenormalan sisaan dilakukan untuk membuktikan bahwa sisaan data yang digunakan berdistribusi normal karena asumsi kenormalan berkaitan dengan penggunaan statistik uji F dan t, jika asumsi kenormalan tidak terpenuhi maka kesimpulan dari uji serentak dan individu menjadi tidak valid. Salah satu metode untuk menguji kenormalan sisaan adalah uji *Kolmogorov Smirnov*.
 2. *Asumsi Kehomogenan ragam sisaan*. Pengujian asumsi ini bertujuan untuk mengetahui apakah sisaan mempunyai ragam yang homogen atau tidak. Homogen dalam asumsi ini adalah ragam sisaan konstan yaitu dapat mendekati nilai sebenarnya [7]
 3. *Asumsi Autokorelasi*
Autokorelasi dapat didefinisikan sebagai korelasi antar anggota serangkaian pengamatan yang diurutkan menurut waktu. Pendeteksian multikolinieritas, kolineritas terjadi karena terdapat korelasi

yang cukup tinggi di antara peubah prediktor. VIF (*Variance Inflation Factor*) merupakan salah satu cara untuk mengukur besar kolinieritas dan didefinisikan sebagai:

$$VIF = \frac{1}{1 - R_m^2} \quad (2)$$

dimana $m = 1, 2, \dots, p$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendeteksian Multikolinieritas. Pendeteksian ada tidaknya multikolinieritas merupakan langkah awal untuk membentuk model regresi. Besar kecilnya multikolinieritas masing masing variabel bebas dilihat dari nilai VIF seperti disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai VIF untuk semua peubah bebas kurang dari 10 sehingga dapat dikatakan bahwa antar peubah bebas tidak disifati oleh kolinieritas berganda.

Tabel 1. Pendeteksian Multikolinieritas

Peubah	VIF
Band_1 (X1)	1.845
Band_2 (X2)	3.069
Band_3 (X3)	2.104
Band_4 (X4)	1.448
Band_5 (X5)	2.528
Band_7 (X6)	3.022

Model hubungan kandungan kadar C- Organik dengan faktor faktor yang mempengaruhi dapat dituliskan persamaan berikut :

$$\hat{Y} = -0,703 + 0,015X1 + 0,004X2 - 0,010X3 + 0,011X4 - 0,005X5 + 0,005X6 \quad (3)$$

Analisis Regresi Terbaik (Eliminasi Backward). Setelah diketahui tidak terdapat multikolinieritas antar variabel bebas maka selanjutnya adalah menentukan variabel – variabel yang lebih berpengaruh terhadap kandungan kadar C-Organik dengan menggunakan metode regresi terbaik dengan eliminasi Backward. Pemilihan regresi terbaik dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa variabel X2 memiliki p-value terbesar lebih besar dari α yaitu 0.464 sehingga dikeluarkan dari model regresi.

Tabel 2. Pemilihan Model Terbaik Eliminasi Backward

Peubah	R ²	R ² Adjusted
X1,X2,X3,X4,X5,X6	0.555	0.500
X1, X3,X4,X5, X6	0.550	0.505
X1,X3,X4, X5	0.528	0.491
X1,X3,X4	0.521	0.493

Tabel 3. Uji Kolmogorov Smirnov One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		58
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.22031677
Most Extreme Differences	Absolute	.081
	Positive	.081
	Negative	-.050
Kolmogorov-Smirnov Z		.608
Asymp. Sig. (2-tailed)		.857

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Selanjutnya dibuat model tanpa menyertakan X2, namun masih terdapat variabel yang memiliki p-value terbesar lebih besar dari α yaitu variabel X6 sebesar 0.125. sehingga dikeluarkan dari model, dan proses diatas dilakukan sampai semua variabel tidak memiliki nilai p-value yang lebih besar dari α . Dari Tabel 3 terlihat bahwa model terbaik yang dibentuk adalah model regresi yang memuat variabel X1,X3 dan X4 dengan memberikan nilai R² dan R²adjusted yang lebih tinggi yaitu sebesar 0.521 dan 0.493. Nilai R² sebesar 0.521 menunjukkan bahwa presentase yang dapat diterangkan oleh band_1(X1) band_3(X3) dan band_4(X4) terhadap kandungan C-Organik sebesar 52.1%. Berdasarkan kriteria – kriteria diatas model dengan 3 variabel bebas merupakan model terbaik. Model regresi terbaik dapat dituliskan dengan persamaan berikut:

$$\hat{Y} = -0,849 + 0,017X1 - 0,008X3 + 0,011X4 \quad (4)$$

Persamaan ini menunjukkan bahwa setiap peningkatan nilai X1 (band_1) sebesar 1 satuan akan memberikan pengaruh positif pada kandungan C-Organik (Y) sebesar 0.017%,

sebaliknya peningkatan nilai X_3 (band_3) sebesar 1 satuan akan memberikan dampak pada penurunan nilai kandungan bahan organik sebesar 0.008%, dan peningkatan nilai X_4 (band_4) sebesar satu satuan akan memberikan dampak peningkatan kadar C-Organik sebesar 0.011%. Hasil prediksi kadar C-Organik dapat dilihat pada Tabel 4.

Adapun peta daerah penyebaran C-organik berdasarkan hasil prediksi dengan menggunakan interpolasi dengan teknis *spatial analyst* yaitu dengan metode *Inverse Distance Weighted (IDW)* dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1. secara umum, kabupaten Sampang memiliki kadar C-Organik yang sangat rendah sampai rendah. Dari luas total keseluruhan yang mencapai 123.435,7 ha, 97 % (119747,5 ha) merupakan daerah dengan kadar C-Organik sangat rendah yaitu berkisar antara 0-1%.

Sedangkan untuk daerah dengan tingkat kadar C-Organik rendah (1,01-2 %) hanya sekitar 3 % atau seluas 3.688,2 ha yang tersebar di bagian selatan kecamatan Sampang, bagian utara kecamatan Torjun, sebagian wilayah kecamatan Robatal, dan pesisir pantai utara kecamatan Ketapang. Hasil analisis spasial

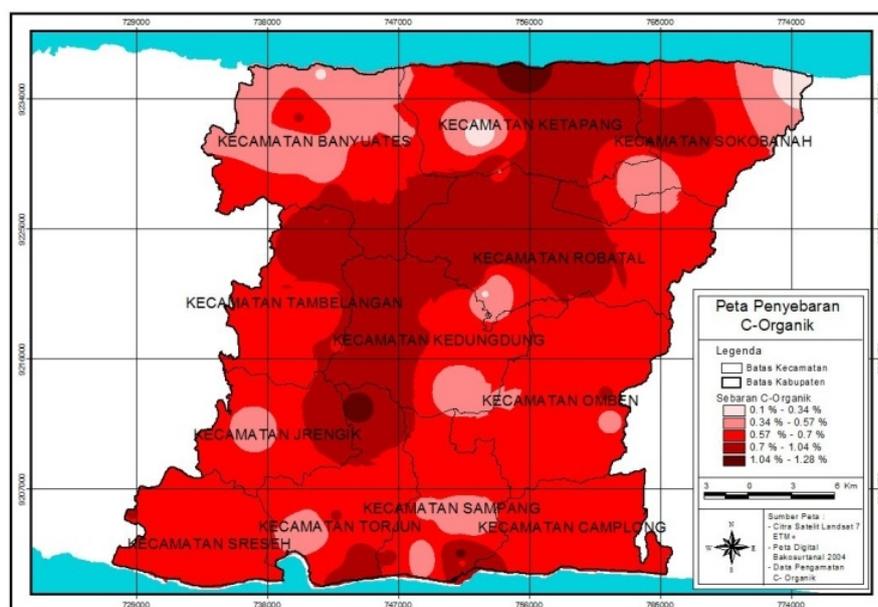
dapat diketahui sebaran hasil kadar C-Organik hasil prediksi didominasi oleh kisaran hasil antara 0.57-0.7 % dan 0.34-0.57% yang masing-masing memiliki luas 67.857,03 ha atau 55% dari luas total dan 38.043,18 ha atau 31% dari luas total.

Pengujian Asumsi Analisis Regresi.

Asumsi-asumsi klasik yang melandasi regresi linier berganda adalah : kenormalan galat, kehomogenan ragam galat (homoskedastisitas), non autokorelasi antar galat, dan non multikolinieritas antar peubah penjelas.

Pengujian asumsi kenormalan galat dilakukan dengan uji Kolmogorov Smirnov. Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa pada model regresi memiliki nilai statistik uji Kolmogorov Smirnov (0,081) yang lebih kecil dari nilai kritis ujinya (0.182). Hal ini berarti menunjukkan galat menyebar normal.

Pengujian asumsi kehomogenan ragam galat secara empiris dilakukan dengan Uji Glejser. Hasil regresi nilai absolut galat terhadap X_1 , X_3 , dan X_4 selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4. Hasil pengujian kehomogenan ragam galat dengan Uji Glejser menunjukkan bahwa pada model regresi terbaik, asumsi kehomogenan ragam tidak terpenuhi



Gambar 1. Peta Daerah Penyebaran C-Organik berdasarkan Hasil Prediksi. (Y model)

karena nilai $F_{hitung} (4.197) > F_{(0,05;3,56)} (2.77)$.

Pengujian asumsi non autokorelasi antar galat dilakukan dengan menghitung statistik Durbin-Watson dapat dilihat Lampiran 5. Hasil perhitungan nilai d untuk model regresi terbaik adalah 1.141. Nilai $d_L = 1,4948$, sedangkan $d_U = 1,6432$. Karena nilai $d > d_U$ dan $4 - d_U > d$ maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat autokorelasi antar galat.

Pengujian Persamaan Regresi. Karena asumsi residual telah terpenuhi, maka pengujian model regresi layak untuk dilakukan. Uji kelayakan model dengan pengujian regresi secara serentak disajikan dalam Tabel 4. Pengujian model menggunakan uji F dengan hipotesis

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0 \quad (5)$$

H_1 : Minimal ada 1 β yang tidak sama dengan nol.

Tabel 4. Pengujian Koefisien Regresi Secara Serentak

Sumber Keragaman	D	JK	KT	F	P
Regresi	3	3.12	1.04	18.82	0.00
Sisa	52	3	1	9	0
Total	55	2.87	0.05		
		5	5		
		5.99			
		8			

Karena nilai $F_{hitung} (18.829) > F_{(0,05;3,56)} (2.77)$ atau nilai p-value $(0.000) < \alpha = 0.10$ maka H_0 ditolak, berarti hubungan yang nyata antara peubah bebas X (band_1, band_3, dan band_4) dan peubah tak bebas Y (kadar C-Organik)

Simpangan baku, statistik uji t parsial, nilai p-value dan VIF bagi peubah bebas disajikan dalam Tabel 7.

Hipotesa yang mendasari pengujian secara parsial adalah:

$$H_0 : \beta_i = 0 \quad (6)$$

$H_1 : \beta_i \neq 0$, untuk $i = 0, 1, 2, \dots, k$.

Nilai VIF yang ditunjukkan dalam Tabel 5. Semua bernilai kurang dari 10 sehingga dapat disimpulkan bahwa band_1, band_2, dan band_3 tidak disifati multikolinieritas. Pada taraf $\alpha=0.10$, $\hat{\beta}_0=-0.849$, $\hat{\beta}_1=0.017$, $\hat{\beta}_2=-0.008$,

$\hat{\beta}_3=0.011$ memiliki nilai P-value $<\alpha$, maka dapat disimpulkan bahwa band_1, band_2 dan band_3 menentukan kadar kandungan C-Organik. Kadar kandungan tidak mungkin bernilai negatif jika band_1, band_2 dan band_3 sama dengan nol. Akan tetapi intersep bersifat nyata dalam pengujian secara parsial sehingga nilai negatif mungkin disebabkan oleh pengaruh faktor – faktor lain yang tidak diamati dalam penelitian ini.

Tabel 5. Simpangan Baku, Stastitik Uji t Parsial, Nilai P-Value dan VIF

Peubah Bebas	Koefisien	Sb	t hit	P-value	VIF
Konstanta	-0.849	0.308	2.758	0.008	
X1	0.017	0.005	3.478	0.000	1.374
X2	-0.008	0.003	-	0.001	1.284
X3	0.011	0.002	3.358	0.000	1.126
			4.504		

Pengujian Model Perkiraan Kadar C-Organik. Setelah didapatkan model perkiraan kadar C-Organik dilakukan analisis validasi menggunakan uji t-berpasangan serta pengembangan model perkiraan dengan data primer C-Organik yang diambil secara acak pada Kabupaten Sampang Madura. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa antara C-Organik Prediksi dengan C-Organik Primer tidak berbeda nyata, hal ini ditunjukkan dengan nilai P-value sebesar $0.109 > \alpha = 0.05$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model perkiraan yang terbentuk dapat diterapkan untuk memprediksi kadar C-Organik di kabupaten Sampang Madura.

KESIMPULAN

Kesimpulan. Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, dengan menggunakan pendekatan Eliminasi Backward dapat disimpulkan bahwa model regresi linier berganda terbaik untuk menentukan kadar C-Organik tanah di Kabupaten Sampang Madura adalah sebagai berikut :

$$\hat{Y} = -0,849 + 0,017X_1 - 0,008X_3 + 0,011X_4 \quad (7)$$

Di mana X_1 (band_1), X_3 (band_3), dan X_4 (band_4) dengan $R^2 = 52.1\%$. Berdasarkan analisis validasi menggunakan Uji t-berpasangan dapat disimpulkan bahwa model perkiraan yang diperoleh mampu mengestimasi kadar C-Organik di kabupaten Sampang Madura sehingga bisa dijadikan alternatif cara untuk mengestimasi kadar C-Organik pada suatu daerah.

Saran. Untuk penelitian selanjutnya metode regresi linier berganda mengenai kadar C-Organik tanah dengan nilai spektral dari citra satelit dapat digunakan sebagai metode alternatif untuk menduga kadar C-Organik di setiap daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bohn, Hinrich. L., McNeal, Brian. L., O'Connor, George. A. .2001. *Soil Chemistry*. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. United States of America
- [2] Lillesand T.M. dan R.W. Kiefer, 1979., *Remote Sensing and Image Interpretation*, John Willey and Sons, New York.
- [3] Jensen, J.R. 1996. *Introductory Digital Image Processing A Remote Sensing Perspective. Second edition*. Prentice Hall. New Jersey.
- [4] Draper, N. R and Smith, H., 1966. *Applied Regresion Analysis*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- [5] Ghozali, I. 2005. *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS*. Universitas Diponegoro. Semarang.

