

ANALISIS PERBANDINGAN METODE PCA (*PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS*) DAN INDEKS MINERAL LEMPUNG UNTUK PEMODELAN SEBARAN KANDUNGAN BAHAN ORGANIK TANAH MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT DI KABUPATEN KENDAL

Nailatul Muna*), Yudo Prasetyo, Bandi Sasmito

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
 Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
 Email: nail4tull@gmail.com*)

ABSTRAK

Tanah yang baik merupakan tanah yang subur, yang dapat ditanami berbagai macam tumbuhan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Tanah yang subur kaya akan unsur hara di dalamnya, salah satunya yaitu bahan organik. Bahan organik merupakan unsur yang dapat mengindikasikan kesuburan tanah. Oleh karena itu informasi tentang kandungan bahan organik suatu tanah sangat penting untuk diketahui terutama oleh masyarakat yang berada di sektor pertanian agar dapat meningkatkan produktivitas pertaniannya.

Dengan menggunakan sistem penginderaan jauh dapat diperoleh hasil dengan cakupan area yang luas dengan tidak membutuhkan waktu, tenaga dan biaya cukup banyak. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah regresi linear antara transformasi PCA, indeks mineral lempung dan kelerengan dengan data analisis kandungan bahan organik di lapangan, sebagai faktor indikasi adanya kandungan bahan organik dalam tanah untuk mendapatkan model terbaik antara metode PCA dan indeks mineral lempung dengan nilai *Standard error Estimate* (SEE) yang kecil, serta ketelitian model jika dibandingkan dengan hasil laboratorium.

Hasil dari penelitian ini adalah suatu bentuk pemodelan statistik yaitu $- 29,099 + 22,969 X1 + 0,937 X2$, dimana $X1$ merupakan indeks mineral lempung dan $X2$ merupakan kelerengan, dengan tingkat akurasi sebesar 72,2% berdasarkan matriks konfusi antara hasil laboratorium dan hasil pengolahan. Persebaran kandungan bahan organik didominasi oleh kelas sangat tinggi yaitu sebesar 74,5 % seluas 75642,429 Ha yang berada di Kecamatan Weleri, Ringinarum, Pegandon, Kaliwungu Selatan, Boja, Limbangan, Singorojo, Patean, Sukorejo, Plantungan dan Pagerruyung.

Kata Kunci : Bahan organik, Indeks mineral lempung, PCA, Penginderaan jauh, Regresi

ABSTRACT

Good soil is fertile soil, which can be planted with a variety of plants to meet human needs. Fertile soil is rich in nutrients, one of which is organic material. Organic matter is an element that can indicate soil fertility. Therefore information about the organic matter content of a soil is very important to be known especially by people who are in the agricultural sector in order to increase agricultural productivity.

By using a remote sensing system results can be obtained with a wide area coverage without requiring considerable time, effort and cost. The method used in this study is a linear regression between PCA transformation, clay mineral index and slope with data analysis of organic matter content in the field, as an indication factor for the presence of organic matter content in the soil to get the best model between PCA method and clay mineral index with Standard values small Estimate error (SEE), and model accuracy when compared with laboratory results.

The results of this study are a form of statistical modeling namely $- 29,099 + 22,969 X1 + 0,937 X2$, where $X1$ is the clay mineral index and $X2$ is slope, with an accuracy rate of 72.2% based on a confusion matrix between laboratory results and processing results. The distribution of organic matter content is dominated by a very high class of 74.5% covering an area of 75642,429 hectares in Weleri, Ringinarum, Pegandon, South Kaliwungu, Boja, Limbangan, Singorojo, Patean, Sukorejo, Plantungan and Pagerruyung Districts.

Keywords: clay mineral index, organic matter, PCA, regression, remote sensing

*)Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Tanah yang baik merupakan tanah yang subur, yang dapat ditanami berbagai macam tumbuhan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Tanah yang subur kaya akan unsur hara di dalamnya, salah satunya yaitu bahan organik. Bahan organik merupakan unsur yang dapat mengindikasikan kesuburan tanah.

Selain menunjukkan tingkat kesuburan tanah bahan organik juga memiliki peran penting sebagai pengatur penyediaan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Soepardi, 1983), pengurangan bahaya erosi, penyangga (*buffering*) pengaruh pestisida, dan pencegahan pencucian hara (*nutrient leaching*). Bahan organik juga dapat digunakan sebagai indikator yang menunjukkan adanya erosi yang terjadi di suatu wilayah. Karena ketika terjadi erosi maka lapisan tanah bagian atas akan turun ke bawah bersama dengan bahan organik yang terkandung di dalamnya. Sehingga jika suatu permukaan terjadi perubahan kadar bahan organik yang besar dan luas maka dapat diindikasikan bahwa daerah tersebut terjadi erosi.

Wilayah Kabupaten Kendal memiliki area pertanian yang cukup luas, oleh karena itu informasi akan persebaran kandungan bahan organik tanah cukup penting untuk diketahui oleh masyarakat terutama para petani. Akan tetapi di sisi lain, area persebaran bahan organik tanah cukup luas, pengukuran yang dilakukan secara manual akan membutuhkan waktu, tenaga dan biaya yang tidak sedikit sehingga diperlukan metode yang cepat dengan cakupan area yang luas untuk memetakannya salah satunya yaitu dengan penginderaan jauh menggunakan satelit.

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui persebaran kandungan bahan organik pada tanah di Kabupaten Kendal menggunakan metode PCA (*Principal Component Analysis*) dan Indeks Mineral Lempung yang diregresikan dengan hasil analisis lapangan. Serta perbandingan keakuratan dari kedua metode tersebut berdasarkan jumlah *Standart Error Estimate* (SE). Sehingga dapat diketahui metode yang paling akurat untuk memetakan persebaran kandungan bahan organik dalam tanah. Pengambilan sampel tanah berdasarkan daerah yang berupa lahan kosong yang ditunjukkan dengan citra NDSI agar informasi sensor yang diterima tidak terhalang oleh benda di atasnya.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana model estimasi sebaran kandungan bahan organik tanah antara metode PCA dan indeks mineral lempung ?
2. Bagaimana analisis perbandingan akurasi model sebaran kandungan bahan organik antara metode PCA dan indeks mineral lempung berdasarkan hasil verifikasi lapangan ?
3. Bagaimana analisis hasil sebaran kandungan bahan organik tanah berdasarkan metode yang

paling akurat berdasarkan hasil permasalahan kedua?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui model prediksi kandungan bahan organik tanah berdasarkan metode PCA dan indeks mineral lempung
2. Untuk mengetahui perbandingan akurasi model sebaran kandungan bahan organik antara metode PCA dan indeks mineral lempung berdasarkan hasil verifikasi lapangan
3. Untuk mengetahui hasil sebaran kandungan bahan organik tanah berdasarkan metode yang paling akurat

I.4 Pembatasan Masalah

Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Daerah yang dianalisis berupa lahan kosong sehingga nilai spektral yang nantinya akan dianalisis benar-benar menunjukkan karakteristik tanah secara dominan tanpa pengaruh tutupan lahan yang ada di atasnya.
2. Metode yang digunakan untuk membuat model prediksi kandungan bahan organik yaitu regresi linier sederhana dan regresi linier berganda untuk mengetahui hubungan antar faktor yang mempengaruhinya.
3. Uji akurasi yang dilakukan meliputi perhitungan *Standart Error Estimate* (SE), nilai koefisien determinasi, uji F dan uji t.

I.5 Ruang Lingkup

I.5.1 Lokasi Penelitian

Daerah studi penelitian berada di Kabupaten Kendal yang terletak pada 109°40' - 110°18' Bujur Timur dan 6°32' - 7°24' Lintang Selatan

I.5.2 Data dan Peralatan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

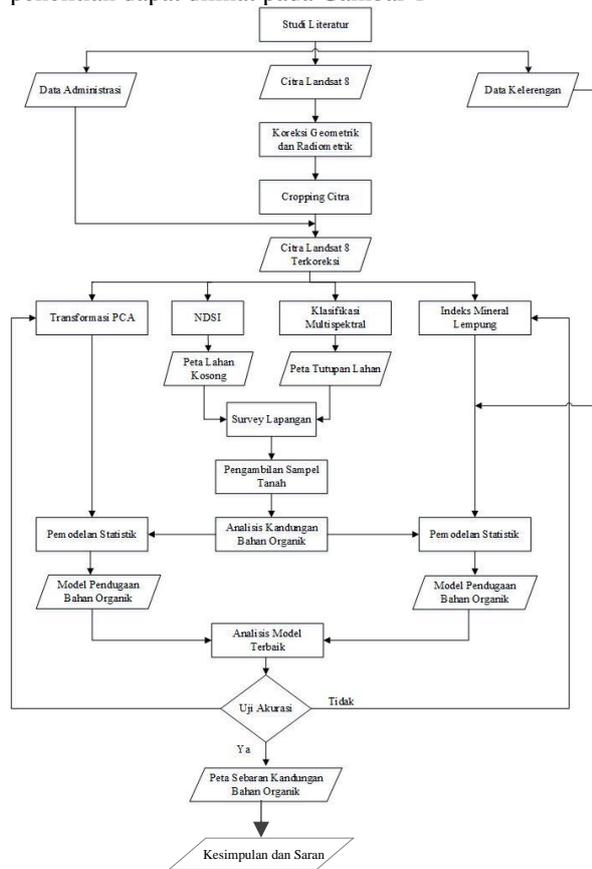
1. Citra Landsat 8 OLI tahun 2019
2. Peta Administrasi Kabupaten Kendal
3. Peta Jaringan Jalan Kabupaten Kendal
4. Peta Kelerengan Kabupaten Kendal

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. GPS *Handheld*
2. Plastik dan sekop
3. Perangkat keras
 - a. Merek laptop : Asus X455L
 - b. Prosesor : Intel® Core™ i3-5010U CPU @2.10GHz
 - c. Sistem operasi : Windows 10 64-bit
 - d. RAM : 4 GB
4. Perangkat lunak
 - a. Perangkat lunak ENVI 5.1
 - b. Perangkat lunak ArcGIS 10.3
 - c. Perangkat lunak SPSS
 - d. Perangkat lunak Microsoft Office

I.5.3 Skema Penelitian

Adapun visualisasi skematika dari sistematika penelitian dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1 - Diagram alir penelitian

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Bahan Organik

Bahan organik tanah adalah bagian dari tanah yang merupakan suatu sistem kompleks dan dinamis, yang bersumber dari sisa tanaman dan atau binatang yang terdapat di dalam tanah yang terus menerus mengalami perubahan bentuk, karena dipengaruhi oleh faktor biologis, fisika, dan kimia (Kononova, 1961).

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya kandungan bahan organik tanah antara lain (Akbari, 2016) :

1. Iklim
2. Vegetasi / organisme tanah
3. Topografi
4. Bahan induk dan pengelolaan pertanian (*cropping*)

Faktor iklim yang mempengaruhi besarnya kandungan bahan organik adalah curah hujan dan temperatur. Suatu wilayah yang memiliki curah hujan yang rendah maka memiliki temperatur suhu yang hangat. Semakin hangat temperatur suatu tanah maka dekomposisi mikroorganisme semakin cepat sehingga akumulasi bahan organik tanah akan rendah. Begitu pula sebaliknya, semakin banyak jumlah organisme maka proses penguraian akan berlangsung lebih cepat

sehingga akumulasi bahan organik pada tanah juga akan relatif lebih banyak.

Topografi atau tingkat kelerengan permukaan juga termasuk dalam salah satu faktor, karena pada daerah yang curam akan mudah terkena erosi. Jika terjadi erosi maka lapisan tanah yang mengandung bahan organik di lereng bagian atas akan jatuh ke lembah. Sehingga biasanya kandungan bahan organik di lembah lebih banyak dari pada yang ada di lereng (Allison, 1973).

Kandungan bahan induk juga berpengaruh terhadap tekstur tanah. Tanah yang bertekstur lempung memiliki kandungan bahan organik yang lebih banyak dibandingkan dengan tanah bertekstur pasir. Dikarenakan pada tanah berpasir memiliki ruang antar partikel yang besar dan tidak mampu menahan kelembapan dari pada tanah bertekstur lempung.

II.2 Kadar Karbon Organik

Kandungan C-Organik pada setiap tanah bervariasi, mulai dari kurang dari 1% pada tanah berpasir, sampai lebih dari 20% pada tanah yang berlempur. Warna tanah menunjukkan kandungan C-Organik tanah tersebut. Tanah yang berwarna hitam kelam mengandung C-Organik lebih tinggi. Makin cerah warna tanah kandungan C-Organik makin rendah (Darliana, 2011).

II.3 Landsat

Adapun karakteristik dari citra Landsat 8 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 - Karakteristik citra Landsat 8

Ka-nal	Interval Spekt ral (μm)	Resolusi Spasial (m)	Channel	Fungsi
1	0,433 – 0,453	30	Coastal /Aeroso l	Studi aerosol dan wilayah pesisir
2	0,450 – 0,515	30	Blue	Pemetaan batimetri, membedakan tanah dari vegetasi dan daun yang gugur
3	0,525 – 0,600	30	Green	Mempertegas puncak vegetasi untuk menilai kekuatan vegetasi
4	0,630 – 0,680	30	Red	Membedakan vegetasi dari kemiringannya
5	0,845 – 0,885	30	NIR	menekankan konten biomassa dan garis pantai

Tabel 2 - Karakteristik citra Landsat 8 (Lanjutan)

Ka-nal	Interval Spekt ral (μm)	Resolusi Spasial (m)	Channel	Fungsi
6	1,560 – 1,660	30	SWIR-1	Membedakan kadar air tanah, vegetasi dan awan tipis
7	2,100 – 2,300	30	SWIR-2	Meningkatkan kelembaban tanah, vegetasi dan awan tipis
8	0,500 – 0,680	15	Pan	Resolusi 15 meter, gambar lebih tajam
9	1,360 – 1,390	30	Cirrus	Meningkatkan pendeteksi awan cirrus
10	10,30 – 11,30	100	TIRS-1	Pemetaan panas bumi dan perkiraan kadar air tanah
11	11,50 – 12,50	100	TIRS-2	Meningkatkan pemetaan panas bumi dan perkiraan kadar air tanah

II.4 Stratified Random Sampling

Stratified random sampling yaitu suatu pengambilan sampel yang dipilih dengan memisahkan bagian-bagian populasi ke dalam kelompok-kelompok yang tidak saling tumpang tindih yang disebut strata, sehingga dipilih sebuah sampel secara random atau acak dari setiap stratum (Nazir, 2005).

II.5 Koreksi FLAASH

Modul FLAASH juga termasuk *model radiative transfer code* yang didasari pada model Modtran4 (Envi, 2009). Modtran4 dapat menurunkan informasi uap air dan aerosol langsung dari citra menggunakan sudut pandang sensor, sudut elevasi dan rata-rata ketinggian permukaan. Parameter lainnnya seperti *visibility* dapat diturunkan langsung dari citra.

Hasil nilai reflektan dari citra yang dikoreksi minimumnya 0 dan nilai maksimumnya 1, jika belum memenuhi nilai tersebut maka perlu dimasukkan algoritma seperti pada persamaan (2.1) :

$$\rho = (b1 \leq 0) * 0 + (b1 \geq 10000) * 1 + (b1 > 0 \text{ and } b1 < 10000) * \text{float}(b1) / 10000 \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

- ρ : Nilai reflektan citra
- b1 : Saluran citra yang ingin dikoreksi

II.6 Normalized Difference Soil Index (NDSI)

NDSI digunakan untuk mengetahui kondisi tutupan tanah. NDSI didapatkan dengan memanfaatkan kanal SWIR dan NIR, karena umumnya kanal tersebut digunakan untuk menunjukkan perbedaan nilai reflektansi pada tanah. Rumus dari NDSI dapat dilihat pada persamaan (2.2) :

$$\sum \frac{(SWIR - NIR)}{(SWIR + NIR)} = NDSI \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

- SWIR : *Short Wave Infrared*
- NIR : *Near Infrared*.

II.7 PCA (Principal Component Analysis)

PCA adalah sebuah teknik multi variabel yang menganalisis sebuah tabel data yang mana observasi dideskripsikan dengan beberapa variabel terikat kuantitatif yang saling berhubungan. Manfaat utama PCA adalah efisiensi dalam pengamatan visual citra, serta efisiensi proses klasifikasi multispektral (mengurangi jumlah saluran masukan, tanpa mengurangi kandungan informasi) (Danoedoro, 2012).

PCA menghitung variabel baru yang disebut *principal components* yang merupakan hasil kombinasi linier dari variabel asli. Hasil dari komponen pertama memiliki variansi yang lebih banyak. Komponen kedua dihitung dibawah komponen pertama dan memiliki inersia terbesar yang memungkinkan.

II.8 Indeks Mineral Lempung

Salah satu faktor yang mempengaruhi kandungan bahan organik yaitu tekstur tanah. Tanah yang bertekstur kasar seperti pasir memiliki kandungan bahan organik yang rendah dibandingkan dengan tanah yang bertekstur lempung. Sehingga untuk memetakan kandungan bahan organik diperlukan pemetaan persebaran klasifikasi tingkat kelempungan pada suatu wilayah.

Untuk mendapatkan peta mineral lempung dilakukan dengan cara membandingkan saluran SWIR-1 dan SWIR-2 pada citra Landsat 8. Hal tersebut dikarenakan pada panjang gelombang 2.09 – 2.35 μm dapat menyerap pantulan lempung secara signifikan (Susantoro, Wikantika, Saepuloh, & Harsolumakso, 2017). Rumus indeks mineral lempung dapat dilihat pada persamaan (2.3) :

$$\text{Indeks mineral lempung} = \frac{SWIR-1}{SWIR-2} \dots \dots \dots (2.3)$$

Klasifikasi mineral lempung dibagi dalam 3 kelas yaitu rendah, sedang dan tinggi, nilai spektralnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 – Klasifikasi indeks mineral lempung (Akbari, 2016)

No.	Kelas	Nilai
1.	Rendah	0,646 – 1,153
2.	Sedang	1,154 – 1,507
3.	Tinggi	1,508 – 1,619

II.9 Analisis Statistik

II.9.1 Regresi Linear

Regresi linear berganda adalah perluasan dari regresi sederhana (bi-variabel). Tujuan dari regresi berganda adalah untuk memungkinkan peneliti untuk menilai hubungan antara variabel terikat dan beberapa variabel bebas. Hasil akhir dari regresi berganda adalah perkembangan persamaan regresi (garis yang paling cocok) antara variabel terikat dan beberapa variabel bebas.

II.9.2 Menilai Goodnes of Fit Suatu Model

Untuk mengetahui tingkat ketepatan dari suatu model regresi dapat dilakukan dengan melihat *Goodnes of fit* nya, hal itu dapat diketahui dengan memperhatikan beberapa komponen yaitu koefisien determinasi, uji F dan uji t.

a. Koefisien Determinasi

Nilai dari Koefisien Determinasi (R^2) dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan model statistik dalam menjelaskan variasi variabel dependen. Nilai koefisien determinasi adalah antara nol dan satu (Ghozali, 2006). Jika nilai dari R^2 kecil maka kemampuan model dalam menjelaskan variasi dari variabel dependen kecil, begitu pula sebaliknya jika nilai R^2 besar maka kemampuan model dalam menjelaskan variasi dari variabel dependen juga besar. Koefisien determinasi juga dapat menunjukkan tingkat korelasi antara variabel satu dengan lainnya.

b. Uji Signifikansi Simultan (Uji Statistik F)

Pada tabel ANOVA terdapat nilai uji F dan sig yang dapat dianalisis untuk mengetahui apakah variabel independen memiliki pengaruh secara keseluruhan terhadap variabel dependen berdasarkan pada aturan pengambilan keputusan statistik.

c. Uji Signifikan Individual (Uji Statistik t)

Pada tabel *coefficience* terdapat nilai uji t dan sig yang dapat digunakan untuk menganalisis pengaruh dari tiap-tiap variabel independen terhadap variabel dependen dengan memperhatikan ketentuan penarikan kesimpulan statistik.

III. Metodologi Penelitian

III.1 Koreksi Citra

III.1.1 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik yang digunakan yaitu FLAASH (*Line-ofsight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercuber*). Tahapan yang dilakukan dalam koreksi FLAASH yaitu dilakukan kalibrasi radiometrik terlebih dahulu dalam format BIL, kemudian menentukan titik tengah citra, tipe sensor, ukuran piksel dan akuisisi data citra yang tersedia dalam metadata, menentukan ketinggian rata-rata lokasi penelitian dan menentukan model atmosferik daerah perekaman.

III.1.2 Uji Geometrik

Citra di uji dengan peta skala yang sama atau lebih besar. Uji geometrik pada citra Landsat dilakukan dengan *image to image* dengan citra yang sudah ditumpang susunkan dengan peta jaringan jalan

Kabupaten Kendal yang berasal dari Bappeda Kabupaten Kendal skala 1:100.000.

Koreksi dilakukan dengan mencari perempatan atau pertigaan jalan pada peta jaringan jalan sebanyak 35 titik. Koordinat titik uji dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 - Koordinat titik uji geometrik

No.	Peta		Citra	
	X (meter)	Y (meter)	X (meter)	Y (meter)
1	310677,0	9319938,7	310675,8	9319936,9
2	310792,2	9323178,1	310791,6	9323175,1
3	307395,9	9322999,3	307395,0	9322997,5
4	307188,0	9327668,5	307188,0	9327667,0
5	312157,2	9326924,8	312156,3	9326924,2
6	319452,9	9327628,0	319448,4	9327625,0
7	314573,1	9329655,7	314574,0	9329656,0
8	319746,0	9333896,2	319746,0	9333901,0
9	316683,3	9335011,3	316687,5	9335008,9
10	309584,4	9332112,4	309581,4	9332110,0
11	314073,0	9339207,4	314070,0	9339208,0
12	318792,0	9341985,7	318791,7	9341981,8
13	324247,2	9345917,5	324246,0	9345913,0
14	318648,9	9345904,3	318645,0	9345902,5
15	321580,8	9351157,9	321576,0	9351157,0
16	326647,2	9351078,1	326647,5	9351081,4
17	312234,0	9345629,2	312234,0	9345628,0
18	308048,7	9343576,3	308048,4	9343578,4
19	307632,0	9338226,7	307632,0	9338227,0
20	304548,6	9334561,6	304548,0	9334561,0
21	303850,8	9329592,7	303851,4	9329590,0
22	302425,8	9325420,9	302422,5	9325420,0
23	301789,5	9344137,0	301791,6	9344138,2
24	295643,4	9347452,3	295643,4	9347452,3
25	290436,6	9351582,4	290433,0	9351580,0
26	286922,4	9346542,4	286922,4	9346542,4
27	292269,9	9343200,7	292269,9	9343200,7
28	296276,4	9339156,4	296276,4	9339156,4
29	289534,8	9339034,0	289534,8	9339034,0
30	295262,7	9334899,4	295262,7	9334899,4
31	300166,2	9332565,4	300166,2	9332565,4
32	296695,2	9328495,0	296695,2	9328495,0
33	297548,7	9323563,9	297546,3	9323562,1
34	316154,4	9325575,1	316147,5	9325577,5
35	319533,3	9332850,1	319533,0	9332848,0

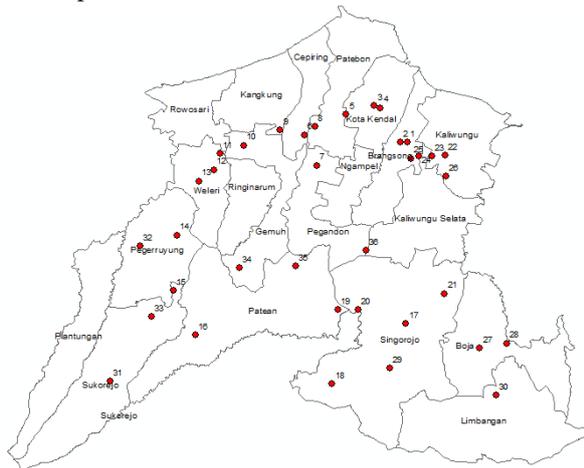
III.2 Pemotongan Citra

Pemotongan citra dilakukan menggunakan peta administrasi Kabupaten Kendal yang bersumber dari Bappeda Kabupaten Kendal.

III.3 Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah didasarkan pada hasil dari pengolahan NDSI dan peta tutupan lahan.

Daerah yang direkomendasikan untuk diambil sampelnya yaitu lahan terbuka. Metode pengambilan sampel yang digunakan yaitu *stratified random sampling* dalam hal ini kelas terkecil dalam administrasi yaitu kecamatan. Setiap kecamatan yang memiliki nilai NDSI > 0,3 dan dalam peta tutupan lahan merupakan lahan kosong maka diambil sampel tanahnya sejumlah 10% dari jumlah piksel tiap kecamatan. Titik yang diambil untuk pengambilan sampel sebanyak 36 titik. Persebaran titik sampel dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 - Persebaran titik sampel

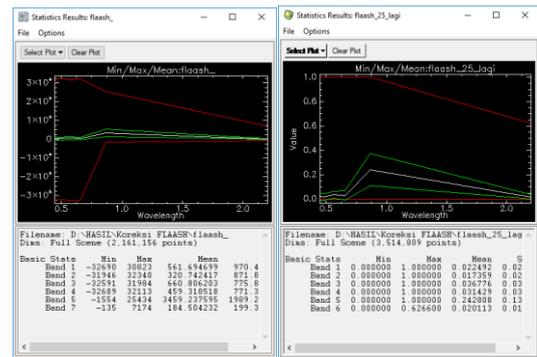
IV. Hasil dan Analisis

IV.1 Koreksi Radiometrik

Setelah dilakukan koreksi tampilan citra menjadi lebih jelas dan seperti kenyataan di lapangan. Selain itu nilai spektral citra berada diantara 0 dan 1 yang berarti bahwa koreksi yang dilakukan sudah memenuhi standar kalibrasi. Tampilan hasil koreksi dapat dilihat pada Gambar 3 dan diagram statistik sebelum dan sesudah dilakukan koreksi FLAASH dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3 - Hasil koreksi FLAASH



Sebelum

Sesudah

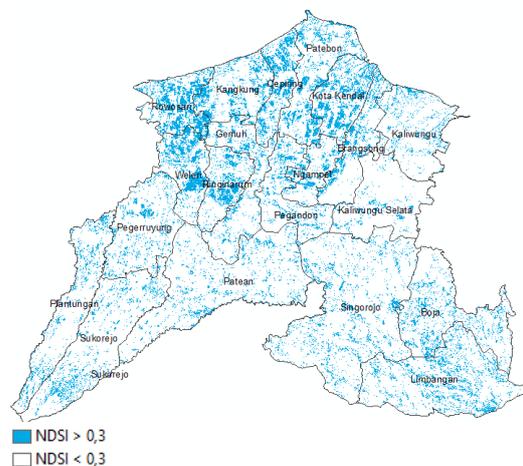
Gambar 4 - Compute statistic sebelum dan sesudah koreksi

IV.2 Hasil Uji Geometrik

Hasil dari uji geometrik adalah nilai kesalahan atau RMSE yaitu sebesar 3,071 meter. Hasil tersebut masih masuk dalam toleransi kesalahan dimana didapatkan dari $0,5 \times$ resolusi piksel yaitu 15 meter, sehingga dapat dikatakan bahwa uji geometrik sudah berhasil atau citra dapat digunakan untuk proses pengolahan berikutnya.

IV.3 Hasil NDSI

Dalam penelitian ini nilai NDSI yang digunakan yaitu lebih dari 0,3, atau yang menunjukkan lahan terbuka. Dari hasil pengolahan citra daerah yang memiliki nilai NDSI lebih dari 0,3 sebanyak 8.834,59 Ha, sebarannya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 - Sebaran nilai NDSI



Gambar 6 - Diagram batang luasan lahan kosong

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa daerah yang memiliki lahan kosong lebih banyak berada di bagian selatan Kendal, karena merupakan daerah dataran tinggi dan pemukiman yang rendah sedangkan pada bagian utara merupakan daerah dataran rendah dan memiliki pemukiman yang cukup padat sehingga daerah yang berlahan kosong juga lebih kecil.

IV.4 Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan

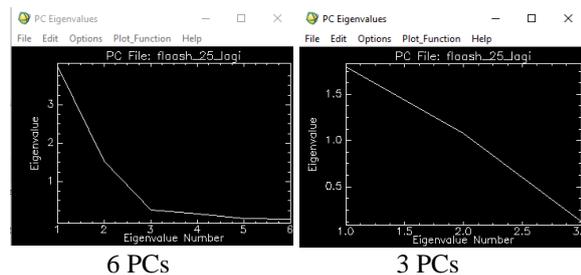
Klasifikasi tutupan lahan dilakukan dengan metode *supervised* dimana mencari *training area* yang akan dijadikan sebagai sampel kelas tutupan lahan. Metode yang digunakan yaitu *minimum distance*. Hasil klasifikasi tutupan lahan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 – Klasifikasi tutupan lahan

Tutupan Lahan	Luas (Ha)	Persentase
Lahan Terbuka	16.834,9	16,7 %
Pemukiman	26.521,8	26,3 %
Perairan	6.321,1	6,3 %
Vegetasi	51.051,8	50,7 %

IV.5 Hasil PCA

Diketahui bahwa pola dari *eigenvalue* hasil PCA semakin menurun pada tiap komponen artinya kemampuan dalam menangkap struktur data semakin kecil. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7.

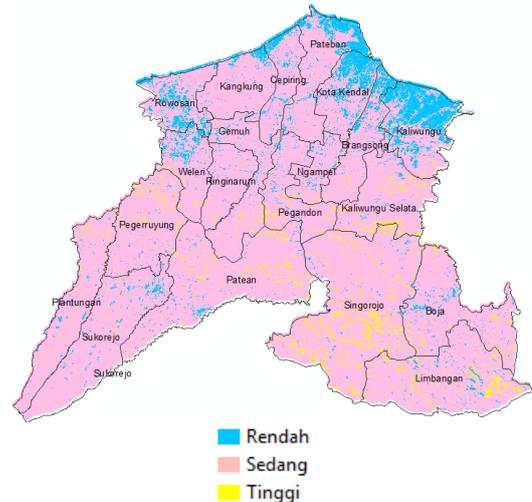


Gambar 7 - Eigenvalue PCA 6 dan 3 PCs

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pola dari *eigenvalue* semakin menurun pada tiap komponen artinya kemampuan dalam menangkap struktur data semakin kecil. Dari diagram 6 PCs hanya beberapa komponen saja yang memuat informasi lebih banyak dari seluruh saluran citra yaitu PC1 sampai PC3. Sedangkan transformasi PCA dengan 3 PCs terdapat dua komponen yang memuat informasi yaitu PC1 dan PC2. Sehingga dapat disimpulkan bahwa transformasi PCA dengan 6 PCs lebih banyak menangkap informasi struktur data dari pada dengan 3 PCs.

IV.6 Hasil Indeks Mineral Lempung

Hasil dari indeks mineral lempung di klasifikasikan menjadi 3 kelas yaitu rendah dengan rentangnya mulai 0,646 – 1,153, sedang mulai dari 1,154 -1,507 dan tinggi mulai dari 1,508 – 1,619. Persebarannya dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 – Hasil indeks mineral lempung

IV.7 Hasil Pemodelan Regresi

Pemodelan regresi dilakukan antara hasil analisis laboratorium dengan hasil transformasi PCA baik 6 PCs maupun 3 PCs serta hasil analisis laboratorium dengan hasil pengolahan indeks mineral lempung dan kelerengan. Pemilihan model terbaik didasarkan pada nilai SEE (*Strandart Error Estimate*) yang paling kecil. Hasil rekapan dari regresi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 – Hasil regresi linear

	PCA_6	PCA_3	IML	Lereng	IML & Lereng
R	0,457	0,4	0,388	0,776	0,812
R ²	0,209	0,16	0,15	0,602	0,656
Adjusted R ²	0,003	0,063	0,12	0,591	0,635
SEE	10,748	10,417	10,097	6,358	6,007
F	1,013	1,653	4,948	51,512	31,409
Sig	0,441	0,202	0,034	0	0

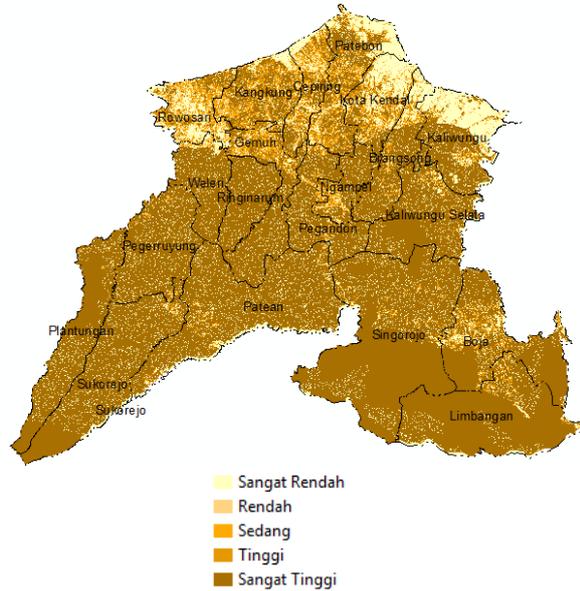
Standart error of the estimate (SEE) yang kecil menunjukkan bahwa semakin kecil pula kesalahan model dalam memprediksi variabel dependen, sebaliknya semakin besar SEE maka semakin besar pula kesalahan model. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model terbaik yang dapat digunakan untuk memetakan kandungan BO tanah yaitu model dengan variabel bebasnya berupa indeks mineral lempung dan kelerengan.

Nilai dari koefisien determinasi antara variabel PCA dan indeks mineral lempung sangat rendah, hal tersebut dikarenakan dalam pengambilan titik sampel kurang memperhatikan koherensi dari cakupan satu piksel citra Landsat, dimana jika dalam radius dua kali resolusi spasial memiliki berbagai macam tutupan lahan tidak hanya lahan kosong, maka akan terjadi bias dalam pantulan nilai spektralnya

Model terbaik yang akan digunakan yaitu – 29,099 + 22,969 X1 + 0,937 X2 dimana X1 merupakan hasil indeks mineral lempung dan X2 merupakan kelas kelerengan.

IV.8 Hasil Pemetaan Kandungan Bahan Organik

Setelah didapatkan model terbaik dari hasil regresi, selanjutnya yaitu dilakukan penerapan pada model tersebut untuk memetakan kandungan bahan organik. Hasil persebarannya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 – Hasil persebaran kandungan bahan organik

Tabel 7 – Luasan Klasifikasi bahan organik

Kelas	Luas (Ha)	Persentase
Sangat Rendah	15071,258	15 %
Rendah	2084,959	2,1 %
Sedang	3055,79	3 %
Tinggi	4880,906	4,8 %
Sangat Tinggi	75642,429	74,5 %
Total	100735,341	
Maksimum	75642,429	
Minimum	2084,959	
Rerata	20147,068	

Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa kandungan bahan organik di Kabupaten Kendal didominasi dalam kelas sangat tinggi yaitu 74,5% dari keseluruhan daerah administrasi dengan luas 75642,429 Ha. Namun hasil tersebut tidak efektif untuk daerah bervegetasi rapat karena nilai spektral tanah terhalang oleh tumbuhan diatasnya dan teridentifikasi sebagai bahan organik kelas sangat tinggi. Hal tersebut ditunjukkan dengan hasil regresi dari nilai koefisien determinasi (R^2) yang kecil yaitu sebesar 65,6%.

IV.9 Hasil Validasi

Model yang sudah diterapkan menghasilkan peta persebaran kandungan bahan organik tanah. Hasil tersebut kemudian di validasi dengan hasil analisis

laboratorium menggunakan matriks konfusi berdasarkan pada kelasnya untuk mengetahui seberapa tingkat akurasi. Hasil kandungan BO antara analisis laboratorium dan hasil pengolahan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 – Hasil lab dan pengolahan

No.	Hasil Lab (%)	Kelas	Hasil olah (%)	Kelas
1.	58,417	sangat tinggi	24,332	sangat tinggi
2.	13,436	sangat tinggi	10,426	sangat tinggi
3.	4,265	tinggi	3,297	tinggi
4.	5,599	sangat tinggi	14,385	sangat tinggi
5.	6,198	sangat tinggi	1,923	rendah
6.	2,394	sedang	10,868	sangat tinggi
7.	20,567	sangat tinggi	11,796	sangat tinggi
8.	8,169	sangat tinggi	-0,191	sangat rendah
9.	6,793	sangat tinggi	10,727	sangat tinggi
10.	8,174	sangat tinggi	6,380	sangat tinggi
11.	2,73	sedang	0,924	sangat rendah
12.	14,67	sangat tinggi	15,665	sangat tinggi
13.	6,857	sangat tinggi	11,377	sangat tinggi
14.	3,105	tinggi	19,542	sangat tinggi
15.	11,27	sangat tinggi	11,832	sangat tinggi
16.	3,271	tinggi	9,207	sangat tinggi
17.	5,482	sangat tinggi	-1,249	sangat rendah
18.	10,247	sangat tinggi	9,888	sangat tinggi
19.	5,626	sangat tinggi	15,066	sangat tinggi
20.	19,834	sangat tinggi	14,099	sangat tinggi
21.	22,157	sangat tinggi	17,009	sangat tinggi
22.	4,94	tinggi	2,363	sedang
23.	2,39	sedang	14,071	sangat tinggi
24.	9,597	sangat tinggi	13,894	sangat tinggi
25.	4,596	tinggi	8,865	sangat tinggi
26.	5,605	sangat tinggi	9,894	sangat tinggi
27.	3,348	tinggi	5,181	tinggi

Tabel 9 - Hasil lab dan pengolahan (Lanjutan)

No.	Hasil Lab (%)	Kelas	Hasil olah (%)	Kelas
28.	2,945	sedang	3,086	sedang
29.	2,788	sedang	4,381	tinggi
30.	5,429	sangat tinggi	7,591	sangat tinggi
31.	4,955	tinggi	6,464	sangat tinggi
32.	5,397	sangat tinggi	7,519	sangat tinggi
33.	4,268	tinggi	5,157	tinggi
34.	4,633	tinggi	5,164	tinggi
35.	5,385	sangat tinggi	8,652	sangat tinggi
36.	5,134	sangat tinggi	8,402	sangat tinggi

Setelah diketahui perbandingan antara hasil laboratorium dan hasil pengolahan selanjutnya dibuat matrik konfusi untuk mengetahui seberapa tingkat akurasi dari hasil pengolahan. Matrik konfusi dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 – Matriks konfusi

	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi	Total sampel
Sangat Rendah	0	0	0	0	0	0
Rendah	0	0	0	0	0	0
Sedang	0	0	3	1	1	5
Tinggi	0	2	0	4	3	9
Sangat Tinggi	1	0	2	0	19	22
Total Sampel	1	2	5	5	23	36
Akurasi total (%)						72,2 %

Dari matriks konfusi dapat diketahui bahwa *overall accuracy* dari hasil pengolahan pemetaan kandungan bahan organik sebesar 72,2%.

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian diatas adalah :

1. Model estimasi dari pemetaan sebaran bahan organik berdasarkan hasil regresi dengan variabel PCA dengan 6 saluran yaitu $6,725 - 26,188 X_1 + 56,358 X_2 - 109,334 X_3 - 0,232 X_4 - 120,927 X_5 + 710,413 X_6$. Model dengan variabel PCA dengan 3 saluran yaitu $8,066 - 5,596 X_1 - 56,691 X_2 - 34,316 X_3$. Model dengan variabel indeks mineral lempung yaitu $-46,731 + 43,257 X_1$ dan model dengan variabel indeks mineral lempung yang dikombinasikan dengan kelerengan yaitu $-29,099 + 22,969 X_1 + 0,937 X_2$.
2. Model terbaik dipilih berdasarkan pada nilai SEE yang paling kecil yaitu model dengan variabel indeks mineral lempung yang dikombinasikan dengan kelerengan. Sehingga metode yang paling akurat antara kedua metode yaitu indeks mineral lempung jika ditambahkan dengan faktor kelerengan. Tingkat akurasi dari hasil pengolahan dibandingkan dengan hasil analisis laboratorium sebesar 72,2 % yang dapat

disimpulkan bahwa hasil penelitian sudah baik dengan akurasi sedang.

3. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa persebaran kandungan bahan organik tanah di Kabupaten Kendal sangat bervariasi. Kelas sangat rendah seluas 15071,258 Ha (15 %), pada kelas rendah seluas 2084,959 Ha (2,1 %), pada kelas sedang seluas 3055,79 Ha (3 %), pada kelas tinggi seluas 4880,906 Ha (4,8 %) dan kelas sangat tinggi seluas 75642,429 Ha (74,5 %) dan lebih banyak berada pada kecamatan bagian selatan yaitu Kecamatan Weleri, Ringinarum, Pegandon, Kaliwungu Selatan, Boja, Limbangan, Singorojo, Patean, Sukorejo, Plantungan dan Pagerruyung. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kandungan bahan organik tanah di Kabupaten Kendal didominasi oleh kelas sangat tinggi yaitu sebesar 74,5 %.

V.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk mempermudah dan memperbaiki penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan citra dengan resolusi spasial yang lebih baik sehingga hasil yang didapatkan lebih akurat.
2. Memperbanyak jumlah titik sampel agar dapat lebih mewakili kandungan bahan organik suatu wilayah.
3. Menggunakan GPS dengan akurasi yang lebih tinggi untuk mendapatkan posisi titik yang lebih akurat.
4. Memahami metode penelitian yang akan digunakan, sehingga lebih mempersingkat waktu untuk pengolahan
5. menggunakan faktor-faktor pendukung yang lain terkait adanya kandungan bahan organik tanah seperti iklim dan temperatur
6. Memperhatikan koherensi tutupan lahan dalam pengambilan titik sampel, sehingga tidak terjadi bias dalam pantulan nilai spektral citra
7. Menggunakan data temporal dalam penentuan lokasi lahan kosong sehingga dapat diketahui perkembangan perubahannya.

Daftar Pustaka

- Akbari, A. N. (2016). *Pemanfaatan Citra Landsat 8 Oli Dan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Kandungan Bahan Organik Tanah Di Kabupaten Karanganyar*.
- Allison. (1973). *Soil Organic Matter And Its Role In Crop Production*. New York: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Danoedoro, P. (2012). Pengantar Pengindraan Jauh Digital. In Penerbit ANDI.
- Darlina. (2011). *Pengaruh Jenis Bokasi Terhadap Bobot Isi, C-Organik, dan KTT Tanah, Serta Hasil Daun Teh Pada Andosols Asal Gambung*.

2005–2007.

- Envi. (2009). *ENVI EX User's Guide Limitation of Warranty Export Control Information*.
- Ghozali, I. (2006). Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS. In *Badan Penerbit Universitas Diponegoro* (Vol. 5). Semarang.
- Kononova, M. . (1961). *Soil Organic Matter. Its nature, Its Role in Soil Formation and in Soil Fertility*. New York: Pergamon Press.
- Nazir, M. (2005). *Metode Penelitian* (R. Sikumbank, ed.). Bogor: Ghalia Indonesia.
- Soepardi, G. (1983). *Sifat dan Ciri Tanah*. Yogyakarta: Gadjahmada University Press.
- Susantoro, T. M., Wikantika, K., Saepuloh, A., & Harsolumakso, A. H. (2017). *Pemetaan Mineral Lempung untuk Identifikasi Anomali Potensi Rembesan Mikro di Lapangan Migas , Cekungan Jawa Barat Utara Menggunakan Data Landsat-8*. 243–251.