

**ANALISIS PERUBAHAN LUAS DAN KERAPATAN HUTAN
MENGUNAKAN ALGORITMA NDVI (*Normalized Difference
Vegetation Index*) DAN EVI (*Enhanced Vegetation Index*) PADA CITRA
LANDSAT 7 ETM+ TAHUN 2006, 2009, DAN 2012
(Studi Kasus: Kabupaten Kendal, Provinsi Jawa Tengah)**

Bahtiar Ibnu Lonita, Yudo Prasetyo, Hani'ah^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang, Semarang, Telp. (024) 76480785, 76480788
e-mail: geodesi@undip.ac.id

ABSTRAK

Hutan pada dasarnya mempunyai fungsi sebagai penyangga bagi sistem kehidupan, beberapa diantaranya sebagai penyimpanan cadangan air dan oksigen. Saat ini hutan mengalami perubahan yang sangat memprihatinkan dan semakin parah dalam hal kerusakannya. Kerusakan hutan dalam jangka panjang akan mengakibatkan terganggunya ekosistem hutan dan kehidupan yang ada di sekitarnya. Pemantauan hutan secara berkala dapat digunakan untuk menekan laju kerusakan hutan. Teknologi penginderaan jauh memberikan solusi untuk pemantauan hutan dalam skala luas, salah satunya dengan memanfaatkan sensor multispektral pada citra satelit *Landsat 7 ETM+* dengan berbagai macam algoritma pemrosesan indeks vegetasi. Penelitian ini menggunakan algoritma NDVI dan EVI untuk melakukan pemantauan perubahan hutan dan Kabupaten Kendal sebagai studi kasusnya. Berdasarkan pengolahan data pada periode tahun 2006 sampai tahun 2009 luas hutan Kabupaten Kendal mengalami penurunan baik dari NDVI maupun EVI yaitu sebesar 8.88% untuk NDVI dan 9.12% untuk EVI. Sedangkan pada periode tahun 2009 sampai tahun 2012 luas hutan mengalami kenaikan antara lain 1.25% pada metode NDVI dan 0.48% pada metode EVI. Berdasarkan uji ketelitian yang dilakukan, pada metode NDVI mempunyai tingkat ketelitian sebesar 81,08% sedangkan pada metode EVI mempunyai tingkat ketelitian sebesar 72,97% dalam pemantauan hutan di Kabupaten Kendal. Berdasarkan uji statistik, kedua metode mempunyai korelasi yang sangat kuat dan searah dengan nilai korelasi sebesar 0,997, dan pengujian hipotesis bahwa luas hutan yang didapatkan oleh metode NDVI dan EVI berbeda secara signifikan.

Kata Kunci : EVI, Hutan, Indeks Vegetasi, NDVI, dan Penginderaan jauh.

ABSTRACT

Forest basically has a function as a buffer for the living system, some of them as a backup storage of water and oxygen. The forest has been a very alarming change and getting severely damage. Forest destruction in the long term will disrupt in forest ecosystems and the life that exists around it. Regular forest monitoring can be used to reduce the forest destruction. Remote sensing technology provides solution for monitoring forests in wide scale, one of them by utilizing multispectral sensors on Landsat 7 ETM+ satellite imagery with a variety of vegetation index processing algorithms. This study using NDVI and EVI algorithm for monitoring changes in forest and Kendal Regency as a case study. Based on data processing in the period 2006 to 2009 Kendal forest area has decreased from both the NDVI and EVI among 8.88% for NDVI and 9.12% for EVI. Whereas in period from 2009 to 2012 forest area has increased, an estimate 1.25% in the NDVI method and 0.48% in the EVI method. Based on the accuracy test, the NDVI method has accuracy rate of 81.08% and the EVI method has about 72.97% accuracy rate for forest monitoring in Kendal Regency. Based on statistical tests, both methods have a very strong correlation and the direction with the correlation value is 0.997, and testing the hypothesis that wide of forest obtained by the method of NDVI and EVI has a significant difference.

Keywords : EVI, Forest, NDVI, Remote Sensing, and Vegetation Index.

^{*)} Penulis PenanggungJawab

I. Pendahuluan

I.1. Latar Belakang

Hutan adalah sumber daya alam yang mempunyai banyak manfaat bagi manusia. Tidak hanya menyediakan keanekaragaman hayati yang tinggi, hutan juga berperan penting dalam keseimbangan kehidupan makhluk hidup. Faktanya studi CIFOR (*Center for International Forestry Research*) menemukan bahwa penggundulan hutan dan degradasi hutan terus terjadi, baik disebabkan oleh kebakaran hutan, *illegal logging*, perubahan tata guna lahan, perubahan kawasan hutan ke non hutan menjadi perkebunan, pertanian, pemukiman, pertambangan, dan lain-lain. Hal ini akan menimbulkan kerusakan atau gangguan bagi kehidupan ekosistem dalam hutan maupun kehidupan disekitar hutan.

Saat ini, dari luas hutan 133.300.543,98 ha, hanya tersisa 43 juta hektar yang masuk dalam kategori hutan perawan (Kemenhut, 2010). Kabupaten Kendal merupakan salah satu wilayah di pulau Jawa yang menyumbang kerusakan kawasan hutan. Selama kurun waktu 5 tahun, luas hutan Kabupaten Kendal mengalami penurunan yang sangat signifikan. Dari data Statistik Dinas Kehutanan Jawa Tengah luas area hutan Kabupaten Kendal tahun 2007 yaitu 18.291.50 ha (Dishut Jateng, 2008) dan mengalami penurunan kurang lebih sebesar 0.9% dan menyisakan 18.143.54 ha luas area hutan (BPS Jateng, 2013).

Informasi mengenai kerusakan hutan perlu diadakan untuk mengetahui laju kerusakan hutan yang terus terjadi, agar dapat digunakan sebagai bahan acuan untuk melakukan reboisasi atau pengembalian fungsi hutan. Penginderaan jauh merupakan salah satu solusi untuk pemantauan kawasan hutan yang sangat luas dan dapat digunakan untuk mengetahui informasi mengenai permasalahan kehutanan yang sangat kompleks menggunakan data dari citra satelit. Teknologi sistem sensor satelit serta algoritma pemrosesan sinyal digital memudahkan pengambilan informasi

mengenai keadaan vegetasi bumi yang lebih efisien dan akurat. Berbagai algoritma pemrosesan indeks vegetasi dapat diaplikasikan untuk mengetahui keadaan vegetasi di permukaan daratan diantaranya *Perpendicular Vegetation Index* (PVI), *Soil-Adjusted Vegetation Index* (SAVI), *Atmospherically Resistant Vegetation Index* (ARVI), *Global Environment Monitoring Index* (GEMI), *Enhanced Vegetation Index* (EVI), *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI).

Penelitian ini terfokus pada penggunaan algoritma NDVI dan EVI untuk melakukan pemantauan perubahan vegetasi hutan serta bagaimana perbedaan antara kedua algoritma tersebut.

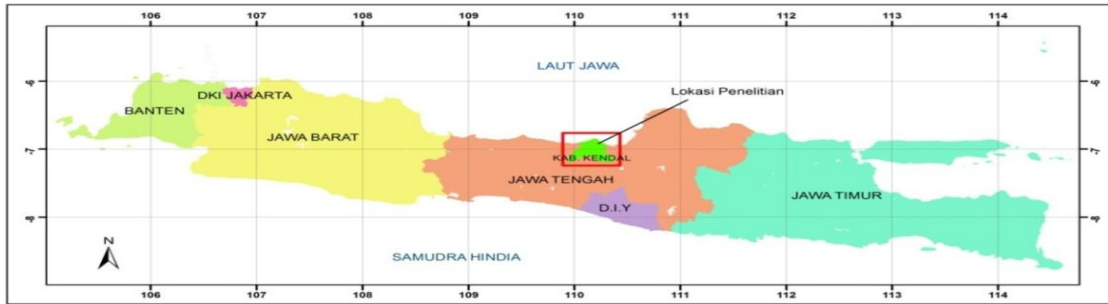
I.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui perubahan luas dan kerapatan vegetasi yang terjadi pada hutan di Kabupaten Kendal pada periode tahun 2006 sampai 2009 dan 2009 sampai 2012 dari data sensor satelit *Landsat 7 ETM+*.

I.3. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka dapat diambil suatu perumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa luas hutan dan kerapatan vegetasi hutan yang ada di Kabupaten Kendal berdasarkan analisis menggunakan citra *Landsat 7 ETM+* pada tahun 2006, 2009 dan 2012?
2. Berapa besar perubahan luas hutan yang terjadi pada periode tahun 2006-2009 dan 2009-2012?
3. Bagaimana tingkat ketelitian metode NDVI dan EVI untuk pendeteksian hutan di Kabupaten Kendal?
4. Apakah terdapat perbedaan antara metode NDVI dan EVI untuk pendeteksian hutan dan bagaimana keterkaitan antara kedua metode tersebut berdasarkan analisis statistik?



Gambar 1. Lokasi Penelitian

I.4. Lokasi penelitian

Penelitian ini mengambil lokasi di Kabupaten Kendal, Jawa Tengah yang terletak pada posisi posisi 109° 40’-110° 18’ Bujur Timur dan 6° 32’-7° 24’ Lintang Selatan.

II. Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis citra satelit multiwaktu menggunakan algoritma pemrosesan indeks vegetasi NDVI dan EVI dengan memanfaatkan sensor multispektral pada citra satelit Landsat 7 ETM+.

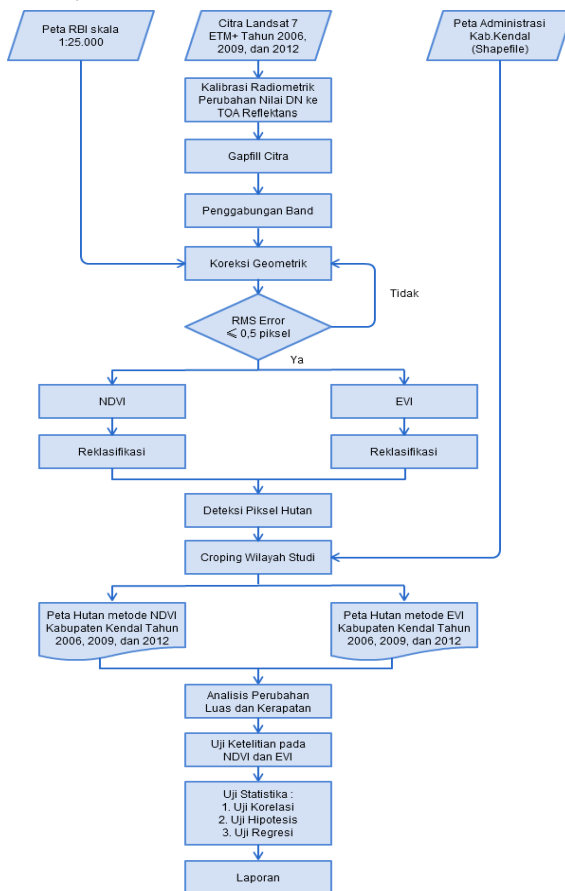


Diagram 1. Tahapan analisis perubahan hutan

II.1. Gapfill citra Landsat 7 ETM+

Pada satelit Landsat 7 ETM+ mengalami kerusakan pada bagian Scan Line Correction atau

sering disebut *SLC-off* yang mengakibatkan hasil perekaman citra Landsat 7 ETM+ tidak sempurna atau terdapat garis-garis hitam pada citra tersebut (*stripping*). Untuk memperbaiki citra pada kondisi ini salah satunya dapat dilakukan dengan mengisi kekosongan perekaman data (*gap*) menggunakan dua atau lebih data dari perekaman pada tanggal yang lain.

Proses *gapfill* tersebut akan menghilangkan *gap* pada citra dan menghasilkan kualitas visual citra yang lebih baik dari sebelumnya.

II.2. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik yang dilakukan antara lain yang pertama adalah penyesuaian nilai histogram pada citra, nilai citra yang benar diasumsikan antara 0-255. Jika terdapat nilai minimal lebih dari 0 maka nilai tersebut harus diubah menjadi 0.

Tahap selanjutnya dari pengolahan citra Landsat 7 ETM+ untuk keperluan perhitungan indeks vegetasi seperti NDVI atau EVI adalah transformasi dari Digital Number (DN) ke dalam bentuk radians, setelah diperoleh data radians selanjutnya dilakukan transformasi ke dalam bentuk nilai reflektans.

1. Transformasi DN ke radians menggunakan rumus berikut ini.

$$L_{\lambda} = \frac{(L_{max} - L_{min})}{(Q_{calmax} - Q_{calmin})} \times ((Q_{cal} - Q_{calmin}) + 1) \tag{II.1}$$

Keterangan :

L_{λ} : Spectral Radiance

L_{max} : Max Detected Radiance Level

L_{min} : Min Detected Radiance Level

Q_{calmax} : Max Pixel Value

Q_{calmin} : Min Pixel Value

Q_{cal} : Nilai piksel pada Digital Number

2. Merubah radians ke dalam bentuk reflektans dapat menggunakan rumus berikut ini.

$$\rho = \frac{\pi \times L_{\lambda} \times d^2}{E_{sun_{\lambda}} \times \cos(\theta_s)} \dots\dots\dots(II.2)$$

Keterangan :

- ρ : Spectral Reflectance
- d : Jarak bumi dan matahari pada unit astronomical (tabel 1)
- θ_s : Solar zenith angle

$E_{sun_{\lambda}}$: Mean solar exoatmopheric irradians (tabel 2)

Untuk mencari nilai θ_s dapat menggunakan rumus berikut :

$$\theta_s = \frac{\pi}{180^0} - (90^0 - sun\ elevation) \dots(II.3)$$

Nilai *sun elevation* dapat dilihat pada *metadata file* yang telah tersedia pada masing-masing citra.

Tabel 1. Solar Spectral Irradiance pada citra Landsat 7 ETM+ (The Yale Center for Earth Observation, 2013)

Band	Watts / (meter squared × μm)
1	1969,000
2	1840,000
3	1551,000
4	1044,000
5	225,000
7	82,070
8	1368,000

Tabel 2. Jarak bumi dan matahari pada unit astronomi (The Yale Center for Earth Observation, 2013)

Julian Day	Distance	Julian Day	Distance	Julian Day	Distance	Julian Day	Distance	Julian Day	Distance
1	0,9832	74	0,9945	152	1,0140	277	1,0128	305	0,9925
15	0,9836	91	0,9993	166	1,0158	242	1,0092	319	0,9892
32	0,9853	106	1,0033	182	1,0167	258	1,0057	335	0,9860
46	0,9878	121	1,0076	196	1,0165	274	1,0011	349	0,9843
60	0,9909	135	1,0191	213	1,0149	288	0,9972	365	0,9833

II.3. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik adalah transformasi citra hasil penginderaan jauh sehingga citra tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala dan proyeksi (Mather, 1987). Koreksi geometrik bertujuan untuk memperbaiki citra agar koordinat pada citra sesuai dengan koordinat geografis yang mengacu pada sistem koordinat tertentu. Beberapa metode untuk melakukan koreksi geometrik antara lain *point to image rectification* yaitu koreksi geometrik pada citra menggunakan titik *Ground Control Point (GCP)* yang diukur di lapangan menggunakan GPS, *image to image rectification* yaitu koreksi geometrik pada citra menggunakan citra yang telah ter-rectifikasi. dan *map to image rectification* yaitu koreksi geometrik pada citra menggunakan peta dengan skala tertentu yang telah ter-rectifikasi. Pada penelitian kali ini, penulis menggunakan metode *map to image rectification* dimana koreksi geometrik dilakukan menggunakan peta RBI wilayah Kabupaten Kendal yang didapat dari BAPPEDA dengan skala 1:25.000 yang telah ter-rectifikasi.

II.4. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

NDVI atau *Normalized Difference Vegetation Index* merupakan kombinasi antara teknik penisbahan dengan teknik pengurangan citra. Transformasi NDVI ini merupakan salah satu produk standar NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), satelit cuaca yang berorbit polar namun memberi perhatian khusus pada fenomena global vegetasi dan cuaca. Berbagai penelitian mengenai perubahan liputan vegetasi sebagai contoh di Benua Afrika banyak menggunakan transformasi ini (Danoedoro P, 2012). Formula untuk menghitung nilai NDVI adalah sebagai berikut :

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \dots\dots\dots(II.4)$$

Keterangan:

- NDVI : Nilai BV dari *Normalized Difference Vegetation Index*
- NIR : Nilai reflektansi dari saluran inframerah dekat (*Near Infrared*)
- RED : Nilai reflektansi dari saluran merah

II.5. Enhanced Vegetation Index (EVI)
Enhanced Vegetation Index (EVI) merupakan pengembangan dari metode penentuan

indeks vegetasi untuk mengamati keterbatasan dari NDVI dengan mengoptimalkan sensitivitas sinyal vegetasi yang lebih baik pada daerah-daerah dengan biomassa yang tinggi (kelemahan serius dari NDVI), meningkatkan tingkat kehijauan tanaman melalui pengaruh dari latar belakang tanah dan sinyal kanopi, serta mengurangi pengaruh dari kondisi atmosfer pada nilai indeks vegetasi dari penambahan informasi pada kanal biru. EVI lebih responsif untuk penentuan variasi struktur kanopi, termasuk *Leaf Area Index* (LAI), jenis kanopi, fisiognomi tanaman, dan arsitektur kanopi dari pada NDVI yang umumnya hanya merespon untuk jumlah klorofil (Huete dkk, 2002).

EVI dapat dihitung menggunakan formula berikut ini:

$$EVI = G \times \frac{(NIR-RED)}{(NIR+C1 \times RED - C2 \times BLUE + L)} \dots (II.5)$$

Keterangan :

- L : faktor kalibrasi dari efek kanopi dan tanah (bernilai 1)
- C₁ C₂ : koefisien aerosol masing-masing bernilai 6.0 dan 7.5
- G : gain factor (bernilai 2.5)
- NIR, RED, BLUE : Nilai reflektansi dari saluran inframerah dekat, merah, dan biru

III. Hasil dan Analisis

III.1. Analisis Luasan dan Perubahan luas Hutan

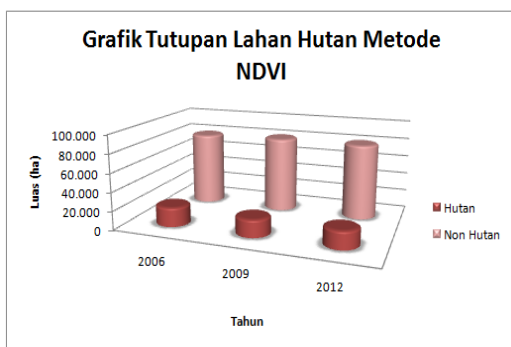
Dari pemrosesan data citra satelit menggunakan metode NDVI dan EVI didapatkan luasan dan perubahan luas hutan pada setiap periode. Luas dan perubahan luas hutan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Perubahan Luas Hutan metode NDVI

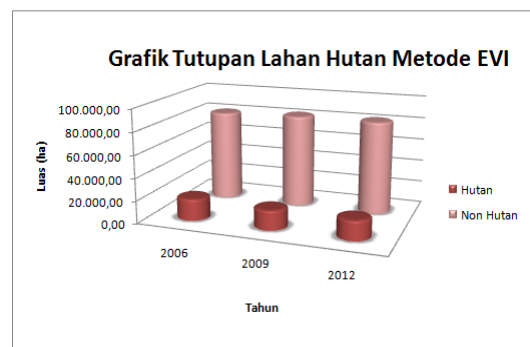
Tahun	Luas Hutan (ha)	Periode Tahun	Perubahan Luas (ha)		Persentase Perubahan
			Bertambah	Berkurang	
2006	20.750,550	2006-2009	-	1.842,984	8,88%
2009	18.907,566				
2009	18.907,566	2009-2012	236,452	-	1,251%
2012	19.144,019				

Tabel 4. Perubahan Luas Hutan Metode EVI

Tahun	Luas Hutan (ha)	Periode Tahun	Perubahan Luas (ha)		Persentase Perubahan
			Bertambah	Berkurang	
2006	19.205,547	2006-2009	-	1.749,968	9,12%
2009	17.455,579				
2009	17.455,579	2009-2012	83,006	-	0,48%
2012	17.538,585				



Grafik 1. Tutupan Lahan Hutan Metode NDVI



Grafik 2. Tutupan Lahan Hutan Metode EVI

III.1.1. Metode NDVI

Berdasarkan metode NDVI Kabupaten Kendal memiliki lahan hutan seluas 20.750,550 ha (20.663%) dan non hutan seluas 79.671,336 ha (79.337%) pada tahun 2006, dan lahan hutan seluas 18.907,566 ha (18.828%) dan lahan non hutan seluas 81.514,320 ha (81.172%) pada tahun 2009. Sedangkan pada tahun 2012 luas lahan hutan dan lahan non hutan masing-masing 19.144,019 ha (19.064%) dan 81.277,868 ha (80.936%).

Perubahan luas hutan dari tahun 2006 hingga tahun 2009 mengalami pengurangan sebesar 8.88% atau 1.842,984 ha dimana pada tahun 2006 luas hutan di Kabupaten Kendal yaitu 20.750,5505 ha berkurang menjadi 18.907,566 ha di tahun 2009. Sedangkan pada periode tahun 2009 hingga tahun 2012 luas hutan mengalami penambahan sebesar 1.251% atau 235,452 ha dimana pada tahun 2009 luas hutan Kabupaten Kendal yaitu 18.907,566 ha menjadi 19.144,019 ha di tahun 2012.

III.1.2. Metode EVI

Berdasarkan metode EVI Kabupaten Kendal memiliki lahan hutan seluas 19.205,547 ha (19.125%) dan non hutan seluas 81.216,339 ha (80.875%) pada tahun 2006, dan lahan hutan seluas 17.455,579 ha (17.342%) dan lahan non hutan seluas 82.966,307 ha (82.618%) pada tahun 2009. Sedangkan pada tahun 2012 luas lahan hutan dan lahan non hutan masing-masing 17.538,585 ha (17.465%) dan 82.883,301 ha (82.535%).

Perubahan luas hutan dari tahun 2006 hingga tahun 2009 mengalami pengurangan sebesar 9.12% atau 1.749,968 ha dimana pada tahun 2006 luas hutan di Kabupaten Kendal yaitu 19.205,547 ha berkurang menjadi 17.455,579 ha di tahun 2009. Sedangkan pada periode tahun 2009 hingga tahun 2012 luas hutan mengalami penambahan sebesar 0.48% atau 83,006 ha dimana pada tahun 2009 luas hutan Kabupaten Kendal yaitu 17.455,579 ha menjadi 17.538,585 ha di tahun 2012.

III.2. Analisis Kerapatan dan Perubahan Kerapatan Hutan

Kerapatan hutan di Kabupaten Kendal dibagi dalam 3 kelas kerapatan antara lain sedang, lebat, dan sangat lebat. Pembagian ini didasarkan atas nilai spektral dari metode NDVI dan EVI, hasil dari luas masing-masing kelas terdapat pada tabel 5 dan tabel 6.

Tabel 5. Kerapatan Hutan Metode NDVI

No	Kerapatan	2006		2009		2012	
		Luas (ha)	Persentase	Luas (ha)	Persentase	Luas (ha)	Persentase
1	Sedang	12.687,12	61,14%	15.053,20	79,61%	8.079,76	42,41%
2	Lebat	7.620,68	36,73%	3.778,77	19,99%	7.898,73	41,26%
3	Sangat Lebat	442,75	2,13%	75,59	0,40%	3.165,53	16,54%
	Total	20.750,55	100%	18.907,57	100%	19.144,02	100%

Tabel 6. Kerapatan Hutan Metode EVI

No	Kerapatan	2006		2009		2012	
		Luas (ha)	Persentase	Luas (ha)	Persentase	Luas (ha)	Persentase
1	Sedang	14.433,82	75.15%	12.107,58	69.36%	11.078,70	63.17%
2	Lebat	4.485,57	23.36%	5.138,69	29.44%	5.454,90	31.10%
3	Sangat Lebat	286,16	1.49%	209,31	1.2%	1.004,99	5.73%
	Total	19.205,55	100%	17.455,58	100%	17.348,59	100%

III.1.1. Metode NDVI

Berdasarkan proses pengolahan citra Landsat 7 ETM+ dengan menggunakan algoritma NDVI, Kabupaten Kendal memiliki rentang nilai indeks vegetasi yang berbeda pada setiap tahunnya. Pada tahun 2006 memiliki nilai indeks vegetasi antara -0.964984 sampai 0.740853 dan pada tahun 2009 nilai indeks vegetasi berada di antara -0.99266 sampai 0.625901 sedangkan pada tahun 2012

memiliki indeks vegetasi antara -0.982843 sampai 1, dimana nilai indeks vegetasi tersebut telah sesuai dengan nilai indeks vegetasi NDVI global yaitu antara -1 sampai dengan 1.

Dalam tabel 5. menunjukkan bahwa pada setiap tahun luas kerapatan hutan dengan klasifikasi sedang mendominasi luas hutan pada setiap tahun tersebut, dimana kerapatan hutan sedang memiliki persentase yang lebih besar diantara kerapatan hutan lebat dan sangat lebat. Luas kerapatan hutan

sedang yaitu 12.687,12 ha (61.14%) pada tahun 2006 dan 15.053,20 ha (79.61%) pada tahun 2009 sedangkan tahun 2012 memiliki luas kerapatan hutan sedang yaitu 8.079,76 ha (42.41%). Luas kerapatan hutan dengan klasifikasi sangat lebat memiliki persentase luas terkecil diantara luas kerapatan sedang maupun lebat, dimana luas kerapatan sangat lebat hanya memiliki persentase luas kurang dari 20% dari luas hutan keseluruhan pada setiap tahun yaitu pada tahun 2006 memiliki luas kerapatan hutan sangat lebat 442,75 ha (2.13%), sedangkan kerapatan hutan sangat lebat seluas 75,59 ha (0.40%) pada tahun 2009 dan pada tahun 2012 memiliki luas kerapatan hutan sangat lebat sebesar 3.165,53 ha (16.54%).

III.1.2. Metode EVI

Berdasarkan proses pengolahan citra Landsat 7 ETM+ dengan menggunakan algoritma EVI, Kabupaten Kendal memiliki rentang nilai indeks vegetasi yang berbeda pada setiap tahunnya. Pada tahun 2006 memiliki nilai indeks vegetasi antara -0.677424 sampai 0.669281 dan pada tahun 2009 nilai indeks vegetasi berada di antara -0.67072 sampai 0.662624 sedangkan pada tahun 2012 memiliki indeks vegetasi antara -0.63687 sampai 0.580880, dimana nilai indeks vegetasi tersebut telah sesuai dengan nilai indeks vegetasi EVI global yaitu antara -1 sampai 1.

Dalam tabel 6. menunjukkan luas kerapatan hutan dengan klasifikasi sedang mendominasi luas hutan keseluruhan dari setiap tahun dimana persentase luas kerapatan hutan sedang lebih dari 60% dimana luas kerapatan sedang memiliki luas pada tahun 2006 seluas 14.433,82 ha (75.15%), pada tahun 2009 memiliki luas 12.107,58 ha (69.36%), dan 11.078,70 ha (63.17%) pada tahun 2012. Sedangkan untuk luas kerapatan hutan dengan klasifikasi sangat lebat memiliki luas terkecil yaitu hanya memiliki persentase luas kurang dari 10 % dari jumlah keseluruhan hutan pada setiap tahun, dengan jumlah luas pada masing-masing tahun yaitu 286,16 ha (1.49%) pada tahun 2006, 209,31 ha (1.2%) pada tahun 2009, dan 1.004,39 ha (5.73%) pada tahun 2012. Dan untuk luas kerapatan lebat masing-masing seluas 4.485,57 ha (23.36%) pada tahun 2006, 5.138,69 ha (29.44%) pada tahun 2009, dan 5.454,90 ha (31.10%) pada tahun 2012.

III.3. Uji Ketelitian

Tabel 7. Confusion Matrix NDVI

Classification	Reference Data	Total	UA
----------------	----------------	-------	----

Data	Hutan	Non Hutan	Baris	(%)
Hutan	20	5	25	80
Non Hutan	2	10	12	83,33
Total kolom	22	15		
PA (%)	90,91	66,67		
Overall Accuracy (%)				81,08
Koefisien Kappa				0,595

Tabel 8. Confusion Matrix EVI

Clasification Data	Reference Data		Total Baris	UA (%)
	Hutan	Non Hutan		
Hutan	15	3	18	83,33
Non Hutan	7	12	19	63,16
Total kolom	22	15		
PA (%)	68,18	80,00		
Overall Accuracy (%)				72,97
Koefisien Kappa				0,462

Nilai Overall Accuracy pada metode NDVI sebesar 81,08% dengan koefisien kappa sebesar 0,595 yang artinya proses klasifikasi memiliki ketepatan 59,5% dari klasifikasi acak. Sedangkan nilai Overall Accuracy pada metode EVI sebesar 72,97% dengan koefisien kappa sebesar 0,462 yang artinya proses klasifikasi memiliki ketepatan 46,2%. Klasifikasi citra dianggap benar jika perhitungan confusion matrix $\geq 80\%$ (Short, 1982), pada klasifikasi tersebut metode NDVI telah memenuhi syarat ketelitian sedangkan metode EVI tidak memenuhi syarat ketelitian. Hal ini disebabkan pada metode EVI memiliki kelemahan sensitifitas pendeteksian vegetasi pada daerah yang memiliki variansi topografi sehingga EVI tidak mendeteksi adanya vegetasi pada daerah topografi tertentu sedangkan NDVI masih merespon sinyal vegetasi pada daerah yang memiliki variasi topografi. Dengan kata lain metode EVI tidak cocok untuk melakukan pendeteksian vegetasi pada daerah yang memiliki variasi topografi.

III.4. Uji Korelasi

Tabel 9. Corelation

		Hutan EVI	Hutan NDVI
Hutan EVI	Pearson Correlation	1	0,997**
	Sig. (2-tailed)		0,000
	N	7	7
Hutan NDVI	Pearson Correlation	0,997**	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	7	7

Angka koefisien korelasi (r) sebesar 0,997. Artinya besar korelasi antara variabel NDVI dan EVI ialah sebesar 0,997 atau sangat kuat karena mendekati angka 1. Hubungan kedua variabel

mempunyai dua arah (*2-tailed*), yaitu dapat searah dan tidak searah. Arah hubungan korelasi dapat dilihat dari angka koefisien korelasi dengan hasil positif atau negatif. Karena angka korelasinya positif yaitu sebesar 0,997 maka korelasi antara kedua variabel bersifat searah. Artinya jika luas hutan pada NDVI tinggi, maka luas hutan pada EVI juga akan tinggi, dan sebaliknya. Jadi korelasi dari variabel NDVI dan EVI sangat kuat dan searah.

III.5. Uji Regresi

Tabel 10. *Coefficients*

Model	Unstandarized Coefficients		Standarized Coefficients
	B	Std. Error	Beta
(Constant)	1428,357	587,751	
Hutan EVI	1,005	0,033	0,997

Pada tabel 10 dalam kolom B dengan nilai Constant (a) sebesar 1428,357 sedangkan nilai EVI (b) adalah 1,005 sehingga persamaannya dapat ditulis.

$$Y = 1428,357 + 1,005X \dots\dots\dots(III.1)$$

Koefisien b dinamakan koefisien arah regresi dan menyatakan perubahan rata-rata variabel Y untuk setiap perubahan variabel X sebesar satu satuan. Perubahan ini merupakan pertambahan bila b bertanda positif dan penurunan bila b bertanda negatif. Jika nilai EVI naik satu satuan maka nilai NDVI akan naik sebesar 1,005. Nilai a bersifat positif yang berarti korelasi antar variabel searah.

III.6. Uji Signifikansi (Pengujian Hipotesis)

Dalam penelitian ini akan dilakukan pendugaan apakah ada perbedaan luas hutan yang dihasilkan antara metode NDVI dan EVI, dengan hipotesis (dugaan) sebagai berikut.

H₀ : tidak ada perbedaan luas hutan yang dihasilkan dari metode NDVI dan EVI

H_a : terdapat perbedaan luas hutan yang dihasilkan dari metode NDVI dan EVI

Tabel 11. *Paired Samples Test*

	Paired Differences			Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	
NDVI-EVI	1,52E+03	50,517	19,093	0,000

Pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan membandingkan nilai probabilitas (sig) dengan taraf kesalahan yang ditetapkan (α) sebesar 5% (0,05).

Jika nilai probabilitas (sig) > 0,05 maka H₀ diterima dan H_a ditolak.

Jika nilai probabilitas (sig) < 0,05 maka H₀ ditolak dan H_a diterima.

Dari tabel 11. didapatkan nilai probabilitas (sig) sebesar 0,000 lebih kecil dari 0,05 (0,000 < 0,05), maka H₀ ditolak dan H_a diterima. Jadi berada pada daerah penolakan H₀ maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan luas yang dihasilkan antara metode NDVI dan EVI.

IV. Kesimpulan

Luas hutan di Kabupaten Kendal berdasarkan penafsiran citra *Landsat 7 ETM+* dengan metode NDVI yaitu 20.750,550 ha pada tahun 2006, luas hutan 18.907,566 ha pada tahun 2009, dan luas hutan 19.144,019 ha pada tahun 2012. Sedangkan dari metode EVI luas hutan Kabupaten Kendal yaitu 19.205,547 ha, 17.455,579 ha, dan 17.538,585 ha pada masing-masing tahun 2006, 2009 dan 2012. Kerapatan hutan di Kabupaten Kendal dibagi dalam 3 kelas klasifikasi baik menggunakan metode NDVI ataupun EVI antara lain kerapatan sedang, lebat, dan sangat lebat. Dari metode NDVI didapat luas kerapatan sedang, lebat dan sangat lebat yang masing-masing memiliki luas 12.687,12 ha, 7.620,68 ha, 442,75 ha pada tahun 2006, 15.053,20 ha, 3.778,77 ha, 75,59 ha pada tahun 2009 dan 8.079,76 ha, 7.898,73 ha, 3.165,53 ha pada tahun 2012. Sedangkan dari metode EVI didapatkan luas kerapatan hutan sedang, lebat, sangat lebat yaitu masing-masing seluas 14.433,82 ha, 4.485,57 ha, 286,16 ha pada tahun 2006, 12.107,58 ha, 5.138,69 ha, 209,31 ha pada tahun 2009, dan 11.078,70 ha, 5.454,90 ha, 1.004,99 ha pada tahun 2012.

Perubahan luas hutan di Kabupaten Kendal pada periode tahun 2006 sampai 2009 mengalami pengurangan baik dari metode NDVI ataupun EVI, dimana luas hutan berkurang sebesar 1.842,983876 ha (8.88%) dari metode NDVI dan berkurang 1.749,967791 ha (9.12%) dari metode EVI. Pada periode tahun 2009 sampai 2012 luas hutan mengalami penambahan luas dari metode NDVI dan EVI yang masing-masing bertambah seluas 236,452537 ha (1.25%) dan 83,0059584 ha (0.48%).

Berdasarkan uji ketelitian menggunakan *confusion matrix*, metode NDVI memiliki ketelitian pada sebesar 81,08% sedangkan metode EVI memiliki ketelitian pada sebesar 72,97%. Dengan syarat ketelitian \geq 80% (Short, 1982) pada metode NDVI memenuhi syarat ketelitian

sedangkan pada metode EVI tidak memenuhi syarat ketelitian.

Dari hasil uji statistik didapatkan nilai korelasi (r) antara kedua metode NDVI dan EVI sebesar 0,997 dengan nilai positif yang artinya korelasi bersifat sangat kuat dan searah, dengan pengujian hipotesa bahwa luas hutan yang didapatkan oleh metode NDVI dan EVI berbeda.

V. Saran

Pengolahan citra satelit *Landsat 7 ETM+ SLC-off* akan lebih baik apabila citra master dan citra pengisi memiliki kualitas yang sama bagus artinya citra tersebut tidak tertutup awan pada daerah penelitian, citra pengisi lebih dari satu agar diperoleh hasil yang maksimal, dan rentang waktu data perekaman citra master dan citra pengisi tidak terlalu jauh yaitu dengan rentang jarak waktu perekaman maksimal 1 tahun.

Setiap piksel pada citra satelit *Landsat 7 ETM+* masih berupa format nilai *Digital Number* (DN) sedangkan untuk melakukan klasifikasi indeks vegetasi harus menggunakan nilai *reflectance* sehingga harus dikonversi ke dalam nilai *reflectance*. Agar lebih mudah dapat digunakan citra satelit MODIS karena pada sensor citra satelit MODIS telah berupa nilai *reflectance* sehingga tidak perlu dilakukan konversi.

Jika akan melakukan pemantauan hutan atau indeks vegetasi lain sebaiknya terlebih dahulu dilakukan pengamatan nilai spektral indeks vegetasi tersebut pada setiap musim, karena nilai spektral vegetasi akan berubah setiap musim atau setiap curah hujan yang berbeda.

Untuk melakukan pemantauan indeks vegetasi pada daerah yang memiliki variasi topografi tidak disarankan untuk menggunakan metode EVI karena pada metode ini memiliki kelemahan sensitifitas sinyal vegetasi yang diterima di daerah yang memiliki variasi topografi.

VI. Daftar Pustaka

Danoedoro, P. (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Penerbit Andi. Yogyakarta.

Kemenuh. (2010). *Forum Kementerian Kehutanan*. <http://www.dephut.go.id/forum/index.php/forums/posts/0/52d3e53fce2ea>., *download* (diturunkan/diunduh) pada 12 juni 2014.

Puryono, S. (2008). *Statistik Kehutanan Provinsi Jawa Tengah tahun 2007*, www.dephut.go.id/uploads/files/StatDishutJateng_07_0.pdf., *download* (diturunkan/diunduh) pada 26 mei 2014.

Short, N.M. (1982). *Landsat Tutorial Workbook – Basics of Satellite Remote Sensing*. Washington DC: NASA.

Sudiana, D dan Diasmara, E. (2008). *Analisis Indeks Vegetasi menggunakan Data Satelit NOAA/AVHRR dan TERRA/AQUA-MODIS*. Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia. Depok.

Tacconi, L. (2003). *CIFOR Occasional Paper No.38 (i) Kebakaran Hutan di Indonesia: Penyebab, Biaya dan Implikasi Kebijakan*. Bogor. [http://www.cgiar.org/cifor., download](http://www.cgiar.org/cifor/download) (diturunkan/diunduh) pada 28 mei 2014.

The Yale Center for Earth Observation. (2013). *Converting Digital Numbers to Top of Atmosphere (ToA) Reflectance*. http://www.yale.edu/ceo/Documentation/Landsat_DN_to_Reflectance.pdf. *download* (diturunkan/diunduh) pada 25 November 2014.

USGS. (2011). *Landsat 7 Science Data Users Handbook*. http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/data_prod/prog_sect11_3.html. *download* (diturunkan/diunduh) pada 25 November 2014.