

# **TRANSFORMASI *FOREST CANOPY DENSITY* DAN *SECOND MODIFIED SOIL ADJUSTED VEGETATION INDEX* UNTUK MONITORING DEGRADASI HUTAN LINDUNG DAN TAMAN NASIONAL DI SAROLANGUN JAMBI**

Retno Ariyani  
*email: ariyani.retno39@gmail.com*

Sigit Heru Murti B.S.  
*email: sigit@geo.ugm.ac.id*

*The aims of this research are (1) to analyze transformation FCD and MSAVI2 for canopy density mapping with an accuracy that is deserved, and (2) to examine that changes of forest degradation in spatiotemporal in Sarolangun.*

*The method used is digital imagery data analysis which consists of three phases. First, the radiometric correction of imagery. Second, the application of the FCD and MSAVI2 transformation. Third, regression analysis and test accuracy.*

*The results of this study FCD model transformation is a transformation that is more effective for canopy density mapping compared to MSAVI2. FCD has an accuracy of 84.93% while MSAVI2 very low is 17.65%. Forest degradation occurred in the district of Batang Asai, Muaro Limun and Air Hitam between 2004-2014 with a total area of 435.97 ha or around 0.67% from total area of forest.*

*Keyword: FCD, MSAVI2, Multitemporal, Monitoring, Degradation.*

## **Abstrak**

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah (1) menganalisis transformasi FCD dan MSAVI2 untuk memetakan kerapatan kanopi dengan akurasi yang layak diterima, dan (2) mengkaji perubahan degradasi hutan tersebut secara spasiotemporal di Kabupaten Sarolangun.

Metode yang digunakan adalah analisis secara digital data penginderaan jauh yang terdiri dari tiga tahapan. Pertama, koreksi radiometrik citra. Kedua, penerapan transformasi FCD dan MSAVI2. Ketiga, analisis regresi dan uji akurasi.

Hasil dari penelitian ini adalah transformasi FCD merupakan transformasi yang lebih efektif untuk memetakan kerapatan kanopi dibandingkan dengan MSAVI2. FCD memiliki akurasi 84,93% sedangkan MSAVI2 sangat rendah yaitu 17,65%. Degradasi hutan terjadi di Kecamatan Batang Asai, Muaro Limun, dan Air Hitam dengan total luasan 435,97 ha atau sekitar 0,67% dari luas hutan, yang terjadi antara tahun 2004-2014.

Kata kunci: FCD, MSAVI2, Multitemporal, Monitoring, Degradasi

## PENDAHULUAN

Hutan merupakan salah satu komponen penyangga kehidupan manusia. Hutan memiliki fungsi pokok yang meliputi fungsi lindung, fungsi ekologi, dan fungsi produksi. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk maka semakin berkembang pula aktivitas manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Oleh karena semakin meningkatnya penduduk tersebut dan semakin beragam pula aktivitas manusia maka pada akhirnya berdampak pada eksistensi hutan. Beberapa aktivitas manusia tersebut mengakibatkan degradasi hutan. Menurut sumber dari ANTARA News Jambi (2015) terdapat seluas 245,98 ha lahan hutan di Provinsi Jambi terbakar selama tahun 2014 dan banyak bermunculan Penambang Emas Tanpa Izin (PETI) karena belum adanya regulasi yang jelas sehingga merusak lahan hutan.

Degradasi hutan adalah hutan yang telah hilang, disebabkan oleh aktivitas manusia, struktur, fungsi, komposisi spesies atau produktivitasnya terkait dengan jenis hutan alam (*United Nations Environmental Program/Convention on Biological Diversity*, 2001). Guna meminimalisasi terjadinya degradasi hutan yang berkelanjutan maka perlu dilakukan kegiatan pemantauan yang disebut dengan monitoring. Monitoring merupakan suatu kegiatan mengamati secara seksama suatu keadaan atau kondisi, termasuk juga perilaku atau kegiatan tertentu dengan tujuan agar semua data masukan atau informasi yang diperoleh dari hasil pengamatan tersebut dapat menjadi landasan dalam mengambil keputusan tindakan selanjutnya yang diperlukan (PP No. 39 Tahun 2006).

Monitoring dapat memanfaatkan data penginderaan jauh multitemporal. Data tersebut berupa citra penginderaan jauh. Citra penginderaan jauh dapat diartikan sebagai data penginderaan jauh yang digambarkan dalam dua dimensional (Sutanto, 1986). Penginderaan jauh menyajikan informasi dari permukaan bumi yang divisualisasikan melalui citra penginderaan jauh. Citra penginderaan jauh merekam informasi di permukaan bumi dari pantulan objek. Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra multitemporal. Seiring berjalannya waktu, kondisi di permukaan bumi ini selalu dinamis sehingga penggunaan citra

multitemporal akan membantu dalam monitoring perubahan yang terjadi dalam selang waktu tertentu. Penginderaan jauh sesuai digunakan dalam permasalahan ini karena apabila kegiatan monitoring degradasi hutan dilakukan secara terestrial maka membutuhkan waktu, tenaga dan biaya yang cukup banyak sehingga agar lebih efisien dimanfaatkanlah citra penginderaan jauh.

Kabupaten Sarolangun merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jambi yang memiliki hutan dengan luasan yang selalu berkurang dari waktu ke waktu. Berdasarkan data BAPPEDA Kabupaten Sarolangun tahun 2014, luas hutan lindung yang ada di Kabupaten Sarolangun hanya sebesar 56.463,20 ha atau sekitar 9,15% dari luas total kabupaten. Taman Nasional Bukit Duabelas memiliki luas sebesar 8.667,69 ha atau sekitar 1,40% dari luas total kabupaten. Oleh karena itu, penerapan citra multitemporal untuk monitoring degradasi hutan diharapkan dapat membantu meminimalisasi potensi pengurangan lahan hutan pada waktu yang akan datang.

Penelitian menggunakan citra multitemporal di kabupaten ini masih jarang ditemukan. Penggunaan suatu transformasi untuk ekstraksi informasi vegetasi dengan menggunakan indeks vegetasi sudah banyak dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini membandingkan penggunaan tranformasi FCD dan MSAVI2 untuk mengetahui transformasi manakah yang lebih baik dalam mewakili keadaan sebenarnya di lapangan. Membandingkan kedua transformasi tersebut memang tidak seimbang namun peneliti mencoba untuk mengetahui apakah transformasi FCD yang berupa model akan selalu memberikan hasil lebih baik dibandingkan dengan transformasi indeks vegetasi dalam hal ini adalah MSAVI2. Data utama yang digunakan dalam penelitian ini berupa citra resolusi menengah yakni Landsat 5 TM dan Landsat 8 OLI/TIRS. Tujuan dari penelitian ini antara lain:

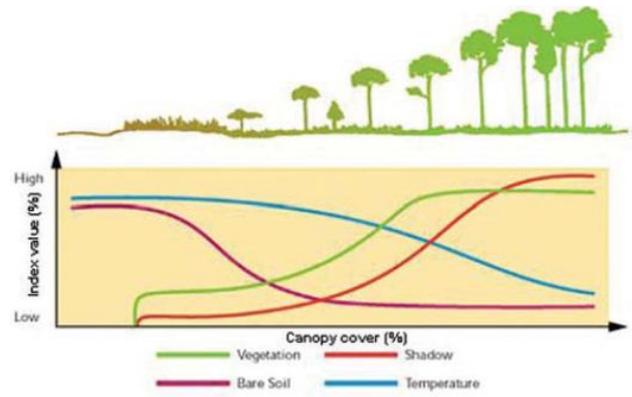
1. menganalisis transformasi FCD dan MSAVI2 untuk memetakan kerapatan kanopi dengan akurasi yang layak diterima.
2. mengkaji perubahan degradasi hutan tersebut secara spasiotemporal di Kabupaten Sarolangun.

## METODE PENELITIAN

Transformasi FCD dan MSAVI2 dilakukan pada kedua citra yang digunakan yaitu citra Landsat 5 TM untuk temporal pertama (tahun 2004) dan Landsat 8 OLI untuk temporal kedua (tahun 2014). Transformasi citra tersebut menghasilkan data berupa presentase kerapatan untuk FCD dan indeks untuk MSAVI2. Keduanya dilakukan klasifikasi kerapatan menggunakan *density slice*. Jumlah kelas ditentukan berdasarkan klasifikasi Howard (1996).

Citra Landsat 5 TM dan Landsat 8 OLI yang digunakan sebagai data utama terlebih dahulu dilakukan koreksi citra yaitu koreksi radiometrik. Koreksi radiometrik yang dilakukan pada kedua citra melalui proses yang sedikit berbeda karena sistem *bit-coding* dari kedua citra tersebut juga berbeda. Citra Landsat 5 TM dikoreksi radiometrik dengan mengkonversikan nilai DN (*digital number*) menjadi *radiance*, kemudian konversi *radiance* menjadi *TOA reflectance* pada saluran multispektral, dan *At-Sattelite Brightness Temperature* pada saluran thermal. Koreksi radiometrik citra Landsat 8 OLI dapat dilakukan dengan dua cara yaitu konversi DN menjadi *radiance* kemudian dikonversi lagi menjadi *TOA reflectance* atau dari DN langsung dikonversi kedalam *TOA reflectance*. Pada penelitian ini, citra Landsat 8 OLI dikoreksi radiometrik menggunakan langkah kedua yaitu konversi langsung dari DN menjadi *TOA reflectance*.

FCD merupakan suatu transformasi yang tersusun dari beberapa indeks. FCD mempunyai 4 komponen indeks yang mempengaruhinya yaitu VI (*Vegetation Index*), BI (*Bare Soil Index*), SI (*Shadow Index*), dan TI (*Thermal Index*). Komponen indeks vegetasi memberikan respon pada semua objek tumbuhan (vegetasi) seperti hutan dan padang rumput. Indeks vegetasi lanjut (*Advance Vegetation Index = AVI*) memberikan respon yang lebih peka terhadap kuantitas vegetasi (Rikimaru *et.al*, 1971 dalam Danoedoro, 2012). Gambar 1 menunjukkan hubungan indek-indeks dan menentukan kondisi komposisi struktural vegetasi tertentu.



Gambar 1 Hubungan Antarindeks dalam Model FCD

Sumber: Chandrashekhar (2009)

Komponen penyusun **FCD** menurut Danoedoro (2012), yaitu:

### a *Indeks Vegetasi AVI*

Indeks vegetasi dalam model FCD dinyatakan dengan *Advanced Vegetation Index (AVI)* yaitu indeks vegetasi untuk menonjolkan klorofil-a, yang dirumuskan sebagai berikut (Rikimaru *et.al*, 2002).

Apabila  $(IMD - M) \leq 0$ , maka  $AVI = 0$ ; dan Apabila  $(IMD - M) > 0$  maka,

$$AVI = \sqrt[3]{(IMD + 1) \times (256 - M) \times (IMD - M)}$$

Syarat agar rumus bekerja dengan baik adalah saluran Inframerah Dekat (IMD) dan merah (M) harus dinormalisasikan terlebih dahulu julat datanya .

### b *Indeks Tanah Terbuka (BI)*

*Bare Soil Index (BI)* dikembangkan dalam model FCD berdasarkan asumsi bahwa bila indeks vegetasi kurang dapat dipercaya pada kondisi tutupan vegetasi kurang dari 50%. FCD menambahkan BI untuk meningkatkan reliabilitas estimasi status vegetasi yang dibangun dengan melibatkan informasi spektral inframerah tengah.

Rumus BI adalah sebagai berikut:

$$BI = \frac{(IMTg + M) - (IMD + B)}{(IMTg + M) + (IMD + B)} \times 100 + 100$$

dimana  $0 < BI < 100$

IMTg : saluran inframerah tengah

M : saluran merah

B : saluran biru

Catatan: julat ini harus dikonversi ke julat 8 bit (0-255).

**c Indeks Bayangan (SI)**

Indeks Bayangan (*Shadow Index*) memanfaatkan informasi spektral pada bayangan hutan itu sendiri dan informasi termal yang dipengaruhi oleh kehadiran bayangan. Indeks bayangan dirumuskan berdasarkan ekstraksi radiansi spektral yang rendah dari saluran-saluran spektral tampak.

Rumus *Shadow Index* adalah sebagai berikut:

$$SI = \sqrt[3]{((256 - B) \times (256 - H) \times (256 - M))}$$

Keterangan:

- B : saluran biru
- H : saluran hijau
- M : saluran merah

**d Indeks Termal (TI)**

Rumus Indeks Termal (*Thermal Index*) dikembangkan berdasarkan asumsi bahwa ada dua hal yang menyebabkan area di dalam hutan menjadi relatif lebih sejuk. Dua penyebab ini adalah kanopi menahan masuknya energi matahari menembus sampai ke bawah liputan pepohonan dan dedaunan melakukan evapotranspirasi sehingga temperatur menjadi lebih rendah. Model TI dikembangkan dengan memanfaatkan saluran inframerah termal.

Komponen turunan lanjutan ini yaitu (Danoedoro, 2012) :

**a Kerapatan Vegetasi (*Vegetation Density*)**

VD diturunkan melalui perpaduan antara AVI dan BI. Cara perpaduannya adalah dengan menerapkan *Principal Component Analysis (PCA)*. Pada dasarnya hubungan antara AVI dengan BI adalah negatif dan keduanya cenderung berkorelasi cukup kuat.

**b Deteksi tanah hitam (*black soil detection*)**

Hal ini digunakan untuk menentukan *Scaled Shadow Index (SSI)*. *Black Soil Detection* ini diperoleh dengan memadukan SI dan TI. Tanah-tanah hitam merupakan indikator proses tebang-bakar pada mekanisme pembersihan lahan di hutan-hutan tropis dan merupakan salah satu sasaran dari pemetaan dengan FCD.

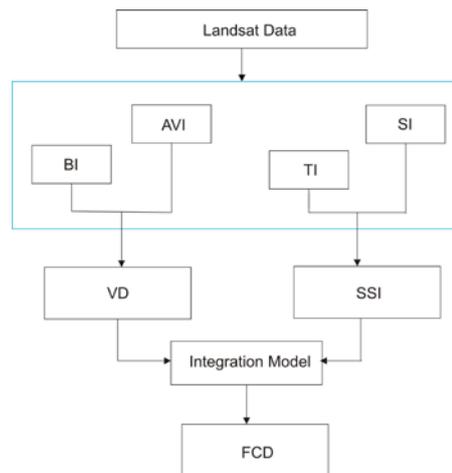
Komponen FCD yang telah terbentuk kemudian diturunkan dengan rumus berikut (Danoedoro, 2012):

$$FCD = \sqrt{(VD \times SSI + 1)} - 1$$

Keterangan:

- VD : *vegetation density*
- SSI : *scaled shadow index*

Secara umum FCD melalui rangkaian proses sebagai berikut :



Gambar 2. Penurunan informasi kerapatan FCD  
Sumber: Danoedoro, 2012 dengan perubahan

**Indeks Vegetasi MSAVI2**

MSAVI2 (*Second Modified Soil Adjusted Vegetation Index*) merupakan salah satu indeks vegetasi yang menekan gangguan latar belakang tanah. Formulasinya adalah sebagai berikut (Qi, et. al, 1994):

$$MSAVI2 = \frac{1}{2} (2IMD + 1 - \sqrt{(2IMD + 1)^2 - 8(IMD - M)})$$

Dimana,

- IMD : Inframerah Dekat
- M : Merah

Hasil dari transformasi FCD dan MSAVI2 kemudian dilakukan cek lapangan untuk uji akurasi datanya. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran lapangan perlu dilakukan analisis regresi untuk mengetahui keeratan hubungan antara variabel dependen (indeks vegetasi) dan independen (kerapatan di lapangan). Persamaan regresi linier sederhana yang digunakan yaitu (Nurgiyantoro, 2009):

$$y = a + b(x)$$

dimana,

- y : variabel dependen (indeks vegetasi)
- x : variabel independen (kerapatan kanopi)
- a : nilai konstanta
- b : koefisien regresi

secara kuantitatif kekuatan hubungan antara dua variabel dapat dibagi menjadi 5 kelas yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Tabel Analisis Regresi

Nilai regresi (r)	Kekuatan Hubungan
0,001 – 0,2	Sangat lemah
0,201 – 0,4	Lemah
0,401 – 0,6	Cukup kuat
0,601 – 0,8	Kuat
0,801 – 1,0	Sangat kuat

Sumber : Hadi S, 2000 dalam Prana, 2014

Hasil yang diperoleh dari analisis regresi kemudian dilakukan uji akurasi untuk menentukan interpretasi yang dilakukan dapat diterima atau tidak. Uji akurasi dilakukan untuk menilai seberapa akurat penentuan kerapatan kanopi dengan FCD bila dibandingkan dengan hasil penentuan kerapatan kanopi dengan menggunakan algoritma dari MSAVI2. Uji akurasi dilakukan dengan menggunakan metode RMSE (*Root Mean Square Error*). RMSE merupakan rata-rata *error* atau kesalahan pada masing-masing pixel pada sebuah citra setelah dilakukan transformasi. Akurasi mengacu pada kedekatan dari nilai terukur dengan nilai standar yang sudah diketahui. *National Standard for Spatial Data Accuracy* (NSSDA) menggunakan *root-mean-square error* (RMSE) untuk memperkirakan akurasi. RMSE adalah akar kuadrat dari rata-rata himpunan perbedaan kuadrat antara nilai pada koordinat interpretasi dan nilai koordinat dari sumber independen dengan akurasi yang lebih tinggi pada titik yang sama.

Rumus perhitungan RMSE (NSSDA, 1998) adalah sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\sum((X_{data\ i} - X_{cek\ i})^2 / n)}$$

Keterangan:

$X_{data\ i}$  : nilai data pada citra hasil transformasi

$X_{cek\ i}$  : nilai data pada hasil lapangan

n : jumlah sampel

Menurut Anderson (1976) tingkat minimal akurasi interpretasi untuk identifikasi kategori penggunaan lahan dan penutup lahan dari citra penginderaan jauh harusnya paling tidak 85%. Akurasi diterima pada tingkat kepercayaan 85% artinya jika 85% hasil interpretasi akan memiliki kesalahan yang sama atau lebih kecil dari nilai akurasi yang diterima terhadap data sebenarnya di lapangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi informasi dari data citra penginderaan jauh menjadi kerapatan kanopi melalui berbagai tahapan mulai dari koreksi hingga transformasi citra. Membangun FCD diperlukan indeks-indeks penyusun seperti yang telah disebutkan pada sub-bab sebelumnya. Indeks yang digunakan adalah *Advanced Vegetation Index* (AVI), *Bare Soil Index* (BI), *Shadow Index* (SI), dan *Temperature Index* (TI). Penggunaan indeks AVI adalah menonjolkan aspek vegetasi daripada objek lain. Pada indeks AVI, semakin gelap rona pada area berarti menunjukkan bahwa indeks AVI semakin tinggi. Berlaku pula sebaliknya, semakin terang rona pada area kajian maka indeks AVI semakin rendah.

*Bare Soil Index* (BI) digunakan untuk menonjolkan aspek tanah terbuka pada hutan. Tanah terbuka yang dimaksud adalah tanah yang di atasnya tidak terdapat penutup berupa vegetasi sehingga semakin sedikit atau tidak adanya vegetasi di atas tanah maka indeks BI akan semakin tinggi. Pada indeks BI semakin terang rona pada hutan maka menunjukkan semakin tinggi pula indeks BI dan berlaku pula sebaliknya semakin gelap rona berarti menunjukkan daerah tersebut tertutup vegetasi atau indeks BI semakin rendah. Dengan kata lain, hubungan antara AVI dan BI adalah berbanding terbalik.

*Shadow Index* (SI) memiliki hubungan yang cukup erat dengan AVI. Hal ini disebabkan karena indeks bayangan tergantung dari ada tidaknya vegetasi pada hutan. Jika dalam hutan terdapat vegetasi maka dapat diketahui bahwa ada bayangan vegetasi yang menyertainya. Vegetasi yang dimaksud berupa pohon, namun apabila vegetasi berupa padang rumput maka tidak ada bayangan sehingga hubungan dari keduanya tidak selalu berbanding lurus. Kedua hubungan dari indeks ini tergantung dari keadaan hutan itu sendiri. Pada indeks SI semakin tinggi tingkat keabuan pada hutan menunjukkan bahwa indeks SI semakin tinggi dan berlaku pula sebaliknya semakin rendah tingkat keabuan/ cerah maka semakin rendah indeks SI. Warna hitam yang terdapat di beberapa lokasi tersebut merupakan gangguan yang berupa awan, sungai, dan daerah yang tidak bervegetasi.

*Temperature Index* (TI) menunjukkan kondisi suhu hutan. Semakin banyak vegetasi

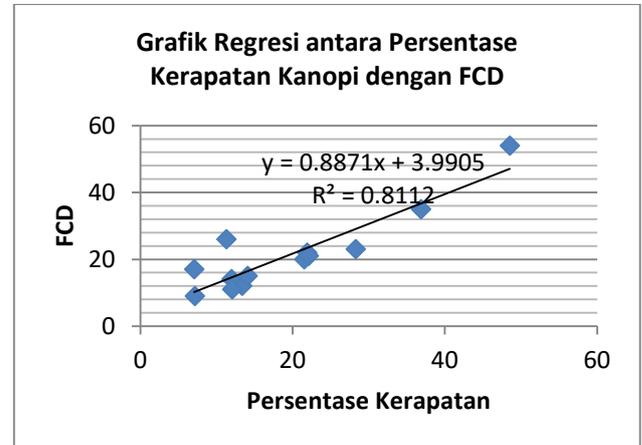
yang terdapat pada suatu hutan maka suhunya semakin rendah. Berlaku pula sebaliknya apabila vegetasi semakin berkurang maka suhu semakin meningkat. Hal ini dikarenakan vegetasi pada umumnya mengikat air sehingga kelembaban terjaga dan suhu cenderung lebih dingin. Dibandingkan area dengan sedikit vegetasi maka air yang terkandung pada vegetasi juga sedikit dan pengaruh objek lain seperti tanah terbuka di sekitar vegetasi lebih mendominasi suhu pada area tersebut. Dominasi objek selain vegetasi tidak dapat mengikat air dan cenderung memberikan pantulan panas karena struktur objek tersebut sehingga suhu juga semakin meningkat. Semakin gelap rona maka suhu semakin rendah dan semakin terang rona maka suhu semakin tinggi.

FCD memiliki nilai dalam bentuk persen dari 0 hingga 100%. Semakin rendah persentase maka kerapatan juga rendah begitu pula sebaliknya. Kelas nilai FCD dibagi kedalam 7 kelas, kelas I dengan rentang 0 – 15%, kelas II (16 – 30%), kelas III (31 – 45%), kelas IV (46 – 60%), kelas V (61 – 75%), kelas VI (76 – 90%), kelas VII (90 – 100%).

Transformasi MSAVI2 dilakukan pada kedua citra Landsat yang digunakan dalam penelitian. Hal ini dilakukan untuk menyediakan data agar siap diproses apabila metode yang lebih baik telah diperoleh dari hasil uji akurasi. Saluran yang digunakan dalam transformasi indeks ini berbeda antara Landsat 5 TM dengan Landsat 8 OLI/TIRS karena perbedaan sensor sehingga julat gelombang juga terdapat sedikit perbedaan. Pada Landsat 5 TM saluran yang digunakan adalah saluran 3 (merah) dan saluran 4 (inframerah dekat). Pada Landsat 8 OLI/TIRS saluran yang digunakan adalah saluran 4 (merah) dan saluran 5 (inframerah dekat). Hasil pengolahan citra menunjukkan rentang nilai hasil transformasi dari kedua citra yang digunakan juga ada sedikit perbedaan. Perbedaan terletak pada nilai minimum dimana untuk Landsat 5 TM adalah -1,858381 hingga -0,644964 sedangkan untuk Landsat 8 OLI/TIRS adalah -2,881463 hingga -0,547314. Perbedaan nilai minimum tersebut terdapat pada gangguan berupa awan yang terdapat pada area kajian, sedangkan untuk objek vegetasi memiliki nilai yang hampir sama pada kedua citra.

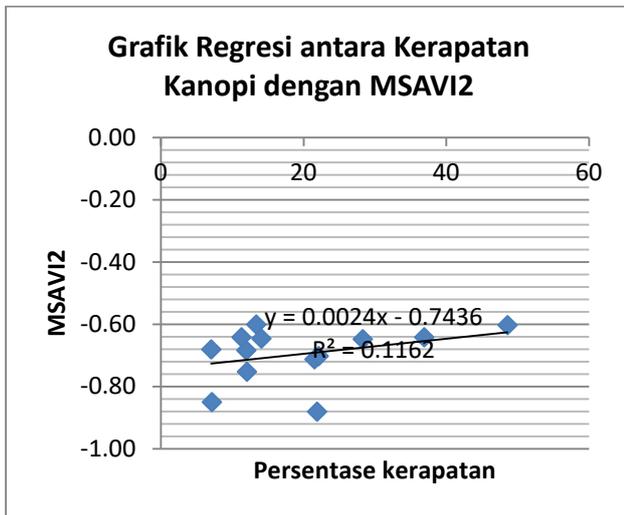
. Regresi yang digunakan adalah formula regresi linier sederhana untuk mengetahui

besarnya pengaruh adanya perubahan-perubahan pada variabel x (independen) terhadap variabel y (dependen). Transformasi yang memiliki hubungan paling kuat dengan kerapatan di lapangan diharapkan memenuhi validasi uji akurasi sehingga metode tersebut dianggap sebagai metode yang paling efektif.



Sumber: Pengolahan data, 2016

Sebagian besar titik sampel tampak berkumpul di sekitar garis linier. Hubungan dari keduanya dapat dilihat dari nilai  $R^2$  atau koefisien determinasi sebesar 0,8112 atau 81,12%. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa kerapatan kanopi berperan sebesar 81,12% dalam mempengaruhi nilai FCD. Selisihnya sebesar 18,88% berarti dalam persentase tersebut dipengaruhi oleh faktor selain kerapatan kanopi. Lebih lanjut, dari koefisien determinasi dapat ditentukan besarnya koefisien korelasi ( $r$ ) yaitu sebesar 0,901 yang berarti bahwa hubungan dari kedua variabel tersebut sangat kuat. Oleh karena itu, FCD dinilai sebagai indeks paling efektif yang dapat mewakili kondisi sebenarnya di lapangan. Hubungan antara kerapatan kanopi terhadap FCD sudah memenuhi kriteria sangat kuat karena formula penyusun yang digunakan untuk membangun FCD sangat kompleks. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor dari objek yang dikaji dalam hal ini hutan ikut dipertimbangkan.



Sumber: Pengolahan data, 2016

Hubungan antara kerapatan kanopi dengan MSAVI2 lebih rendah dibandingkan dengan metode sebelumnya. Hal ini tampak pada grafik regresi Gambar 4.18. Titik plot sampel cenderung menjauhi garis linier yang menjadi acuan hubungan antara variabel x dan y. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang dihasilkan adalah sebesar 0,1162 atau 11,62%. Nilai tersebut berarti bahwa hanya sebesar 11,62% kerapatan kanopi yang mempengaruhi nilai MSAVI2. Selisihnya sebesar 88,38% dipengaruhi oleh faktor lain selain kerapatan kanopi. Koefisien korelasi yang dihasilkan sebesar 0,341 yang berarti kekuatan hubungan dari kedua variabel tersebut adalah lemah. Namun hal ini juga tidak dapat digunakan sebagai tolak ukur bahwa indeks vegetasi ini memiliki kemampuan yang buruk dalam memprediksi vegetasi karena kemampuan operator juga turut berperan dalam menentukan validasinya. Kekuatan hubungan dari kedua variabel yang tergolong lemah mengindikasikan bahwa keabsahan dari hasil algoritma tersebut juga kurang baik jika diterapkan dalam masalah ini. Perhitungan uji akurasi ditunjukkan pada Tabel 2.

Berdasarkan tabel uji akurasi tersebut dapat diketahui bahwa kemampuan FCD dalam mengetahui kerapatan kanopi berada pada batas minimal diterimanya suatu interpretasi yaitu 85% (pembulatan keatas) sehingga hasil tersebut menunjukkan bahwa FCD masih layak digunakan untuk memetakan kerapatan kanopi. Meskipun berada pada batas minimal, namun tingkat akurasi ini dianggap sebagai metode paling efektif dalam memperkirakan kerapatan

kanopi dibandingkan dengan metode yang lain dalam hal ini MSAVI2.

Tabel 2. Perhitungan Uji Akurasi untuk FCD

No	Lap ( $x_{cek\ i}$ )	FCD ( $x_{data\ i}$ )	Selisih ( $x_{data\ i} - x_{cek\ i}$ )	Jumlah sampel (n)	$((x_{data\ i} - x_{cek\ i})/n)$
1	36,8636	35	-1,8636	13	0,2672
2	28,2817	23	-5,2817		2,1459
3	48,5343	54	5,4657		2,2980
4	11,9429	14	2,0571		0,3255
5	7,0538	17	9,9463		7,6098
6	21,5102	20	-1,5102		0,1754
7	21,8761	22	0,1239		0,0012
8	13,3493	12	-1,3493		0,1400
9	12,0374	11	-1,0374		0,0828
10	22,0916	21	-1,0916		0,0917
11	11,2791	26	14,7209		16,6700
12	14,0796	15	0,9204		0,0652
13	7,1359	9	1,8641		0,2673
<b>Jumlah</b>					<b>30,1395</b>
<b>RMSE</b>					<b>15,0698</b>
<b>Akurasi (%)</b>					<b>84,9302</b>

Sumber: Pengolahan data, 2015

Hasil interpretasi yang ada pada batas minimal tingkat kepercayaan tersebut tidak lepas dari peran operator dalam melakukan interpretasi karena FCD merupakan suatu model yang cukup rumit. Disebut model yang cukup rumit karena dari model tersebut memerlukan beberapa masukan indeks penyusun dalam memperoleh representasi akhir berupa kerapatan kanopi sehingga apabila terjadi kesalahan sedikit saja di awal maka akan mempengaruhi hasil akhir yang diperoleh. Selain itu sedikitnya jumlah sampel lapangan yang dapat diambil menyebabkan tidak seluruh kelas dari kerapatan yang telah diperkirakan dapat benar-benar terwakili. Hal ini dapat dilihat pada hutan lindung daerah kajian yang memiliki cakupan luas hanya diperoleh tiga sampel. Sedangkan untuk sampel di hutan konservasi hanya diperoleh sepuluh sampel saja. Sulitnya medan dan keterbatasan waktu merupakan faktor utama hanya diperoleh sedikit sampel tersebut.

Metode MSAVI2 memiliki tingkat akurasi sangat rendah dan jauh dari batas tingkat kepercayaan suatu interpretasi. Sebenarnya rendahnya tingkat akurasi dari metode MSAVI2 sudah dapat diperkirakan sebelumnya dilihat dari koefisien korelasi (r) yang lemah maka akan memiliki tingkat akurasi yang sangat rendah pula. Besarnya akurasi MSAVI2 yaitu 17,65%. Rendahnya kemampuan MSAVI2 dalam merepresentasikan kerapatan kanopi dapat disebabkan oleh pertimbangan masukan

algoritmanya yang hanya menggunakan band-band tunggal multispektral. Band-band tunggal hanya menonjolkan faktor vegetasi tanpa mempertimbangkan faktor lain yang memungkinkan mempengaruhi aspek yang ditonjolkan tersebut. Padahal untuk kajian hutan tropis ini memiliki jenis vegetasi yang beragam sehingga pengaruh dari jenis vegetasi tersebut sudah menjadi permasalahan, belum lagi faktor luar seperti kondisi bayangan dan lain sebagainya.

Citra yang digunakan dalam penelitian berada pada scene yang berbeda. Penggunaan citra dengan perbedaan scene tersebut memiliki kualitas citra yang berbeda pula. Kualitas citra sumberdaya dikatakan baik apabila tutupan awan pada citra adalah 0% atau bebas awan. Hal ini tentu saja cukup sulit jika lokasi kajian berada pada daerah yang selalu terdapat tutupan awan. Namun setidaknya untuk lokasi kajian diusahakan menggunakan citra dengan tutupan awan minimal agar tidak mengganggu interpretasi maupun akurasi. Pada citra Landsat 5 TM path 125 row 61 rekaman tahun 2004 dan Landsat 8 OLI/TIRS path 126 row 62 rekaman tahun 2014 dapat dilihat bahwa tutupan awan pada citra sekitar 14% dari objek kajian. Adanya tutupan awan pada citra tersebut menyebabkan terganggunya interpretasi karena informasi objek yang tertutup oleh awan tersebut tidak dapat diketahui sehingga menurunkan hasil akurasi yang diperoleh. Oleh karena itu, rendahnya hasil akurasi yang diperoleh pada penelitian ini tidak seluruhnya disebabkan oleh kedua transformasi yang digunakan namun juga dipengaruhi oleh data yang digunakan juga kurang baik dikarenakan oleh kondisi tutupan awan pada daerah kajian.

Hasil monitoring dengan membandingkan kondisi hutan pada tahun 2004 dengan tahun 2014 dapat diketahui bahwa pada hutan lindung dan hutan konservasi terjadi degradasi di beberapa lokasi. Degradasi yang terjadi adalah perubahan hutan secara alami yaitu adanya penurunan kerapatan kanopi yang disebabkan oleh kondisi vegetasi hutan itu sendiri. Pada tahun 2004 kerapatan kanopi pada hutan termasuk kerapatan tinggi namun setelah dibandingkan kondisinya dengan beberapa tahun kemudian yaitu tahun 2014 ternyata terdapat perubahan. Luas perubahan degradasi hutan dapat dilihat pada Tabel 3.

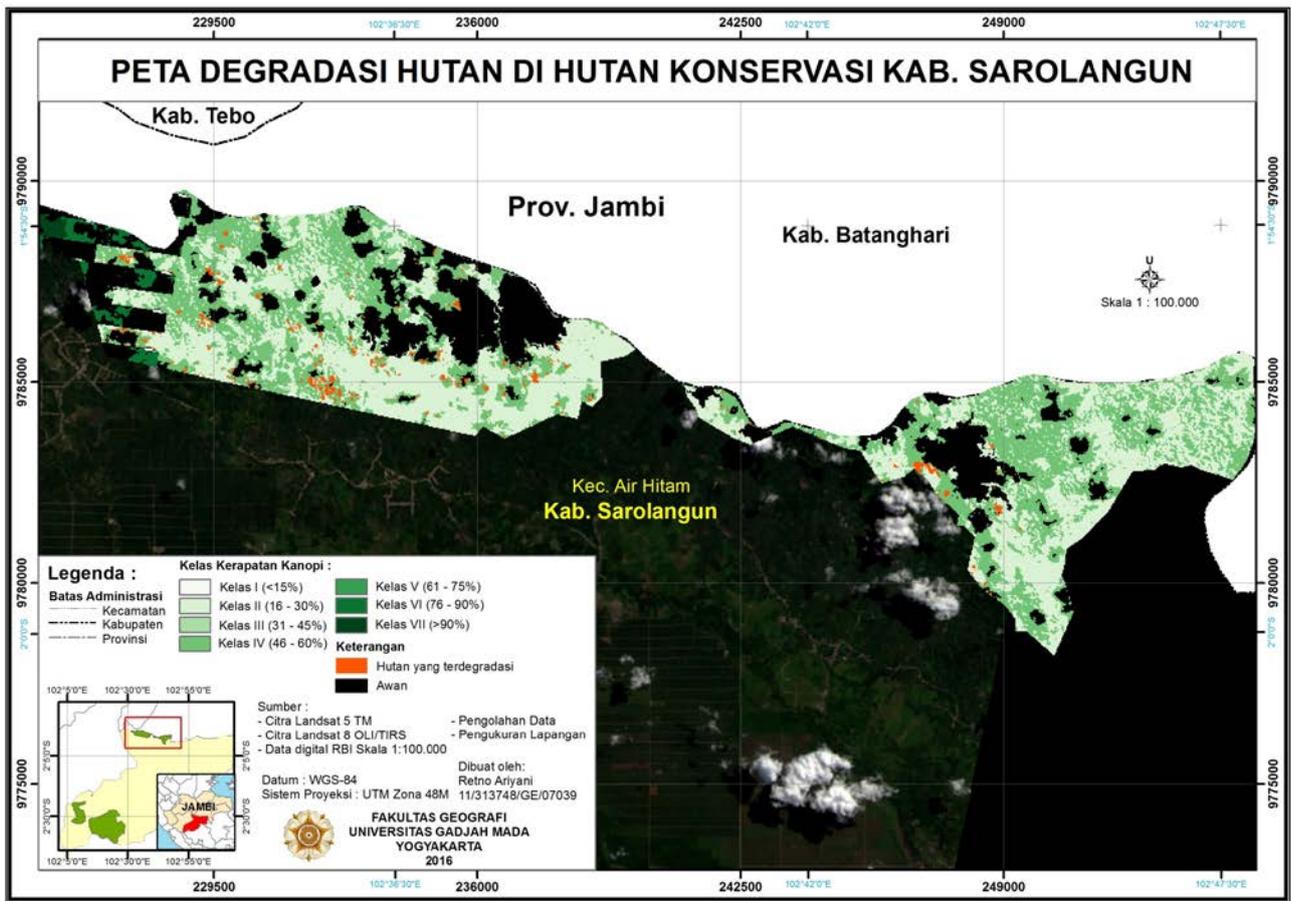
Tabel 3. Luasan Perubahan Degradasi Hutan

No	Kecamatan	Fungsi	Luas tahun 2004 (ha)	Luas tahun 2014 (ha)	Perubahan Luas (ha)	Persentase thd luas kajian (%)
1	Air Hitam	Hutan Konservasi	8706,15	8577,96	128,19	0,17
2	Batang Asai	Hutan Lindung	36314,64	36201,28	113,36	0,3
3	Limun	Hutan Lindung	20076,45	19882,03	194,42	0,2
Total					435,97	0,67

Sumber: Pengolahan data, 2016

Degradasi hutan yang terjadi di hutan lindung dan hutan konservasi seperti yang telah disebutkan sebelumnya yaitu disebabkan oleh perubahan kondisi vegetasi hutan itu sendiri setelah sekian tahun. Penentuan degradasi hutan yang sepenuhnya bergantung pada citra penginderaan jauh khususnya dalam penelitian ini masih terdapat kelemahan. Kelemahan yang dimaksud adalah penggunaan citra penginderaan jauh dengan tanggal perekaman yang berbeda mengingat kondisi vegetasi dalam kurun waktu tertentu juga terjadi perubahan dari faktor internal maupun eksternal. Pengolahan citra untuk monitoring ini dilakukan pada masing-masing scene karena lokasi kajian berupa hutan lindung dan konservasi terletak pada scene yang berbeda. Oleh karena itu, data hasil degradasi yang diperoleh dari penelitian ini diasumsikan lokasi kajian memiliki tanggal perekaman yang sama.

Selain itu, penggunaan citra dengan sistem *bit-coding* yang berbeda juga dapat mempengaruhi akurasi degradasi yang diperoleh. Citra pertama (t1) adalah citra Landsat 5 TM yang memiliki sistem 8 bit akan terdapat 256 informasi pada setiap pikselnya. Sedangkan citra kedua (t2) adalah citra Landsat 8 OLI yang memiliki sistem 16 bit akan terdapat informasi yang lebih banyak yaitu 65536 yang berarti resolusi radiometriknya lebih tinggi. Resolusi radiometrik yang tinggi akan merekam tenaga pancaran objek di permukaan bumi dengan lebih detail karena mampu merekam variasi beda tenaga terkecil lebih banyak. Perbedaan resolusi radiometrik ini tentu akan mempengaruhi kedetailan informasi hasil interpretasi pada kedua citra tersebut. Oleh karena itu, kontrol terhadap perubahan yang terjadi pada selang waktu t1 ke t2 juga lebih sulit. Guna mempermudah analisis perubahan degradasi hutan yang terjadi maka aspek perbedaan resolusi radiometrik pada citra yang digunakan tersebut diabaikan.



## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. transformasi FCD (*Forest Canopy Density*) lebih baik digunakan untuk memetakan kerapatan kanopi dibandingkan dengan MSAVI2 (*Second Modified Soil Adjusted Vegetation Index*) karena memiliki akurasi yang lebih tinggi yaitu 84,93% atau 85% sesuai dengan batas minimal diterimanya suatu interpretasi sedangkan MSAVI2 memiliki akurasi sangat rendah yaitu 17,65%
2. perubahan degradasi hutan yang terjadi di hutan lindung adalah sebesar 307,7808 ha yang terletak di Kecamatan Batang Asai dan Muaro Limun serta di hutan konservasi sebesar 128,1918 ha yang terletak di Kecamatan Air Hitam sehingga total keseluruhan degradasi adalah sebesar 435,97 ha atau sekitar 0,67% dari luas hutan kajian yang terjadi antara tahun 2004-2014. Degradasi hutan disebabkan oleh perubahan hutan secara alami yaitu berupa penurunan kerapatan kanopi yang disebabkan oleh kondisi vegetasi hutan itu sendiri salah satunya adalah beberapa vegetasi yang mati sehingga daun layu dan berguguran.

Berdasarkan penelitian ini saran yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk penelitian berikutnya yaitu:

1. monitoring degradasi hutan perlu menggunakan citra penginderaan jauh pada satu tempo waktu dengan tanggal perekaman yang sama sehingga meminimalisasi adanya perbedaan kondisi vegetasi hutan yang menyebabkan berkurangnya akurasi yang diperoleh.
2. perlu adanya cek lapangan terhadap lokasi yang terjadi degradasi sehingga meningkatkan akurasi hasil monitoring degradasi hutan.
3. perlu adanya pemahaman yang lebih mendalam mengenai metode yang digunakan untuk monitoring degradasi hutan.

## DAFTAR PUSTAKA

Chandrashekhar, M.B., Saran, S., Raju, P. L. N., & Roy, P. S. (2009). *Forest Canopy Density Stratification: How Relevant is*

*Biophysical Spectral Response Modelling Approach?*. *Taylor & Francis*. 20:1, 15-21. Diakses tanggal 30 Januari 2015 pukul 11.16 WIB dari Taylor and France database.

Danoedoro, Projo. (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta: Andi.

Howard, John A. (1996). *Penginderaan Jauh untuk Sumberdaya Hutan Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Nurgiyantoro, (2009). *Statistik Terapan: untuk Penelitian Ilmu-ilmu Sosial*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Pemerintah Kabupaten Sarolangun. (2012). diakses tanggal 28 Maret 2015 pukul 18.56 WIB dari [sarolangunkab.go.id/v3/index.php/potensi-daerah/9-potensi-daerah](http://sarolangunkab.go.id/v3/index.php/potensi-daerah/9-potensi-daerah)

Pemerintah Indonesia. (2006). *Peraturan Pemerintah No. 39 Tahun 2006 tentang Kehutanan*. Jakarta: Sekretaris Negara.

Sutanto. (1986). *Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.