

# Hubungan Pikel Campuran Terhadap Nilai Ndzi Objek Vegetasi Pada Citra Landsat 8 Oli

Rifka Noviaris Yogyantoro  
[rifka.noviaris.y@ugm.ac.id](mailto:rifka.noviaris.y@ugm.ac.id)

Retnadi Heru Jatmiko  
[retnadih@ugm.ac.id](mailto:retnadih@ugm.ac.id)

## Abstract

*NDVI has been widely used and become the most general indice among the other vegetation indices. An issue that lack of consideration on applying vegetation indices to moderate resolution imagery is mixed pixel problems. LSMA is a method to overcome mixed pixel problems. In LSMA, pixel will be decomposed proportionally to its physical component as fraction cover. The study meant to analyze the relation of fractional vegetation cover(FVC) in mixed condition and its NDVI values. Landsat 8 OLI is used as main data in this study and LSMA was conducted to generate fraction cover maps. According to linear regression beetween FVC and NDVI values, vegetation fraction of hc in hchm mixed condition class has  $R^2 = 0,912$ . FVC in mixed condition with 1 non-vegetation cover(NVC) results  $R^2 = 0,99$  for hcps class and  $R^2 = 0,87$  for hmtb class while FVC in mixed condition with 2 NVC results  $R^2 = 0,95$  for hc-2nv class and  $R^2 = 0,94$  for mg-2nv class. Overall results showed that FVC tend to have strong postive correlation with NDVI values despite FVC in mixed condition.*

*Keyword: fractional vegetation cover, linear spectral mixture analysis, mixed pixel, NDVI*

## Abstrak

NDVI merupakan indeks vegetasi yang telah diterapkan dan ditelaah secara luas sehingga NDVI menjadi indeks yang secara umum sering digunakan. Satu masalah yang jarang diperhatikan dalam aplikasi indeks vegetasi untuk citra resolusi menengah, termasuk NDVI, adalah keberadaan piksel campuran. LSMA merupakan metode analisis piksel campuran untuk menguraikan piksel campuran ke dalam nilai proporsi komponen fisik penyusun atau disebut sebagai fraksi penutup lahan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara berbagai kondisi campuran fraksi penutup lahan dengan nilai NDVI objek vegetasi. Landsat 8 OLI digunakan sebagai data utama dalam penelitian ini dan algoritma LSMA diterapkan untuk menghasilkan fraksi penutup lahan. Hasil analisis regresi fraksi vegetasi dengan nilai NDVI menunjukkan bahwa fraksi vegetasi hc dalam kelas campuran hchm memiliki  $R^2$  mencapai 0,912. Fraksi vegetasi dalam kondisi campuran dengan 1 fraksi non-vegetasi menghasilkan  $R^2$  mencapai 0,99 untuk kelas hcps dan 0,87 untuk kelas hmtb. Sementara itu, analisis regresi antara NDVI dan fraksi vegetasi dalam kondisi campuran dengan 2 fraksi non-vegetasi menghasilkan  $R^2$  mencapai 0,95 untuk kelas hc-2nv dan 0,94 untuk kelas mg-2nv. Secara keseluruhan, fraksi tutupan vegetasi memiliki korelasi positif yang kuat terhadap nilai NDVI meski dalam kondisi campuran.

Kata Kunci: fraksi tutupan vegetasi , *linear spectral mixture analysis*, NDVI , piksel campuran

## PENDAHULUAN

Hingga saat ini telah berkembang banyak jenis indeks vegetasi untuk menonjolkan fenomena vegetasi dan salah satu indeks vegetasi yang paling banyak digunakan adalah NDVI (Bannari *et al.*, 1995; Xue & Su, 2017). NDVI (*normalized difference vegetation index*) merupakan indeks vegetasi yang dibangun dari hasil rasio perbedaan nilai pantulan saluran inframerah dekat dan merah dengan nilai indeks yang memiliki nilai minimum -1 dan 1 untuk nilai maksimum. Nilai NDVI mendekati 1 mengindikasikan adanya keberadaan vegetasi, mendekati 0 maka semakin jarang. Obyek yang memiliki nilai 0,3 atau dibawahnya merupakan obyek non-vegetasi seperti tanah terbuka, singkapan batuan, atau salju. Meskipun terdapat indeks vegetasi yang lebih baik dibandingkan NDVI karena lebih mempertimbangkan beberapa aspek disekitar fenomena vegetasi, selama ini NDVI telah diterapkan dan ditelaah secara luas sehingga NDVI menjadi indeks yang secara umum sering digunakan ( Bannari *et al.*, 1995; Matsuhita *et al.*, 2007; Fan & Liu, 2016; Xue & Su, 2017).

Penelitian sebelumnya menunjukkan satu masalah yang jarang diperhatikan dalam aplikasi indeks vegetasi, termasuk NDVI, adalah keberadaan piksel campuran (Faraklioti & Petrou, 1999; Ghorbani *et al.*, 2012). Piksel campuran muncul apabila terdapat objek yang berukuran kecil sehingga menyebabkan dalam satu area piksel dapat termuat beberapa jenis objek sekaligus (Campbell & Wynne, 2011; Lillesand *et al.*, 2014). Maka dari itu muncul suatu kondisi dalam satu piksel terdapat objek vegetasi dan non-vegetasi sehingga nilai indeks vegetasi tidak murni. Permasalahan piksel campuran ini

menimbulkan ketidakpastian atau *error* ketika indeks vegetasi digunakan untuk kajian fenomena vegetasi (Brown, 2001). Saat ini masih terdapat ketidakjelasan bagaimana hubungan antara piksel campuran dengan indeks vegetasi (Faraklioti & Petrou, 1999; Ghorbani *et al.*, 2012). Oleh karena itu upaya penelitian mengenai hubungan NDVI dan piksel campuran akan menjadi informasi yang akan mendukung dalam penggunaan serta pengembangan indeks vegetasi kedepannya. NDVI dipilih dalam penelitian ini karena merupakan indeks yang paling banyak digunakan dan seringkali menjadi indeks acuan bagi indeks vegetasi yang baru sehingga memiliki peran yang penting.

*Linear spectral mixture analysis* (LSMA) adalah sebuah metode analisis piksel campuran untuk mengatasi kendala keberadaan piksel campuran. Berbeda dengan metode analisis berbasis piksel biasa yang menganggap satu piksel merepresentasikan satu objek, metode ini dipercaya sebagai metode yang paling mapan dalam mempertimbangkan piksel campuran karena menganggap bahwa nilai spektral yang terjadi pada citra disebabkan oleh kombinasi linier dari berbagai objek permukaan secara proporsional (Jensen, 2016). Hasil dari analisis piksel campuran ini adalah nilai estimasi proporsi luas pada setiap piksel yang ditempati oleh tiap objek/kelas penutup lahan, disebut sebagai fraksi penutup lahan (Powell, 2007; Campbell & Wynne, 2011; Lillesand *et al.*, 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara berbagai kondisi campuran persentase fraksi penutup lahan hasil algoritma LSMA dengan nilai NDVI objek vegetasi di TNAP bagian

Timur dengan menggunakan Citra Landsat 8 OLI.

## **METODE PENELITIAN**

### **a. Bahan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan Citra Landsat 8 OLI level 1T *path 177 Row 66* perekaman tanggal 19 Januari 2016 sebagai sumber data utama untuk memetakan fraksi penutup lahan. Sedangkan untuk uji akurasi fraksi penutup lahan hasil LSMA digunakan Citra Worldview 3 perekaman tanggal 7 Januari 2016.

### **b. Daerah Penelitian**

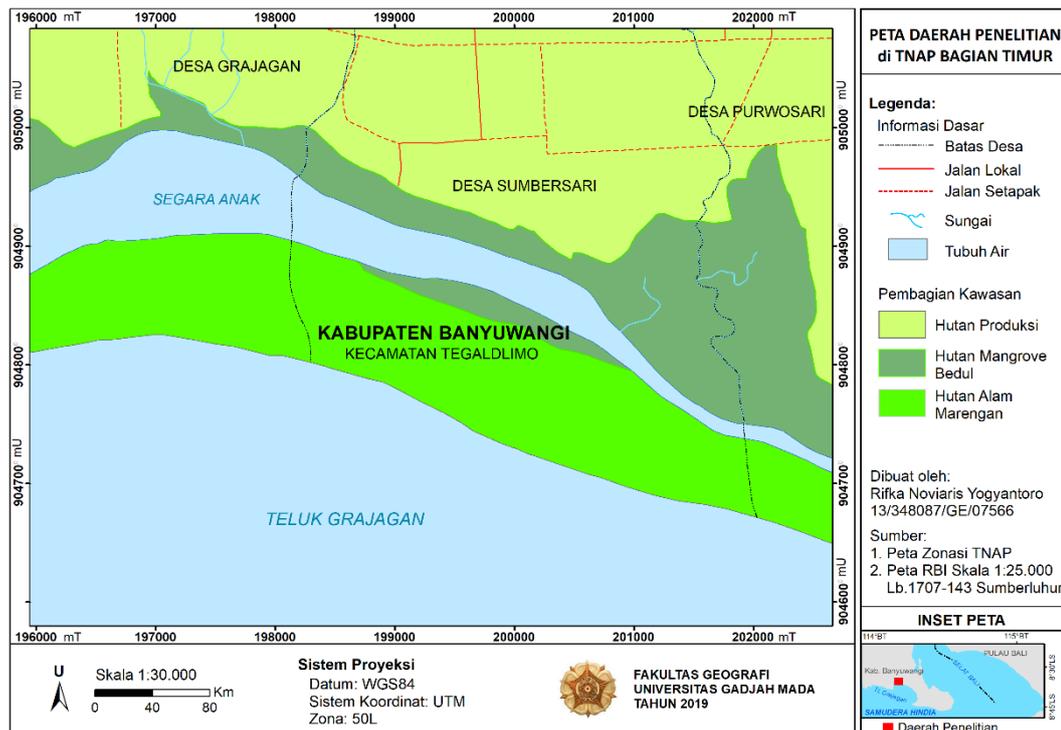
Secara administratif TNAP terletak di Kecamatan Tegaldimo dan Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. Secara geografis TNAP terletak di antara 8°26'45"-8°47'00" LS dan 114°20'16"-114°36'00" BT. Sementara itu, daerah Penelitian berada di TNAP bagian Timur yang meliputi sebagian Desa Grajagan, Desa Summersari, dan Desa Purwosari (gambar 1).

### **c. Pemetaan Fraksi Penutup Lahan**

Pemetaan fraksi penutup lahan diawali dengan *preprocessing* Citra Landsat 8 OLI berupa koreksi radiometrik dan koreksi atmosferik. Koreksi radiometrik digunakan untuk mengubah *digital numbers*(DN) pada Citra Landsat 8 menjadi nilai radiansi (Green *et al.*, 2000). Koreksi atmosferik menggunakan metode FLAASH (*Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes*) dengan

input nilai radiansi Citra Landsat 8 untuk menghasilkan citra pada level *surface reflectance* atau pantulan permukaan(Jensen, 2016).

Selanjutnya untuk menghasilkan fraksi penutup lahan diterapkan algoritma LSMA dengan menggunakan Citra Landsat 8 level *surface reflectance* sebagai inputnya. LSMA menganggap nilai spektral pada satu piksel merupakan kombinasi linier dari pantulan setiap *endmember*. *Endmember* yang digunakan merupakan komponen fisik dasar yang secara fundamental dianggap tidak bercampur dengan komponen yang lainnya pada piksel atau bisa dikatakan pemilihan *endmember* adalah piksel murni (Campbell & Wynne,2011; Lillesand *et al.*,2014). Penentuan *endmember* dilakukan dengan serangkaian tahapan meliputi algoritma *mnf* (*minimum noise fraction*), *ppi* (*pixel purity index*), visualisasi n-dimensi, dan dibantu dengan pengamatan visual dari citra resolusi tinggi. Penelitian ini menggunakan *endmember* yang dipilih dari citra atau *image endmember*. *Image endmember* di dalam metode LSMA memiliki asumsi yang menganggap bahwa pada citra terdapat piksel murni (Powell *et al.*, 2007; Drumetz *et al.*, 2017). Jumlah kelas *endmember* yang dipilih tidak akan lebih  $n+1$ , dimana  $n$  adalah jumlah saluran citra yang digunakan sebagai input dalam algoritma LSMA apabila jumlah seluruh fraksi yang ada diasumsikan sama dengan satu(Lillesand, 2014; Jensen, 2016).



Gambar 1. Peta Daerah Penelitian di TNAP Bagian Timur

Asumsi tentang model linier dalam LSMA inilah yang dibutuhkan untuk mengatur dan memisahkan setiap komponen dari sebuah piksel. Model LSMA yang didasarkan pada persamaan yang dijabarkan Roth (2012) dalam Jensen (2016) sebagai berikut.

$$\rho'_{\lambda} = \sum_{i=1}^n (\rho_{i\lambda} \times f_i) + \varepsilon_{\lambda}$$

$\rho'_{\lambda}$  =reflektansi pada panjang gelombang  $\lambda$   
 $n$  =jumlah total *endmember* dalam model  
 $\rho_{i\lambda}$  =reflektansi spektral dari *endmember i*  
 $f_i$  =fraksi tutupan dari *endmember i*  
 $\varepsilon_{\lambda}$  =error model

Agar fraksi penutup lahan yang dihasilkan bisa merepresentasikan proporsi luas penutup lahan di lapangan dalam ukuran satu piksel maka diasumsikan jumlah fraksi semua *endmember* adalah 1 dimana

$$\sum_{i=1}^n f_i = 1$$

dan masing-masing fraksi harus memiliki nilai yang positif dimana

$$f_i \geq 0$$

Sementara itu untuk menghitung akurasi model LSMA dilakukan dengan menghitung nilai *mean absolute error* (MAE) dari selisih fraksi penutupan hasil LSMA dan fraksi penutup lahan aktual. Fraksi penutup lahan aktual menunjukkan nilai proposi penutup lahan sebenarnya dalam ukuran satu piksel lapangan dan dihitung dari citra resolusi tinggi. Perhitungan MAE dilakukan dengan rumus sebagai berikut

$$MAE = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I |f_i - y_i|$$

$f_i$  = fraksi penutup lahan yang dimodelkan untuk sampel  $i$   
 $y_i$  = fraksi penutup lahan aktual untuk sampel  $i$

Keakuratan pemodelan LSMA juga dapat diamati melalui hubungan antara

fraksi penutup lahan hasil LSMA dan fraksi penutup lahan aktual menggunakan rumus regresi linier sederhana (Weisberg, 2005) sebagai berikut

$$Y = a + bX$$

Y = variabel dependen

a = nilai *intercept*(nilai y ketika x = 0)

b = kemiringan garis

X = variabel independen

#### d. Pemetaan NDVI

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) adalah transformasi citra untuk menonjolkan fenomena vegetasi yang dikembangkan dengan memanfaatkan penisbahan rasio reflektan dari saluran merah dan inframerah. Indeks ini pertama kali diformulasikan oleh Rouse Jr (Bannari *et al.*, 1995) sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{(\rho_{NIR} + \rho_R)}{(\rho_{NIR} + \rho_R)}$$

$\rho_{NIR}$  = Saluran panjang gelombang inframerah dekat

$\rho_R$  = Saluran panjang gelombang merah

Selanjutnya, Peta NDVI dapat dihasilkan berdasarkan perhitungan NDVI dari saluran 4 (merah) dan saluran 5 (inframerah dekat) Citra Landsat 8.

#### e. Analisis Hubungan Fraksi Penutup Lahan Hasil LSMA dan NDVI

Fokus bahasan analisis data akan ditujukan pada objek vegetasi dalam kaitannya dengan kondisi piksel campuran. Kondisi piksel campuran ini selanjutnya disebut sebagai kondisi campuran pada penelitian ini. Adapun kondisi campuran objek vegetasi yang akan dianalisis adalah kondisi 2 campuran saja. Kondisi 2 campuran objek dapat dibedakan menjadi 2

jenis, yaitu terdiri atas campuran antar-fraksi objek vegetasi (vegetasi dengan vegetasi lainnya) dan fraksi objek vegetasi dengan fraksi objek non-vegetasi.

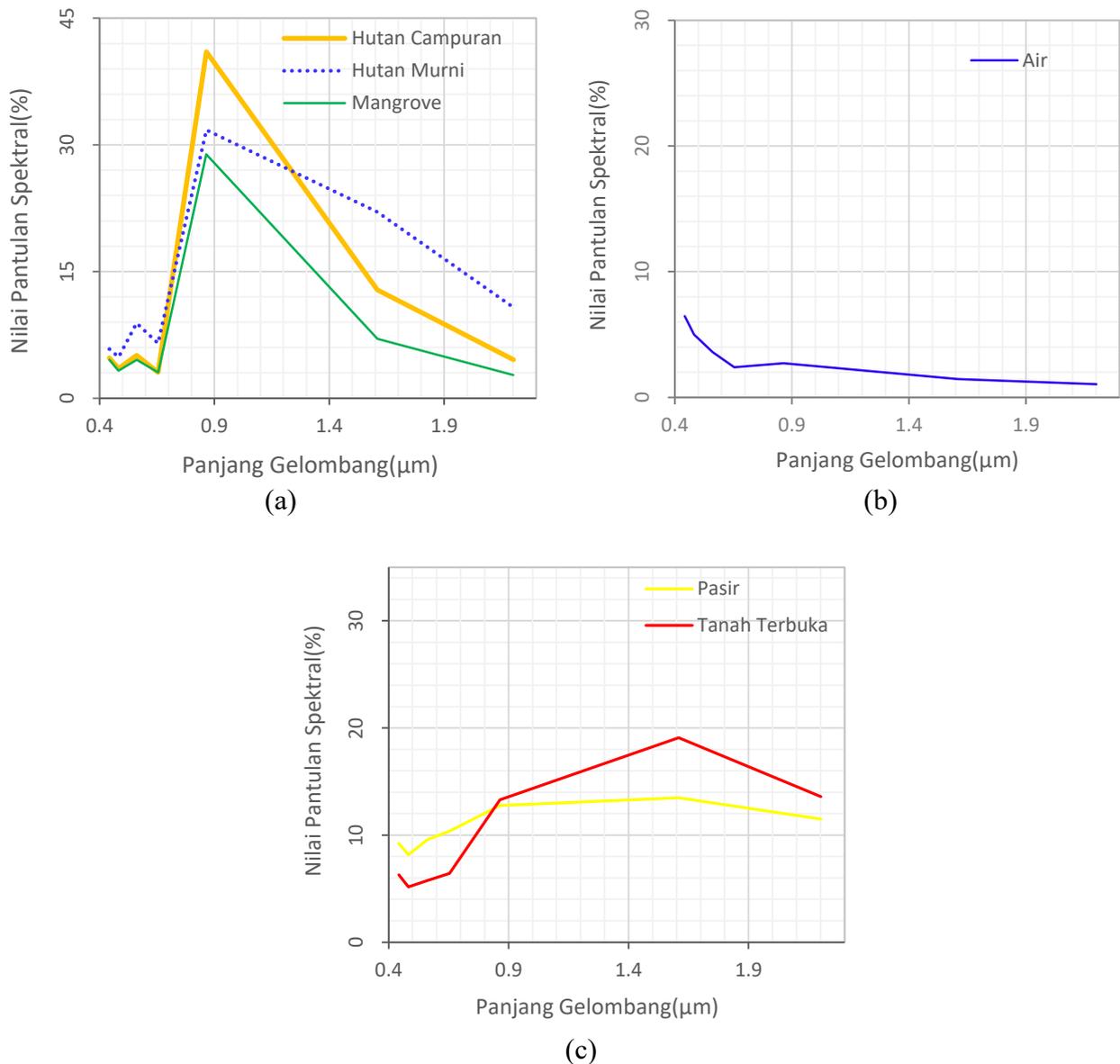
Analisis regresi dibangun untuk mengetahui suatu hubungan antara variabel independen dan variabel dependen tertentu. Hubungan tersebut direpresentasikan oleh koefisien hasil persamaan regresi. Analisis regresi yang akan digunakan adalah regresi linear sederhana antara fraksi penutup lahan dan NDVI. Fraksi penutup lahan vegetasi dalam kondisi campuran sebagai variabel independennya dan NDVI sebagai variabel dependennya. Penentuan ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh kondisi campuran fraksi penutup lahan vegetasi terhadap nilai NDVI.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Karakteristik Endmember Penutup Lahan

Berdasarkan 10.976 piksel murni citra PPI dan setelah melalui tahap visualisasi n-dimensi, terpilih sebanyak 630 piksel sebagai 6 *endmember* penutup lahan pada daerah penelitian. 6 *endmember* penutup lahan tersebut terdiri atas hutan campuran, hutan murni, mangrove, air, tanah terbuka, dan pasir. Pemilihan penutup lahan sebagai 6 *endmember* ini telah didasarkan terhadap: 1) objek permukaan bumi dasar (Campbell & Wynne, 2011; Lillesand, 2014) dan 2) kelas *endmember* yang secara umum digunakan dalam analisis piksel campuran (Roberts *et al.*, 1998; Powell *et al.*, 2007; Asis *et al.*, 2008)

Hutan campuran merupakan *endmember* yang mewakili Hutan Alam Marengan di TNAP. Hutan Alam Marengan terdiri atas formasi vegetasi yang bervariasi diantaranya diklasifikasikan ke dalam formasi vegetasi hutan hujan tropika



Gambar 2. Pola Pantulan Spektral Masing-masing *Endmember* (a) Objek Vegetasi, (b) Objek Air, dan (c) Objek Tanah

dataran rendah, hutan pantai, dan hutan bambu. Hutan ini ditumbuhi vegetasi dengan kanopi berdiameter 4 hingga 12 meter. Memiliki pola pantulan spektral seperti vegetasi pada umumnya. Kerapatan vegetasinya tinggi..

*Endmember* hutan murni mewakili hutan produksi yang ditanami pohon jati dengan kerapatan vegetasi sedang hingga tinggi. Karakteristik pantulan spektral hutan murni pada gelombang *visible* memiliki nilai pantulan spektral yang lebih

tinggi dibandingkan hutan campuran. Tingginya pantulan spektral objek vegetasi pada julat *visible*, khususnya pada julat merah, mengindikasikan rendahnya pigmen sebagai akibat vegetasi sedang mengalami stres karena penyakit ataupun kekurangan nutrisi. Vegetasi yang sehat akan memiliki pantulan yang lebih rendah di julat merah dan tinggi di julat inframerah dekat (Jain & Singh, 2003), seperti halnya pola pantulan spektral yang dimiliki oleh hutan campuran. Sementara pada julat inframerah tengah, nilai pantulan spektral hutan murni

cukup tinggi diantara 2 *endmember* vegetasi lainnya yang mengindikasikan rendahnya kandungan air di dalam vegetasi.

Mangrove adalah *endmember* vegetasi yang berasosiasi dengan tepi sungai pada dataran rendah dengan ciri Keberadaan air pada habitat mangrove menyebabkan nilai pantulan spektral mangrove lebih rendah dibandingkan 2 *endmember* vegetasi lainnya karena terjadi serapan cahaya oleh air, terutama terjadi pada julat inframerah dekat hingga inframerah tengah.

Air dikenali sebagai *endmember* air tanpa adanya pengaruh dari suspensi material atau sedimen. Piksel air jernih ini dipilih dari perairan laut sehingga nilai pantulan objek air dapat dipengaruhi oleh kandungan di dalam tubuh air seperti organisme dan kandungan kimia air laut(Jain & Singh, 2003).

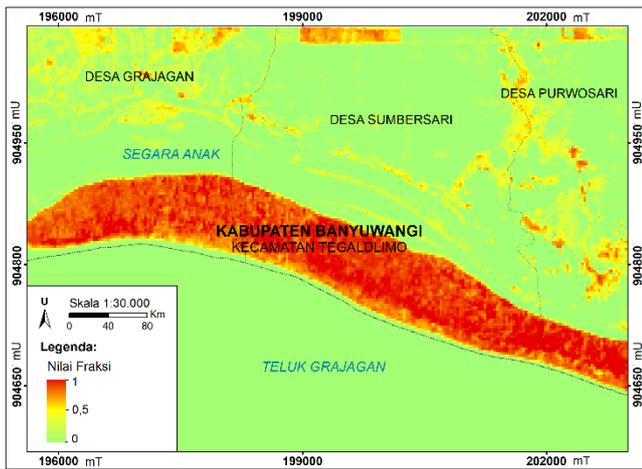
*Endmember* tanah terbuka ditemui pada lahan kebun yang belum digarap. Nampak berwarna coklat dari citra *true color* dan biru gelap pada citra *false color*. Secara umum tanah memiliki nilai pantulan spektral yang lebih tinggi pada julat *visible* dibanding vegetasi dan nilai pantulan tanah akan terus naik seiring bertambahnya panjang gelombang hingga membentuk pola kurva yang sedikit melengkung(Jain & Singh, 2003). Pantulan spektral tanah akan mengalami serapan oleh air karena kandungan air dalam tanah dan terjadi pada panjang gelombang  $2\mu\text{m}$  hingga  $2,1\mu\text{m}$  sehingga pada saluran inframerah tengah 2 Landsat 8, tanah terbuka memiliki nilai pantulan spektral yang menurun.

Pasir tersebar di sepanjang pesisir selatan TNAP. Pasir memiliki nilai pantulan spektral yang tinggi pada julat *visible* dibandingkan tanah terbuka dan lebih rendah pada julat inframerah dekat hingga inframerah tengah. Ukuran bulir (*grain*) mempengaruhi pantulan spektral objek tanah pada julat inframerah dekat hingga inframerah tengah. Secara umum semakin berkurangnya ukuran bulir maka nilai pantulan pada julat ini akan terjadi peningkatan(Jain & Singh, 2003). Hal tersebut mengindikasikan bahwa pasir memiliki ukuran bulir yang lebih besar dibandingkan tanah terbuka karena pasir memiliki nilai pantulan yang lebih rendah pada julat inframerah dekat hingga inframerah tengah.

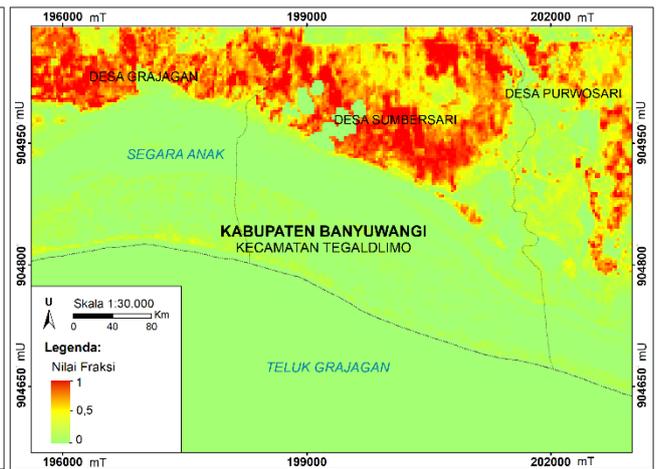
## **b. Peta Fraksi Penutup Lahan**

Sejumlah 6 citra fraksi penutup lahan dihasilkan dari 6 *endmember*, yang terdiri atas citra fraksi hutan campuran, citra fraksi hutan murni, citra fraksi hutan mangrove, citra fraksi air, fraksi tanah terbuka, dan citra fraksi pasir. Melalui citra fraksi penutup lahan ini dilakukan ekstraksi terhadap nilai fraksi masing-masing penutup lahan yang ada pada seluruh piksel Landsat 8.

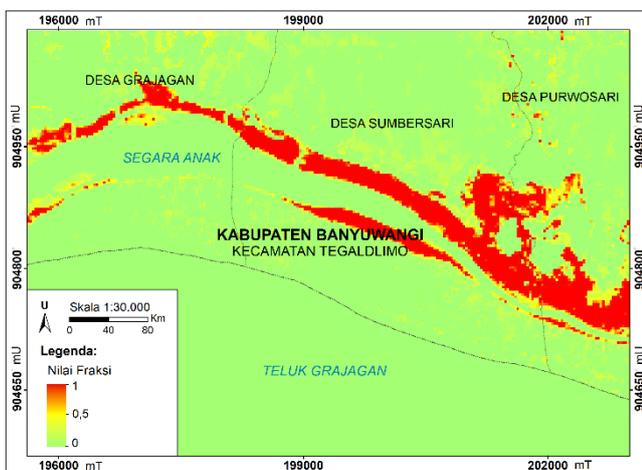
Nilai fraksi penutup lahan merepresentasikan proporsi luas suatu penutup lahan pada satu piksel citra Landsat 8(30x30m). Nilai fraksi seluruh piksel kemudian dijumlahkan berdasarkan masing-masing penutup lahan dan menghasilkan luas areal tiap penutup lahan di daerah penelitian. Hasil perhitungan ini ditunjukkan pada tabel 1.



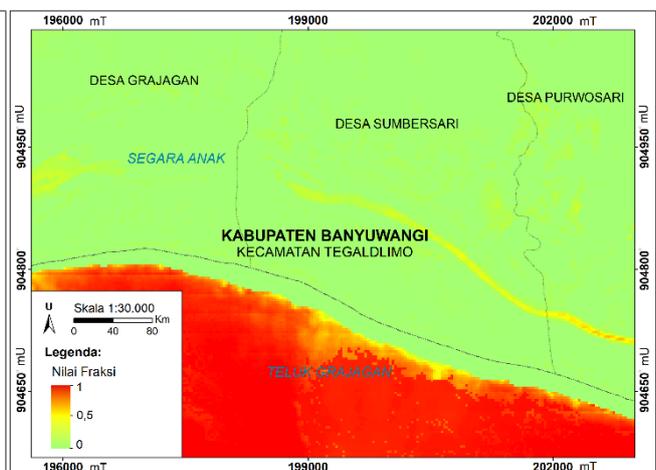
(a)



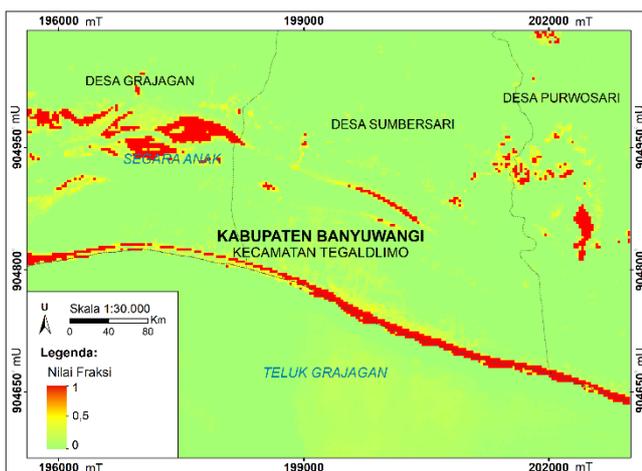
(b)



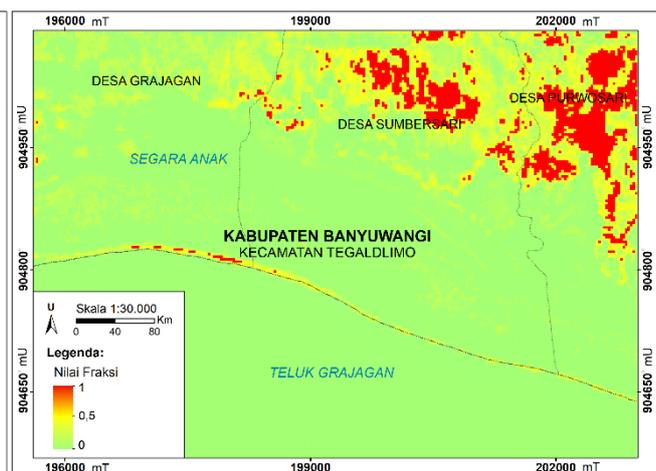
(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 3. Peta Fraksi Penutup Lahan; (a) Hutan Campuran, (b) Hutan Murni, (c) Mangrove, (d) Air Jernih, (e) Pasir, dan (f) Tanah Terbuka

Tabel 1. Hasil Perhitungan Luas Penutup Lahan di Daerah Penelitian

Penutup Lahan	Jumlah Fraksi	Luas Area (ha)
Hutan Campuran	7401,18	666,11
Hutan Murni	7753,53	697,88
Mangrove	4073,62	366,63
Air	16688,02	1501,92
Tanah Terbuka	2257,64	203,19
Pasir	3319,28	298,74
Total	41498	3734,82

Sumber: Pengolahan Data, 2019

Persebaran fraksi air bernilai sedang yaitu antara 0,3-0,6 berada pada sebagian Sungai Segara Anak dengan kondisi semakin menjauhi muara nilai fraksi air yang ditemukan semakin tinggi. Sementara fraksi air jernih bernilai rendah antara 0,03-0,3 tersebar hampir diseluruh wilayah kajian.

Persebaran fraksi hutan murni bernilai rendah hingga tinggi antara 0,01-1 banyak ditemukan pada wilayah hutan produksi. Sementara pada Hutan Marengan dan Kawasan Hutan Mangrove Bedul dapat ditemukan fraksi hutan murni bernilai sedang antara 0,01-0,6.

Persebaran fraksi hutan campuran bernilai tinggi antara 0,7-1 banyak ditemukan pada kawasan Hutan Alam Marengan atau Hutan Marengan. Fraksi hutan campuran bernilai tinggi juga ditemukan pada beberapa blok vegetasi pada hutan produksi.

Persebaran fraksi mangrove pada Kawasan Hutan Mangrove Bedul bervariasi antara 0,13-1. Nilai fraksi mangrove bernilai tinggi pada kawasan ini adalah yang paling banyak ditemui dibandingkan dengan wilayah-wilayah lainnya. Terdapat fraksi mangrove bernilai rendah antara

0,01-0,3 yang tersebar di Hutan Marengan dan hutan produksi.

Persebaran fraksi tanah terbuka tersebar hampir di seluruh wilayah kajian. Fraksi tanah terbuka dari yang bernilai rendah hingga tinggi antara 0,01-1 banyak ditemukan pada hutan produksi. Fraksi tanah terbuka juga dapat ditemukan di Selatan daerah penelitian yang merupakan wilayah pesisir Marengan. Wilayah ini memiliki fraksi tanah terbuka bernilai rendah hingga sedang antara 0,04-0,6. Sementara pada Hutan Marengan, fraksi tanah terbuka yang ditemukan bernilai rendah antara 0,01-0,3. Fraksi pasir bernilai tinggi antara 0,7-1 banyak terdapat pada wilayah pesisir Marengan dan juga dapat ditemui pada wilayah sekitar Sungai Segara Anak.

Selanjutnya, ketujuh fraksi penutup lahan ini disingkat dengan kode sebagai berikut: "hc" untuk fraksi hutan campuran, "hm" untuk fraksi hutan murni, "mg" untuk fraksi mangrove, "aj" untuk fraksi air jernih, "ak" untuk fraksi air keruh, "ps" untuk pasir, dan "tb" untuk tanah terbuka.

### c. Akurasi Peta Fraksi Penutup Lahan

Tahap uji akurasi fraksi penutup lahan hasil LSMA melibatkan 350 titik sampel. Berdasarkan tabel 2 secara keseluruhan, fraksi penutup lahan yang dihasilkan dari algoritma LSMA memiliki nilai *overall* MAE 0,1705. *Overall* MAE bernilai 0,1705 menunjukkan bahwa secara keseluruhan nilai fraksi penutup lahan hanya memiliki kesalahan sebesar  $\pm 0,1705$  dari nilainya atau dapat dinyatakan akurasi yang baik. Meskipun begitu analisis regresi menunjukkan hasil analisa yang berbeda.

Tabel 2. Hasil Uji MAE dan Nilai R<sup>2</sup> Fraksi Penutup Lahan Hasil LSMA

Fraksi Penutup Lahan	Nilai MAE	R <sup>2</sup>
Hutan Campuran (hc)	0,1747	0,7781
Hutan Murni (hm)	0,2063	0,6651
Mangrove (mg)	0,1722	0,6104
Air Jernih (ar)	0,1084	0,8432
Pasir (ps)	0,1731	0,3766
Tanah Terbuka (tb)	0,1886	0,3458
<i>overall</i> MAE	0,17059	

Sumber: Pengolahan Data, 2019

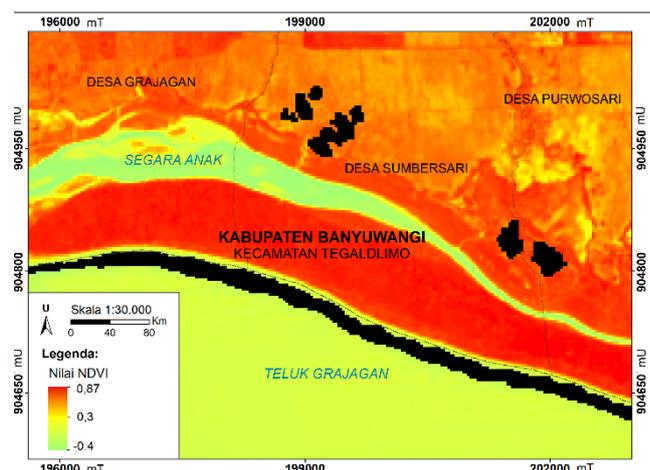
Fraksi air memiliki R<sup>2</sup> tertinggi dengan nilai 0,8432. Kesalahan nilai fraksi air jernih hasil LSMA banyak terjadi pada titik fraksi air aktual bernilai 0, pada titik ini nilai fraksi air seharusnya bernilai 0 akan tetapi didapati beberapa pada hasil LSMA nilai fraksi yang dihasilkan melebihi 0. Diketahui kesalahan seperti ini ditemukan pada area Sungai Segara Anak yang memiliki penutup lahan air keruh akan tetapi fraksi hasil LSMA mengenali sebagiannya sebagai fraksi air jernih. Kesalahan lainnya dapat ditemukan pada area Hutan Marengan karena pada wilayah ini tanah terbuka yang tertutup bayangan sebagian dikenali sebagai air jernih.

Nilai R<sup>2</sup> untuk fraksi penutup lahan objek vegetasi adalah 0,7781 untuk fraksi hutan campuran; 0,665 untuk fraksi hutan murni; dan untuk fraksi mangrove bernilai 0,61. Kesalahan pada fraksi penutup lahan objek vegetasi terjadi karena LSMA kurang mampu mengenali variasi pola pantulan pada objek vegetasi yang sama.

Hasil regresi menunjukkan fraksi objek tanah memiliki nilai R<sup>2</sup> terendah diantara fraksi yang lain. Nilai R<sup>2</sup> untuk tanah terbuka adalah 0,3458 dan untuk pasir adalah 0,3766. Ini terjadi karena antar-kedua kategori fraksi tersebut pada citra Landsat 8 memiliki variasi pantulan yang

mirip. Akumulasi material sedimen pada Sungai Segara Anak dianggap sebagai fraksi tanah terbuka. Namun LSMA mengenali material sedimen tersebut sebagai fraksi pasir karena nilai pantulan pada inframerah tengah yang cenderung lebih rendah, mirip dengan *endmember* pasir yang pantulannya rendah pada inframerah. Selain itu adanya hutan jati yang meranggas dan dikenali sebagai fraksi tanah terbuka menjadikan fraksi tanah terbuka sebagai fraksi dengan akurasi terendah dengan nilai R<sup>2</sup> terendah dan MAE yang termasuk kesalahan yang tinggi dibandingkan dengan fraksi yang ada.

#### d. Peta NDVI



Gambar 5. Peta NDVI TNAP Bagian Timur

Gambar 5 memperlihatkan persebaran indeks NDVI di daerah penelitian memiliki nilai yang bervariasi, bernilai dari -0,396 hingga 0,874. Nilai yang bervariasi ini adalah sebagai representasi dari kenampakan penutup lahan di daerah penelitian tersusun atas beberapa jenis objek permukaan bumi yang secara umum dapat dibagi ke dalam objek vegetasi, air, dan tanah. Tabel 3 memperlihatkan nilai rerata NDVI untuk setiap *endmember* penutup lahan yang digunakan dalam algoritma LSMA. Selain

hutan murni, seluruh *endmember* objek vegetasi memiliki nilai NDVI lebih dari 0,8. Dibandingkan dengan *endmember* objek vegetasi lainnya, hutan murni memiliki nilai NDVI terendah karena nilai pantulan pada saluran merah lebih tinggi dibandingkan dengan hutan campuran dan mangrove (gambar 5). NDVI *endmember* objek non-vegetasi tertinggi dimiliki oleh *endmember* tanah yaitu tanah terbuka kemudian pasir. Sementara *endmember* objek air memiliki NDVI dibawah 0,1.

Tabel 3 Nilai NDVI Setiap Endmember Penutup Lahan

Endmember Penutup Lahan	Nilai Rerata NDVI
Hutan Campuran	0,85785
Hutan Murni	0,65071
Mangrove	0,80489
Air Jernih	0,04342
Air Keruh	-0,20101
Pasir	0,21820
Tanah Terbuka	0,36068

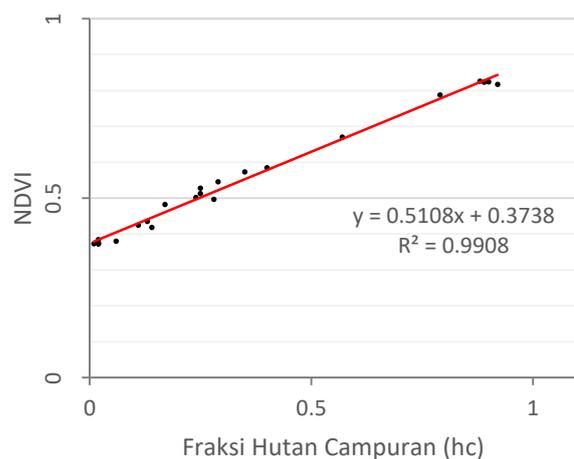
Sumber: Pengolahan Data, 2019

#### e. Analisis Hubungan Fraksi Penutup Lahan Objek Vegetasi dan NDVI pada Kondisi Pixel Campuran

Hasil estimasi fraksi penutup lahan menghasilkan 3 fraksi penutup lahan objek vegetasi(hc, hm, dan mg) dan 4 fraksi penutup lahan non-vegetasi(ar, ps, dan tb) sehingga bisa dihasilkan kondisi campuran sejumlah 13 kelas. Kondisi campuran ini merupakan hasil kombinasi dari 2 fraksi penutup lahan yang berbeda, yang salah satu fraksinya adalah fraksi penutup lahan objek vegetasi. Meskipun terdapat 13 kelas kondisi campuran yang mungkin terjadi tetapi hanya beberapa kombinasi saja yang akan dilanjutkan ke tahap analisis regresi terhadap nilai NDVI. Alasan yang mendasari keputusan tersebut adalah: 1) di

dalam kelas kondisi campuran hanya terdapat beberapa nilai fraksi saja atau pengelompokan(persebaran tidak merata) pada fraksi bernilai tertentu sehingga membuat kekosongan pada rentang data dan terjadi ketidakeseimbangan, dan 2) beberapa kelas kondisi campuran setelah melalui pengecekan terhadap kondisi penutup lahan pada citra Worldview 3 memiliki nilai fraksi yang dianggap *overestimate* atau *underestimate*.

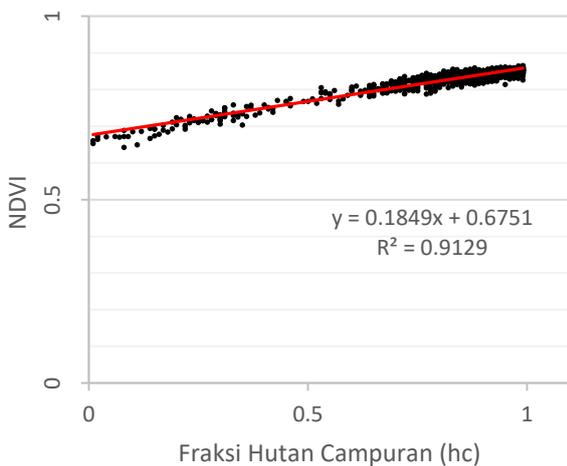
Kelas kondisi campuran fraksi penutup lahan yang terpilih untuk analisis regresi adalah hutan campuran-pasir(hcps), hutan campuran-hutan murni(hchm), dan hutan murni-tanah terbuka(hmtb). Berikutnya ditambahkan beberapa kombinasi dari 3 campuran fraksi penutup lahan dengan pengelasan yang lebih umum sehingga menyerupai kelas kondisi 2 campuran. Kelas kondisi campuran tersebut adalah kombinasi fraksi penutup lahan objek vegetasi dan 2 fraksi penutup lahan objek non-vegetasi yaitu hutan campuran-2 nonvegetasi(hc-2nv) dan mangrove-2 nonvegetasi(mg-2nv).



Gambar 6. Grafik Regresi Fraksi Hutan Campuran dan NDVI pada Kelas hcps

Kelas hcps merupakan kombinasi campuran yang terdiri atas fraksi objek

vegetasi hutan campuran dan fraksi non-vegetasi pasir. Kondisi campuran hcps dapat ditemukan pada bagian Pesisir Marengan dimana Hutan Alam Marengan berbatasan dengan pantai. Gambar 6 menunjukkan korelasi positif yang kuat dengan  $R^2$  (koefisien determinasi) mencapai 0,99 antara fraksi hutan campuran dan NDVI dalam kondisi campuran hcps. Nilai maksimum fraksi hutan campuran pada kelas hcps adalah 0,92 dimana NDVI pada titik ini bernilai 0,81 menunjukkan keberadaan vegetasi yang rapat. Sementara itu, nilai minimumnya 0,01 dengan NDVI bernilai 0,37 yang mengindikasikan keberadaan fraksi pasir semakin tinggi.

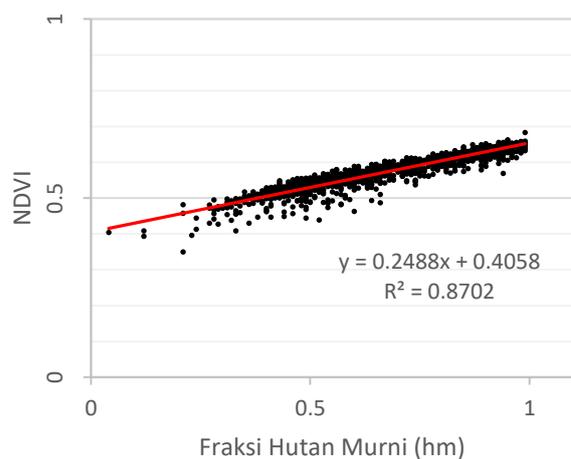


Gambar 7. Grafik Regresi Fraksi Hutan Campuran dan NDVI pada Kelas hchm

Kelas hchm merupakan kondisi campuran antar-fraksi vegetasi yang terdiri atas fraksi hutan campuran(hc) dan fraksi hutan murni(hm). Kondisi campuran hchm dapat ditemui pada wilayah hutan produksi bagian Selatan yang berbatasan dengan blok mangrove Bedul. Terdapat perubahan vegetasi pada wilayah ini dari hutan murni ke vegetasi campuran sebelum memasuki blok mangrove Bedul. Kondisi campuran hchm juga dapat ditemui di Hutan Alam Marengan. Gambar 7 menunjukkan korelasi

positif yang kuat antara fraksi hutan campuran dan NDVI dalam campuran hchm dengan  $R^2$  mencapai 0,91. Nilai maksimum dari fraksi hutan campuran adalah 0,99 dimana pada titik ini NDVI bernilai 0,82-0,85. Sedangkan, nilai minimumnya adalah 0,01 dengan NDVI bernilai 0,65 mengindikasikan fraksi hutan murni semakin banyak.

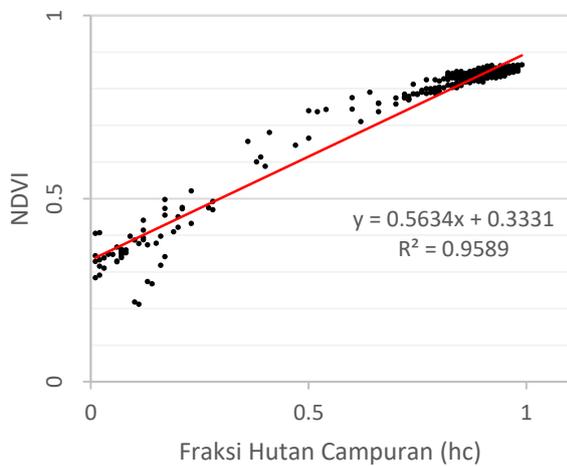
Kelas hmtb adalah kondisi campuran dengan kombinasi antara fraksi objek vegetasi hutan murni dan fraksi objek non-vegetasi tanah terbuka. Kondisi campuran hmtb ditemukan pada hutan produksi. Perbedaan kerapatan vegetasi jati pada wilayah ini menjadikan kondisi campuran hmtb banyak ditemui. Gambar 8 menunjukkan korelasi positif yang kuat antara fraksi hutan murni dan NDVI dalam campuran hmtb dengan  $R^2$  mencapai 0,87. Nilai maksimum dari fraksi hutan campuran adalah 0,99 dimana pada titik ini NDVI bernilai 0,63-0,68. Sedangkan, nilai minimumnya adalah 0,04 dengan NDVI bernilai 0,405 mengindikasikan fraksi tanah terbuka semakin banyak.



Gambar 8. Grafik Regresi Fraksi Hutan Murni dan NDVI pada Kelas hmtb

Kelas hc-2nv merupakan kombinasi 3 campuran material yang salah satunya

adalah fraksi objek vegetasi hutan campuran dan lainnya adalah material penyampur berupa fraksi non-vegetasi sejumlah 2. Fraksi non-vegetasi pada kelas hc-2nv merupakan kombinasi yang mungkin ada diantara fraksi-fraksi non-vegetasi(aj, ak, ps, dan tb). Analisis regresi terhadap fraksi objek vegetasi hutan campuran dan NDVI dilakukan tidak dalam kondisi secara spesifik kombinasi pencampurnya apa, melainkan dengan mendefinisikan kombinasi material penyampur secara umum sebagai 2 fraksi non-vegetasi(2nv).

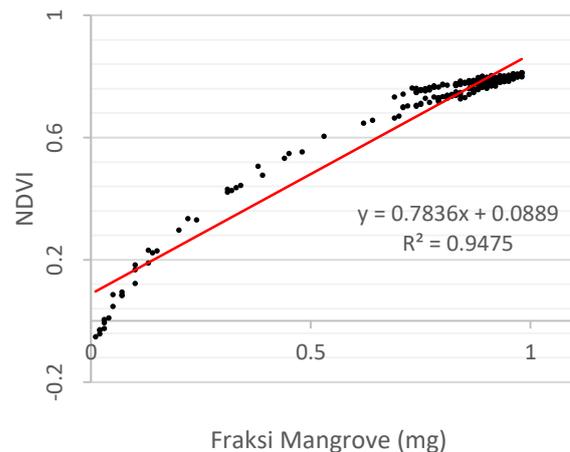


Gambar 9. Grafik Regresi Fraksi Hutan Campuran dan NDVI pada Kelas hc-2nv

Material penyampur non-vegetasi seperti air jernih, air keruh, dan pasir banyak ditemui pada perbatasan antara Hutan Alam dengan Sungai Segara Anak sehingga banyak ditemui kondisi campuran hc-2nv. Gambar 9 menunjukkan korelasi positif yang kuat antara fraksi hutan campuran dan NDVI dalam campuran hc-2nv dengan  $R^2$  mencapai 0,95.

Sama halnya dengan kondisi campuran hc-2nv, mg-2nv adalah kondisi campuran dari kombinasi 3 fraksi hanya saja fraksi objek vegetasinya adalah mangrove.

Kondisi campuran mg-2nv banyak ditemukan pada bagian Selatan blok vegetasi mangrove Bedul yang berbatasan dengan Sungai Segara Anak. Apabila dibandingkan dengan keempat hasil regresi lainnya, hubungan antara fraksi mangrove dan NDVI dalam kondisi campuran mg-2nv terlihat tidak linier. Gambar 10 menunjukkan hubungan antara fraksi mangrove dan NDVI dalam kondisi campuran mg-2nv membentuk kurva. Hubungan fraksi vegetasi dan NDVI dalam campuran hc-2nv juga membentuk kurva meski tidak sejelas pada hubungan fraksi vegetasi pada kondisi campuran mg-2nv. Hubungan seperti ini sesuai dengan karakteristik ketidaklinearitas NDVI terhadap semakin melimpahnya keberadaan objek vegetasi.



Gambar 10. Grafik Regresi Fraksi Hutan Campuran dan NDVI pada Kelas mg-2nv

## KESIMPULAN

Secara umum, hubungan antara fraksi penutup lahan objek vegetasi dan NDVI memiliki korelasi positif yang kuat meski dalam kondisi piksel campuran hingga 2 penyampur. Analisis regresi antara NDVI dan fraksi hc dalam kelas hchm yang mewakili kondisi campuran antar vegetasi

menghasilkan  $R^2$  mencapai 0,912. Analisis regresi antara NDVI dengan fraksi vegetasi dalam kondisi campuran dengan 1 fraksi non-vegetasi menghasilkan  $R^2$  mencapai 0,99 untuk kelas hcps dan 0,87 untuk kelas hmtb. Sementara itu, analisis regresi antara NDVI dan fraksi vegetasi dalam kondisi campuran dengan 2 fraksi non-vegetasi menghasilkan  $R^2$  mencapai 0,95 untuk kelas hc-2nv dan 0,94 untuk kelas mg-2nv. Analisis regresi antara fraksi vegetasi dan NDVI menunjukkan hasil adanya hubungan yang linier untuk kelas 2 campuran(hcps, hchm, dan hmtb) dan tidak linier untuk kelas 3 campuran(hc-2nv dan mg-2nv).

## SARAN

1. *Linear spectral mixture analysis* merupakan metode konvensional dari SMA sehingga terdapat beberapa aspek yang belum diperhatikan pada penelitian ini. Diantaranya adalah tidak mempertimbangkan variasi iluminasi bayangan, variasi pantulan pada objek yang sama, dan keterbatasan jumlah endmember. Direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya untuk menggunakan metode SMA yang dapat mempertimbangkan aspek-aspek tersebut.
2. Cakupan wilayah pada penelitian ini sangat luas dan mencakup berbagai banyak objek. Terdapat beberapa objek penutup lahan dan variasinya yang tidak bisa terwakili oleh *endmember* dalam algoritma LSMA sehingga nilai fraksi mengalami *overestimate* ataupun *underestimate* karena algoritma tidak cukup baik memprediksi fraksi penyusun pada satu piksel. Contoh objek-objek penutup lahan dengan kondisi tersebut yang ada pada daerah penelitian ini adalah NPV(*Non-Photosynthetic*

*Vegetation*), tanah basah, dan tanah kering. Disarankan untuk memilih daerah penelitian yang lebih sempit dengan variasi penutup lahan dan jumlah *endmember* yang sama-sama memadai.

3. Perlu dilakukan penelitian tentang LSMA yang menggunakan citra dengan resolusi spektral yang lebih baik dibandingkan dengan Landsat 8.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asis, A. M., Osama, K., Oki, K., & Shimizu, Y. 2008. Accuracy and Applicability of Linear Spectral Unmixing in Delineating Potential Erosion Areas in Tropical Watersheds. *International Journal of Remote Sensing Vol 29*. Hlm 4151-4171.
- Bannari, A., Morin, D., Bonn, F., & Huette, A. R. 1995. A Review of Vegetation Indices. *Remote Sensing Reviews Vol 13*, hlm 95-120.
- Browns, Daniel G. 2001. A Spectral Unmixing Approach to Leaf Area Index (Lai) Estimation at The Alpine Treeline Ecotone. Dalam : Millington A.C., Walsh S.J., Osborne P.E. (eds) GIS and Remote Sensing Applications in Biogeography and Ecology. *The Springer International Series in Engineering and Computer Science, vol 626*. Springer, Boston, MA.
- Campbell, J. B. & Wynne, R. H. 2011. *Introduction to Remote Sensing Fifth Edition*. New York: The Guilford Press.
- Drumetz, L., Tochon, G., Chanussot, J., & Jutten, C. 2017. Estimating The Number of Endmembers Spectral Unmixing of Hyperspectral Data Collaborative

- Sparsity. *13th International Conference on Latent Variable Analysis and Signal Separation*, hlm 381-391.
- Faraklioti, Maria., & Petrou, Maria. 1999. NDVI of Sets Mixed Pixels. *Journal SPIE Vol 3871*, hlm 138-149.
- Ghorbani, Ardavan., Mossivand, A. M., & Ouri, A. E. 2012. Utility of The Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) for Land/canopy Cover Mapping in Khalkhal County (Iran). *Annals of Biological Research Vol.3*, 5494-5503.
- Green, E. P., Mumby, P. J., Edwards, A. J., dan Clark, C. D. 2000. *Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Jain, S. K. & Singh, V. P. 2003. *Developments in Water Science*. USA: Elsevier.
- Jensen. J. R. 2016. *Introduction to Digital Image Processing*. New York : Pearson Prentice Hall.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., & Chipman, J. W. 2014. *Remote Sensing and Image Interpretation Sixth Edition*. USA: John Wiley & Sons Inc.
- Matsuhita, B., Yang, W., Chen, J., Onda, Y., & Qiu, G. 2007. Sensitivity of the Enhanced Vegetation Index (EVI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to Topographic Effects: A Case Study in High-Density Cypress Forest. *Sensors* 7, hlm 2636-2651. Powell 2007
- Roberts, D. A., Gardner, M., Church, R, Ustin, S., Scheer, G., & Green, R. O. 1998. Mapping Chaparral in the Santa Monica Mountains Using Multiple Endmember Spectral Mixture Models. *Remote Sensing of Environment* 65, hlm 267-27. Fan & Liu, 2016
- Weisberg, S., (2005). *Applied Linear Regression, Third Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Xue, Jinru & Su, Bafoeng. 2017. Significant Remote Sensing Vegetation Indices: A Review of Developments and Applications. *Journal of Sensors Volume 2017*.