

PENDEKATAN BARU INDEKS KERUSAKAN MANGROVE MENGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH

Gathot Winarso^{*)} dan Anang Dwi Purwanto^{*)}
^{*)} Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN
 e-mail : gathot_winarso@lapan.go.id

Abstract

Mangrove density has been estimated from NDVI value and also been used for mangrove quality indication. NDVI-based density is actually a general indicator for all vegetation and not specific indices for mangrove, closer to canopy density. Finding from field survey in Segara Anakan Cilacap that logging of major mangrove generated the growing of mangrove minor *Derris* and *Acanthus* and the dominated *Derris* and *Acanthus* coverage area was indicated by high density from NDVI-based value. Need to propose new index as quality and degradation indicator which closer to actual condition. This paper proposed a new index to be used as mangrove quality indicator. The new proposed mangrove index is derived from 2 bands that could differentiate mangrove vegetation where different digital number of two bands is higher from mangrove forest than non-mangrove forest. That phenomenon is caused by the low spectral of SWIR wavelength on mangrove forest due to absorption by wet soil below the mangrove forest where flooded in high tide. The new mangrove index is formulated as $(NIR - SWIR / NIR \times SWIR) \times 10000$. The new mangrove index has good correlation with density of mangrove major in the field, and also good correlation with mangrove degradation map. This new index only applied at mangrove forest area in Segara Anakan Cilacap and has not applied in other area.

Key Words: *Mangrove, new index, mangrove degradation, remote sensing*

Abstrak

Nilai indeks vegetasi NDVI telah digunakan untuk menduga kerapatan mangrove dan juga digunakan untuk menilai kualitas hutan mangrove. Indeks vegetasi sebenarnya masih bersifat umum, tidak khas terhadap vegetasi mangrove, lebih dekat kepada kerapatan tajuk. Ditemukan di lapangan bahwa penebangan mangrove sejati (*major mangrove*) menyuburkan mangrove ikutan (*minor mangrove*) jenis *Derris* dan *Acanthus* dan tutupan mangrove ikutan ini memiliki nilai NDVI yang tinggi dan dikategorikan sebagai kelas mangrove rapat. Sehingga penggunaan indeks ini belum sesuai kondisi kenyataan di lapangan. Dalam tulisan ini, diusulkan indeks baru sebagai indikator kualitas mangrove. Indeks Mangrove diturunkan dari 2 kanal yang membedakan vegetasi mangrove yaitu kanal 6 dan 5 dari Landsat 8, dimana beda nilai antara dua kanal tersebut lebih tinggi pada obyek vegetasi mangrove. Hal ini dikarenakan, pada panjang gelombang SWIR reflektan akan lebih rendah karena adanya penyerapan gelombang elektromagnetik oleh tanah yang lebih basah karena genangan pasang surut. Indeks kerusakan mangrove tersebut diformulasikan sebagai $(NIR - SWIR / NIR \times SWIR) \times 10000$. Indeks ini berkorelasi baik dengan kerapatan pohon mangrove sejati, dan berkorelasi baik dengan peta kerusakan mangrove yang merupakan interpolasi indeks kerusakan dari titik-titik pengukuran di lapangan. Indeks ini baru diaplikasikan di kawasan hutan mangrove Segara Anakan Cicalap dan belum digunakan pada lokasi lain.

Kata kunci : *mangrove, indeks baru, tingkat kerusakan, inderaja*

1. Pendahuluan

Penginderaan jauh multispektral telah mampu mengklasifikasikan hutan mangrove dengan baik karena vegetasi mangrove memiliki karakter yang khas terhadap gelombang elektromagnetik. Pemanfaatan data penginderaan jauh telah banyak digunakan untuk kegiatan operasional seperti kegiatan Inventarisasi Hutan Nasional oleh Direktorat Jenderal Inventarisasi dan Tata Guna Hutan Departemen Kehutanan Tahun 1985 dan diperbaharui pada tahun 1992 (FAO, 2003). Pemetaan mangrove menggunakan data penginderaan jauh juga telah dilakukan oleh Bakosurtanal pada Tahun 2009 (Saputro, et. al., 2009). Lebih lanjut, selama ini telah digunakan indeks vegetasi NDVI untuk membedakan kerapatan mangrove dimana NDVI lebih cenderung berhubungan dengan kerapatan kanopi daripada kerapatan tegakan. Kerapatan mangrove dari indeks vegetasi NDVI ini telah digunakan untuk menilai kerusakan mangrove dimana nilai indeks yang rendah dikategorikan dalam kategori mangrove yang telah

rusak (Departemen Kehutanan, 2006 *dalam* Hidayat et al., 2011). Kajian mengenai hubungan antara NDVI dan kerapatan mangrove telah dilakukan oleh Faizal dan Amran (2005). Akan tetapi korelasi NDVI dengan kerapatan pohon bagus ketika kondisi mangrove masih belum rusak yang mana masih didominasi oleh mangrove sejati.

Indeks vegetasi sebenarnya masih bersifat umum, tidak khas terhadap vegetasi mangrove, apalagi jika dibedakan vegetasi mangrove sejati (*major mangrove*) dengan vegetasi mangrove ikutan (*minor mangrove*). Sehingga penggunaan indeks ini tidak sesuai kenyataan di lapangan karena nilai NDVI rumput bisa jadi lebih tinggi dari hutan dengan tutupan kanopi yang tidak serapat vegetasi rumput. Ditemukan di lapangan bahwa penebangan mangrove sejati menyuburkan mangrove ikutan jenis *Derris* dan *Acanthus*. Secara ekologi mangrove, dominasi mangrove ikutan bisa dikatakan sebagai indikator kerusakan mangrove (Ardli, 2010) dan tutupan mangrove ikutan ini memiliki nilai vegetasi yang tinggi dan dikategorikan sebagai kelas mangrove rapat (Hadiwijaya, et. al., 2013). Pada tulisan ini, diusulkan penggunaan indeks kerusakan mangrove baru yang bisa menggambarkan kerapatan mangrove sejati saja, dan tidak terpengaruh oleh vegetasi dari mangrove ikutan. Indeks mangrove ini diharapkan bisa sebagai alternatif indikator kualitas mangrove pada kawasan yang mulai rusak dimana keparatan berdasar NDVI tidak sesuai lagi.

2. Materi dan Metode

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil lokasi di kawasan mangrove Segara Anakan Cilacap Jawa Tengah. Segara Anakan merupakan ekosistem yang khas dan unik, daerah intertidal yang terdiri dari lagun dan endapan yang terlindung dari samudera karena adanya Pulau Nusakambangan. Daerah ini merupakan daerah dengan laju sedimentasi yang tinggi karena input air tawar dari banyak sungai. Daerah intertidal merupakan kawasan yang potensial untuk tumbuh dan berkembangnya mangrove yang merupakan daerah yang memiliki potensi perikanan yang tinggi. Segara Anakan belum menjadi kawasan konservasi tetapi dikelola unit khusus yang digabung dalam Dinas Kelautan Perikanan dan Pengelolaan Sumberdaya kawasan Segara Anakan tetapi masih dalam pengawasan dan daerah kerja dari Balai Pengelolaan Hutan Mangrove Wilayah I Kementerian Kehutanan. Akan tetapi, masih dalam wilayah kerja Kementerian Hukum dan HAM karena adanya komplek Lapas Nusakambangan.

Ekosistem mangrove di kawasan ini luasnya kurang lebih 24.000 Ha dengan kawasan hutan intertidal berawa seluas 14.100 Ha (Sunaryo, 1982 *dalam* White, et. al. 1989). Tetapi Ecology Team (1987) melaporkan habitat mangrove seluas 21.750 Ha dan seluas 12.610 adalah area yang masih dipengaruhi oleh pasang surut dan masih dibentuk oleh dominasi vegetasi mangrove (White, et. al., 1989).

2.2. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data penginderaan jauh dan data survei lapangan. Data penginderaan jauh yang digunakan adalah data Landsat 8 LDCM akuisisi tanggal 30 Mei

2013 path/row 121/65. Data Landsat 8 memiliki spektral yang mirip dengan Landsat TM dan ETM+ yang sudah biasa digunakan untuk identifikasi mangrove dengan tambahan dan perubahan beberapa hal. Level data yang digunakan adalah Level 1T yaitu Standart Terrain Correction yang sudah melalui koreksi sistematis radiometrik dan geometrik dengan meningkatkan akurasi melalui penggunaan DEM dari peta topografi yang akurat (USGS, 2013).

Data lapangan yang digunakan adalah hasil survei lapangan yang dilaksanakan dua kali yaitu pada Bulan Mei 2013 dan Bulan November 2013. Survei pertama dilaksanakan Tanggal 27-31 Mei 2013, dengan jumlah stasiun sampling untuk menghitung kerapatan batang 6 buah. Survei kedua dilakukan pada Tanggal 19-24 November 2013 dan mengukur kerapatan pohon pada 6 stasiun. Terdapat 12 data untuk digunakan dalam analisa validasi kerapatan dengan indeks mangrove. Pada survei lapangan tersebut juga diukur parameter lainnya tetapi tidak digunakan dalam tulisan ini. Perhitungan jumlah pohon dilakukan pada plot 30x30 meter yang dibagi menjadi sembilan subplot 10x10 meter, dan hanya dilakukan pada beberapa subplot dengan jumlah subplot yang diukur tidak sama setiap plot, antara 1 – 5 subplot. Data dari beberapa subplot diasumsikan mewakili plot pada luasan 30x30 meter.

2.3. Metode

Mangrove dapat dikenali dengan baik secara visual pada komposit RGB 564 pada citra Landsat 8, sehingga indeks diturunkan dari 2 kanal yang membedakan vegetasi mangrove yaitu kanal 6 dan 5, dimana perbedaan nilai antara dua kanal tersebut tinggi pada obyek dengan vegetasi mangrove dan rendah pada vegetasi non mangrove. Hal ini dikarenakan, pada panjang gelombang SWIR, nilai reflektansi akan lebih rendah pada kawasan tanah yang lebih basah karena genangan pasang surut yang merupakan daerah tempat hidup vegetasi mangrove. Perbedaan reflektansi terlihat pada kanal 5, dimana pada daerah mangrove memiliki nilai yang lebih rendah dibanding dengan daerah bervegetasi yang bukan mangrove, sementara reflektansi di kanal 4 yang berhubungan dengan kandungan klorofil daun tidak banyak berbeda. Hal ini dikarenakan oleh efek pasang surut pada daerah intertidal yang menjadikan karakter jenis tanah yang khas yang mempengaruhi reflektansi dari spektral komunitas tumbuh-tumbuhan (Brasco, et al, 1998).

Indeks kerusakan mangrove tersebut diformulasikan sebagai :

$$IM = (NIR - SWIR / NIR \times SWIR) \times 10000. \quad (2-1)$$

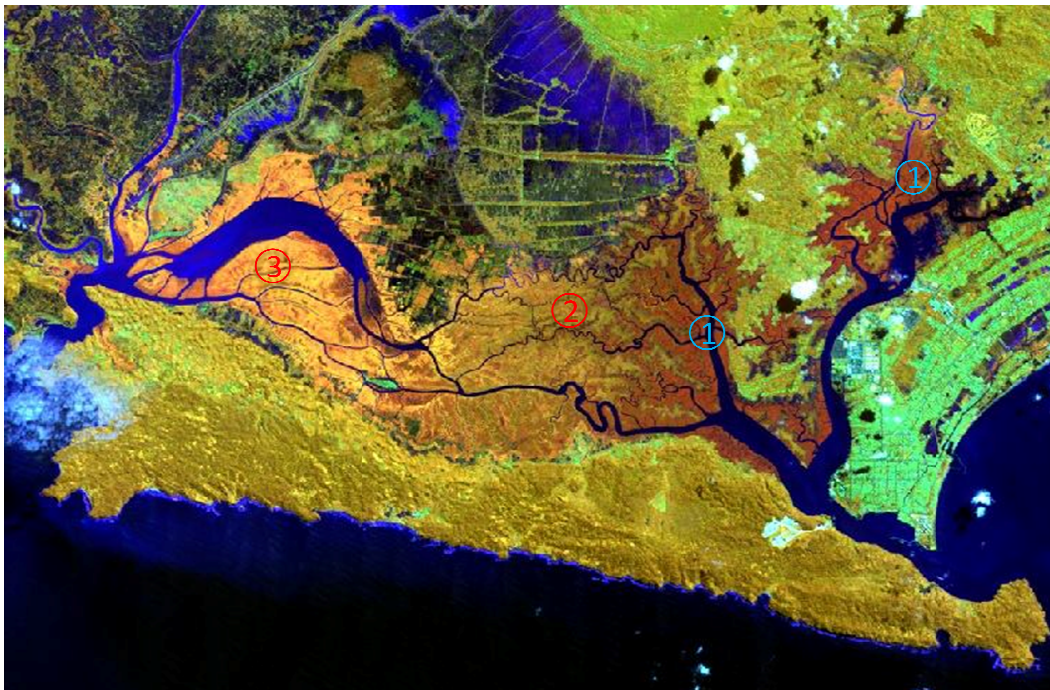
Dimana IM adalah indeks mangrove yang diusulkan, NIR adalah kanal sinar inframerah dekat yaitu kanal 5 pada sensor LDCM dan SWIR adalah kanal inframerah pendek yaitu kanal 6 pada sensor LDCM. Angka 10.000 merupakan faktor pengali agar nilai menjadi nilai indeks -1 (minus satu) sampai dengan 1 (satu) dan nilainya 10.000 karena data LDCM level 1T tersimpan dalam format 16 bit (0 - 65.535). Untuk aplikasi dengan data lain, bisa jadi faktor pengali akan berbeda, seperti Landsat 7 dengan 8 bit (0 - 255).

3. Hasil dan Pembahasan

Indeks Mangrove (IM) yang diusulkan dalam tulisan ini berdasarkan kenampakan khas mangrove yang terlihat pada komposit 564 (RGB) pada Data Landsat 8 LDCM, atau komposit 453 (RGB) pada

Data Landsat 7 (ETM+) dan Landsat 5 (TM) (lihat Gambar 3-1). Kenampakan mangrove seharusnya seperti pada area 1 (lihat lingkaran pada Gambar 3-1), yaitu merah gelap. Hal ini dikarenakan oleh efek pasang surut pada daerah intertidal yang menjadikan karakter jenis tanah yang khas yang mempengaruhi reflektan dari spektral komunitas tumbuh-tumbuhan (Brasco, et al, 1998). Akan tetapi pada kawasan mangrove Segara Anakan terlihat dengan warna yang sedikit berbeda yaitu pada area 2, warna merah gelap berganti dengan warna kuning agak kehijauan dan pada area 3 kuning agak kemerahan. Dari kunci interpretasi diketahui bahwa warna hijau yang berasal dari kanal 6 yang sensitif terhadap tanah dan bercampur dengan warna merah kanal 5 dengan tingkat warna hijau yang lebih dominan, menunjukkan bahwa vegetasi pada area ini tidak begitu banyak. Berbeda dengan area 3 dimana vegetasi agak dominan. Dari studi awal juga diketahui bahwa nilai indeks vegetasi (NDVI) pada area 3 juga tinggi.

Kenampakan agak tidak biasa terlihat pada area 2 dan 3 kemudian diinvestigasi di lapangan. Hasil survei lapangan menunjukkan bahwa area 1 memang merupakan mangrove (sejati) dengan kerapatan pohon yang cukup tinggi. Kenampakan 2 merupakan daerah yang tidak tergenang atau sedikit tergenang dengan pohon mangrove sejati yang sedikit dan didominasi mangrove ikutan bukan *Derris* dan *Acanthus*. Pada beberapa area yang lain ditemukan adanya vegetasi darat yaitu pohon waru, yang menandakan bahwa pada daerah tersebut tidak terendam air pada saat pasang tinggi pada jangka waktu yang lama. Sementara area 3 didominasi oleh mangrove ikutan jenis deris dan acanthus yang sangat rapat sekali, wajar jika pada area ini memiliki nilai NDVI yang tinggi walaupun tidak ada mangrove sejati sama sekali.

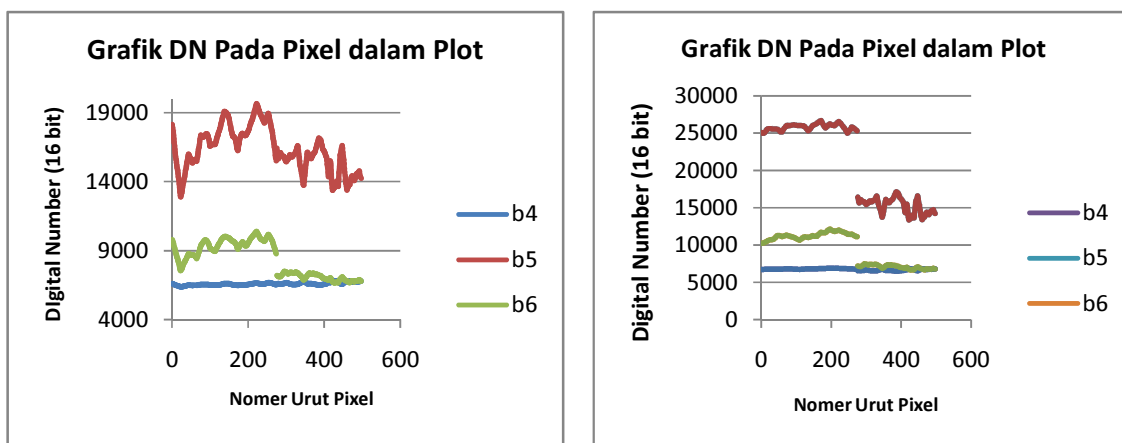


Gambar 3-1. Kenampakan khas vegetasi mangrove pada komposit 564 (RGB) Data Landsat 8.

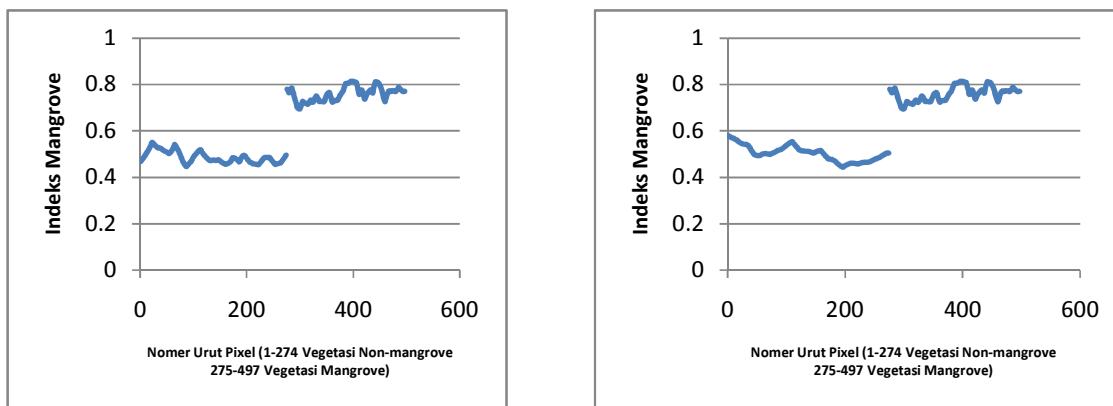
Dari kenyataan tersebut, dapat diperkirakan bahwa kawasan mangrove Segara Anakan telah rusak, dan selama survei beberapa kali ditemukan tumpukan pohon mangrove, kapal sedang mengangkut kayu

mangrove, nelayan sedang menebang pohon dan beberapa bekas tebangan. Tingkat kerusakan bisa diidentifikasi dari kondisi di lapangan yang salah satunya adalah kehadiran mangrove ikutan jenis *Derris*. *Derris trifoliata* LOUR merupakan tumbuhan mangrove asosiasi yang biasanya hidup merambat, dan berada pada zona yang mendapat banyak pasokan air tawar (Ardli, 2010). Distribusi *D. trifoliata* di Segara Anakan adalah mengelompok (*aggregate*) terutama pada daerah yang kondisinya rusak sedang atau berat, dengan demikian distribusi *D. trifoliata* dapat dijadikan agen biomonitoring kerusakan mangrove, karena keberadaan dan distribusinya yang spesifik (Ardli, 2010).

Selain dari distribusi vegetasi biomonitoring, kondisi hutan mangrove juga dipengaruhi oleh pasang surut. Rawa pasang surut tempat hidup vegetasi mangrove akan sangat dipengaruhi oleh kenaikan muka air laut, jika terlalu banyak akan tergenang dan mangrove akan mati tenggelam, jika terlalu sedikit produktifitasnya akan turun dan mungkin akan diganti oleh vegetasi rawa payau yang lain atau komunitas Cyanobakteria (Lovelock, et. al., 2012). Secara ekologi pasang surut akan mempengaruhi ekosistem mangrove, secara fisik penginderaan jauh juga berpengaruh yaitu kondisi tanah basah yang khas yang akan menyerap gelombang elektromagnetik pada spektrum inframerah pendek (SWIR). Selama 10.000 tahun yang lalu mangrove dalam beberapa situasi tidak dapat bertahan hidup pada laju kenaikan muka air laut lebih dari 1,4 mm/tahun (Ellison, 1993 dalam Lovestock, 2012), akan tetapi kenaikan muka air laut sebagai pembatas berkurangnya mangrove dan perubahan komunitas di daerah rawa air payau akan bervariasi dipengaruhi oleh interaksi beberapa faktor, termasuk geomorfologi, tinggi tunggang pasang surut, laju akresi, penurunan tanah (Ellison, 1993, Cahoon et al, 1999 dalam Lovestock, 2010), laju pertumbuhan pohon dan komposisi spesies (Cahoon, et. al., 1999, Cahoon et. al., 2003 dan Krauss et. al., 2003 dalam Lovestock, 2012).



Gambar 3-2. Grafik Nilai Dijital pada Obyek Vegetasi Non-Mangrove dan Vegetasi Mangrove (Kiri : Nilai X 1-274 Vegetasi Non-mangrove 275-497 Vegetasi Mangrove) dan pada Obyek Vegetasi Didominasi *Derris* dan Vegetasi mangrove Sejati (Kanan : Nilai X 1-274 Dominasi *Derris* 275-497 Dominasi mangrove Sejati)



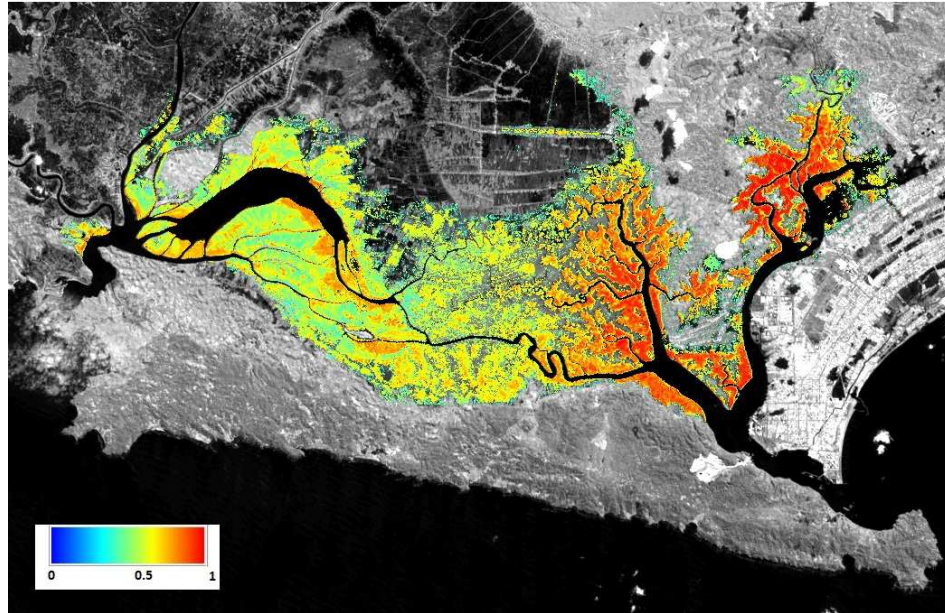
Gambar 3-3. Grafik Indeks Mangrove pada Obyek Mangrove Sejati, Vegetasi Non-mangrove dan Vegetasi Didominasi *Derris*.

Indeks mangrove didasarkan pada kenampakan visual mangrove yang berbeda dengan vegetasi daratan serta perbedaan kenampakan yang signifikan pada kawasan mangrove yang ternyata berbeda dengan kondisi di lapangan. Hal itu juga dipicu dengan hasil analisa NDVI yang menghasilkan nilai indeks yang tinggi, akan tetapi kondisi kerapatan mangrove sejatinya yang rendah dan didominasi oleh mangrove ikutan.

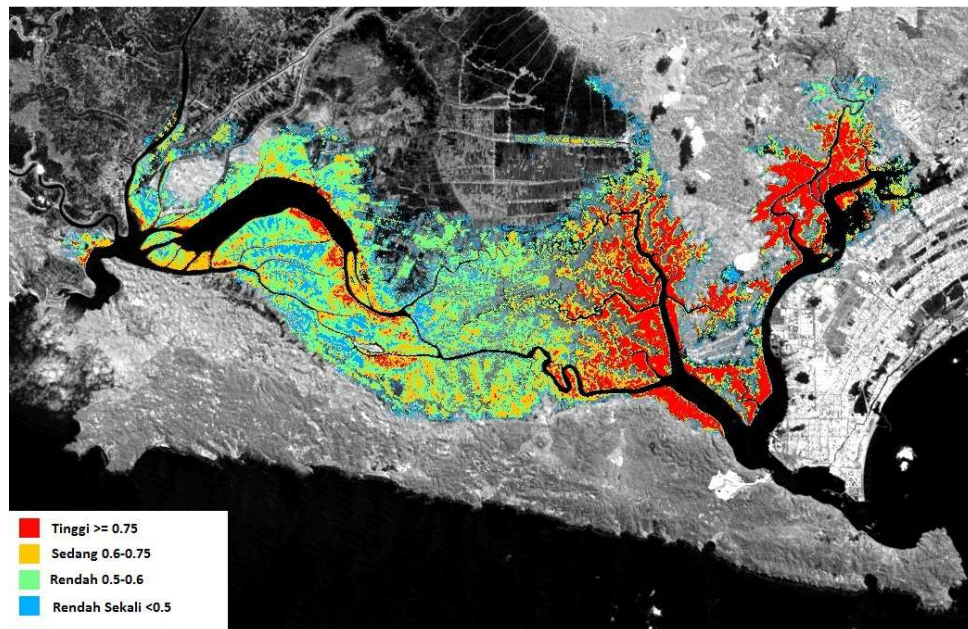
Analisa nilai digital pada citra dengan obyek mangrove dan non-mangrove dilakukan, hasil plot nilai digital disajikan dalam Gambar 3-2 sebelah kiri. Dari Gambar 3-2 sebelah kiri dapat dilihat nilai digital pada obyek mangrove dari band 6 terlihat lebih rendah dibanding dengan obyek non-mangrove, walaupun terjadi juga pada band 5, tetapi penurunan pada band 6 lebih kontras dari pada penurunan pada band 5. Indikator inilah yang digunakan sebagai dasar perhitungan indeks baru tersebut. Hal yang sama terjadi pada perbandingan nilai digital pada obyek vegetasi yang didominasi oleh *Derris* dengan nilai digital pada vegetasi dengan dominasi mangrove sejati (lihat Gambar 3.2. Kanan). Karakter spektral *Derris* pada band 5 dan 6 berbeda dengan karakter spektral mangrove sejati, tetapi lebih mirip dengan karakter spektral vegetasi non-mangrove. Sehingga dapat dikatakan telah terjadi perubahan karakter spektral dari vegetasi mangrove sejati ke arah spektral non-mangrove. Perbedaan inilah yang dijadikan indikator dalam konsep indeks mangrove baru yang diusulkan.

Perubahan karakter dari karakter mangrove sejati berubah menuju karakter non-mangrove inilah yang dijadikan sebagai parameter dalam menghitung indeks mangrove. Perbedaan nilai digital dari band 5 dan 6 sebagai faktor pembeda, pembagian dengan perkalian band 5 dan 6 untuk mempertegas perbedaan indeks dan mengurangi kesalahan karena perbedaan nilai digital juga terjadi pada vegetasi non-mangrove. Tetapi karena nilai digital pada vegetasi mangrove selalu rendah pada band 6 dan sedikit rendah pada band 5, perkalian ini membuat nilai indeks menjadi lebih tinggi karena dibagi oleh bilangan yang lebih rendah. Dengan perhitungan persamaan indeks mangrove baru diperoleh nilai indeks yang tinggi pada obyek yang didominasi vegetasi mangrove sejati dan lebih rendah pada obyek vegetasi non-mangrove dan obyek vegetasi yang didominasi oleh *Derris* seperti disajikan dalam Gambar 3-3.

Pada Gambar 3-4 disajikan citra hasil perhitungan indeks mangrove, dapat dilihat bahwa pada kawasan sebelah barat dengan dominasi mangrove ikutan memiliki nilai yang lebih rendah sedangkan di kawasan sebelah timur memiliki nilai indeks yang lebih tinggi. Hasil ini sesuai dengan hasil survei lapangan yang dilakukan dua kali. Pada daerah sebelah barat masih terdapat nilai-nilai indeks yang agak tinggi, karena memang pada daerah-daerah tersebut masih terdapat mangrove sejati tetapi dengan kerapatan yang tidak tinggi. Hasil pengukuran lapangan pada salah satu stasiun di kawasan barat menunjukkan hasil kerapatan 0,3 pohon/m², berbeda dengan kerapatan di kawasan timur berkisar antara 1-2,5 pohon/m².



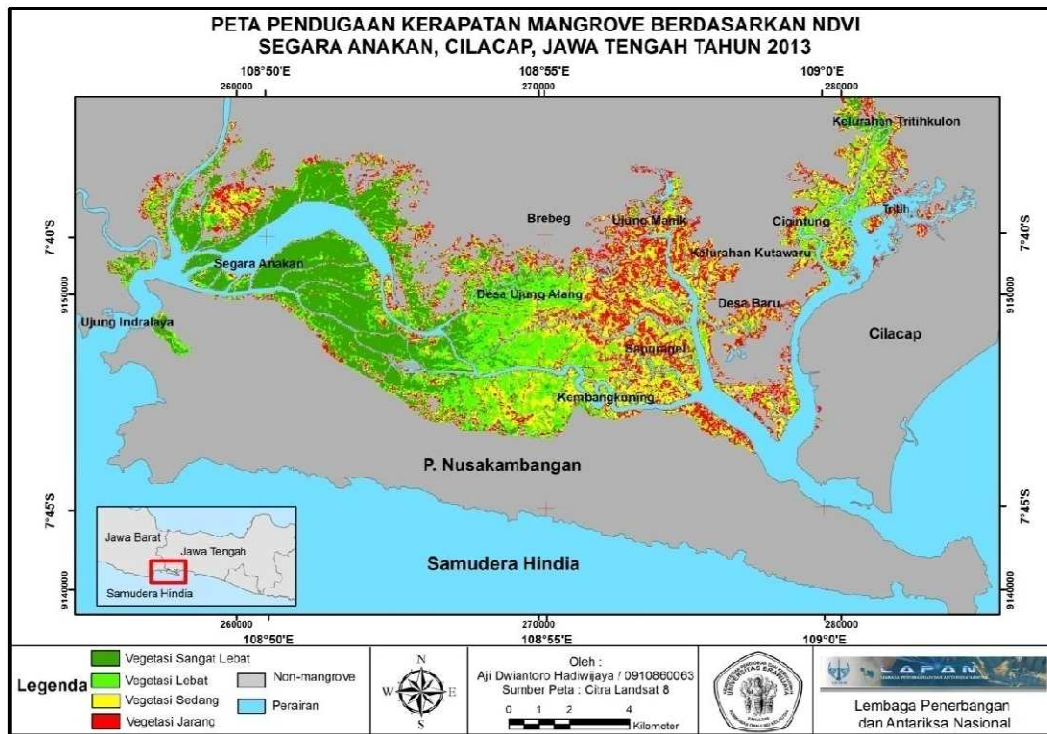
Gambar 3-4. Citra Indeks Mangrove di Kawasan Mangrove Segara Anakan.



Gambar 3-5. Citra Hasil Klasifikasi Indeks Mangrove dalam 4 Kelas yang Berbeda

Pada Gambar 3-5 indeks mangrove diklasifikasi menjadi 4 kelas yaitu kelas tinggi, sedang, rendah dan rendah sekali. Pengkelasan ini berdasarkan kondisi di lapangan dengan nilai rentang indeks untuk kelas tinggi adalah indeks mangrove diklasifikasi menjadi 4 kelas yaitu kelas tinggi, sedang, rendah dan rendah sekali. Pengkelasan berdasarkan kondisi di lapangan dengan nilai rentang indeks untuk kelas tinggi adalah $\geq 0,75$ kelas sedang $0,6 - 0,74$ kelas rendah $0,5 - 0,59$ dan rendah sekali adalah nilai indeks kurang dari $0,49$.

Pengkelasan ini lebih cenderung ditentukan berdasarkan perbedaan distribusi keempat kelas lebih kelihatan dan pada porsi yang relatif tidak berbeda. Hampir semua kelas dapat dilihat dengan kelas pada citra. Oleh karena itu, terlihat bahwa proporsional dengan pembagian yang merata. Tetapi hal ini juga terjadi pada pembagian kelas pada kelas kerapatan berdasarkan NDVI yaitu kerapatan tajuk lebat $0,43 \leq NDVI \leq 1,00$ kerapatan tajuk sedang $0,33 \leq NDVI \leq 0,42$ kerapatan tajuk jarang $-1,00 \leq NDVI \leq 0,32$ (Departemen Kehutanan, 2006 dalam Hidayat et al., 2011).

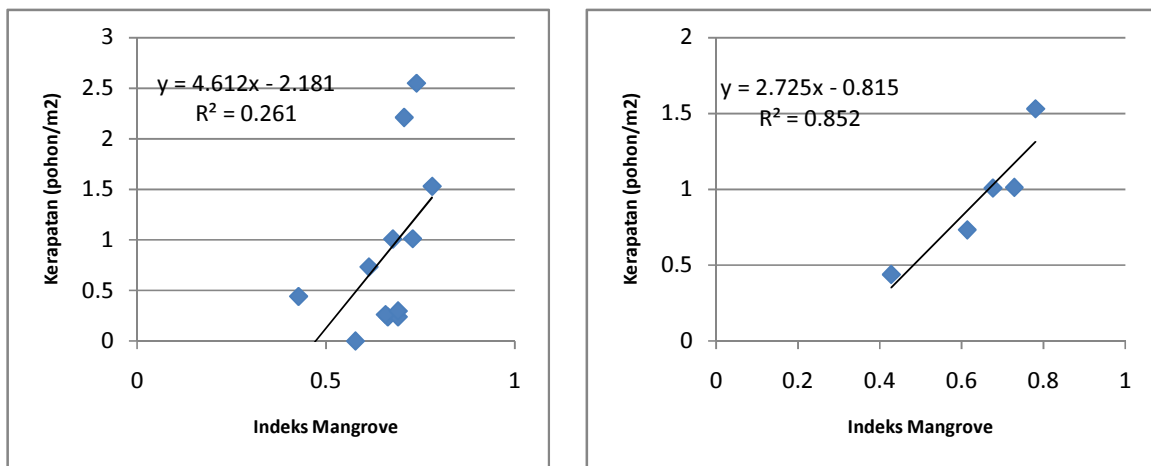


Gambar 3-6. Citra Kerapatan Berdasarkan NDVI Kawasan Segara Anakan (Sumber : Hadiwijaya, et al. 2013)

Sebaran nilai indeks mangrove pada Gambar 3-4 dan 3-5 sangat kontras dengan hasil klasifikasi kerapatan berdasarkan NDVI (Hadiwijaya, et al., 2013) yang disajikan pada Gambar 3-6, dimana pada kawasan barat dikelaskan menjadi kawasan mangrove dengan kerapatan vegetasi sangat lebat, sementara kawasan timur masuk dalam kategori vegetasi sedang dan jarang. Hal ini tentunya tidak sesuai dengan kondisi di lapangan dimana pada kawasan timur kerapatan berkisar antara $1-2,5$ pohon/m² dan kawasan barat kurang dari 1 pohon/m². Hal ini dikarenakan tutupan mangrove ikutan jenis *Derris* dan *Acanthus*

pada kawasan barat yang lebat, dan memiliki nilai NDVI yang tinggi. Walaupun NDVI memiliki korelasi yang tinggi dengan kerapatan pohon menurut Faizal dan Amran (2005). Hal ini mengindikasikan bahwa NDVI baik untuk penduga kerapatan pada kawasan dengan kondisi mangrove yang masih bagus, dimana seluruh kawasan berupa mangrove sejati, sehingga nilai NDVI berasal dari kanopi mangrove sejati. Jika pada kawasan tersebut mulai rusak dan didominasi dengan mangrove ikutan, maka hal ini akan berubah karena nilai NDVI mangrove ikutan lebih tinggi, sebagaimana tingginya nilai NDVI pada rumput dibanding nilai NDVI hutan. Oleh karena itu, penggunaan indeks mangrove baru akan mampu mengurangi pengaruh tersebut dan bisa sebagai indikator kerusakan ekosistem mangrove.

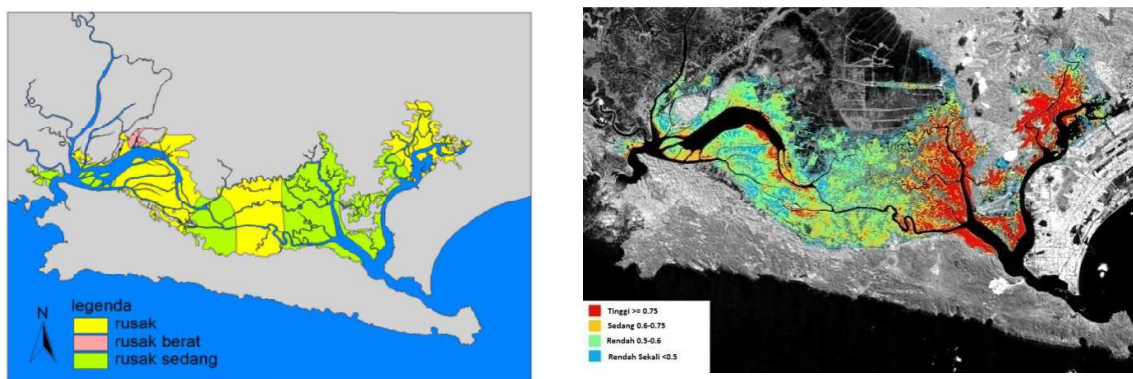
Indeks mangrove baru ini mengindikasikan dua hal yaitu keberadaan vegetasi mangrove sejati dan kebasahan dari substrat tempat mangrove hidup, sehingga bisa diperkirakan akan berhubungan dengan kerapatan mangrove sejati dan berhubungan dengan tingkat kerusakan atau kualitas ekosistem mangrove. Ekosistem mangrove akan dalam kondisi baik jika kondisi pasang surut ideal untuk pertumbuhannya. Untuk mengetahui hubungan tersebut, telah dicoba menghubungkan indeks mangrove ini dengan kerapatan pohon dan dengan peta tingkat kerusakan.



Gambar 3-7. Grafik Korelasi antara Indeks Mangrove dengan Kerapatan Pohon

Korelasi antara indeks mangrove dengan kerapatan pohon disajikan dalam Gambar 3-7. Gambar sebelah kiri jumlah data adalah 12 data, menghasilkan korelasi yang kurang bagus dengan $R^2 = 0,26$. Kemudian data dikurangi pada data yang memiliki potensi mengurangi tingkat korelasi pertama adalah nilai dengan kerapatan yang tinggi, karena ada kemungkinan penurunan indeks karena tutupan kanopi yang sama dengan kenaikan jumlah pohon yang tinggi karena ruang untuk daun tetap sama. Kemudian data yang lainnya yang tidak konsisten. Akhirnya diperoleh korelasi dengan $R^2 = 0,85$, hal ini merupakan sebuah korelasi yang bagus. Dengan hasil korelasi ini, tidak dikatakan bahwa hubungan antara kerapatan pohon dengan indeks mangrove sangat erat, karena dari 12 data hanya 5 data yang memiliki korelasi yang bagus. Penghapusan 7 data bukan dimaksudkan untuk menutupi kenyataan bahwa korelasi masih tidak bagus, tetapi sebagai bagian dari analisa “apa” dan “mengapa”.

Analisa awal menunjukkan bahwa 5 data yang memiliki korelasi yang bagus berada di lokasi bagian timur dimana kondisi hutan mangrove masih cukup bagus dan sedikit ditumbuhi oleh mangrove ikutan. Bisa diindikasikan bahwa nilai indeks mangrove berkorelasi dengan kerapatan pohon hanya pada kawasan mangrove yang masih bagus. Pada kawasan dengan kondisi mangrove yang sudah cukup rusak, maka korelasinya tidak bagus. Sehingga masih perlu investigasi dan penelitian lebih lanjut untuk menemukan penyebab nilai korelasi yang rendah dan atau memperbaiki persamaan indeks mangrove. Setidaknya indeks mangrove ini bisa sebagai pengganti nilai kerapatan tajuk dari NDVI, yang pada kawasan Segara Anakan tidak sesuai dengan kondisi di lapangan.



Gambar 3-8. Perbandingan Distribusi Tingkat Kerusakan (sumber : Ardli, 2010) dengan Klasifikasi Indeks Mangrove.

Perbandingan distribusi tingkat kerusakan mangrove (Ardli, 2010) dengan klasifikasi indeks mangrove disajikan dalam Gambar 3-8. Tingkat kerusakan mangrove dihasilkan dari pengukuran lapangan berupa data struktur dan komposisi vegetasi mangrove, spesies (keragaman), faktor lingkungan seperti suhu udara, suhu air, suhu tanah, intensitas cahaya, pH tanah, salinitas tanah, N dan P total, kandungan pasir, liat, debu, water content dan kandungan bahan organik, kemudian dilakukan analisa spasial menggunakan perangkat lunak Surfer 8.0 dan ArcView 3.2 (Ardli, 2010). Hasil pengamatan visual terlihat cukup berkesesuaian antara tingkat kerusakan mangrove, pada kawasan barat masuk dalam kawasan rusak dengan indeks mangrove didominasi kelas rendah dan rendah sekali. Sedangkan pada kawasan tengah masuk kategori rusak sedang, dan di beberapa area terdapat area dengan nilai indeks mangrove dalam kategori sedang dan tinggi. Di sebelah timurnya lagi masuk kategori rusak dengan indeks mangrove kelas rendah dan sangat rendah dan pada area yang dikategorikan bukan hutan mangrove oleh klasifikasi mangrove non-mangrove dari data inderaja. Sebelah timur dikategorikan dengan mangrove rusak sedang dan didominasi oleh indeks mangrove kelas tinggi. Ada sedikit perbedaan pada kawasan paling timur bagian utara, dimana dikategorikan dalam kelas mangrove rusak, tetapi dalam indeks mangrove kelas sedang dan rendah tidak seluas area kelas mangrove rusak.

4. Kesimpulan dan Saran

Dari analisa dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa indeks mangrove merupakan indeks baru yang prospektif untuk dikembangkan dan digunakan pada masa yang akan datang sebagai pengganti tingkat kerapatan berbasis nilai indeks vegetasi NDVI pada kawasan hutan mangrove yang terdegradasi. Indeks mangrove menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada kawasan hutan mangrove yang masih cukup bagus dengan dominasi mangrove sejati dibandingkan dengan vegetasi hutan non-mangrove dan vegetasi mangrove yang didominasi oleh mangrove ikutan (*Derris* dan *Acanthus*). Distribusi spasial nilai indeks vegetasi sesuai dengan kondisi kerusakan di lapangan dan berbanding terbalik dengan distribusi kerapatan dari NDVI.

Nilai indeks mangrove masih harus terus dikembangkan dengan menggunakan data lapangan yang lebih banyak dan dilakukan pada daerah lain sehingga kekurangan-kekurangan dapat diatasi dan dapat digunakan secara umum di seluruh Indonesia. Kemudian perlu analisa lebih lanjut tentang rendahnya korelasi antara nilai indeks mangrove dengan kerapatan pohon pada kawasan dengan distribusi mangrove ikutan yang relatif dominan.

5. Daftar Rujukan

- Ardli, E. R., 2010. *Distribusi Spasial Derris Trifoliata LOUR Di Segara Anakan Cilacap Sebagai Agen Biomonitoring Kerusakan Mangrove*. Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas dan Bioteknologi Sumberdaya Akuatik, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman.
- FAO, 2003. *Status And Trends In Mangrove Area Extent Worldwide*. Forest Resources Assessment Working Paper – 63. Forest Departement, FAO
- Faizal, A., dan Amran, M.A. 2005. *Model Transformasi Indeks Vegetasi yang Efektif untuk Prediksi Kerapatan Mangrove Rhizophora Mucronata*. Prosiding PIT MAPIN XIV ITS Surabaya, 14-15 September 2005.
- Hadiwijaya, A.D., Winarso, G. Semedi, B. Dan Fuad, M.A.Z. 2013. *Studi Perbandingan Kerapatan Mangrove Terhadap Indeks Vegetasi Di Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah Dengan Metode Penginderaan Jauh*. Artikel Skripsi Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Brawijaya, Malang (belum dipublikasikan).
- Hidayat, W.A., Hidayah, Z., dan Nugraha, W.A. 2011. *Aplikasi Teknologi Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh untuk Penentuan Kondisi dan Potensi Konservasi Ekosistem Hutan Mangrove di Kecamatan Kwanyar Kabupaten Bangkalan*. *Jurnal KELAUTAN*, Volume 4, No.2 Oktober, 2011 ISSN : 1907-9931
- Kovacs, J.M.; Flores-Verdugo, F.; Wang, J.; Aspden, L.P. *Estimating leaf area index of a degraded mangrove forest using high spatial resolution satellite data*. *Aquat. Bot.* **2004**, 80, 13-22.

- Lovelock, C.E., Skillter, G., and Saintilan, N., 2012. *Tidal Wetlands* in Poloczanska, E.S., Hobday, A.J., and Ricardson, A.J. (Ed.). *Marine Climate Change in Australia, Impact and Adaptation Responses 2012 Report Card*. CSIRO Climate Adaptation Flagship 2012.
- Saputro, G.B., S. Hartini, S. Sukardjo, Al. Sutanto and A.P. Kertopermono (eds.). 2009. *Peta Mangroves Indonesia*. Bakosurtanal.
- White, A.T., Martosubroto, P., and Sadorra, M.S.M. 1989. *The coastal environment profile of Segara Anakan-Cilacap, South Java, Indonesia*. ICLARM. Association of Southeast Asian Nations. United States Coastal Resources Management Project. Techn Publ Ser 4:81
- USGS, 2013. *Landsat Processing Details*. http://landsat.usgs.gov/Landsat_Processing_Details.php di akses Tanggal 12 Maret 2014.