

**KARAKTERISTIK SPEKTRAL PENUTUP LAHAN MANGROVE
MENGUNAKAN CITRA SATELIT SENTINEL-2A
DI SUNGAI KEMBUNG KABUPATEN BENGKALIS
PROVINSI RIAU**

**CHARACTERISTICS OF MANGROVE LAND COVER
SPECTRAL USING SENTINEL-2A SATELLITE
IMAGE IN KEMBUNG RIVER BENGKALIS REGENCY
RIAU PROVINCE**

Gustiara Ningsih¹, Yossi Oktorini², Viny Volcherina Darlis²
Departement of Forestry Faculty of Agriculture Riau University
Address Binawidya, Pekanbaru, Riau
Email: Gustiara.ningsih6703@student.unri.ac.id

ABSTRACT

In visual way, distinguishing mangrove land cover located in Kembung river Bengkalis is hard to do especially if it is using far remote sensing technology. However by applying spectral analyze method, this problem is possibly fixed. It started by taking area sample (training area) 3x3 pixels as many as 10 areas for each classes of land cover, then the result obtained is analyzed by statistical variability test before continued to DMRT test to measure the ability of separation by using separability. Based on the analysis of variability to the spectral value of satellite vision Sentinel-2A that F-hit (17,626) higher than F-tab (1,98), it showed the treatment has significant effect. The result of DMRT test on reflectancy value of spectral satellite vision sentinel-2A can be classified into five spectral groups and DMRT test to the mangrove land cover consisted of four groups. Meanwhile, based on separability test there are 36 class pairs, 32 (90,9%) can be separated each way, while 4 (9,1%) can not be separated.

Keywords: *Kembung river, mangrove, spectral, land cover, Sentinel-2A*

PENDAHULUAN

Mangrove merupakan ekosistem utama di wilayah pesisir, dengan tipologi vegetasi utamanya berupa bakau. Hutan mangrove mempunyai peranan yang sangat penting, baik dari segi ekologi maupun ekonomi, dari segi ekologi hutan mangrove mampu menjadi sistem perlindungan pantai secara alami yaitu sebagai pencegah abrasi dan intrusi air laut, sedangkan dari segi ekonomi hutan mangrove dapat dijadikan tempat wisata (Karuniastuti, 2012). Dalam kurun 25 tahun, hutan mangrove di dunia hilang sebesar 35% (Valiela *et al.*, 2001) dan hutan mangrove Indonesia yang rusak mencapai 58% (KLHK, 2017).

Beberapa tahun terakhir Sungai Kembung telah mengalami tekanan yang diakibatkan adanya pembangunan seperti jalan, pemukiman, tambak

udang dan kegiatan *illegal logging*. Jhonnerie *et al.* (2014), menyatakan bahwa rentang tahun 2002-2010 merupakan puncak eksploitasi mangrove di Sungai Kembung dengan laju pengurangan sebesar 2,3%.

Salah satu data terbaru penginderaan jauh adalah citra satelit Sentinel-2A beresolusi tinggi. Pada dasarnya untuk membedakan objek di mangrove, seperti sagu, kelapa sawit, kelapa dan karet menggunakan teknologi penginderaan jauh sulit di bedakan, hal ini dikarenakan penutup lahan mangrove yang tampak pada citra memiliki bentuk dan tekstur yang sama, sehingga akan sulit dalam elineasi untuk penarikan batas objek. Akan tetapi dengan metode analisis spektral hal ini bisa dilakukan, dengan pengenalan objek yang didasari pada pola pantulan spektral sebagai

¹Mahasiswa Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

²Staf pengajar Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

Lmin : Hamburan yang sesuai dengan nilai digital jumlah semua piksel lebih rendah atau sama dengan 0.01% dari semua piksel citra yang dipertimbangkan, yang kemudian hamburan didapatkan dari perhitungan digital (DNmin).

L DOI%: Radiansi objek gelap

Pemotongan Citra

Pemotongan citra merupakan proses pengambilan area penelitian yang diamati dalam citra, yang bertujuan untuk mempermudah penganalisaan citra dan memperkecil ukuran penyimpanan. Pemotongan citra dilakukan dengan mendigitasi kawasan mangrove yang kemudian hasil digitasi di *buffer* (penyangga) dengan jarak 500 m. Citra yang sudah di *buffer* menjadi acuan untuk memotong citra.

Training Area (Pengambilan Area Contoh)

Training area dilakukan untuk mengambil daerah contoh pada citra yang mewakili setiap kelas penutup lahan yang diinginkan dan membangun suatu deskripsi numerik dari spektral tiap penutup lahan tersebut. Kelas penutup lahan tersebut mengacu pada kategori kelas penutup lahan SNI 7645:2010.

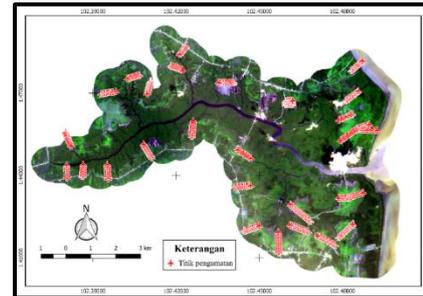
Tabel 1. Kelas penutup lahan

No.	Kelas Penutup Lahan	Deskripsi
1	Badan Air (Ba)	Semua kenampakan perairan
2	Karet (Kt)	Lahan yang ditanami karet secara homogen
3	Kelapa (Ka)	Lahan yang ditanami kelapa secara homogen
4	Kelapa Sawit (Ks)	Lahan yang ditanami kelapa sawit secara homogen
5	Lahan Terbangun (Lb)	Area yang telah mengalami substitusi penutup lahan alami maupun semi alami dengan penutup lahan buatan biasanya bersifat kedap air dan relatif permanen
6	Lahan Terbuka (Lt)	Lahan tanpa tutupan baik yang bersifat alamiah, semi alamiah maupun artifisial
7	Mangrove (Mg)	Vegetasi yang tumbuh berkembang pada habitat lahan basah, dengan vegetasi dominan berupa bakau
8	Sagu (Sg)	Tanaman sejenis palma yang tumbuh pada habitat lahan basah
9	Semak Belukar (Sb)	Lahan yang ditumbuhi berbagai jenis vegetasi alamiah heterogen dengan tingkat kerapatan jarang hingga rapat dan didominasi oleh vegetasi rendah

Penentuan area contoh (*training area*) diambil kedalam beberapa piksel dari setiap kelas penutup lahan. Piksel yang diambil sebanyak 9 piksel (3x3 piksel), setiap kelas penutup lahan dilakukan *training area* sebanyak 10 sampel ditempat yang berbeda pada kelas yang sama.

Survei Lapangan (Ground Check)

Pengambilan data dilapangan berupa perekaman foto kelas penutup lahan dengan menggunakan pesawat tanpa awak. Pengambilan titik pengamatan dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling* dimana titik pengamatan diambil secara sengaja oleh peneliti dengan tujuan dan pertimbangan seperti: jalur yang susah diakses dan belum dapat diinterpretasi pada citra satelit Sentinel-2A



Gambar 3. Titik pengamatan

Analisis Ragam

Tujuan analisis ragam adalah untuk memvisualisasikan perbedaan spektral antara kelas penutupan lahan dan komunitas mangrove (Jhonnerie, 2015). Hipotesis yang dapat digunakan untuk melihat perbedaan spektral yaitu hipotesis nol (H_0): $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \dots \mu_n$ dan hipotesis alternatif (H_a): $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \dots \mu_n$, dengan tingkat kepercayaan 95 % ($\alpha = 0,05$). Respon spektral yang disajikan secara grafis membuat hasil kurang efektif untuk membandingkan antar kelas. Oleh karena itu diperlukan uji sidik ragam, dimana uji sidik ragam membantu untuk menentukan spektral yang tidak responsif dan dapat membantu membedakan spektral dengan cepat, kemudian dilanjutkan dengan uji *Duncan's multiple range test* (DMRT) untuk menentukan nilai kritis (signifikansi).

Uji Separabilitas

Uji separabilitas merupakan analisis kuantitatif yang memberikan informasi mengenai evaluasi keterpisahan *training area* dari setiap kelas, apakah suatu kelas layak digabungkan atau tidak untuk klasifikasi (Jaya, 2010). Metode yang dapat digunakan adalah metode *Jeffries-Matusita* (J-M) digunakan untuk klasifikasi menggunakan QGIS dengan *tools calculate spectral distance*

¹Mahasiswa Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

²Staf pengajar Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

(Congedo, 2016). Perhitungan jarak J-M menggunakan persamaan:

$$J - M_{ij} = \sqrt{2(1 - e^{-a})}$$

i dan j merupakan respon spektral dari dua kelas penutup lahan atau penutup lahan mangrove yang dibandingkan; C merupakan matrik kovarian dari respon spektral; μ merupakan vektor rata-rata respon spektral; \ln merupakan fungsi logaritma natural; T merupakan fungsi transposisi; dan $|C|$ adalah determinan dari C

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Ekosistem mangrove yang berada di Sungai Kembang Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau secara geografis terletak pada 102°21'47,96"–102°29'38,6" BT dan 1°31'25,34"–1°26'28,18" LU. Sungai Kembang terletak diantara dua Tanjung yaitu Tanjung Limau dan Tanjung Sedekip, Sungai Kembang memisahkan beberapa desa, jika dilihat sebelah Selatan Sungai Kembang berturut-turut berbatasan langsung dengan Desa Buyung, Pelimau, Pancur, Tasik dan Pematang Duku. Sedangkan di sebelah Utara terdiri dari beberapa desa yaitu, Desa Teluk Pambang, Desa Banan dan Desa Teluk Pambang Barat.

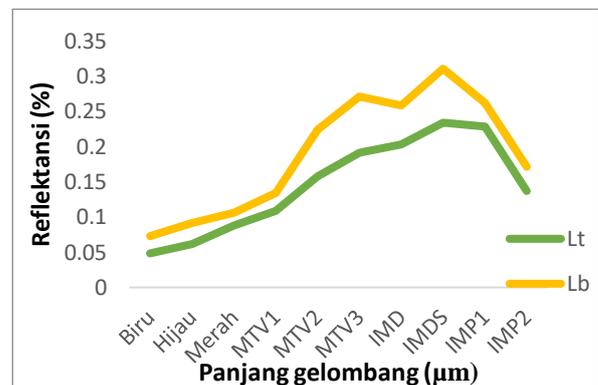
Sungai kembang berada pada ketinggian ± 2 meter di atas permukaan laut. Merupakan dataran landai dengan jenis tanah gambut, *organosol* dan *glyhumuus* (Surya, 2016). Sungai kembang memiliki iklim tropis dengan kisaran curah hujan 60,2-326,0 mm/tahun dan temperatur udara berkisar antara 26°C-32°C. Sungai kembang bermuara ke Selat Melaka yang sepanjang sungai tersebut hulu hingga ke hilir terdapat komunitas mangrove yang didominasi oleh jenis bakau (*Rhizophora sp.*), sagu (*Metroxylon sagu*), api-api (*Avicennia sp.*), nyirih (*Xylocarpus granatum*) dan nipah (*Nypa fruticans*).

2. Reflektansi Spektral Penutup Lahan Mangrove

Setiap objek dipermukaan bumi memiliki nilai spektral yang unik, begitu juga dengan tanaman mangrove. Berdasarkan kelas penutup lahan maka dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok utama yaitu, kelompok tanah, air dan vegetasi.

A. Tanah

Pantulan spektral objek tanah cenderung naik seiring bertambahnya panjang gelombang yang diakibatkan oleh material organik, tingkat kelembaban, dan oksidasi pada tanah. Reflektansi kelompok tanah (Gambar 4) terdiri dari dua kelas, yaitu lahan terbangun dan lahan terbuka, lahan terbangun memiliki nilai reflektansi yang lebih tinggi dibandingkan lahan terbuka.



Gambar 4. Kurva rata-rata reflektansi objek tanah permukaan citra satelit Sentinel-2A

Kelas lahan terbuka dan lahan terbangun memiliki pola yang hampir mirip, peningkatan terjadi pada dua panjang gelombang MTV3 (0,783 µm) dan IMDS (0,865 µm) hal ini dikarenakan pada panjang gelombang tersebut digunakan untuk pencitraan vegetasi, kadar air tanah pencitraan tanah, kelembaban dan tanah liat (Latifa, 2017). Penurunan reflektansi yang terjadi pada panjang gelombang IMP1 dan IMP2 dikarenakan adanya penyerapan kandungan air yang berlebihan oleh tanah, hal ini sesuai dengan pernyataan (Jensen, 2007) bahwasannya pada panjang gelombang (1,35 µm) hingga di atas (2,0 µm) terjadi penurunan yang diakibatkan adanya penyerapan kandungan air dan adanya lempung

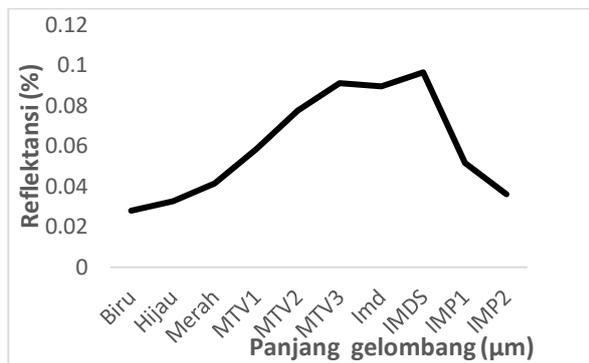
B. Air

Air memiliki nilai reflektansi terendah dibandingkan tiga kelompok lainnya, hal ini dikarenakan adanya penyerapan dan transmisi tenaga elektromagnetik yang berlebihan oleh air. Mather dan Koch (2004) menjelaskan bahwa nilai pantulan air pada spektrum inframerah hampir mendekati nol karena hampir seluruh energi pada spektrum tersebut terserap oleh air. Nilai pantulan spektral air dipengaruhi oleh jenis, tipe air serta kedalaman dan keberadaan tingkat konsentrasi kandungan suspensi material organik dan

¹Mahasiswa Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

²Staf pengajar Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

anorganik pada air (Sulaiman *et al.*, 2006) (Gambar 5).



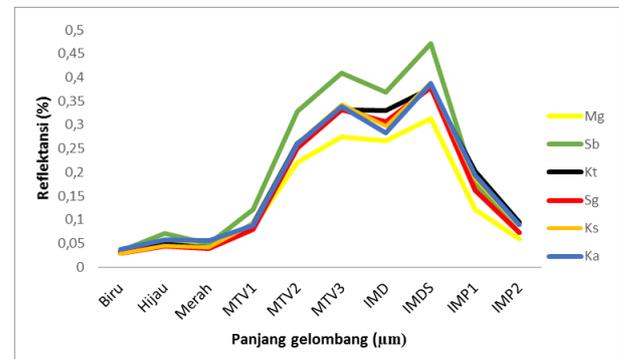
Gambar 5. Kurva rata-rata reflektansi objek air permukaan citra satelit Sentinel-2A

Berdasarkan pengamatan dilapangan, Sungai Kambung memiliki air yang keruh, kekeruhan menyatakan derajat kegelapan di dalam air yang disebabkan oleh bahan-bahan yang melayang. Kekeruhan biasanya terdiri dari materi tersuspensi (*Total Suspended Solid*) baik organik maupun anorganik yang berasal dari daratan utama. Materi yang tersuspensi dapat mengurangi penetrasi matahari ke dalam badan air sehingga terjadi kekeruhan perairan. Pada pajang gelombang 0,6 µm air jernih lebih banyak mentransmisikan tenaga yang datang dan mencapai puncak pada saluran biru hingga hijau. Sedangkan pada air keruh karena material organik dan anorganik, transmisi tenaga berubah drastis seperti perubahan pantulan air yang terjadi karena peningkatan konsentrasi klorofil sehingga terjadi peningkatan energi pantulan pada panjang gelombang hijau dan penurunan energi pantulan pada panjang gelombang biru secara signifikan (Swain dan Davis, 1978). Dalam keadaan air jernih, IMDS tidak akan direfleksikan lagi sehingga nilainya 0%. Namun, pada air keruh IMDS masih memantulkan reflektansi yang di sebabkan jumlah material yang larut dan material suspensi (Robinson, 1985).

C. Vegetasi

Kelompok vegetasi memiliki pola reflektansi yang sama pada setiap kelas (sagu, mangrove, karet, kelapa, kelapa sawit dan semak belukar). pada panjang gelombang tampak (biru, hijau, merah) kelompok vegetasi memiliki nilai reflektansi yang berdekatan, sehingga secara visual sulit dibedakan. Kelompok vegetasi sangat mudah

dibedakan pada panjang gelombang IMDS, akan tetapi terdapat empat kelas (karet, kelapa, sagu, kelapa sawit) yang memiliki nilai reflektansi berdekatan, sedangkan mangrove yang memiliki karakteristik yang berbeda sangat mudah dibedakan pada panjang gelombang tersebut walaupun memiliki reflektansi terendah.



Gambar 6. Kurva rata-rata reflektansi objek vegetasi permukaan citra satelit Sentinel-2A

Semak belukar memiliki kerapatan rendah yang dapat mengakibatkan tingginya nilai reflektansi. Kerapatan yang rendah dapat memberikan kesempatan banyaknya pantulan dari objek tanah dan material lainnya. Sedangkan rendahnya pantulan spektral mangrove diakibatkan tempat tumbuh mangrove itu sendiri. Dimana tempat tumbuh mangrove dipengaruhi oleh pasang surut air laut dan tumbuh di tempat yang berlumpur. Air dan tanah berlumpur banyak menyerap energi elektromagnetik, sehingga nilai reflektansi yang dipantulkan hanya sedikit.

Rendahannya pantulan spektral pada panjang gelombang biru dan merah pada kelompok vegetasi dikarenakan adanya penyerapan klorofil pada panjang gelombang (0,49 µm) dan (0,66 µm) guna proses fotosintesis. Fotosintesis terutama berkerja terpusat pada panjang gelombang 0,45 µm dan 0,65 µm (Lillesand dan Kiefer, 1990). Energi yang tidak diabsorpsi sebagian besar akan dipantulkan, penyerapan dan panjang gelombang ini menyebabkan puncak pantulan terjadi pada kira-kira 0,54 µm yaitu pada spektrum hijau. Pigmen klorofil daun pada *mesophyll palisade* mempunyai pengaruh yang signifikan pada penyerapan dan pemantulan pada panjang gelombang biru, hijau, dan merah. Sedangkan *spongi mesopil* daun memiliki pengaruh yang signifikan pada penyerapan dan pemantulan sinar *near infrared* yang mengenai daun. Klorofil hanya menyerap cahaya biru dan merah sebesar 70% -

¹Mahasiswa Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

²Staf pengajar Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

90% untuk fotosintesis. Peningkatan yang terjadi pada panjang gelombang 0,74 μm hingga 1,61 μm dikarenakan pada rentang panjang gelombang tersebut daun banyak memantulkan sinar *infrared* dan menyerap sinar *red* dan peran dari jaringan spons oleh daun (Hoffer dan Roger, 1978).

Jika dibandingkan dengan air dan tanah, vegetasi mampu memantulkan reflektansi yang lebih tinggi (Musyarofah *et al.*, 2010). Vegetasi mampu memantulkan hingga 50% energi radiasi yang datang, tanah memantulkan 30-40%, sedangkan air hanya memantulkan maksimal 10%. Air memantulkan energi elektromagnetik pada spektrum cahaya tampak hingga inframerah-dekat, pada panjang gelombang di atas 1,2 μm seluruh energi diserap (Musyarofah *et al.*, 2010).

3. Analisis Ragam

Hasil analisis ragam pada nilai spektral citra satelit Sentinel-2A F hitung sebesar 17,626 lebih besar dibandingkan F tabel (1,98). Hal ini menunjukkan terdapat minimal 1 atau lebih dari rata-rata reflektansi sepektral yang berbeda nyata pada taraf 95% ($p < 0.05$). Uji lanjut DMRT menunjukkan terdapat 5 kelompok spektral citra satelit Sentinel-2A (Tabel 5), yaitu : (i) kelompok panjang gelombang IMDS, (ii) kelompok MTV3, (iii) kelompok MTV2, (iv) kelompok IMP1, (v) kelompok biru, hijau, merah MTV1, IMP2.

Tabel 2. Uji DMRT nilai reflektansi spektral citra satelit Sentinel-2A

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
Band 8	0,325	0,025	0,276	0,375	A
Band 6	0,282	0,025	0,233	0,331	A B
Band 7	0,275	0,025	0,226	0,325	A B
Band 5	0,225	0,025	0,176	0,274	B C
Band 9	0,186	0,025	0,137	0,235	C
Band 4	0,109	0,025	0,059	0,158	D
Band 10	0,106	0,025	0,057	0,155	D
Band 3	0,060	0,025	0,010	0,109	D
Band 2	0,060	0,025	0,010	0,109	D
Band 1	0,044	0,026	-0,008	0,096	D

Tabel 3. Uji DMRT kelas penutup lahan mangrove

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
Sb	0,210	0,037	0,137	0,284	A B C
Lb	0,190	0,037	0,116	0,264	A B C D
Kt	0,181	0,037	0,107	0,254	A B C D
Ka	0,179	0,037	0,105	0,252	A B C D
Sg	0,171	0,037	0,097	0,244	A B C D
Ks	0,167	0,041	0,085	0,250	A B C D
Mg	0,147	0,037	0,073	0,221	B C D
Lt	0,146	0,037	0,072	0,219	B C D
Ba	0,064	0,039	-0,014	0,141	D

Analisis ragam pada kelas penutup lahan mangrove (Lampiran 4) F hitung sebesar 2,717 lebih besar dibandingkan F tabel (1,89). Uji lanjut DMRT pada kelas penutup lahan terhadap nilai reflektansi, menghasilkan 4 kelompok kelas penutup lahan (Tabel 6), yaitu: (i) semak belukar, (ii) kelompok lahan terbangun, karet, kelapa, sagu, kelapa sawit, (iii) kelompok mangrove dan lahan terbuka, (iv) kelompok badan air.

4. Uji Separabilitas

Uji separabilitas menunjukkan bahwa terdapat 36 pasang kelas, 32 (90,9%) dapat dipisahkan, sedangkan 4 pasang kelas (9,1%) tidak dapat dipisahkan. Kelas yang memiliki nilai diatas 1,90 dapat dipisahkan dengan sangat baik. Nilai separabilitas terkecil ditunjukkan oleh kelas sagu dengan nilai separabilitas 1.0675. Kelas sagu, kelapa sawit, dan mangrove memiliki bentuk fisik yang sama dan tumbuh berdekatan, sehingga sulit dipisahkan dan memberikan kesempatan kemiripan spektral pada kelas penutup lahan tersebut. Sedangkan pada uji separabilitas juga memperlihatkan bahwa kelas sagu tidak dapat dipisahkan dengan kelas karet. Hal ini dikarenakan kelas karet tumbuh berdekatan dengan kelas sagu sehingga nilai reflektansi yang direkam oleh sensor dalam 1 piksel lebih didominasi oleh nilai reflektansi dari kelas sagu. Hal ini sependapat dengan (Jhonnerie, 2015) yang menyatakan bahwa kemiripan spektral mangrove dengan kebun kelapa dan vegetasi transisi sangat mungkin terjadi, ketiga kelas tersebut berada pada daerah yang berdekatan, berdasarkan topologi spasial maka ketiga kelas tersebut berbatasan (*adjacent*) sehingga sulit dipisahkan.

Tabel 4. Matrik nilai jarak J-M antara pasangan kelas penutup lahan.

Kelas	Ba	Mg	Lt	Sb	Kt	Lb	Sg	Ks	Ka
Ba	2.0000	1.9999	2.0000	2.0000	1.9999	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000
Mg		1.9999	1.9999	1.9915	1.9992	1.9904	1.8857	1.9861	
Lt			2.0000	1.9599	2.0000	1.9999	1.9999	1.9333	
Sb				1.9999	1.9999	2.0000	2.0000	1.9967	
Kt					1.9999	1.8329	1.9167	1.9994	
Lb						1.9999	1.9997	1.8910	
Sg							1.0675	1.9999	
Ks								1.9997	
Ka									1.9997

¹Mahasiswa Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

²Staf pengajar Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

KESIMPULAN

Kelompok vegetasi memiliki pola reflektansi yang sama pada setiap kelas (sagu, mangrove, karet, kelapa, kelapa sawit, dan semak belukar). Kelompok tanah memiliki pola spektral yang terus meningkat seiring dengan bertambahnya panjang gelombang. Sedangkan kelas air memiliki pola yang hampir mirip dengan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Chavez P., S. 1996. Image-Based Atmospheric Corrections-Revisited and Improved. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 62 (9):1025-1036.
- Congedo, L., 2016. Tutorial 2 – Land Cover Classification of Landsat Image. *Semi-Automatic Classification Plugin Documentation*. 65-82.
- Hoffer, Roger, M. 1978. Biological and Physical Consideration in Applying Computer Aided Analysis Techniques to Remote Sensor Data, in Remote Sensing. *The Quantitative Approach, Edited by Philip H. Swain and Sherley M. Davis, New York: McGraw Hill*.
- Jaya, I., N., S. 2010. Analisis Citra Digital : Perspektif Penginderaan Jauh Untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam. *Bogor (ID): Fakultas Kehutanan IPB*.
- Jensen, J., R. 2007. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective (2nd ed). *London [GB]: Pearson Education*.
- Jhonnerie, R. 2015. Klasifikasi Mangrove Berbasis Objek dan Pikel Menggunakan Citra Satelit Multispektral di Sungai Kambung Bengkalis, Provinsi Riau. *Bogor Agricultur University. Bogor*.
- Jhonnerie, R., Siregar, V., P., Nababan, B., Budi, L., Prasetyo, Wouthuyzen, S. 2014. Deteksi Perubahan Tutupan Mangrove Menggunakan Citra Landsat Berdasarkan Klasifikasi Hibrida Di Sungai Kambung, Pulau Bengkalis, Provinsi Riau. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, volume 6 (2):491-506.
- Karuniastuti, N. 2012. Peranan Hutan Mangrove Bagi Lingkungan Hidup. *Forum Manajemen*, volume 6 (2).
- KLHK. 2017. Laju Kerusakan Hutan Mangrove di Indonesia Tercepat di Dunia.
- Kusumowidagdo, M., Sanjoto, T., B., Setyowati D. L., Semedi B. 2007. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. *Pusat Data PJ LAPAN dan Jurusan Geografi UNS Semarang*.
- Latifa, A., K. 2017. Analisa Respon Spektral Objek (Objek : Lampu Taman Di Gazebo Teknik Geomatika, Its). *Departemen Teknik Geomatika Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan Institut Teknologi Sepuluh November*.
- Lillesand, T., M., Kiefer, R., W. 1990. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra; Penerjemah : Dulbahri, Suharsono, P., Hartono dan Suharyadi. *Gadjah Mada University Press. Yogyakarta*.
- Mather, P., M., Koch, M. 2004. Computer Processing of Remotely-Sensed Images An Introduction. *Chichster : John Willey & Sons Inc*.
- Musyarofah, Sirin, D., N., S., Maryanto, A., Kushardono, D. 2010. Kajian Penentuan Kanal Spektral Sistem Pencitra Satelit Mikro Berbasis Kebutuhan Pengguna Untuk Observasi Sumber Daya Alam Di Indonesia. *Peneliti dan Perakayasa Bidang Pengembangan Teknologi Penginderaan Jauh, Pusbangja, LAPAN*.
- Ridho, A. 2015. Pola Spektral Daun Mangrove Dengan menggunakan Spektrofotometer Dan Citraworldview-2 Di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Departemen Ilmu Dan Teknologi Kelautan fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan institut Pertanian Bogor*
- Robinson, I., S. 1985. Satellite Oceanography: an Introduction for Oceanographers and

¹Mahasiswa Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

²Staf pengajar Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

- Remote Sensing Scientis. *Ellis Harvard Limied, Chiester, England. 455h.*
- Sobrino, J., A., Jimenez, Munoz J., C., Paolinib, L. 2004. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment*, volume 90(4):434-440.
- Sulaiman, A., Hendiarti, N., Syamsudin, F., Marina, C., G., Frederik, Muh., Sadly, Andiastruti, R. 2006. Riset dan Teknologi Pemantauan Dinamika Laut Indonesia. BAB II Satelit Oseanografi. *Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.*
- Surya, W., H. 2016. Eksistensi Adat Istiadat Suku Hutan Dalam kehidupan Sehari-hari (Studi Kasus Desa Kembang Luar Kecamatan Bantan Kabupaten Bengkalis). *Jurnal AKRAB JUARA* volume 1: (1-14).
- Hoffer, Roger, M. 1978. Biological and Physical Consideration in Applying Computer Aided Analysis Techniques to Remote Sensor Data, in Remote Sensing. *The Quantitative Approach, Edited by Phylip H. Swain and Sherley M. Davis, New York: McGraw Hill.*
- Jaya, I., N., S. 2010. Analisis Citra Digital : Perspektif Penginderaan Jauh Untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam. *Bogor (ID): Fakultas Kehutanan IPB.*
- Jensen, J., R. 2007. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective (2nd ed). *London [GB]: Pearson Education.*
- Jhonnerie, R. 2015. Klasifikasi Mangrove Berbasis Objek dan Pikel Menggunakan Citra Satelit Multispektral di Sungai Kembang Bengkalis, Provinsi Riau. *Bogor Agricultur University. Bogor.*
- Jhonnerie, R., Siregar, V., P., Nababan, B., Budi, L., Prasetyo, Wouthuyzen, S. 2014. Deteksi Perubahan Tutupan Mangrove Menggunakan Citra Landsat Berdasarkan Klasifikasi Hibrida Di Sungai Kembang, Pulau Bengkalis, Provinsi Riau. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, volume 6 (2):491-506.
- Karuniastuti, N. 2012. Peranan Hutan Mangrove Bagi Lingkungan Hidup. *Forum Manajemen*, volume 6 (2).
- KLHK. 2017. Laju Kerusakan Hutan Mangrove di Indonesia Tercepat di Dunia.
- Kusumowidagdo, M., Sanjoto, T., B., Setyowati D. L., Semedi B. 2007. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. *Pusat Data PJ LAPAN dan Jurusan Geografi UNS Semarang.*
- Latifa, A., K. 2017. Analisa Respon Spektral Objek (Objek : Lampu Taman Di Gazebo Teknik Geomatika, Its). *Departemen Teknik Geomatika Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan Institut Teknologi Sepuluh November.*
- Lillesand, T., M., Kiefer, R., W. 1990. Pengindraan Jauh dan Interpretasi Citra; Penerjemah : Dulbahri, Suharsono, P., Hartono dan Suharyadi. *Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.*
- Mather, P., M., Koch, M. 2004. Computer Processing of Remotely-Sensed Images An Introduction. *Chichster : John Willey & Sons Inc.*
- Musyarofah, Sirin, D., N., S., Maryanto, A., Kushardono, D. 2010. Kajian Penentuan Kanal Spektral Sistem Pencitra Satelit Mikro Berbasis Kebutuhan Pengguna Untuk Observasi Sumber Daya Alam Di Indonesia. *Peneliti dan Perekayasa Bidang Pengembangan Teknologi Penginderaan Jauh, Pusbangja, LAPAN.*
- Ridho, A. 2015. Pola Spektral Daun Mangrove Dengan menggunakan Spektrofotometer Dan Citraworldview-2 Di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Departemen Ilmu Dan Teknologi Kelautan fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan institut Pertanian Bogor*
- Robinson, I., S. 1985. Satellite Oceanography: an Introduction for Oceanographers and

¹Mahasiswa Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

²Staf pengajar Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

- Remote Sensing Scientis. *Ellis Harvard Limied, Chiester, England. 455h.*
- Sobrinio, J., A., Jimenez, Munoz J., C., Paolinib, L. 2004. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment*, volume 90(4):434-440.
- Sulaiman, A., Hendiarti, N., Syamsudin, F., Marina, C., G., Frederik, Muh., Sadly, Andiastruti, R. 2006. Riset dan Teknologi Pemantauan Dinamika Laut Indonesia. BAB II Satelit Oseanografi. *Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.*
- Surya, W., H. 2016. Eksistensi Adat Istiadat Suku Hutan Dalam kehidupan Sehari-hari (Studi Kasus Desa Kembung Luar Kecamatan Bantan Kabupaten Bengkalis). *Jurnal AKRAB JUARA* volume 1: (1-14).
- Swain, H., P., Davis, S., M. 1978. Remote Sensing: The Quantitative Approach. *McGraw-Hills. New York. USA.*
- Valiela, I., L., J., Bowen, York, J., K. 2001. Mangrove Forests: One of the World's Threatened Major Tropical Environments. *BioScience*, volume 51(10): 807-815.

¹Mahasiswa Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

²Staf pengajar Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.