

Analisa Perubahan Luas Tingkat Kerapatan Mangrove Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali dengan Menggunakan Citra Satelit Landsat 8

Analysis of Changes in Area of Mangrove Density at Ngurah Rai Bali Grand Forest Park Using Image of Landsat 8 Satellite

Kadek Darmo, Komang Ngurah Suarbawa*, I Gusti Agung Widagda

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana,
Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia 80361

Email: kadek.darmo@student.unud.ac.id; *suarbawa@unud.ac.id; widagda@unud.ac.id

Abstrak – Telah dilakukan penelitian untuk mengestimasi perubahan luas tingkat kerapatan mangrove Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali dari tahun 2014 sampai tahun 2017 dengan menggunakan citra satelit Landsat 8. Diolah dengan software ArcGis. Tingkat kerapatan ditentukan dengan menggunakan metode NDVI dan dikelompokkan berdasarkan rentang NDVI sesuai aturan Departemen Kehutanan tahun 2005. Setelah proses NDVI dan reclass maka didapatkan tutupan tingkat kerapatan. Dengan menggunakan tutupan tingkat kerapatan dihitung luas tingkat kerapatan untuk tiap tahun. Pada penelitian ini perubahan luas tingkat kerapatan yang didapat adalah untuk jarang berkurang sebesar 23,67 ha, sedang berkurang sebesar 16,74 ha, rapat bertambah sebesar 24,3 ha, dan untuk luas total mangrove berkurang sebesar 16,11 ha. Hasil penelitian ini memiliki akurasi jarang 100%, sedang 67%, rapat 93% dan total 90%.

Kata kunci: citra, satellite Landsat 8, NDVI, tabel konfusi, mangrove.

Abstract – The study is report about to estimate the change of mangrove density level of Ngurah Rai Bali Forest Park from 2014 until 2017 using image of Landsat satellite 8 which was processed with ArcGis software. The density level was determined by using the NDVI method and grouped according to the NDVI range according to the Ministry of Forestry's rules of 2005. The result shows that in the rare area, the change in the area of density reduced by 23.67 ha, in medium area decreased by 16.74 ha, in the tight area increased by 24.3 ha, and in the total area of mangrove reduced by 16.11 ha. Those results obtained with accuracy of 100 %, 67 %, 93% and 90 % in rare area, medium area, tight area and total area, respectively.

Key words: image, satellite Landsat 8, NDVI, confusion table, mangrove.

1. Pendahuluan

Dalam hubungannya dengan fenomena pemanasan global salah satu faktor yang perlu mendapatkan perhatian adalah banyaknya vegetasi yang telah rusak. Salah satu jenis vegetasi yang memiliki banyak peran penting dalam kehidupan dan untuk mengurangi pemanasan global adalah *mangrove*. Hutan *mangrove* merupakan hutan yang hidup di daerah rawa-rawa berair payau di sepanjang muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut [1].

Salah satu hutan *mangrove* yang berada di Bali adalah Taman Hutan Raya (Tahura) Ngurah Rai Bali. Tahura Ngurah Rai Bali memiliki berbagai fungsi, di antaranya adalah sebagai objek wisata, tempat hidup berbagai jenis ikan, reptil dan burung, penahan abrasi, sumber penunjang hasil tangkapan ikan nelayan serta sebagai penghasil oksigen (O₂). Untuk menjaga kelestarian vegetasi *mangrove* Tahura Ngurah Rai Bali, diperlukan sebuah penelitian untuk mengetahui perubahan luas tingkat kerapatan *mangrove* dari tahun 2014 sampai tahun 2017.

Untuk mengetahui perubahan luas tingkat kerapatan *mangrove*, teknik yang sesuai adalah penginderaan jauh. Teknik ini memiliki jangkauan yang luas dan dapat memetakan daerah-daerah yang sulit dijangkau. Penginderaan jauh menggunakan data citra dari satelit, salah satu satelit penginderaan jauh adalah Landsat 8. Data citra yang didapatkan dari satelit Landsat 8 diolah dengan metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) untuk mendapatkan tingkat kerapatan suatu vegetasi.

2. Landasan Teori

2.1 Penginderaan jauh

Pengindraan jauh adalah ilmu untuk mendapatkan informasi tentang gejala, obyek atau daerah melalui analisis data yang didapatkan dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan gejala, obyek atau daerah tersebut [2]. Energi yang digunakan pada pengindraan jauh adalah energi elektromagnetik, energi elektromagnetik tersebut bersumber dari cahaya matahari yang merambat melewati atmosfer kemudian mengenai obyek dan terpantul kembali melewati atmosfer kemudian diterima oleh sensor satelit.

2.2 Citra Landsat 8

Landsat 8 memiliki 2 sensor dengan 11 kanal, dimana 9 kanal terdapat pada sensor *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan 2 kanal lainnya terdapat pada sensor *Thermal Infrared Sensor* (TIRS). Sebagian besar kanal mempunyai kemiripan dengan Landsat 7 [3]. Kanal-kanal yang ada pada citra Landsat 8 seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi kanal-kanal sensor Landsat 8 [3].

Landsat 8	Kanal/Band	Panjang Gelombang (µm)	Resolusi (m)
Sensor OLI	Kanal 1 - <i>Coastal Aerosol</i>	0,43 – 0,45	30
	Kanal 2 - <i>Blue</i>	0,45 – 0,51	30
	Kanal 3 - <i>Green</i>	0,53 – 0,59	30
	Kanal 4 - <i>Red</i>	0,64 – 0,67	30
	Kanal 5 - <i>Near Infrared (NIR)</i>	0,85 – 0,88	30
	Kanal 6 - <i>Short wave infrared (SWIR) 1</i>	1,57 – 1,65	30
	Kanal 7 - <i>SWIR 2</i>	2,11 – 2,29	30
	Kanal 8 - <i>Panchromatic</i>	0,50 – 0,68	15
	Kanal 9 - <i>Cirrus</i>	1,36 – 1,38	30
Sensor TIRS	Kanal 10 - <i>Thermal Infrared (TIRS) 1</i>	10,60 – 11,19	100
	Kanal 11 - <i>Thermal Infrared (TIRS) 2</i>	11,50 – 12,51	100

2.3 Koreksi radiometrik

Untuk menghilangkan noise yang ditimbulkan oleh sistem maka perlu dilakukan koreksi radiometrik *Top of Atmosfer* (ToA). Koreksi ToA adalah proses perbaikan karena distorsi radiometrik yang diakibatkan oleh kedudukan matahari. Data citra dikoreksi radiometrik menggunakan koreksi ToA yang meliputi ToA Reflektansi dan koreksi matahari [4]. Koreksi ToA Reflektansi dilakukan dengan menggunakan persamaan (1)

$$\rho_{\lambda'} = (\rho_M \times Q_{cal}) + \rho_A \tag{1}$$

dengan $\rho_{\lambda'}$ = ToA reflektansi, tanpa koreksi untuk sudut matahari, ρ_M = *reflectance mult band* x, di mana x merupakan nomor *band*, ρ_A = *reflectance add band* x, di mana x merupakan nomor *band*, Q_{cal} = Nilai digital number (DN). Kemudian dilanjutkan dengan koreksi sudut matahari dengan persamaan (2),

$$\rho_{\lambda} = \rho_{\lambda'} / (\cos(\theta_{sz})) = \rho_{\lambda'} / (\sin(\theta_{se})) \tag{2}$$

dengan ρ_{λ} = ToA reflektansi, θ_{se} = sudut elevasi matahari, θ_{sz} = sudut *zenith* matahari, $\theta_{sz} = 90^\circ - \theta_{se}$.

2.4 Kombinasi band

Kombinasi *band* citra Landsat 8 perlu dilakukan untuk memperoleh gambaran citra yang sesuai untuk tujuan pengolahan data citra tertentu, setiap kombinasi *band* memiliki fungsi yang berbeda sesuai dengan apa yang ingin dianalisa. Aplikasi kanal atau *band-band* dalam citra Landsat 8 ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kombinasi kanal citra Landsat 8 [5].

<i>Application Study</i>	<i>Combination Band</i>
<i>Natural Color</i>	4 3 2
<i>False Color</i>	7 6 4
<i>Color Infrared (vegetation)</i>	5 4 3
<i>Agriculture</i>	6 5 2
<i>Atmospheric Penetration</i>	7 6 5
<i>Healthy Vegetation</i>	5 6 2
<i>Land/Water</i>	5 6 4
<i>Natural With Atmospheric Removal</i>	7 5 3
<i>Shortwave Infrared</i>	7 5 4
<i>Vegetation Analysis</i>	6 5 4

2.5 Normalized difference vegetation index (NDVI)

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) adalah nilai yang didasarkan pada perbedaan antara penyerapan maksimum radiasi pada *band* merah (*red*) dan reflectance maksimum pada *band* spektral Near Infrared (NIR) [6], adapun persamaan NDVI di tunjukan pada persamaan (3),

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}} \quad (3)$$

dengan ρ_{NIR} = nilai reflektan *band* inframerah dekat, ρ_{Red} = nilai reflektan *band* merah.

2.6 Tabel konfusi

Confusion matrix adalah perhitungan akurasi untuk setiap kategori penutupan lahan, dengan verifikasi langsung ke lapangan. Hasil dari verifikasi ditampilkan pada tabel konfusi seperti pada Tabel 3. Kemudian dihitung akurasi masing-masing kategori dengan menggunakan persamaan (4) sampai (8) [7].

Tabel 3. Matriks konfusi [7].

		Verifikasi Lapangan			Total
		Jarang	Sedang	Rapat	
Citra	Jarang	x_{ii}			x_{i+}
	Sedang				
	Rapat			x_{ii}	
Total		x_{+i}			N

$$Producer\ accuracy\ (i) = \frac{x_{ii}}{x_{+i}} \times 100\% \quad (4)$$

$$User\ accuracy\ (i) = \frac{x_{ii}}{x_{i+}} \times 100\% \quad (5)$$

$$Omission\ error = 100\% - Producer\ accuracy \quad (6)$$

$$Commission\ error = 100\% - User\ accuracy \quad (7)$$

$$Overall\ accuracy = \frac{\sum_{i=1}^r x_{ii}}{N} \times 100\% \quad (8)$$

dengan x_{ii} = nilai diagonal matriks baris ke-i dan kolom ke-i, x_{+i} = jumlah titik uji pada kolom ke-i, x_{i+} = jumlah titik uji pada baris ke-i, N = jumlah total titik uji dan r = banyaknya kategori.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan data citra Landsat 8 tahun 2014 sampai 2017 yang diolah dengan *software* ArcGis 10.2. Obyek yang diteliti dalam penelitian ini adalah vegetasi hutan *mangrove* yang berada di sekitar kawasan Benoa, tepatnya vegetasi hutan *Mangrove* Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali dengan batas koordinat 08°42' – 08° 48' LS dan 115°10' – 115°15' BT.

Variabel yang dihitung dalam penelitian ini adalah luas tingkat kerapatan *mangrove* untuk tiap tahun dari tahun 2014 sampai 2017. Kemudian dari hasil perhitungan luas tingkat kerapatan *mangrove* tersebut, akan didapatkan perubahan luas kerapatan *mangrove* dari tahun 2014 sampai 2017.

Dalam penelitian ini citra satelit Landsat 8 dianalisis dengan metode NDVI, dengan menggunakan persamaan (3). Adapun rentang nilai NDVI yang digunakan untuk mengelompokkan tingkat kerapatan *mangrove* dari hasil perhitungan NDVI [8] yaitu:

1. $0,43 \leq NDVI \leq 1,00$ kategori rapat.
2. $0,33 \leq NDVI \leq 0,42$ kategori sedang.
3. $-1,0 \leq NDVI \leq 0,32$ kategori jarang.

Tahap pengolahan data

Tahap pengolahan data citra Landsat 8 dibagi menjadi tiga bagian yaitu pra pengolahan, pengolahan dan validasi. Untuk tahap pengolahan dibagi lagi menjadi dua tahap yaitu tahap penentuan tutupan *mangrove* dan tahap penentuan tutupan tingkat kerapatan *mangrove*. Tahap – tahap tersebut diantaranya.

a) Pra pengolahan

Pada tahap pra pengolahan, citra di koreksi secara geometrik dan radiometrik, namun pada penelitian ini citra tidak dikoreksi secara geometrik karena citra telah di koreksi sebelumnya oleh pihak *United States Geological Survei* (USGS). Pada tahap ini hanya dilakukan koreksi radiometrik dengan menggunakan persamaan (1) dan persamaan (2).

Setelah data citra Landsat 8 dikoreksi, kemudian dilakukan kombinasi atau *composite* citra. *Band* yang digunakan untuk *composite* adalah *band* 6, 5 dan 4 karena *composite band* 6, 5, 4 paling sesuai untuk analisa vegetasi. Setelah citra di *composite* kemudian citra dipotong sesuai batas koordinat Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali.

b) Pengolahan

Setelah melakukan tahap pra pengolahan kemudian dilanjutkan dengan tahap pengolahan yang terdiri dari beberapa tahap yaitu penentuan tutupan *mangrove* dan penentuan tingkat kerapatan. Tahap penentuan tutupan *mangrove* dimulai dari tahap *classification* dan dilanjutkan dengan tahap *filtering*. Kemudian dilakukan *cropping*, NDVI, *reclass* dan *filtering* yang merupakan tahapan penentuan tingkat kerapatan. Setelah didapatkan tutupan tingkat kerapatan *mangrove* kemudian dilakukan proses perhitungan luas tingkat kerapatan *mangrove* menggunakan persamaan (9). Jumlah piksel dikali 900 di bagi 10000, 900 merupakan luas sebenarnya dari satu piksel di permukaan bumi dan dibagi 10000 adalah untuk mengubah satuan menjadi hektare, sehingga di dapatkan luas dalam satuan hektare (ha) [9].

$$Luas = \frac{\text{Jumlah Piksel}}{10000} \times 900 \quad (9)$$

Setelah di dapatkan luas tingkat kerapatan untuk tiap tahun dari tahun 2014 sampai 2017, kemudian dihitung luas perubahan tingkat kerapatannya dari tahun 2014 sampai 2017.

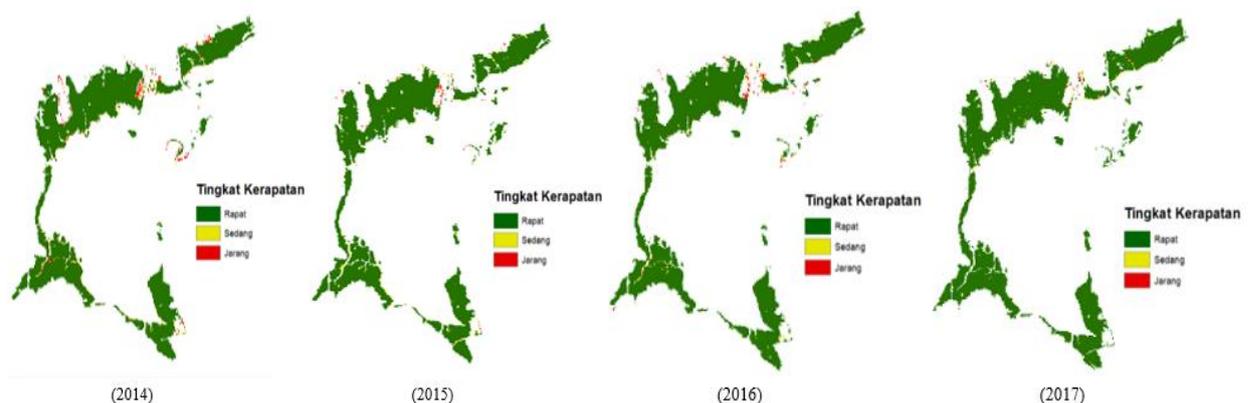
c) Validasi

Untuk validasi digunakan metode matriks konfusi (*confusion matrix*) dengan verifikasi langsung ke lapangan, di mana ditentukan terlebih dahulu titik uji pada sebaran tingkat kerapatan. Jumlah titik uji untuk setiap kategori disesuaikan dengan persentase luasan. Tujuan dari verifikasi lapangan adalah untuk mengetahui kebenaran interpretasi sebaran tingkat kerapatan *mangrove* yang telah didapat.

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Hasil interpretasi citra

Dari hasil pengolahan maka didapatkan tutupan tingkat kerapatan *mangrove* seperti pada Gambar 1 dan luas untuk tingkat kerapatan *mangrove* seperti pada Tabel 4.



Gambar 1. Tutupan kerapatan *mangrove* tiap tahun.

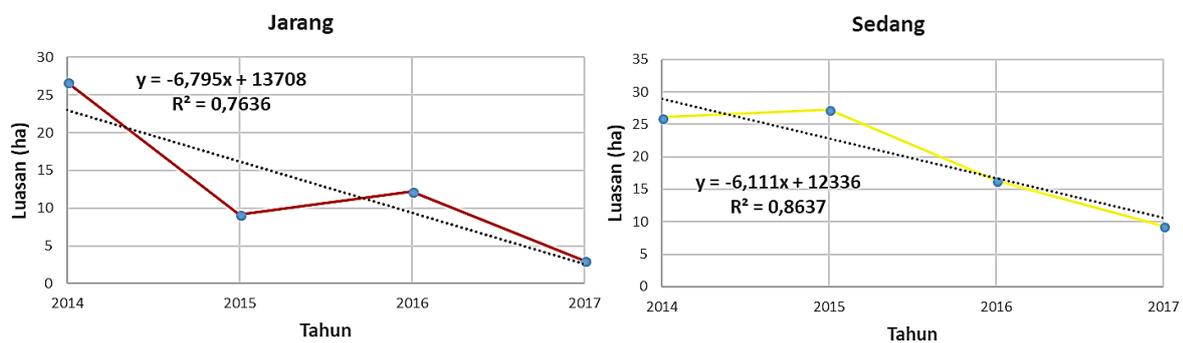
Tabel 4. Luas tingkat kerapatan *mangrove* tiap tahun.

Kategori	Luas (ha)			
	2014	2015	2016	2017
Jarang	26,73	9,18	12,24	3,06
Sedang	26,10	27,27	16,38	9,36
Rapat	1022,13	1047,60	1037,61	1046,43
Total	1074,96	1084,05	1066,23	1058,85

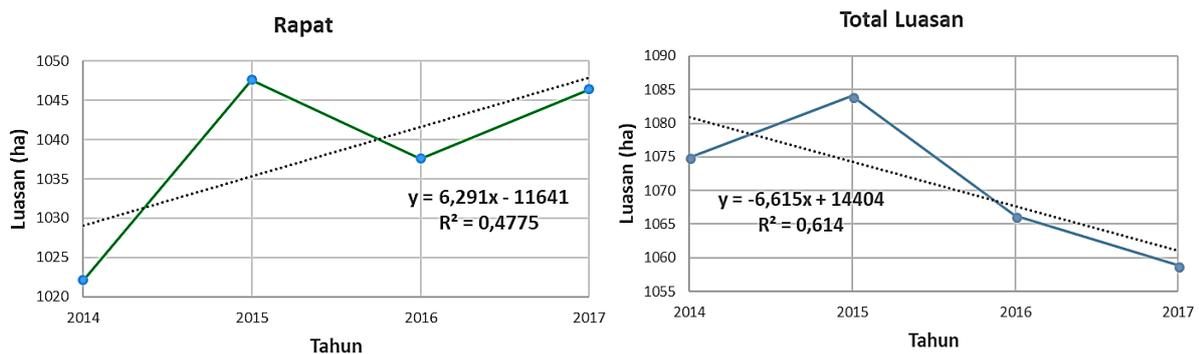
Berdasarkan data pada Tabel 4 didapatkan perubahan luas tingkat kerapatan *mangrove* dari tahun 2014 sampai tahun 2017 untuk kategori jarang berkurang sebesar 23,67 ha, untuk kategori sedang berkurang sebesar 16,74 ha, untuk kategori rapat bertambah sebesar 24,3 ha dan untuk luas total *mangrove* berkurang sebesar 16,11 ha. Hal ini mengindikasikan sebagian dari kategori jarang dan sedang berubah menjadi rapat dan sebagian lagi mati atau mengalami kerusakan sehingga menyebabkan luas *mangrove* secara keseluruhan berkurang.

4.2 Grafik perubahan luas tingkat kerapatan

Untuk melihat lebih jelas perubahan luas tingkat kerapatan *mangrove* dari tahun 2014 sampai tahun 2017 maka data pada Tabel 4 dapat diplot dalam grafik regresi seperti pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Grafik luas kerapatan kategori jarang dan sedang.



Gambar 3. Grafik luas kerapatan kategori rapat dan luas total.

Berdasarkan grafik regresi pada Gambar 2 dan Gambar 3 untuk kategori jarang dan sedang cenderung menurun terlihat dari grafik regresi yang nilai gradiennya negatif dan untuk kategori rapat cenderung meningkat terlihat dari grafik regresi yang nilai gradiennya positif serta untuk luas total *mangrove* cenderung menurun atau berkurang terlihat dari grafik regresi yang nilai gradiennya negatif.

4.3 Validasi

Pada penelitian ini jumlah titik uji yang digunakan adalah 20 titik menyesuaikan dengan keadaan lapangan yang bisa dijangkau, untuk masing-masing kategori jumlah titik ujinya adalah jarang 2 titik, sedang 3 titik dan rapat 15 titik. Setelah titik uji ditentukan, maka dilakukan verifikasi langsung dengan menggunakan koordinat titik uji pada citra yang telah ditentukan. Setelah dilakukan verifikasi, hasil yang didapatkan dimasukkan dalam tabel

konfusi dan dihitung tingkat akurasinya, tabel konfusi dan analisa akurasi pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Tabel konfusi tingkat kerapatan.

		Verifikasi Lapangan			Total
		Jarang	Sedang	Rapat	
Citra	Jarang	2	0	0	2
	Sedang	1	2	0	3
	Rapat	0	1	14	15
Total		3	3	14	20

Tabel 6. Tabel analisa akurasi tingkat kerapatan.

Tingkat Kerapatan	Akurasi (%)		Kesalahan (%)	
	Penghasil (<i>Producer</i>)	Pengguna (<i>User</i>)	<i>Omisi</i> (<i>Omission</i>)	<i>Komisi</i> (<i>Commission</i>)
Jarang	67	100	33	0
Sedang	67	67	33	33
Rapat	100	93	0	7
Akurasi Keseluruhan (<i>Overall Accuracy</i>)			90	

Pada Tabel 6 didapatkan akurasi untuk kategori jarang 100%, sedang 67% dan rapat 93% sedangkan untuk akurasi totalnya 90%. Hasil ini dalam interpretasi citra sudah termasuk bagus karena akurasi klasifikasi penutup lahan yang diperkenankan adalah rata-rata di atas 75% [9].

4.4 Analisa kesalahan

Pada Tabel 5 didapatkan tingkat kesalahan untuk masing-masing kategori yaitu jarang 0%, sedang 33% dan rapat 7%, sedangkan kesalahan totalnya 10%. Kesalahan tersebut bisa disebabkan oleh faktor kondisi daun vegetasi yang mengering atau menguning pada saat perekaman sehingga mempengaruhi nilai reflektan.

5. Kesimpulan

Dari hasil interpretasi citra dengan akurasi total 90% didapatkan perubahan luas tingkat kerapatan *mangrove* dari tahun 2014 sampai tahun 2017 untuk kategori jarang dan kategori sedang cenderung berkurang sebesar 23,67 ha dan 16,74 ha. Untuk kategori rapat cenderung bertambah sebesar 24,3 ha dan untuk luas total *mangrove* cenderung berkurang sebesar 16,11 ha.

Pustaka

- [1] R. Yanto, A. Pratomo dan H. Irawan, *Keanekaragaman Gastropoda pada Ekosistem Mangrove Pantai Masiran Kabupaten Bintan*, FIKP UMRAH, Riau, 2016, pp. 3.
- [2] T. M. Lillesand dan R. W. Keifer, *Remote Sensing and Image Interpretation*, John Willey and Sons, New York, 1979, pp. 50-51.
- [3] E. K. Andana, Pengembangan Data Citra Satelit Landsat-8 Untuk Pemetaan Area Tanaman Hortikultura Dengan Berbagai Metode Algoritma Indeks Vegetasi (Studi Kasus: Kabupaten Malang Dan Sekitarnya), *Proceeding, Institut Teknologi Sepuluh November*, Surabaya, 2015, pp. 3-4.
- [4] Rahayu dan D. S. Candra, *Koreksi Radiometrik Citra Landsat-8 Kanal Multispektral Menggunakan Top Of Atmosphere (Toa) Untuk Mendukung Klasifikasi Penutup Lahan*, Universitas Jendral Soedirman, Jakarta, 2013, pp. 2-3.
- [5] A. Purwanto, *Pemanfaatan Citra Landsat 8 Untuk Identifikasi Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Di Kecamatan Silat Hilir Kabupaten Kapuas Hulu*, IKIP PGRI, Pontianak, 2015, pp. 32.
- [6] C. J. Tucker, Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation, *Remote Sensing of Environment*, vol. 8, 1979, pp. 127-150.
- [7] R. M. Sampurno dan A. Thoriq, Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) Di Kabupaten Sumedang, *Jurnal Teknotan*, vol. 10, Universitas Pajajaran, 2016.
- [8] Departemen Kehutanan, *Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Lahan Kritis Mangrove*, Jakarta, 2005.
- [9] R. Khomarudin, *Pedoman Pengolahan Data Penginderaan Jauh Landsat 8 untuk MPT*, LAPAN, Jakarta, 2015.