

## **ANALISIS SPATIAL KONDISI TUTUPAN LAHAN ANTAR WAKTU PADA KAWASAN HUTAN MANGROVE MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) DI TWA MANIPO DESA ENORAEN KECAMATAN AMARASI TIMUR KABUPATEN KUPANG**

**Manyus Mariyanto<sup>1)</sup>, L. Michael Riwu Kaho<sup>2)</sup> Norman P. L. B. Riwu Kaho<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Minat Konservasi, Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian

<sup>2)</sup>Dosen Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian

<sup>3)</sup>Dosen Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian

Email : manyusmariyanto97@gmail.com

### **ABSTRACT**

Manipo Nature Park is one of nature conservation areas and government administratively included in the area of Enoraen Village, East Amarasi District, Kupang Regency. This study is aimed to 1) to determine the condition of land cover and multy temporal in 1992, 2005 and 2018 in the Mangrove Forest Area in Manipo Nature Park , 2) Utilization and how to operate GIS to analyze land cover changes in Mangrove forest area in Manipo Nature Park. This research was conducted in February – April 2019 using the method of Object Based Image Segmentation ( OBIS) and Normalize Difference Vegetation Index (NDVI).

In the result of the analysis using the OBIS method, it was found that the image analysis in 1992, 2005, and 2018 revealed that the area of land cover rose and fell changes in the condition of Mangrove vegetation can also be referred to as succession and then to determine the level of density using NDVI method 2018, namely the total area of Mangrove cover with dense land cover class is only 0,02% of the total land area of 399 Ha and the area of cover Mangrove lands with the class of land cover rarely increase with a total area of 332.07 or 83,31 % of the total Mangrove area in 2018

**Key words (Mangrove, Manipo Nature Park, Succession and SIG)**

### **1. PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki hutan Mangrove terluas di dunia (Onrizal, 2010). Hutan Mangrove umumnya terdapat di seluruh pantai Indonesia dan hidup serta tumbuh berkembang pada lokasi-lokasi yang mempunyai hubungan pengaruh pasang air (pasang surut) yang merembes pada aliran sungai yang terdapat di sepanjang pesisir pantai (Tarigan, 2008).

Luas hutan Mangrove dunia sangat beragam tergantung metode yang digunakan. Teknologi remote sensing memperkirakan luas hutan Mangrove dunia sekitar 18,1 juta ha (Spalding *et al.*, 1997). Total luas Mangrove Indonesia sebesar 24% dari luas Mangrove dunia. Namun demikian, besarnya total luas

Mangrove ini berbanding lurus dengan laju deforestasinya. Hal ini merupakan permasalahan utama rusaknya hutan Mangrove yang terjadi pada saat ini.

Kondisi kerusakan hutan Mangrove di Indonesia dapat dibedakan menjadi hutan Mangrove rusak berat mencapai luas 42%, hutan Mangrove rusak seluas 29%, hutan Mangrove dalam kondisi baik seluas kurang dari 23% dan hutan Mangrove dalam kondisi sangat baik hanya seluas 6% dari keseluruhan luas Mangrove. Berkurangnya luasan ekosistem Mangrove alami terjadi seiring meningkatnya kebutuhan manusia yang mendorong deforestasi hutan Mangrove untuk memenuhi kebutuhan tersebut (Wiyono, 2009).

Luas hutan Mangrove di Nusa Tenggara Timur (NTT) mencapai 40.614,1 ha, sebagian besar dari jumlah tersebut telah mengalami kerusakan dengan tingkat kerusakan yang beragam dari rendah sampai berat (BPHM Wilayah I Bali, 2011). Sistem Informasi Geografi (SIG) merupakan sistem yang dirancang untuk bekerja dengan data yang terreferensi secara spasial (bereferensi keruangan) atau koordinat-koordinat geografi, dengan kemampuannya untuk memperoleh, menyimpan, memperbaiki, menganalisis, dan menampilkan semua bentuk data dan informasi ke dalam sistem yang terreferensi secara spasial (bereferensi keruangan) atau koordinat-koordinat geografi untuk berbagai tujuan yang berkaitan dengan pemetaan dan perencanaan (Jumadi *et al.*, 2010), Pujiono (2012) pernah melakukan penelitian di CA Maubesi terkait dengan penggunaan SIG. Cagar Alam Maubesi adalah kawasan dataran rendah yang dilindungi di Indonesia bagian timur yang terutama terdiri dari hutan bakau. Hasilnya menunjukkan bahwa 77,13% dari area MNR tidak berubah dan 22,87% dari area MNR berubah selama 20 tahun (1989 – 2009).

TWA Menipo merupakan salah satu kawasan pelestarian alam dan secara administrasi pemerintahan termasuk kedalam wilayah desa Enoraen Kecamatan Amarasi Timur Kabupaten Kupang. Sesuai dengan pembagian administrasi pengelolaan kawasan konservasi, Taman Wisata Alam Menipo termasuk dalam Resort KSDA TWA Pulau Menipo, Seksi Konservasi Wilayah II Camplong, Bidang KSDA Wilayah I Soe pada Balai Besar KSDA NTT. Kawasan Taman Wisata Alam Menipo sendiri memiliki luas 2.449,50 hektar. Taman Wisata Alam Manipo di tunjuk berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan nomor : 1134/Kpts-II/1992 tanggal 28 Desember 1992 tentang Perubahan Fungsi Hutan dengan luas sekitar 2.449,50 hektar. Kondisi ekosistem di TWA Menipo sendiri

merupakan tipe hutan tanah kering atau savana, hutan pantai, dan juga hutan payau yang tersusun dan lebih banyak didominasi oleh tegakan Mangrove. Tegakan Mangrove di kawasan Taman Wisata Alam Menipo merupakan salah satu tempat bertengger dan mencari makan bagi burung kakatua jambul kuning. Akan tetapi pada beberapa kasus sedangkan dari pihak pengelola sendiri sudah mempunyai rencana untuk menambah objek wisata yang ada di TWA Menipo seperti olahraga air dan juga wisata Mangrove yang menyuguhkan keindahan dari hutan Mangrove. Akan tetapi terlepas gangguan yang ada terhadap ekosistem Mangrove yang ada di Indonesia, Mangrove di TWA Manipo juga memiliki ancamannya tersendiri seperti naiknya permukaan air laut. Sebagai contoh di wilayah Carribean, semai Mangrove sangat sensitif terhadap ketersediaan sedimen yang rendah, diperkirakan Mangrove di Pulau Koral Caribbean tidak akan bertahan Mangrove apabila muka air laut meningkat (Ellison, 1996).

Berdasarkan uraian diatas, analisis mengenai perubahan kondisi tutupan lahan hutan Mangrove di TWA Manipo khususnya di pulau Manipo dengan bantuan SIG sangat penting dilakukan dalam upaya memperoleh informasi sekaligus untuk mendeteksi mengenai kerusakan dan suksesi yang terjadi sehingga berakibat pada perubahan tutupan lahan kawasan Hutan Mangrove di Pulau Manipo, maka peneliti melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Spasial Kondisi Tutupan Lahan Antar Waktu Pada Kawasan Hutan Mangrove Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) di TWA Menipo Desa Enoraen Kecamatan Amarasi Timur Kabupaten Kupang”.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Februari - April 2019. Lokasi penelitian di Kawasan Taman Wisata Alam pulau Manipo. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Citra Landsat 8-OLI (*Operational Land Imager*) dan Citra landsat 5 diunduh dari USGS dan Glovis , path 110 row 66.
2. Perangkat lunak (*software*) pengolah data sistem informasi geografis dan penginderaan jauh (*remote sensing*) yang digunakan yaitu SAGA (*System for Automated Geoscientific Analyses*) versi 2.1.2 dan *Quantum GIS 2.16.2*
3. Perangkat lunak (*software*) Avenza Maps
4. Alat tulis, GPS Garmin Etrex 10.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Reprocessing Citra, Object Base Image Segmentation (OBIS), dan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Uji akurasi dan pengecekan lapangan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Uji Akurasi

Perhitungan nilai akurasi keseluruhan (*Overall Accuracy*) menunjukkan banyaknya jumlah piksel yang terklasifikasi secara benar pada tiap kelas dibandingkan jumlah sampel yang digunakan pada saat uji akurasi yang dilakukan pada semua kelas. Berdasarkan dari hasil uji akurasi yang menunjukkan nilai akurasi keseluruhan (*Overall Accuracy*) untuk hasil klasifikasi sebesar 94,81% yang berarti hasil analisis citra dan juga hasil pengecekan lapangan dapat dinyatakan terklasifikasi dengan benar. Akan tetapi masih dijumpai kesalahan dalam pemisahan kelas Mangrove terhadap kelas-kelas lainnya, karena terdapat beberapa penutup lahan yang berada disekitar Mangrove sehingga sulit untuk menghindari kemiripan *spectral* pada saat pemilihan sampel objek untuk membangun aturan kelas yang spesifik, Jhonnerie *et al.* dalam Openg, 2018).

#### 3.2 Luasan Tutupan Mangrove

Tabel 1. Luas tutupan Mangrove di Pulau Menipo

No	Tahun	Luas Tutupan Mangrove (Ha)
----	-------	----------------------------

1.	1992	379
2.	2005	327
3.	2018	399

Sumber: Hasil Analisis (2019)

Berdasarkan hasil analisis citra tahun 1992, 2005, dan 2018 terjadi perubahan jumlah luas tutupan hutan Mangrove yang berfluktuasi dimana luas tutupan yang tercatat paling tinggi berada pada tahun 2018 dengan luasan hutan Mangrove sebesar 399 Ha. Perubahan tutupan hutan yang seperti ini juga dalam ilmu kehutanan dikenal sebagai suksesi. Diduga fluktuasi perubahan tutupan lahan Mangrove ini disebabkan karena suksesi alami vegetasi. Suksesi adalah perubahan tahap demi tahap yang terjadi dalam vegetasi pada suatu kecenderungan daerah pada permukaan bumi dari suatu populasi berganti dengan yang lain (Tansley, 1920). Suksesi tumbuhan dapat terjadi sangat cepat ketika suatu komunitas dirusak oleh suatu faktor seperti api, banjir, atau epidemic serangga dan diganti oleh yang lain (Daniel, *et al.*, 1992). Dalam melakukan suksesi vegetasi, suatu komunitas atau ekosistem dipengaruhi oleh berbagai faktor yang menyebabkan cepat lambatnya proses suksesi. Pada kawasan TWA Manipo jika dilihat berdasarkan Rosoedarmo *et al.* (1986) maka diduga ada beberapa faktor yang akan membuat proses suksesi di TWA Manipo akan berjalan lambat seperti luasan komunitas awal yang dirusak oleh adanya gangguan cukup besar dan hanya didominasi oleh hutan pantai dan savana dimana salah satu syarat diatas disebutkan semakin beragam spesies yang ada maka proses suksesi vegetasi akan semakin cepat.

#### 3.3 Perubahan Kepadatan Tutupan Lahan Mangrove

Hasil analisis kepadatan lahan Mangrove yang dilakukan pada tahun 2018 dengan membandingkan dengan kepadatan Mangrove pada tahun 1992 sampai dengan 2018 pada setiap kelas tutupan lahan dengan menggunakan metode *NDVI* menunjukkan adanya perubahan. Data diatas menunjukkan bahwa pada tahun 1992 sampai dengan tahun 2005 kepadatan lahan Mangrove

dengan kelas tutupan rapat mengalami kenaikan yang cukup banyak yaitu sebesar 29,56%. Sedangkan tutupan lahan dengan kelas tutupan jarang berkurang sebagai akibat pertumbuhan vegetasi Mangrove dari tingkat pancang menjadi tingkat pohon.

Kenaikan jumlah kepadatan lahan Mangrove dengan kelas tutupan lahan rapat justru berbanding terbalik dengan jumlah luasan total hutan Mangrove pada tahun 2005 yang menurun jika dibandingkan dengan tutupan lahan Mangrove pada tahun 1992 yaitu dari total 379 Ha pada tahun 1992 berkurang menjadi 327 Ha pada tahun 2005. Hal ini diduga terjadi karena perubahan terhadap zona tumbuh Mangrove. Zonasi juga menggambarkan tahapan suksesi yang terjadi sejan dengan perubahan tempat tumbuh. Tempat tumbuh hutan Mangrove memang selalu berubah sebagai akibat dari laju pengendapan atau pengikisan (Openg, 2018).

Dari tahun 2005 sampai dengan tahun 2018 total luasan hutan Mangrove kembali mengalami kenaikan yang cukup besar dimana dalam kurun waktu 13 tahun ini luasan hutan Mangrove di pulau Manipo naik dari tahun 2005 seluas 327 Ha menjadi 399 Ha pada tahun 2018. Akan tetapi yang menjadi masalah pada tahun 2018 yaitu jumlah luasan tutupan Mangrove dengan kelas tutupan lahan rapat hanya sebesar 0,02% dari total luasan lahan sebesar 399 Ha dan luasan tutupan lahan Mangrove dengan kelas tutupan lahan jarang bertambah dengan total luasan 332,07 Ha atau 83,31% dari total keseluruhan luasan Mangrove pada tahun 2018. Ini dapat terjadi sebagai akibat dari suksesi sekunder yang terjadi sejak tahun 2005 dimana kondisi hutan Mangrove yang klimaks terdegradasi atau mengalami proses regenerasi secara alami melalui rekolonisasi oleh hutan-hutan Mangrove disekitarnya yang telah ada sebelumnya (Openg, 2018).

Diketahui bahwa tingkatan pertumbuhan Mangrove di Pulau Manipo

didominasi oleh tegakan pada tingkat tiang sehingga hal ini sangat mempengaruhi tingkat kerapatan yang ada pada hutan Mangrove di Pulau Manipo dikarenakan jika dibandingkan dengan Mangrove pada tingkatan pohon maka tinggi pohon, diameter batang dan juga lebar tajuk pada tingkatan tiang lebih rendah nilainya.

### **3.4 Upaya yang Dapat Dilakukan Terhadap Pelestarian Hutan Mangrove**

Dalam upaya untuk menjaga agar kondisi hutan dan ekosistem Mangrove tidaklah rusak maka hal-hal yang perlu diperhatikan dan dilakukan oleh pihak terkait atau pengelola di TWA Manipo adalah sebagai berikut :

1. Penanaman kembali Mangrove sebaiknya melibatkan masyarakat. Modelnya dapat masyarakat terlibat dalam pembibitan, penanaman dan pemeliharaan serta pemanfaatan hutan Mangrove berbasis konservasi. Model ini memberikan keuntungan kepada masyarakat antara lain terbukanya peluang kerja sehingga terjadi peningkatan pendapatan masyarakat.
2. Peningkatan motivasi dan kesadaran masyarakat untuk menjaga dan memanfaatkan Mangrove secara bertanggung jawab. Mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia No. P.43/Menlhk/Setjen/Kum.1/6/2017 tentang Pemberdayaan Masyarakat di Sekitar Kawasan Suaka Alam (KSA) dan Kawasan Pelestarian Alam (KPA) sehingga selanjutnya pihak pengelola dapat mengambil beberapa kebijakan yang dapat dijadikan solusi dalam melakukan kemitraan dengan masyarakat berbasis konservasi misalnya dengan melakukan pengembangan Desa Konservasi dan juga pemberian akses seperti pemanfaatan sumber daya perairan terbatas untuk jenis-jenis yang tidak dilindungi.
3. Izin usaha dan lainnya hendaknya memperhatikan aspek konservasi karna dari hasil wawancara terhadap pihak

pengelola, kawasan TWA Manipo sendiri direncanakan akan menambah beberapa wahana wisata sebagai daya tarik dimana dalam pengelolaannya akan melibatkan masyarakat sekitar kawasan TWA Manipo dalam upaya peningkatan pengetahuan, penerapan kearifan local tentang konservasi dan peningkatan pendapatan masyarakat pesisir (Belang, 2019).

4. Kegiatan sosialisasi tentang pentingnya menjaga ekosistem hutan Mangrove terhadap masyarakat sekitar kawasan TWA Manipo.
5. Perbaikan ekosistem wilayah pesisir secara terpadu dan berbasis masyarakat misalnya dilakukan penanaman kembali bersama masyarakat.

#### 4. PENUTUP

##### 4.1 Kesimpulan

1. Hasil analisis perubahan luasan tutupan lahan Mangrove dari tahun 1999, 2005 dan 2018 di kawasan TWA Manipo khususnya di Pulau Manipo menggunakan metode OBIS (*Object Based Image Segmentation*) dan juga NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) menghasilkan 3 luasan tutupan Mangrove yang berbeda yaitu pada tahun 1999 luasan tutupan Mangrove sebesar 379 Ha, kemudian pada tahun 2005 luasan tutupan lahan Mangrove berkurang menjadi 327 Ha, dan kemudian luas tutupan Mangrove naik lagi menjadi 399 Ha pada tahun 2018.
2. Kondisi kepadatan lahan Mangrove pada Pulau Manipo juga sering berfluktuasi dimana kondisi kerapatan lahan Mangrove sendiri mengalami kenaikan pada tahun 2005 dari 20,13% menjadi 29,56% dan kemudian pada tahun 2018 kondisi hutan dengan kelas tutupan lahan rapat mengalami penurunan yang signifikan menjadi 0,02% dari luas lahan yang ada. Perubahan yang terjadi ini diduga terjadi karena adanya suksesi vegetasi alami.

3. Dengan tingkat akurasi keseluruhan sebesar 94,81% maka analisis tutupan Mangrove menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan menggunakan metode OBIS (*Object Based Image Segmentation*) dan juga NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) dapat dinyatakan berhasil dengan baik.

##### 4.2 Saran

1. Penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan ataupun sebagai pembanding bagi pihak pemerintah atau pengelola kawasan ini terkait dengan kebijakan-kebijakan yang diambil untuk menjaga kawasan hutan Mangrove di TWA Manipo khususnya di pulau Manipo itu sendiri.
2. Penelitian ini dapat dijadikan referensi atau acuan bagi penelitian sejenis dimasa mendatang.

##### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2017. *Analisis Citra dan Terrain Modelling*. Buku Panduan untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam, Risiko Bencana dan Rencana Pembangunan.
- Alongi, D, M. 2008. *Mangrove Forest : Resilience, Protection from Tsunamis, and Responses to Global Climate Change*. Journal Estuarine Coastal and Shelf Science.
- Balai Pengelolaan Hutan Mangrove (BPHM) Wilayah I. 2011. *Statistik Pembangunan*. Balai Pengelolaan Hutan Mangrove Wilayah I, Denpasar- Bali.
- Badan Informasi Geospasial. 2016. *Laporan Pekerjaan Pemetaan Mangrove Nusa Tenggara Timmur*. Bidang Pemetaan dan Integrasi Tematik Laut, Pusat Pemetaan dan Integrasi Tematik, Cibinong.
- Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam NTT. 2010. *Buku Informasi Kawasan Konservasi Balai Besar KSDA NTT*.

- Badan Informasi Geospasial. 2014. *Pedoman Teknis Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Mangrove*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2010. *Sistem Standarisasi Nasional*.
- Balulescu, B., dkk. 2013. *Processing and Intepretation of Satellite Images-Landsat*. *Research Journal of Agricultural Science*,.
- Belang, T. 2019. *Analisis Potensi dan Pengembangan Daya Tarik Wisata di TWA Pulau Menipo Desa Enoraen, Kecamatan Amarasi Selatan, Kabupaten Kupang*.
- CFS., 2003. *Pengertian Tutupan Lahan*. Jakarta.
- Comber, A., Fisher, P. and Wathsworth, R. (2005), 'What is The Land Cover?' *Environment and Planing B, Planning and Design*.
- Daniel, et.al 1992. *Prinsip-Prinsip Silvikultur*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Dako, F. X. 2010. *Perubahan Kawasan Hutan Lindung Mutis Timau*. Politeknik Pertanian. Kupang.
- Dahuri, R. et al, 1996. *Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: PT. Pramadya Paramita
- Danoedoro. 2012. *Pengantar Penginderaan Jarak Jauh Digital*. Andi, Yogyakarta.
- Departemen Kehutanan., 2006. *Data Laju Deforestasi*
- Departemen Kehutanan. 2005. *Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Lahan Kritis Mangrove*. Jakarta.
- Direktorat Kehutanan daan Konservasi Sumber Daya Air, Bappenas. 2012. *Analisa perubahan penggunaan lahan Di ekosistem DAS dalam menunjang ketahanan air dan Ketahanan pangan (Studi Kasus DAS BRANTAS)*. Tidak Diterbitkan, Jakarta.
- Ellison J. 1996. *Potential Impacts of Climate Change on Mangroves Implications for Marine Parks*.
- Ginting A.Y., dkk. 2009. *Sistem Informasi Geografi (SIG)*, Jakarta.
- Hansen, et al, 2012. *Primary Forest Cover Loss In Indonesia Over 2000-2012*
- Heri T. 2013. *Deteksi Potensi Kekeringan berbasis Penginderaan Jarak Jauh dan Sistem Informasi Geografis Di Kabupaten Klaten*. Semarang.
- Irwanto, 2006. *Keanekaragaman Fauna Pada Habitat Mangrove*. Yogyakarta.
- Indrianingrum, R, D. 2014. *Koreksi Radiometrik Metode Top of Atmosphere (ToA) Citra Landsat 8 Secara Otomatis dan Manual*.
- Jumadi, et al., 2010. *Sistem Informasi Geografi (SIG)*, Jakarta.
- Jimenez, J,A, A,E. Lugo, and G. Cintron. 1985. *Tree Mortality in Mangrove Forest*. Biotropica.
- Keputusan Menteri Pertanian Nomor : 749/Kpts/Um/12/1977. *Penunjukan Areal Hutan Pulau Menipo*.
- Keputusan Menteri Pertanian Nomor : 768/Kpts/Um/12/1978. *Penunjukan Kelompok Hutan Suaka Margasatawa Menipo*
- Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: 1134/Kpts-II/1992. 1992. *Perubahan Fungsi Suaka Alam*.
- Kendeigh, S. C. 1980. *Ecology With Special Refrence to Animal and Mans*. Pretince-Hall of India Private Limited. New Delhi.
- Meinel G, Neubert M. 2004. *A Comparison Of Segmentation Programs For High Resolution Remote Sensing Data, Uncertainty, Consistency and Accuracy of Data and Imagery* : Weberplatz 1. Germany.
- Navulur, K. 2007. *Multi-Spectral Image Analysis Using the Object Oriented Paradigm*. CRC Press, Taylor and Francis Group.

- Noor, Y. R, Khazali, M dan Suryadi Putra, I N. N. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Ditjen. PKA dan Wetlands International Indonesia Programme, Bogor.
- Nybakken, James W. 1988. *Biologi Laut : Suatu Pendekatan Ekologis*. Gramedia. Jakarta.
- Openg, E, B, L. 2018. *Analisa Perubahan Tutupan Lahan di Pantai Utara Flores Timur Berbasis Sistem Informasi Geografis*. Kupang
- Onrizal. 2010. *Perubahan tutupan hutan Mangrove di Pantai Timur Sumatera Utara Periode 1977-2006*. J. Biologi Indonesia 6 (2): 163 – 172.
- Pujiono E. 2013. *Mapping Vulnerable Areas to Deforestation in the Gunung Mutis Nature Reserve*. Kupang.
- Pujiono E. 2012. *RGB-NDVI Color For Monitoring The Change in Mangrove Area at The Maubesi Nature Reserve Indonesia*.
- Rais, (2005). *Glosarry of Useful Terms Found in Risk Assesment, EMBAM, Health Physics, and Waste Management Reports*.
- Reddy, M. A. 2008. *Textbook of Remote Sensing and Geographical Information Systems (Third Edition)*. BS Publications, India.
- Riwu Kaho, N. P. L. B. 2016. *Modul Pelatihan SAGA GIS*. Tidak Diterbitkan. Kupang.
- Rahmi J. 2009. *Hubungan Kerapatan Tajuk Dan Penggunaan Lahan Berdasarkan Analisis Citra Satelit Dan Sistem Informasi Geografis*. Medan : Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Rososoedarmo, et.al. 1986. *Pengantar Ekologi*. Remaja Rosda Karya. Bandung
- Ronnback., P. 1999. *The Ecological Basic For Economic Value of Seafood Production Supported By Mangrove Ecosytems*. Ecological Economics
- Sutanto. 1987. *Penginderaan Jauh Dasar Jilid 2*. Yogyakarta : Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Suwandhi, I. Heryadi, C. 2007. *Hutan Bakau Manfaat Bagi Lingkungan dan Kehidupan manusia*. Sinergi Pustaka Indonesia. Bandung
- Sampurno, R. M dkk. 2016. *Klasifikasi Tutupan Lahan*. Fakultas Teknologi Pertanian, Sumedang.
- Sirait., dkk. 2015. *Analisis perubahan penutupan kawasan hutan Mangrove di Kecamatan Pecut*
- Stenis, C.G.G.J 1978. *Flora*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Spalding M, Kainuma M, Collins L. 1997. *World Atlas of Mangroves*. Earthscan. International Society for Mangrove Ecosystems. Okinawa London.
- Tarigan MS. 2008. *Sebaran dan luas hutan Mangrove di Wilayah Pesisir Teluk Pising Utara Pulau Kabaena Provinsi Sulawesi Tenggara*. Bidang Dinamika Laut, Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI, Jakarta 14430, Indonesia. *Makara, Sains* 2: 108 – 112.
- Tansley. 1920. *The Classification of Vegetation and The Concept of Development*. Journal of Ecology.
- Wiyono. 2009. *Pengelolaan Hutan Mangrove dan Daya Tariknya sebagai Obyek Wisata di Kota Probolinggo*. Universitas Negeri Malang. Malang.
- Yuliasamaya, dkk. 2013. *Perubahan Tutupan Lahan Mangrove di Pesisir Kabupaten Lampung Timur*.

