DETEKSI PERUBAHAN LUASAN PADANG LAMUN MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT DI TAMAN NASIONAL BALURAN SITUBONDO JAWA TIMUR

SKRIPSI PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

Oleh:

YUNI ARDY CANDRA ERNAWA

NIM. 105080601111056



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015

DETEKSI PERUBAHAN LUASAN PADANG LAMUN MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT DI TAMAN NASIONAL BALURAN SITUBONDO JAWA TIMUR

SKRIPSI PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya

Oleh:

YUNI ARDY CANDRA ERNAWA

NIM. 105080601111056



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015

SKRIPSI

DETEKSI PERUBAHAN LUASAN PADANG LAMUN MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT DI TAMAN NASIONAL BALURAN SITUBONDO JAWA TIMUR

Oleh:

YUNI ARDY CANDRA ERNAWA NIM. 105080601111056 Telah dipertahankan di depan penguji

Pada tanggal:

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing I

(Dr. H. Rudianto, MA)

NIP: 19570715 198603 1 024

Tanggal:

Dosen Penguji II

(Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D)

NIP: 19621220 198803 1 004

Tanggal:

Dosen Pembimbing II

(M. Arif Zainul Fuad, S.Kel, M.Sc)

NIP: 19801005 200501 002

Tanggal:

(Oktiyas Muzaky Luthfi, S.T, M.Sc)

NIP: 19791031 200801 1 002

Tanggal:

Mengetahui,

Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP)

NIP: 19630608 198703 1 003

Tanggal:



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama: Yuni Ardy Candra Ernawa

: 105080601111056 NIM

Prodi : Ilmu Kelautan

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tulisan pembuatan Laporan skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat tulisan, pendapat atau bentuk lain yang telah diterbitkan oleh orang lain kecuali tertulis dalam laporan ini di Daftar Pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan laporan Skripsi ini hasil jiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 19 Januari 2015

Penulis

Yuni Ardy Candra Ernawa NIM.105080601111056



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

- Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkah dan karunianya sehingga skripsi ini bisa terselesaikan.
- Orang tua dan keluarga yang selalu memberi dukungan, motivasi dan doa restu selama skripsi berlangsung.
- 3. Prof. Dr. Ir. Diana Arfianti, MS. Selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang
- 4. Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya serta sebagai Dosen Pembimbing I Skripsi yang memberi masukan, pegarahan dan bimbingan selama proses penyusunan laporan.
- 5. Oktiyas Muzaki Luthfi, S.T, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang memberi masukan, pegarahan dan bimbingan selama proses penyusunan laporan.
- 6. M. Affan Fazumi, Dian Afrianto, Faiz Yaniar Puspita, Fiqri Alfarisyi, Wikan Bhaskara, Yunus Hidayat, Heru Yussetiyawan, Pulung Bayu Bagaskoro, dan Hardi Maulidia yang telah membantu pengambilan data skripsi berlangsung.
- 7. Teman teman Ilmu Kelautan 2010 atas bantuan, motivasi, dan saran, serta seluruh pihak yang terlibat dalam penyelesaian laporan skripsi ini.

Malang, 19 Januari 2014

Yuni Ardy Candra Ernawa NIM. 105080601111056

RINGKASAN

YUNI ARDY CANDRA ERNAWA / 105080601111056 Deteksi Perubahan Luasan Padang Lamun Menggunakan Citra Landsat di Perairan Dangkal Taman Nasional Baluran Situbondo Jawa Timur. Dibimbing oleh Bambang Semedi sebagai pembimbing I dan Oktiyas Muzaki Luthfi sebagai pembimbing II.

Taman Nasional (TN) Baluran yang terletak di Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo, memiliki potensi keanekaragaman hayati yang cukup tinggi baik flora, fauna maupun ekosistemnya. Diantaranya adalah perairan dangkalnya yang merupakan pantai yang landai dan berpasir putih serta mempunyai formasi ekosistem padang lamun dengan luasan yang cukup tinggi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Maliki (2005) menyebutkan bahwa telah terjadi kerusakan padang lamun di blok lempuyang Taman Nasional Baluran Situbondo. Kerusakan diduga dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat di daerah sekitar yang menyebabkan terjadinya pencemaran.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan luasan padang lamun yang dimulai dari tahun 1994 hingga tahun 2014 serta mengetahui hubungan yang terjadi antara fluktuasi rata – rata TSM dengan perubahan luasan padang lamun pada tahun yang sama menggunakan citra landsat. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data citra satelit LANDSAT pada tahun 1994 hingga tahun 2014 dengan interval waktu selama 3 tahun. Metode pemetaan padang lamun menggunakan algoritma Lyzenga (1998). Pengukuran fluktuasi rata-rata TSM dipetakan menggunakan algoritma Budiman (2004). Metode pengukuran luasan padang lamun dan pengukuran fluktuasi rata-rata TSM menggunakan metode Sistem Informasi Geografis (SIG). Penentuan titik pada saat *ground check* ditentukan dengan menggunakan random sampling dengan jumlah titik sebanyak 30 titik.

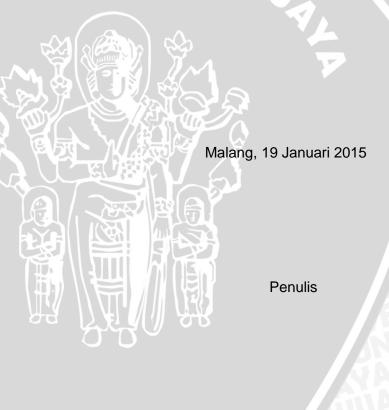
Hasil yang didapatkan dari klasifikasi citra LANDSAT pada tahun 1994 hingga tahun 2014 menunjukkan bahwa terjadi penurunan luasan pada padang lamun. Tahun 1994, luasan padang lamun yang terklasifikasi sebesar 243,99 Ha dengan rata-rata TSM sebesar 15,28 mg/l. Tahun 1997,luasan padang lamun yang terklasifikasi sebesar 239,4 Ha dengan rata-rata TSM sebesar 10,32 mg/l. Tahun 2000, luasan padang lamun yang terklasifikasi sebesar 251,04 mg/l dengan rata-rata TSM sebesar 20,04 mg/l. Tahun 2003, luasan padang lamun yang terklasifikasi sebesar 16,85 mg/l. Tahun 2006,luasan padang lamun yang terklasifikasi sebesar 192,85 ha dengan rata-rata TSM sebesar 9,74 mg/l. Tahun 2009 luasan padang lamun yang terklasifikasi sebesar 214,9 Ha dengan rata-rata TSM sebesar 16,82 mg/l. Tahun 2012 luasan padang lamun yang terklasifikasi sebesar 19,31 mg/l. Tahun 2014 luasan padang lamun yang terklasifikasi sebesar 154,98 Ha dengan rata-rata TSM sebesar 15,31 mg/l.

Hubungan antara perubahan luasan padang lamun dengan rata-rata TSM pada setiap tahun cenderung berbanding lurus, hanya pada tahun 2003 dan tahun 2012 hubungannya berbanding terbalik.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan syukur atas kehadirat Tuhan YME, atas limpahan rahmat dan hidayah-Mu penulis dapat menyajikan Laporan skripsi yang berjudul "Deteksi Perubahan Luasan Padang Lamun Menggunakan Citra Landsat di Perairan Dangkal Taman Nasional Baluran Situbondo Jawa Timur". Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi cara menghitung luasan padang lamun, pengukuran *Total Suspended Matter (TSM)*,serta menghitung tutupan padang lamun.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih diarasakan banyak kekurang tepatan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang menyumbang agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.



DAFTAR ISI

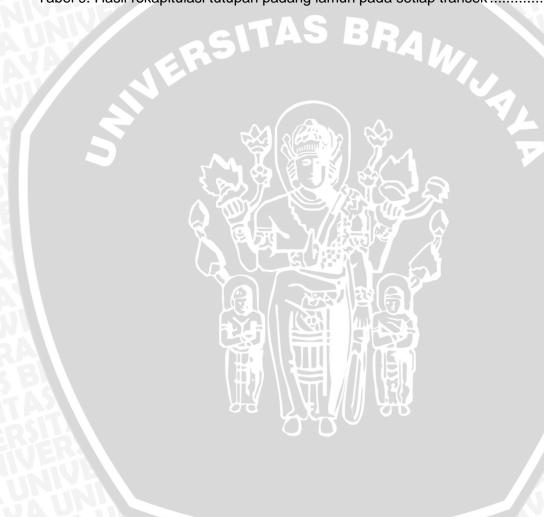
	_AMAN JUDUL	
	//BAR PENGESAHAN	
PEF	RNYATAAN ORISINALITAS	iii
	APAN TERIMA KASIH	
RIN	GKASAN	v
	ΓΑ PENGANTAR	
	FTAR ISI	
	FTAR TABEL	
	FTAR GAMBAR	
DAF	FTAR LAMPIRAN	x i
	TAC DE	
	PENDAHULUAN	4
1.	PENDAHULUAN	1
1.1	Latar Belakang Perumusan Masalah	1
	Tujuan	
1.4	Kegunaan	4
1.5	Kegunaan	5
	TINJAUAN PUSTAKA	_
2.	TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1	Morfologi dan Klasifikasi Lamun	6
2.2	Penyebaran Lamun	ე ე
2.3	Total Suspended Matter (TSM)	0
2.5	Pemetaan Lamun Dengan Penginderaan Jauh	10
2.6	Pemetaan Sebaran TSM Dengan Metode Penginderaan Jauh	11
2.7	Karakteristik Citra Satelit Landsat	12
3.	METODE PENELITIAN	1/
3.1	Waktu dan Tompat	14 1 <i>1</i>
3.1	Waktu dan Tempat Penentuan Stasiun Penelitian	14
3.3	Alat dan Bahan	15
	3.3.1 Alat	15
	3.3.2 Bahan	16
3.4	Pengolahan Data Citra Satelit Untuk Luasan Padang Lamun dan TSM	
	3.4.1. Koreksi Geometrik	
	3.4.2. Koreksi Radiometrik	
	3.4.3. Pemotongan Citra (Cropping) dan Kombinasi Band	
	3.4.4. Masking	
	3.4.5. Pemasukan Algoritma Lyzenga	
	3.4.6. Pemasukan Algoritma TSM	
	3.4.7. Klasifikasi Citra Untuk Padang Lamun	
	3.4.8. Klasifikasi Citra Untuk TSM	
	3.4.9. Penentuan Luasan Dari Citra Klasifikasi Padang Lamun	
	3.4.10. Penentuan Rata – rata TSM	24

	3.4.11	TSM Per Tahun	24
3.5	Survei	i Lapangan (<i>Ground Check</i>)	25
0.0	Ourvo	Lapangan (Ground Groon)	20
		KVAY: IINIX TUEKZOSII AAS E	
4.		IL DAN PEMBAHASAN	
4.1		sil	
4.1.		mbaran Umum Taman Nasional Baluran Situbondo Validasi Metode Penginderaan Jauh	
	4.1.3	Analisis Perubahan Luasan Padang Lamun dan Fluktuasi Rata-rata TSM Per Tahun	
	4.1.4	Analisis Keterkaitan Antara Perubahan Luasan Padang Lamun	
		dengan Rata-rata TSM	50
	4.1.5	Komposisi Jenis	51
	4.1.6	Presentase Tutupan Lamun dan Status Kondisi Padang Lamun	52
4.2	. Per	mbahasan	56
	4.2.1		
		Penginderaan Jauh	
	4.2.2	Analisis Faktor – Faktor Pembatas Padang Lamun dan Faktor Yang Mempengaruhi Fluktuasi TSM	-
	4.2.3	Analisis Komposisi Jenis yang Didapatkan di Lapang	
		Analisis Persentase Tutupan Padang Lamun	
5.	KEG	IMPULAN STATES OF THE STATES O	67
5.1	Saran	pulan	67
5.2	Oaran		O1
DAF	FTAR	PUSTAKA	69
LAN	IPIRA		73



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik Satelit Landsat 8	12
Tabel 2. Alat - alat yang dibutuhkan	15
Tabel 3. Bahan yang dibutuhkan	16
Tabel 4. Nilai ki/kj pada setiap tahun pengambilan citra	21
Tabel 5. Kriteria presentase tutupan lamun (English et al, 1994)	26
Tabel 6. Matriks validasi klasifikasi padang lamun	30
Tabel 7. Hasil analisis regresi	31
Tabel 8. Rekapitulasi luasan padang lamun dan rata-rata TSM per tahun	50
Tabel 9. Hasil rekapitulasi tutupan padang lamun pada setiap transek	52





DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Hubungan interaksi antara sinar matahari, sensor dan terumbu	
karang serta lamun	. 11
Gambar 2. Peta lokasi dan klasifikasi tak terbimbing padang lamun	. 14
Gambar 3. Pembagian zona proyeksi UTM wilayah Indonesia	
Gambar 4. Kombinasi RGB citra LANDSAT	
Gambar 5. Display Analyzer Suspended Solid	. 27
Gambar 6. Diagram alir cara kerja Analyzer Suspended Solid	. 27
Gambar 7. Skema kerja penelitian	. 28
Gambar 8. Grafik perbandingan TSM In-Situ dengan TSM citra satelit	. 31
Gambar 9. Scatter graph hasil analisis regresi	. 32
Gambar 10. Grafik hasil uji normalitas	. 33
Gambar 11. Peta hasil klasifikasi padang lamun tahun 1994	.34
Gambar 12. Peta hasil klasifikasi persebaran TSM tahun 1994	
Gambar 13. Peta hasil klasifikasi padang lamun tahun 1997	. 36
Gambar 14. Peta hasil klasifikasi persebaran TSM tahun 1997	. 37
Gambar 15. Peta hasil klasifikasi padang lamun tahun 2000	. 38
Gambar 16. Peta hasil klasifikasi persebaran TSM tahun 2000	. 39
Gambar 17. Peta hasil klasifikasi padang lamun tahun 2003	.40
Gambar 18. Peta hasil klasifikasi persebaran TSM tahun 2003	.41
Gambar 19. Peta hasil klasifikasi padang lamun tahun 2006	.42
Gambar 20. Peta hasil klasifikasi persebaran TSM tahun 2006	. 43
Gambar 21. Peta hasil klasifikasi padang lamun tahun 2009	. 44
Gambar 22. Peta hasil klasifikasi persebaran TSM tahun 2009	. 45
Gambar 23. Peta hasil klasifikasi padang lamun tahun 2012	. 46
Gambar 24. Peta hasil klasifikasi persebaran TSM tahun 2012	
Gambar 25. Peta hasil klasifikasi padang lamun tahun 2014	. 48
Gambar 26. Peta hasil klasifikasi persebaran TSM tahun 2014	. 49
Gambar 27. Grafik perbandingan luasan padang lamun dengan rata-rata TSM	51
Gambar 28. Grafik prosentase tutupan lamun pada setiap transek	. 53
Gambar 29. Lokasi transek pada pengamatan lapang	
Gambar 30. Lamun jenis Enhalus acoroides	. 61
Gambar 31. Lamun jenis <i>Thalassia hemprichii</i>	. 62
Gambar 32. Lamun jenis Cymodocea rotundata (seagrasswatch, 2014)	. 62
Gambar 33. Lamun jenis Halodule uninervis	. 63
Gambar 34. Lamun jenis Halophila ovalis.	
Gambar 35. Lamun jenis Syringodium isoetifolium.	
Gambar 36. Lamun jenis Cymodocea serrulata (MESA, 2014)	. 65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil lapang	73
Lampiran 2. Hasil uji signifikan simultan (uji F) TSM In-Situ dengan TSM citra.	73
Lampiran 3. Dokumentasi pada saat Ground check	74





1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Taman Nasional Baluran terletak di Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo, Provinsi Jawa Timur dengan batas – batas wilayah sebelah utara Selat Madura, sebelah timur Selat Bali, sebelah selatan Sungai Bajulmati, Desa Wonorejo dan sebelah barat Sungai Klokoran, Desa Sumberanyar. Berdasarkan SK. Menteri Kehutanan No. 279/Kpts.-VI/1997 tanggal 23 Mei 1997 kawasan TN Baluran seluas 25.000 Ha. Sesuai dengan peruntukkannya luas kawasan tersebut dibagi menjadi beberapa zona berdasarkan SK. Dirjen PKA No. 187/Kpts./DJ-V/1999 tanggal 13 Desember 1999 yang terdiri dari: zona inti seluas 12.000 Ha, zona rimba seluas 5.537 Ha (perairan + 1.063 Ha dan daratan = 4.574 Ha), zona pemanfaatan intensif dengan luas 800 Ha, zona pemanfaatan khusus dengan luas 5.780 Ha, dan zona rehabilitasi seluas 783 Ha.

Taman Nasional Baluran memiliki potensi keanekaragaman hayati yang cukup tinggi baik flora, fauna maupun ekosistemnya, termasuk keindahan panorama alamnya. Potensi tersebut tidak hanya berupa potensi yang terdapat di perairan . Diantaranya adalah Perairan dangkal Taman Nasional Baluran Situbondo yang merupakan pantai yang landai dan berpasir putih serta mempunyai formasi terumbu karang. Pada perairan Perairan dangkal Taman Nasional Baluran Situbondo, terdapat beberapa ekosistem yaitu ekosistem padang lamun, zona transisi antara lamun serta karang dan ekosistem terumbu karang .

Penginderaan jauh kelautan pada saat ini telah berkembang sangat pesat seiring dengan perkembangan penginderaan jauh itu sendiri. Penginderaan jauh kelautan telah terbukti membantu penelitian untuk mengetahui serta memahami lingkungan laut termasuk dinamika sumberdaya alam yang terkandung

didalamnya, khususnya yang berkaitan dengan kelautan. Pada dasarnya aplikasi penginderaan jauh kelautan dapat dibagi menjadi 3, yaitu (1) aplikasinya untuk oseanografi fisika, (2) aplikasi untuk sumberdaya laut, dan (3) aplikasi untuk pengamatan dan perlindungan wilayah pesisir. Penginderaan jauh kelautan tidak hanya bisa mendeteksi parameter yang ada di air laut saja, namun juga mencakup parameter yang ada di wilayah pesisir. Aplikasi ke-3 dalam hal ini juga membantu dalam pengamatan penutupan lahan .

Penggunaan teknologi penginderaan jauh untuk studi pemetaan padang lamun, mangrove dan karang mempunyai banyak kelebihan, jika dibandingkan dengan cara konvensional menggunakan metode survey 'in situ', yang secara spasial hanya dapat mencakup wilayah sempit. kelebihan tersebut antara lain: Mampu merekam data dan informasi secara luas, berulang dan lebih terinci dalam mendeteksi perubahan ekosistem, memiliki beberapa saluran/kanal/band sehingga dapat digunakan untuk menganalisis berbagai pemanfaatan khusus sumberdaya alam, dapat menjangkau daerah yang sulit didatangi manusia/kapal, data diperoleh dalam bentuk/format digital sehingga mudah dianalisis menggunakan komputer dan harga dari informasi yang didapat relatif lebih murah.

Penelitian ini menitik beratkan pada perubahan luasan dari padang lamun yang disebabkan oleh beberapa faktor di Perairan dangkal Taman Nasional Baluran Situbondo. Faktor - faktor itu antara lain :

 Sedimen yang tersuspensi, terutama dalam bentuk partikel yang halus dan kasar, akan menimbulkan dampak negatif terhadap biota pesisir dan lautan.
 Secara garis besar dampak tersebut terjadi melalui tiga mekanisme (Dahuri, 2003). Pertama, bahan sedimen menutupi biota laut, terutama yang hidup di dasar perairan (bentos) seperti hewan karang, lamun dan rumput laut, atau menyelimuti sistem pernapasannya. Akibatnya, biota – biota tersebut akan susah untuk bernapas dan akhirnya akan mati lemas (asphyxia). Kedua sedimentasi menyebabkan peningkatan kekeruhan air. Kekeruhan menghalangi penetrasi cahaya yang masuk ke dalam air dan menggangu organisme yang memerlukan cahaya, seperti fitoplankton. Efek ini juga berpengaruh pada komunitas dasar perairan yang juga memerlukan cahaya untuk fotosintesis, misalnya padang lamun yang akan terganggu pertumbuhannya jika kekurangan cahaya. Ketiga, sedimen yang berasal dari lahan pertanian yang mengandung nitrogen dan fosfat yang tinggi dapat menimbulkan eutrofikasi. Unsur fosfat tersebut terikat kuat dengan partikel tanah sehingga biasanya konsentrasinya lebih tinggi pada sedimen tanah yang telah dipupuk. Penelitian yang dilakukan oleh Maliki (2008) menyebutkan teriadi sedimentasi berlebihan bahwa telah menyebabkan kerusakan padang lamun di blok lempuyang Taman Nasional Baluran Situbondo. Sedimentasi berlebihan ini diduga berasal dari lalu lintas kapal dan aktivitas masyarakat sekitar.

 Pencemaran oleh masyarakat sekitar. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Maliki (2008) menyebutkan bahwa telah terjadi kerusakan di blok lempuyang Taman Nasional Baluran Situbondo. Kerusakan diduga dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat di daerah sekitar yang menyebabkan terjadinya pencemaran dan sedimentasi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut masalah yang dapat diidentifikasi adalah:

 Seberapa besar perubahan luasan sebaran lamun yang akan dideteksi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh dan memberikan gambaran dalam mendeteksi perubahan yang terjadi di perairan dangkal Taman Nasional Baluran Situbondo ?

- 2. Bagaimana persebaran total suspended matter (TSM) dengan waktu yang sama serta adakah hubungan yang terjadi antara luasan padang lamun dengan fluktuasi TSM ?
- 3. Bagaimana kondisi luasan (tutupan) dan kerapatan lamun di lingkungan perairan dangkal Taman Nasional Baluran Situbondo saat ini ?.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- Mengidentifikasi kerapatan dan tutupan lamun serta perubahan luasan padang lamun di perairan dangkal Taman Nasional Baluran Situbondo, Situbondo dengan menggunakan transek kuadrat dan teknologi penginderaan jauh pada tahun 1994 hingga 2014 dengan interval waktu setiap 3 tahun.
- 2. Menganalisis sebaran TSM dengan waktu yang sama dan lokasi yang sama.
- 3. Mencari hubungan yang terjadi antara luasan padang lamun dengan fluktuasi sebaran TSM.

1.4 Kegunaan

Kegunaan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

- Sebagai tambahan data bagi Balai Taman Nasional Situbondo berupa peta sebaran padang lamun selama 24 tahun terakhir dengan interval setiap 3 tahun di perairan dangkal Taman Nasional Baluran Situbondo.
- Sebagai informasi berupa perubahan luasan padang lamun selama 24 tahun di perairan dangkal Taman Nasional Baluran Situbondo bagi Pemerintah, Masyarakat, dan Akademisi.

1.5 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 7 hari pada tanggal 10 hingga 16 September 2014 yang bertempat di perairan dangkal Taman Nasional Baluran Situbondo , Jawa Timur.





2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi dan Klasifikasi Lamun

Lamun (seagrass) merupakan kelompok tumbuhan berbunga yang terdapat di lingkungan laut dan hidup di perairan pantai yang dangkal. Secara struktural dan fungsional, lamun memiliki kesamaan dengan tumbuhan daratan.

Bagian tubuh lamun terdiri dari daun, tangkai, akar dan struktur reproduksi (bunga dan buah). Seperti halnya rumput di darat, lamun mempunyai tunas berdaun tegak dan tangkai yang efektif untuk berkembang biak.

Terdapat empat ciri-ciri pada lamun menurut Den Hartog (1970), yakni:

- 1. Toleransi terhadap kadar garam lingkungan
- 2. Tumbuh pada perairan yang selamanya terendam
- 3. Mampu bertahan dan mengakar pada lahan dari hempasan ombak dan arus.

Lamun termasuk ke dalam sub kelas Monocotyledoneae dan merupakan tumbuhan berbunga (Kelas Angiospermae). Secara lengkap, klasifikasi beberapa jenis tumbuhan lamun yang ditemukan di perairan pantai Indonesia (Den Hartog, 1970) adalah sebagai berikut:

Divisi : Anthophyta Divisi : Anthophyta

Subkelas: Monocotyledoneae Subkelas: Monocotyledoneae

Ordo : Helobiae Ordo : Helobiae

Famili : Hydrocharitaceae Famili : Hydrocharitaceae

Genus : Halophila Genus : Halophila

Spesies : Halophila decipiens Spesies : Halophila ovalis

Divisi : Anthophyta Divisi : Anthophyta

Subkelas : Monocotyledoneae Subkelas : Monocotyledoneae

Ordo : Helobiae Ordo : Helobiae

Famili : Hydrocharitaceae Famili : Potamogetoneceae

Genus : Halophila Genus : Cymodoceae

Spesies : Halophila spinulosa Spesies : Cymodocea serrulata

Divisi : Anthophyta : Anthophyta

Subkelas: Monocotyledoneae Subkelas: Monocotyledoneae

Ordo : Helobiae Ordo : Helobiae

Famili : Hydrocharitaceae Famili : Potamogetoneceae

Genus : Halophila Genus : Halodule

Spesies : Halophila minor Spesies : Halodule pinifolia

Divisi : Anthophyta : Anthophyta

Subkelas: Monocotyledoneae Subkelas: Monocotyledoneae

Ordo : Helobiae Ordo : Helobiae

Famili : Hydrocharitaceae Famili : Potamogetoneceae

Genus : Thalassia Genus : Halodule

Spesies : Thalassia hemprichii Spesies : Halodule uninervis

Divisi : Anthophyta Divisi : Anthophyta

Subkelas: Monocotyledoneae Subkelas: Monocotyledoneae

Ordo : Helobiae Ordo : Helobiae

Famili : Potamogetoneceae Famili : Potamogetoneceae

Genus : Cymodoceae Genus : Sryngodium

Divisi : Anthophyta

Subkelas: Monocotyledoneae

Ordo : Helobiae

Famili : Potamogetoneceae

Genus: Thalassodendron

Spesies: Thalassodendron cilliatum

2.2 Penyebaran Lamun

Zona penyebaran lamun secara umum berada pada perairan dangkal, namun biasa terdapat perbedaan pada komposisi jenisnya maupun luas daerah penutupannya. Pola penyebaran lamun sangat tergantung pada topografi dasar pantai, kandungan nutrien dasar perairan dan beberapa faktor fisik dan kimia lainnya. Kadang terlihat pola penyebarannya yang tidak merata dengan kepadatannya yang relatif rendah dan bahkan terdapat semacam ruang – ruang kosong di tengah padang lamun yang tidak tertumbuhi oleh lamun. Kadang juga terlihat pola penyebaran yang berkelompok. Banyak juga terapat pola penyebaran yang merata tumbuh hampir pada seluruh garis pantai dengan kepadatan yang sedang dan bahkan tinggi .

Penyebaran lamun hampir di seluruh perairan dunia yang bersubstrat serta kedalamannya cocok bagi pertumbuhannya, kecuali di perairan daerah kutub utara, daerah kutub selatan, amerika latin. Biasanya komunitas ini berbatasan dengan komunitas terumbu karang di laut dan hutan mangrove di pantai. Interaksi ketiga kelompok ini telah dikemukakan oleh Ogden dan Zieman (1997), dimana terdapat lima bentuk interaksi utama yaitu : interaksi fisik, zat makanan, zat organik tergumpal, ruaya hewan dan dampak manusia

2.3 Fungsi Dan Peranan Lamun

Secara ekologis, padang lamun mempunyai beberapa fungsi dan peranan penting dalam menunjang kehidupan dan perkembangan organisme di daerah pesisir, yaitu :

- 1. Produsen detritus dan zat hara.
- 2. Mengikat sedimen dan menstabilkan substrat yang lunak, dengan sistem perakaran yang padat dan saling menyilang.
- Sebagai tempat berlindung, mencari makan, tumbuh besar bagi beberapa jenis biota laut, terutama yang melewati masa dewasanya di lingkungan ini.
- 4. Sebagai tudung pelindung yang melindungi penghuni padang lamun dari sengatan matahari
- 5. Memiliki tingkat produktivitas primer tertinggi bila dibandingkan dengan ekosistem lainnya yang ada di laut dangkal.
- Sebagai pendauran berbagai zat hara dan elemen elemen yan glandka dilingkungan laut. Khususnya zat – zat hara yang dibutuhkan oleh alga epifit.

2.4 Total Suspended Matter (TSM)

Muatan Padatan Tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi kimia yang heterogen dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organic di perairan. Penetrasi cahaya matahari ke permukaan dan bagian yang lebih dalam tidak berlangsung sempurna akibat fotosintesa tidak berlangsung sebagaimana mestinya (Arief, 2012).

Peningkatan konsentrasi TSM menyebabkan kekeruhan yang dapat mengganggu penetrasi cahaya ke dalam perairan. Keberadaan TSM dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan yang pada akhirnya akan

berdampak buruk bagi kelangsungan hidup manusia, seperti pendangkalan pelabuhan, punahnya beberapa ekosistem perairan, dan kerusakan lingkungan. Energi matahari merupakan input energi bagi ekosistem danau. Energi radiasi diubah/ditransformasikan ke energi potensial melalui proses biokimia seperti fotosintesis. Cahaya matahari diserap dan ditransformasikan menjadi panas oleh partikel-partikel dan air itu sendiri. Kedalaman dari penetrasi cahaya akan dipengaruhi oleh subtansi-subtansi yang terlarut maupun yang tersuspensi. Pengamatan terhadap penetrasi cahaya pada kolom air dilakukan dengan metoda papan/keping Secchi. Turbiditas atau kekeruhan merupakan pengukuran terhadap material tersuspensi. Pengukuran di lapangan (insitu) dapat dilakukan dengan gravitasimetri atau diekspresikan dalam nepohelometric turbidity unit (NTU). Sedangkan pengukuran dengan menggunakan data penginderaan jauh, satuan parameter turbidity adalah dengan unit satuan mg/l. Turbiditas sangat mempengaruhi penetrasi cahaya matahari pada suatu kolom air yang seterusnya akan mempengaruhi kecepatan fotosintesis, kadar oksigen yang dihasilkan, maupun kemampuan hewan-hewan air untuk hidup. (Suwargana dan Susanto. 2012)

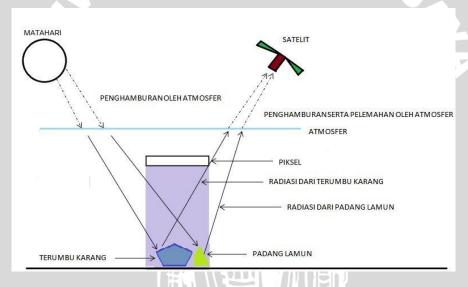
2.5 Pemetaan Lamun Dengan Penginderaan Jauh.

Teknologi satelit penginderaan jauh (Remote sensing) mempunyai kemampuan untuk mengidentifikasi dan untuk memantau sumberdaya alam dan lingkungan wilayah pesisir, diantaranya ekosistem lamun, mangrove, terumbu karang, ekosistem pantai, muara sungai (estuary) dan juga perubahan pola penggunaan lahan di wilayah pantai dan pesisir (Supriyadi, 2009).

Penginderaan jauh untuk lamun berhubungan dengan habitat dasar laut dimana lamun tertutupi oleh kolom perairan sehingga tingkat intensitas cahaya yang masuk ke dalam air menurun diakibatkan bertambahnya kedalaman. Prinsip kerja pendeteksian padang lamun menggunakan citra satelit adalah

dengan memanfaatkan nilai reflektansi (spektral) langsung yang khas dari tiap objek di dasar perairan yang kemudian direkam oleh sensor. Menurut Mount (2006), menjelaskan bahwa sinar biru dan hijau adalah sinar dengan energi terbesar yang dapat direkam oleh satelit penginderaan jauh di laut yang menggunakan spektrum cahaya tampak (400-650 nm)

Kalkulasi kedalaman yang masih dapat dilakukan penginderaan jauh dipengaruhi oleh jumlah cahaya terindra yang disebabkan oleh parameter-parameter seperti kejernihan air, atenuasi, pantulan dasar laut, hamburan materi tersuspensi, dan karakteristik spektral wilayah air (Kusumawardhani, 2008)



Gambar 1. Hubungan interaksi antara sinar matahari, sensor dan terumbu karang serta lamun.

2.6 Pemetaan Sebaran TSM Dengan Metode Penginderaan Jauh.

Dalam penggunaan citra penginderaan jauh untuk studi kadar bahan tersuspensi, terdapat beberapa prosedur dan algoritma standar untuk mengukur dan memetakan total sedimen tersuspensi. Pada awalnya prosedur dan algoritma tersebut dikembangkan di perairan bukan tropis dengan kondisi air relatif jernih. Ketika prosedur-prosedur tersebut diaplikasikan di perairan turbid, hasil yang diperoleh menghasilkan bias. Perairan wilayah pesisir Indonesia dominan oleh system percampuran air laut dan air sungai yang membawa

sejumlah besar sedimen dari bagian hulunya. Karena itu, diperlukan suatu metode dan algoritma yang adaptif dengan lingkungan seperti itu (Parwati et al., 2011)

Ekstraksi informasi TSS menggunakan data inderaja bersifat sangat lokal. Sehingga perlu ada kajian khusus ketika akan dilakukan aplikasi algortima yang sama untuk kawasan perairan yang berbeda. (Parwati et al., 2006).

2.7 Karakteristik Citra Satelit Landsat.

Satelit Landsat 8 LDCM (Landsat Data Continuity Mission) telah berhasil diluncurkan oleh NASA pada tanggal 11 februari 2013, bertempat di Vandenberg Air Force Base, California. Landsat 8 menyempurnakan satelit pengamat bumi sebelumnya, yaitu landsat 7 ETM+. Landsat 8 ini memiliki karakteristik yang mirip dengan landsat 7 baik resolusinya (spasial, spektral, temporal), metode koreksi serta ketinggian terbang dan karakteristik sensor yang dibawanya, namun jumlah band serta spectrumnya berbeda. Pesawat peluncurnya adalah Atlas-V-401.

Tabel 1. Karakteristik Satelit Landsat 8

Tabel 1. Narakteristik datelit Landsat o					
Parameter Satelit	Spesifikasi Teknis				
Wahana Satelit	Bus SA-200HP (Dayaguna tinggi)				
Massa Satelit	Massa peluncuran : 2623 kg; massa kering : 1512 kg				
Umur Rancangan	5 tahun ; dukungan yang dapat dikonsumsi pada satelit				
Satelit	(onboard) : hydrazine: 86 kg, akan berakhir untuk umur				
	operasi 10 tahun.				
Subsistem Tenaga	-Tenaga listrik: 4.3 kW @ EOL (End of Life).				
Listrik (Electric	- Array matahari tunggal yang dapat dikembangkan				
Power Subsystem-	dengan kapabilitas artikulasi sumbu-tunggal.				
EPS)	- Sel-sel matahari sambung-tiga (Triple-junction)				
STV:	- Baterei : NiH2 dengan kapasitas: 125 Ah				
Subsistem Kontrol	- Aktuasi : 6 roda-roda reaksi 3 tiga batang tenaga				
dan Penentuan	putaran (torque rods)				
Sikap (Attitude	- Sikap satelit diindera dengan tiga buah alat untuk				
Determination and	mengikuti jejak bintang (star trackers) yang presisi				
Control Subsystem-	- SIRU (Scalable Inertial Reference Unit) (redundant)				
ADCS)	- 12 buah sensor matahari yang kasar,				
A BRANK	- Penerima –penerima GPS (Viceroy) (redundant)				
2 KG BK So	- 2 TAMs (Three Axis Magnetometers)				
ILEANS PR	- Kesalahan kontrol sikap satelit (3σ) (Attitude				

Parameter Satelit	Spesifikasi Teknis
	control error I3σ) : ≤ 43 µrad
	 Kesalahan pengetahuan sikap satelit (3σ) (Attitude knowledge error (3σ)): ≤ 29 μrad Stabilitas pengetahuan sikap satelit (3σ) (Attitude knowledge stability (3σ): ≤ 1.7 μrad dalam waktu 2,5 detik.
AS BRAN	- Jitter Sikap (Attitude Jitter) ≤ 0 .21 μrad dalam 0.5 detik

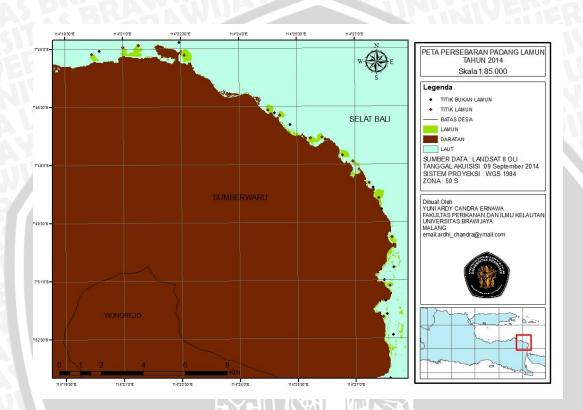




3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada bulan September 2014. Lokasi penelitian dilakukan di perairan dangkal Taman Nasional Baluran Situbondo,



Gambar 2. Peta lokasi dan klasifikasi tak terbimbing padang lamun

3.2 Penentuan Stasiun Penelitian

Jumlah stasiun pengamatan lamun dirancang sebanyak 30 stasiun dengan jarak 500 m tiap stasiun, yang tersebar merata di seluruh rataan padang lamun di peraian dangkal Taman Nasional Baluran Situbondo. Teknik penentuan stasiun penelitian dengan menggunakan teknik random sampling dengan menggunakan bantuan software Hawth tool. Sebelum dilakukan penentuan titik, dilakukan klasifikasi secara tidak terbimbing pada citra landsat tahun 2014 guna menduga keberadaan lamun. Penentuan kelas klasifikasi dibagi menjadi 2 kelas yaitu kelas lamun dan kelas bukan lamun. Penentuan titik dirancang sejumlah 30

titik dengan 15 titik pada kelas lamun dan 15 titik pada kelas bukan lamun. Identifikasi tutupan total untuk mengetahui status kondisi padang lamun akan dilakukan dengan menggunakan transek kuadrat ukuran 1 x 1 meter. Dalam penentuan status kondisi padang lamun akan merujuk pada tabel hasil penelitian english *et al* (1994) tentang kriteria baku kerusakan dan pedoman penentuan status padang lamun yang akan dijelaskan pada tabel 7. Posisi titik sampling (Lintang dan Bujur) ditentukan dengan menggunakan GPS (Global Position System) yang telah disesuaikan dengan datum WGS84.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan dalam tabel 2

Tabel 2. Alat - alat yang dibutuhkan

No	Alat yang digunakan	Spesifik/	Kegunaan
1	GPS (Global Positioning System)	Garmin 80CsX	Untuk mengetahui letak posisi obyek.
2	Laptop	Acer Aspire Intel Core i3-380M RAM 4 GB HDD 500 GB	Untuk pengolahan data citra
3	Transek Kuadrat	1x1 meter	Untuk mengamati dan menghitung kerapatan tutupan lamun
4	Masker+snorkel	AmScud	Untuk melihat keberadaan lamun Untuk mengukur jarak
5	Roll Meter	S. S	transek yang ditarik dari garis pantai
6	Kamera Bawah Air	-	Untuk dokumentasi
7	Analyzer Suspended Solid	InsiteIG Model 3150	Untuk pengukuran TSM secara in situ

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dari penelitian ini akan dijelaskan dalam tabel 3

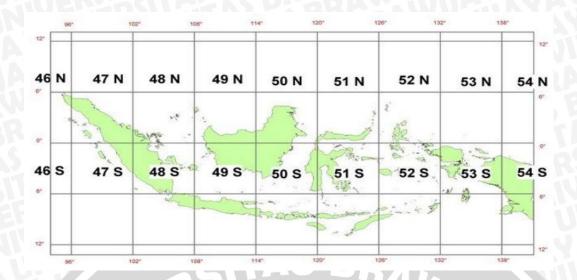
Tabel 3. Bahan yang dibutuhkan

No	Bahan	Resolusi Spasial	Tanggal Akuisisi	Kode Citra
1	LANDSAT 5 TM	30 meter	30 Mei 1994	LT51170651994150DKI00
2	LANDSAT 5 TM	30 meter	25 Juli 1997	LT51170651997206DKI00
3	LANDSAT 7 ETM	30 meter	26 Agustus 2000	LE71170652000239SGS00
4	LANDSAT 7 ETM	30 meter	06 Oktober 2003	LE71170652003279EDC01
5	LANDSAT 7 ETM	30 meter	08 Juli 2006	LE71170652006159EDC00
6	LANDSAT 7 ETM	30 meter	06 Oktober 2009	LE71170652009279EDC00
7	LANDSAT 7 ETM	30 meter	30 Oktober 2012	LE71170652012304EDC00
8	LANDSAT 8 OLI	15 meter	10 September 2014	LC81170652014253LGN00

3.4 Pengolahan Data Citra Satelit Untuk Luasan Padang Lamun dan TSM

3.4.1. Koreksi Geometrik

Penelitian ini menggunakan citra satelit LANDSAT tahun 1994 hingga 2014 dengan interval setiap 3 tahun di perairan TN. Baluran untuk memetakan sebaran lamun dan TSM.. Tujuan dari koreksi geometrik ini untuk melakukan pemulihan citra agar koordinat sesuai dengan koordinat geografi. Sistem koordinat yang digunakan dalam koreksi geometrik ini adalah proyeksi UTM (Universal Transverse Mercator) zona 50 selatan (gambar 3) dengan datum WGS 1984.



Gambar 3. Pembagian zona proyeksi UTM wilayah Indonesia

Koreksi geometrik dilakukan dengan cara memilih titik kontrol lapangan (Ground Control Point) yang tersebar merata pada citra agar memperoleh ketelitian yang lebih baik. Titik kontrol lapangan yang dipilih diutamakan merupakan titik yang permanen seperti perpotongan jalan, sungai, muara sungai, pulau kecil dan titik-titik lain yang dianggap tidak berubah posisi dalam jangka waktu yang lama.

Penentuan GCP minimal 4 titik secara otomatis akan dapat diketahui nilai RMS (Root Mean Square) Error, sehingga dapat dilihat GCP yang memiliki nilai kesalahn terbesar dan dapat dihitung kesalahan rata-rata (RMS rata-rata) dari semua GCP. Nilai rata-rata RMS tidak boleh melebihi dari limit kesalahn maksimun. Menurut Purwadhi (2010) RMS error secara umum nilainya kurang dari 0,5 pada setiap pixel (Image cell). Sedangkan koreksi radiometrik ditujukan untuk memperbaiki nilai piksel supaya sesuai dengan yang seharusnya yang biasanya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama. Efek atmosfer menyebabkan nilai pantulan onyek dipermukaan bumi yang terekan oleh sensor menjadi bukan merupakan nilai

aslinya, tetapi menjadi lebih besar oleh karena adanya hamburan atau lebih kecil karena proses serapan.

3.4.2. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik dilakukan untuk menghilangkan kesalahan pada citra satelit karena perbedaan sudut elevasi matahari dan jarak antara matahari dan bumi akibat dari perbedaan waktu pemantulan gelombang elektromagnetik yang diterima oleh sensor. Sehingga kondisi matahari pada setiap wilayah / piksel pada citra akan sama. Cara koreksi radiometrik yaitu dengan cara mengubah nilai *Digital Number* ke dalam nilai *Reflektan*. Rumus yang digunakan dalam koreksi radiometrik adalah

3.4.3. Pemotongan Citra (Cropping) dan Kombinasi Band

Citra hasil koreksi kemudian dilakukan cropping sesuai dengan lokasi penelitian dengan tujuan memfokuskan area penelitian yang ingin dikaji. Proses pengolahan data citra, cropping untuk memfokuskan wilayah perairan di TN. Baluran yang secara visual terdeteksi adanya padang lamun dan TSM.



Gambar 4. Kombinasi RGB citra LANDSAT

Penampakan citra visual yang lebih tajam menggunakan komposit citra. Citra komposit warna merupakan paduan citra dari tiga kanal yang berbeda. Penyusunan citra komposit warna dimaksudkan untuk mendapatkan visualisasi yang lebih baik sehingga pengenalan obyek dan pemilihan sampel dapat dilakukan. Pembuatan ncitra komposit warna dilakukan dengan memberi warna dasar merah, hijau dan biru pada tiga kanal spektral yang dipilih.

Citra komposit warna yang dipilih dalam penelitian ini adalah citra komposit RGB (Red, Green, Blue) dengan pemilihan kanal 3-2-1 pada citra LANDSAT. Pemilihan ketiga band tersebut dilakukan karena komposit band tersebut sesuai untuk menampakkan penutupan lahan. Komposit red menggunakan band 3 yang sesuai untuk mendeteksi lahan/tanah kering. Semakin tinggi nilai digitalnya maka kenampakan di citra akan berwarna semakin merah. Komposit green menggunakan band 2 yang sesuai untuk mendeteksi

klorofil pada vegetasi. Klorofil yang tinggi di daratan akan memberikan nilai digital pantulan yang tinggi dan ditujukan dengan warna hijau tua. Daerah yang berair dideteksi dengan menggunakan band 1 pada komposit blue sehingga daerah perairan digambarkan dengan biru. Biru muda menunjukkan perairan dangkal dengan kandungan sedimentasi yang cukup tinggi dan biru tua menunjukkan perairan yang lebih dalam dan cenderung lebih jernih (Amran, 2010).

3.4.4. Masking

Tahap awal pemrosesan citra, setelah menggabungkan tiga band citra RGB pada citra satelit LANDSAT dilakukan masking. Tujuan dilakukannya masking ini untuk memisahkan batas wilayah antara daratan dan laut, dimana dalam penelitian ini hanya memerlukan lautan saja yang akan diproses yaitu dengan menggunakan band 4 untuk LANDSAT 7 dan band 5 untuk LANDSAT 8. Proses masking ini dilakukan dengan cara mencari nilai perbandingan antara band 2 dan 3 pada LANDSAT 7 dan band 3 dan 4 pada LANDSAT 8 yang nantinya didaptakan nilai reflektan perbatasan antara daratan dan perairan.

3.4.5. Pemasukan Algoritma Lyzenga

Penggunan algoritma Lyzenga untuk mengetahui kondisi lamun diawali dengan pembuatan training area berjumlah minimal 30 region. Penentuan ketiga puluh region tersebut dilakukan pada obyek atau area pada citra yang secara visual dapat diduga atau diidentifikasi sebagai bagian dari ekosistem padang lamun. Hal ini memerlukan bimbingan seorang inerpreter, memiliki dasar pengetahuan interpretasi citra, juga perlu memahami sifat atau karakteristik padang lamun, terutama tentang sebarannya

Hasil dari pemilihan training area, dicari nilai ragam (varian) dan peragam (covarian) dari band 1 dan band 2. Dalam melakukan perhintungan statistik ini dapat dibantu dengan menggunakan perangkat lunak Ms. Excel. Kemudian dalam mencari koefisien attenuasi untuk memperjelas hasil data citra kelas

lamun (ki/kj), berdasarkan hasil perhitungan ragam dan peragam maka digunakan formula

$$^{\mbox{ki}}/_{\mbox{kj}} = \mbox{a} + \sqrt{(\mbox{a}^2 + 1)}... \label{eq:kij}$$
 Rumus (2).

Dimana:

$$a = \frac{(varian b1-varian b2)}{2*covarian b1b2}$$
Rumus (3)

Hasil dari proses ini didapatkan nilai rasio koefisien band 1 dan band 2 (ki/kj) dimana nilai yang diperoleh untuk setiap cropping citra antara lain :

Tabel 4. Nilai ki/kj pada setiap tahun pengambilan citra

4	Tahun	B1B2	B1B3	B2B3
	1994	0,664988	0,667113	0,723801
	1997	0,954837	0,100279	1,212191
	2000	0,888462	1,750949	0,790426
	2003	0,517336	0,416122	0,449877
	2006	1,777451	0,580913	0,345247
	2009	1,063289	1,737399	0,348768
	2012	1,616725	1,030813	0,614714
	2014	0,891938	0,881459	0,501662

Nilai ki/kj yang telah dihasilkan dari perhitungan rumus 2 akan dimasukkan ke dalam formula Lyzenga. Penerapan algoritma ini dimaksudkan untuk memperoleh gambaran visual lebih baik untuk obyek-obyek bawah permukaan air, termasuk padang lamun. Metode yang digunakan mengacu pada metode asli yang dikembangkan oleh Lyzenga (1981). Adapun formulanya sebagai berikut :

Lyzenga (Y) =
$$(\log(b1))$$
 – $(\text{nilai}\frac{ki}{kj}*\log(b2))$Rumus (4)

Keterangan:

b1 = band 1 (biru)

b2 = band 2 (hijau)

ki/kj = nilai koefisien attenuasi

Hasil dari algoritma Lyzenga berupa tampilan citra baru yang menampakkan kelas dasar perairan dangkal. Banyaknya kelas terlihat pada histogram yang diwakili oleh puncak-puncak nilai piksel yang dominan. Citra hasil transformasi disajikan dalam colour LUT Rainbow. Kunci interpretasi dibai menjadi tujuh kelas berdasarkan transformasi yang dilakukan COREMAP (2001) yaitu:

- Warna ungu gelap adalah daratan
- Warna biru dan ungu adalah laut
- Warna kuning adalah pasir
- BRAWIUA Warna cyan – hijau tegas adalah terumbu karang hidup
- Warna merah adalah karang mati
- Warna cyan biru menyebar adalah kekeruhan perairan
- Warna coklat bercak bercak atau orange adalah lamun

3.4.6. Pemasukan Algoritma TSM

Penelitian ini menggunakan algoritma yang dikembangkan oleh Budiman (2004) dari hasil penelitiannya di perairan Delta Mahakam, dengan memasukkan nilai reflektan kedalam persamaan

TSM
$$(mg/l) = 8.1249 * EXP^{(23.074*band merah)}$$
.....Rumus (5).

Keterangan: TSM = Total Suspended Matter (mg/l)

Band merah = Band 3 pada LANDSAT 5 dan 7 serta Band 4 pada LANDSAT 8

3.4.7. Klasifikasi Citra Untuk Padang Lamun

Proses pengklasifikasian diolah dengan software ER mapper yang didasarkan pada algoritma Lyzenga sebagai kunci interpretasi. Kelas yang dihasilkan pada klasifikasi tak terbimbing adalah kelas spektral yaitu kelas

didasarkan pada nilai natural spektral citra. Setiap kelas habitat dasar perairan memiliki nilai spektral yang berbeda.

Klasifikasi citra dibagi menjadi 100 kelas agar lebih memudahkan dalam penggabungan kelas mengingat jumlah kelas yang dihasilkan cukup banyak dan warna yang ditampilkan terlalu beragam yang selanjutnya di reclass menjadi 6 kelas yaitu kelas lamun, pasir, karang hidup, karang mati, darat dan laut dalam sesuai kunci interpretasi yang digunakan COREMAP (2001). Proses klasifikasi juga di *reclass* kembali untuk menggabungkan kelas yang sama dengan menggunakan ArcToolbox dengan ekstensi *Reclassify* pada *software* Arc GIS 9.3 berdasarkan nilai-nilai data raster citra. Hasil reklasifikasi dilakukan pengeditan warna dan interpretasi kelas serta diberi label. Pengeditan dilakukan untuk memperbaiki keakuratan perhitungan luasan dan menghilangkan fitur yang tidak diinginkan setelah diidentifikasi seperti awan dan kekeruhan. Hasil tersebut masih perlu dilakukan ujji akurasi dengan survei lapangan sehingga hasil klasifikasi dapat disajikan dalam bentuk peta tematik sebagai informasi sebaran lamun di perairan dangkal TN. Baluran.

3.4.8. Klasifikasi Citra Untuk TSM

Persebaran nilai TSM di perairan dangkal TN. Baluran Situbondo akan dikelompokkan menjadi 5 kelas. Pada penelitian ini klasifikasi dilakukan menggunakan *software* ER Mapper 6.4 dengan cara memasukkan rumus pada menu Editor Formula. Berikut formula klasifikasi yang digunakan :

If i1=0 then 1 else

If i1>=1 and i1<25 then 2 else

If i1>=25 and i1<80 then 3 else

If i1>=80 and i1<400 then 4 else

If i1>=400 then 5 else null

3.4.9. Penentuan Luasan Dari Citra Klasifikasi Padang Lamun

Metode yang digunakan dalam penentuan luasan per tahun dari citra yang telah terklasifikasi menggunakan metode analisis spasial dengan bantuan software ArcGIS 9.3. Penentuan luasan dilakukan dengan cara menghitung setiap piksel klasifikasi padang lamun yang berukuran 30 x 30 m per pikselnya sesuai dengan resolusi spasial citra LANDSAT.

3.4.10. Penentuan Rata - rata TSM

Metode yang digunakan untuk menentukan rata – rata TSM per tahunnya dilakukan dengan menentukan titik sampling sebanyak 30 titik pada citra di setiap tahunnya. Ke 30 titik tersebut akan digunakan sebagai frekuensi yang akan diketahui besaran TSMnya di setiap titik tersebut. Setelah diketahui besaran TSM pada 30 titik frekuensi, maka akan dimasukkan dalam rumus 6

$$\mathbf{Rata} - \mathbf{rata} \ \mathbf{TSM} = \frac{\sum \mathbf{N}}{\sum \mathbf{f}}.....\mathbf{Rumus} \ (6).$$

Keterangan : Σ N = jumlah besaran TSM dari 30 titik

 Σ f = jumlah total frekuensi

3.4.11. Analisis Hubungan Antara Luasan Padang Lamun Dan Rata-Rata TSM Per Tahun

Pengolahan citra satelit LANDSAT untuk mengetahui luasan lamun dan rata-rata TSM per tahunnya akan diolah menggunakan *software* ArcGIS 9.3. Hasil daripada pengolahan citra tersebut akan berupa peta tematik yang akan menjelaskan kenampakan tertentu dari sebuah wilayah yaitu padang lamun dan TSM. Pada masing-masing peta akan dianalisis luasan yang dihitung dalam satuan hektar dengan rata-rata TSM yang akan dihitung dalam satuan mg/l. Analisis hubungan antara kedua variabel tersebut akan dianalisis secara time series yang berkelanjutan mulai tahun 1994 hingga 2014 dengan interval setiap 3 tahun. Metode analisis data menggunakan metode deskriptif dengan

menjelaskan perubahan pada setiap tahun dan menganalisis hubungan yang terjadi antara luasan padang lamun dan TSM.

3.5 Survei Lapangan (*Ground Check*)

Kegiatan survei lapangan pada penelitian ini dilakukan disekitar perairan TN. Baluran selama 5 hari. Pengamatan kondisi padang lamun dengan transek kuadrat dilakukan pada siang hingga sore hari ketika air laut sudah surut agar mempermudah dalam pengambilan data survei lapangan. Survei lapangan dilakukan untuk melengkapi dan membuktikan hasil interpretasi citra satellit yang masih meragukan. Survei yang dilakukan dengan memilih beberapa titik sampel secara acak dan perlu dibuktikan kebenarannya serta melakukan pengukuran mengenai posisi objek dengan menggunakan GPS (Global Positioning System), kemudian hasil dari survei lapangan untuk melihat kesesuaian hasil pengecekan dilapangan dengan hasil interpretasi dari citra satelit LANDSAT dicatat pada form validasi data.

Pengambilan data pada ekosistem padang lamun dengan menggunakan line transect sebagai bidang pengamatan. Metode transek kuadrat dilakukan bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman jenis lamun di daerah tersebut. Setiap stasiun yang menyebar di perairan Taman Nasional Baluran Situbondo akan diamati nilai presentase tutupan dan keragaman jenis/spesies.

Ground check dilakukan dengan cara mengamati beberapa parameter pengamatan tutupan dan kerapatan lamun (Hidayah, 2010). Pengamatan tutupan lamun dilakukan dengan cara melihat daerah tutupan lamun pada kolom transek yang berada pada 100 bagian transek. Pengamatan setiap stasiun pengukuran dengan empat lajur transek yang memanjang tegak lurus dari garis pantai, kemudian dicatat jumlah masing – masing jenis lamun yang ditemui dan presentase tutupan lamunnya. Perhitungan jumlah lamun ini dilihat dari banyak tegakan masing – masing lamun pada satu kotak pengamatan. Pada penelitian

ini diambil 15 titik yang akan ditarik garis tegak lurus hingga lamun tidak terlihat lagi. Lalu akan dihitung prosentase kerapatan total dari setiap transek dan akan dihitung rata-rata agar bisa diketahui status kondisi padang lamun saat ini.

Pengamatan kondisi padang lamun akan ditentukan berdasarkan kriteria presentase tutupan lamun dan kriteria tutupan lamun, sebagaimana disajikan pada tabel 5 yang merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh english *et al* (1994). Kriteria tersebut akan digunakan untuk melihat klasifikasi kondisi padang lamun pada citra presentase tutupan lamun dan citra kerapatan lamun. Pengukuran yang akan dilakukan berupa estimasi presentase tutupan dalam plot transek yang tertutupi lamun. Presentase tutupan lamun adalah proporsi luas substrat yang ditutupi vegetasi lamun dalam satu luasan luas, jika padang lamun diamati tegak lurus dari atas (Brower et al, 1990).

Penentuan nilai persentase tutupan lamun pada masing – masing kolom transek dilakukan dengan menggunakan rumus 7 (Amran, 2010).

$$C = \frac{a}{A} \times 100 \%$$
......Rumus (7).

Keterangan:

C = Presentase penutupan lamun

a = luas yang tertutupi lamun dalam plot transek

A = luas plot ransek = 1 m²

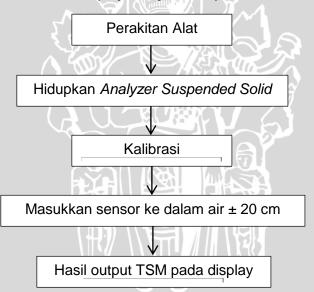
Tabel 5. Kriteria presentase tutupan lamun (English et al, 1994)

Skala	Persentase Tutupan (%)	Kondisi
5	>75 %	Sangat bagus
4	50 – 75 %	Bagus
3	25 – 50 %	Agak bagus
2	5 – 25 %	Sedikit
1	< 5 %	Sangat sedikit

Untuk *ground Check* TSM penelitian ini menggunakan sebuah alat yang bernama *Analyzer Suspended Solid*s Seperti Gambar 5 , Dan cara pengoperasian alat terlihat seperti Gambar 6.

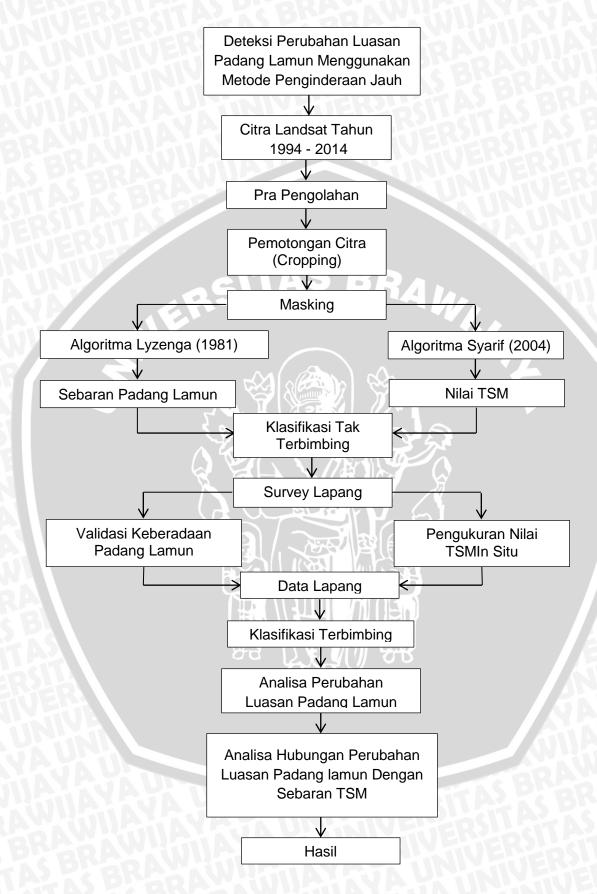


Gambar 5. Display Analyzer Suspended Solid.



Gambar 6. Diagram alir cara kerja *Analyzer Suspended Solid*Proses keseluruhan tahapan penelitian ini akan dijabarkan dalam skema kerja yang terdapat pada gambar 7.

27



Gambar 7. Skema kerja penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1 Gambaran Umum Taman Nasional Baluran Situbondo

Taman Nasional Baluran Situbondo berada di dalam wilayah kawasan konservasi Taman Nasional Baluran yang terletak di kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo, Provinsi Jawa Timur. Dari segi pengelolaan kawasan TN Baluran dibagi menjadi dua seksi pengelolaan taman nasional, yaitu: seksi pengelolaan taman nasional wilayah I bekol, meliputi resort bama, lempuyang dan perengan, seksi pengelolaan taman nasional wilayah II karangtekok meliputi resort watu numpuk labuhan merak dan bitakol.

Menurut klasifikasi Schimdt dan Ferguson kawasan TN Baluran beriklim kering tipe F dengan temperatur berkisar antara 27,2° C – 30,9° C, kelembapan udara 77 %, kecepatan angin 7 nota dan arah angin sangat dipengaruhi oleh arus angin tenggara yang kuat. Musim hujan pada bulan November – April, sedangkan musim kemarau pada bula April – Oktober dengan curah hujan tertinggi pada bulan Desember – Januari. Namun secara faktual, perkiraan tersebut sering berubah sesuai dengan kondisi global yang mempengaruhi.

Dalam kawasan TN Baluran terdapat sekitar 444 jenis tumbuhan yang tergolong ke dalam 87 familia meliputi 24 jenis tumbuhan eksotik, 265 jenis tumbuhan penghasil obat dan 37 jenis merupakan tumbuhan yang hidup pada ekosistem mengrove. Secara garis besar keanekaragaman jenis fauna dalam kawasan TN Baluran dapat dikelompokkan kedalam ordo mamalia (28 jenis), aves (155 jenis), pisces dan reptilia. Dari jenis – jenis yang diketahui tersebut 47 jenis merupakan satwa yang dilindungi undang – undang yaitu insektivora 5 jenis, karnivora 5 jenis, herbivora 4 jenis, burung 32 jenis dan reptilia 1 jenis.

4.1.2 Validasi Metode Penginderaan Jauh

Perhitungan tingkat akurasi untuk padang lamun dari metode penginderaan jauh ini dengan menggunakan metode base error matrix dengan membagi jumlah kelas lamun yang cocok dengan tidak, sementara pada TSM dilakukan validasi dengan cara membandingkan hasil pendugaan yang berdasarkan citra satelit LANDSAT dengan pengukuran TSM pada keadaan sebenarnya dengan menggunakan model regresi 2 variabel . Pada tahap ini digunakan citra LANDSAT dengan tanggal akuisisi 10 September 2014 yang dicocokkan dengan waktu *ground check*. Hasil dari penilaian validasi padang lamun dan TSM yang akan dijelaskan pada lampiran 1

Validasi padang lamun akan dihitung dengan menggunakan matrik pada tabel 6.

Tabel 6. Matriks validasi klasifikasi padang lamun

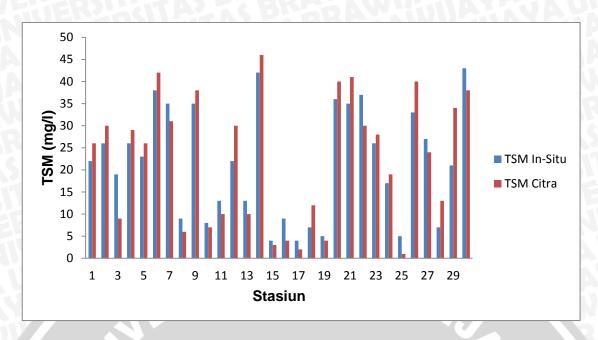
	Lamun	Bukan Lamun	Jumlah
Lamun	13	2	15
Bukan lamun	7	83	15

Rumus perhitungan tingkat akurasi:

Tingkat akurasi =
$$\frac{(13+8)}{30} \times 100 \% = 70 \%$$

Dari perhitungan diatas didapatkan bahwa tingkat akurasi citra LANDSAT jika digunakan untuk mengetahui tutupan padang lamun mencapai 70 %

Validasi TSM akan dihitung dengan menggunakan model regresi 2 variabel. Grafik perbandingan TSM hasil perekaman citra landsat dan TSM dengan pengukuran In-Situ akan dijelaskan pada gambar 8. Sedangkan untuk hasil dari model regresi akan dijelaskan pada tabel 10.



Gambar 8. Grafik perbandingan TSM In-Situ dengan TSM citra satelit.

Tabel 7. Hasil analisis regresi

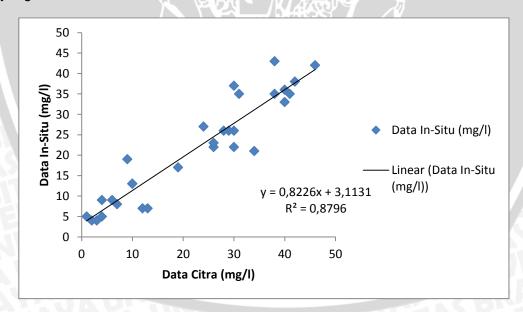
Regression Statistics				
Multiple R	0,937871274			
R Square	0,879602526			
Adjusted R Square	0,875302616			
Standard Error	5,082433943			
Observations	∠ 30			

Hasil pada Tabel 7 menunjukkan perhitungan statistik melalui data analisis yang menggunakan model regresi pada Ms. Excel. Hasil dari statistik regresi meliputi nilai *Multiple R* = 0,94; *R Square* (R^2) = 0,88; *Standard Error* = 5,08 yang nantinya akan dapat menjelaskan suatu hubungan data TSM In-Situ terhadap data TSM hasil perekaman citra.

Multiple R merupakan suatu nilai yang dapat menjelaskan keterkaitan dua variabel X dan Y. Dimana nilai X merupakan data TSM In-Situ dan nilai Y merupakan data TSM Hasil perekaman citra. Pada tabel 10, diketahui nilai multiple R mencapai 0,93. Nilai tersebut menjelaskan bahwa variabel X dan Y mempunyai tingkat penjelasan yang berbanding lurus.

R Square merupakan suatu nilai yang dapat menunjukkan suatu tingkat kemampuan variabel X (data TSM In-Situ) menerangkan atau mewakili data variabel Y (data TSM perekaman citra). Nilai R² yang nilainya mendekati nilai 1 (satu) berarti variasi variabel X memberikan hampir semua informasi yang dibuthkan untuk memprediksi variasi variabel Y. Dari data tabel 10 dapat dijelaskan bahwa nilai TSM citra dapat menjelaskan nilai TSM In-Situ sebesar 0,87 (87%) dan sisanya sebesar 0,13 (13%) dipengaruhi oleh faktor lain.

Standard error merupakan standar error dari estimasi variabel terikat (dalam kasus ini adalah data rata-rata TSM). Nilai standard error yang dihasilkan akan dibandingkan dengan nilai standar deviasi yang dihasilkan oleh variabel Y. Apabila semakin kecil angka standard error yang dibandingkan dengan nilai standard deviasi dari data luasan padang lamun, maka model semakin tepat dalam memprediksi data luasan padang lamun. Dimana pada standard error yang diketahui sebesar 5,08 dan standard deviasi dari variabel Y adalah 3,09



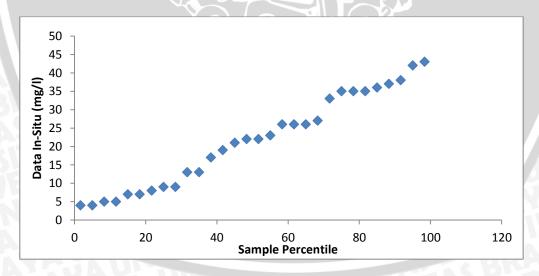
Gambar 9. Scatter graph hasil analisis regresi

Scatter graph hasil dari output regresi pada gambar 9 digunakan untuk menerangkan apakah variabel *Independent* mempunyai penjelasan yang positif terhadap variabel *Dependent*. Jadi variabel data citra dikatakan normal jika

angka/data berada disekitaran garis diagonal, semakin dekat maka semakin normal data tersebut dan mempunyai arti antara data citra dengan data in situ ada hubungan dengan penjelasan yang sebanding lurus secara *linear/* garis lurus.

Hasil yang didapatkan pada *scatter graph* menunjukkan persamaan y = 0,8226x + 3,1131 yakni menjelaskan model persamaan yang digunakan untuk memprediksi nilai data TSM in situ dari hasil data TSM citra. Dari persamaan tersebut menjelaskan bahwa nilai TSM in situ dapat diprediksi dari 0,8226 dikali nilai TSM citra ditambah nilai konstan sebesar 3,1131.

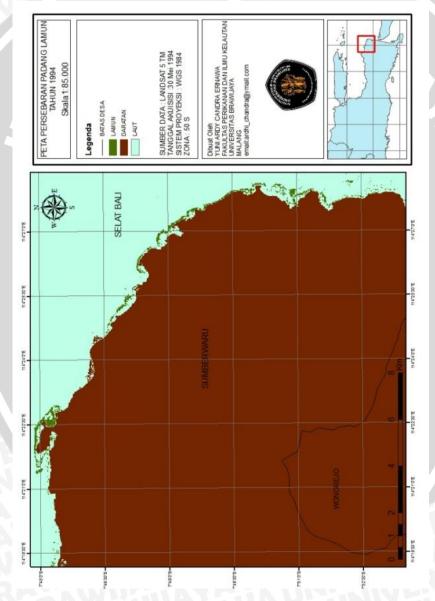
Setelah dilakukan regresi,dilakukan pula uji normalitas pada data yang sudah diperolah baik dari citra satelit maupun kondisi lapang. Uji normalitas untuk mengetahui seberapa besar kecenderungan populasi dari suatu data sampel mendekati distribusi normal. Hasil dari uji normalitas terlihat bahwa data yang diperoleh masih tergolong normal dengan diketahui sedikitnya data yang keluar dari garis normal (data pencilan).



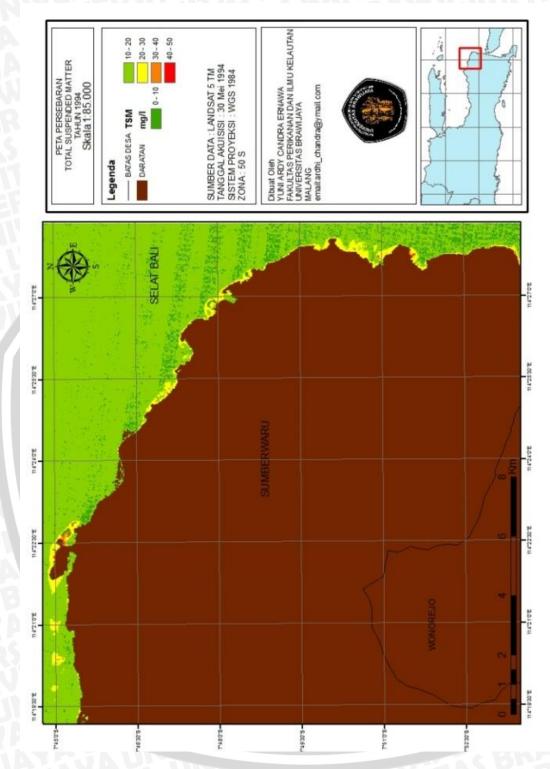
Gambar 10. Grafik hasil uji normalitas

4.1.3 Analisis Perubahan Luasan Padang Lamun dan Fluktuasi Rata-rata TSM Per Tahun

Persebaran lamun di perairan Taman Nasional Baluran dalam penelitian ini berupa peta tematik dari hasil interpretasi citra lamun. Peta tematik digunakan untuk mewakili informasi tertentu mengenai suatu daerah, peta tematik yang dihasilkan berupa peta klasifikasi padang lamun pada tahun 1994 hingga 2014 dengan interval waktu setiap 3 tahun.

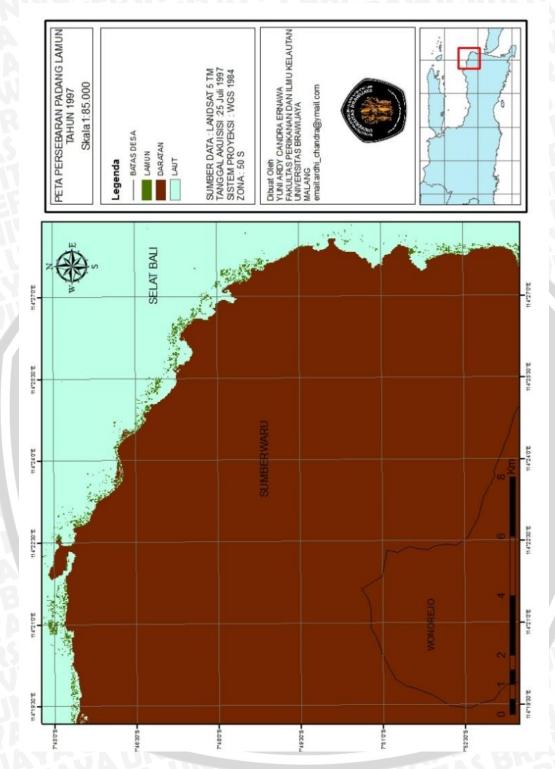


Gambar **Error! Unknown switch argument.** Peta hasil klasifikasi padang lamun tahun 1994.

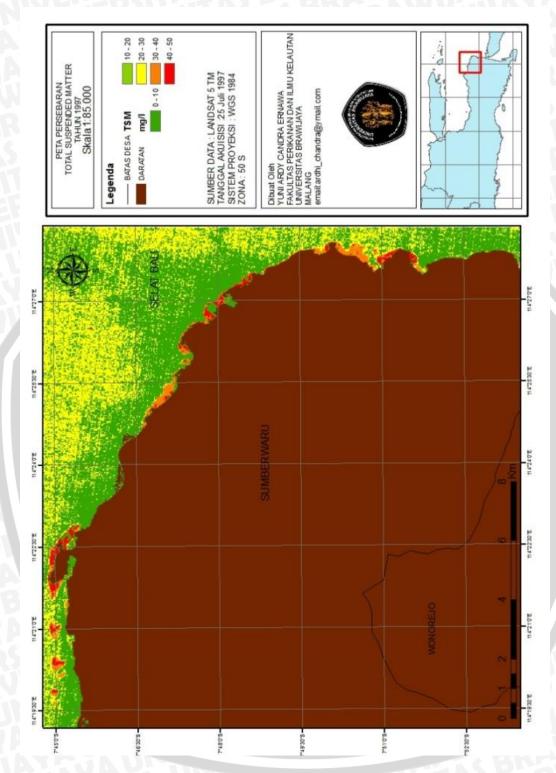


Gambar 12. Peta hasil klasifikasi persebaran TSM tahun 1994.

Hasil dari klasifikasi luasan padang lamun pada tahun 1994 (gambar 11) mencapai 243,99 hektar dengan rata-rata TSM (gambar 12) sebesar 15,28 mg/l. Pada tahun ini diambil citra satelit LANDSAT dengan tanggal perekaman 30 Mei 1994.

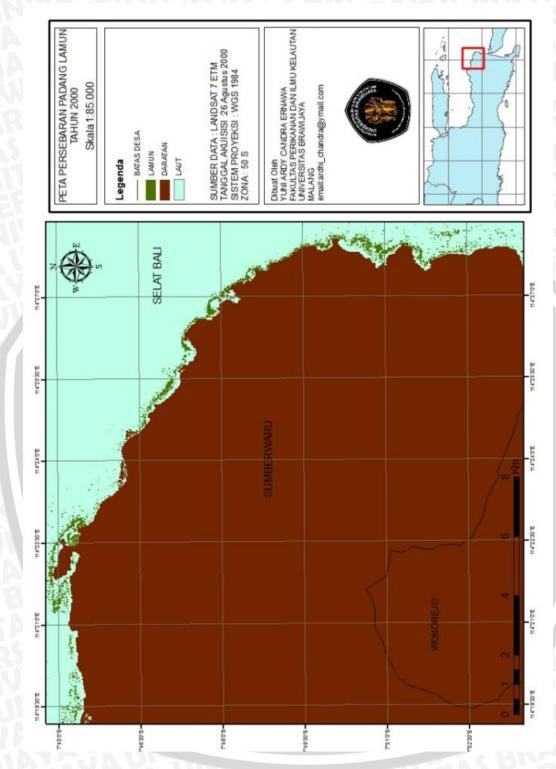


Gambar 13. Peta hasil klasifikasi padang lamun tahun 1997.

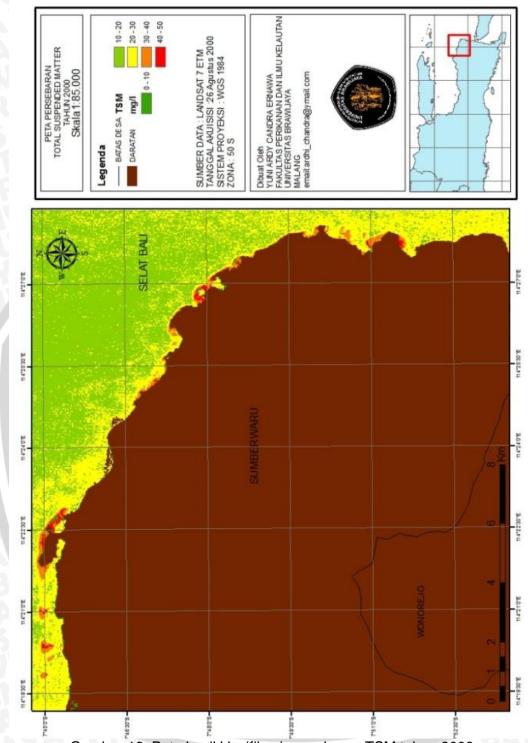


Gambar 14. Peta hasil klasifikasi persebaran TSM tahun 1997.

Hasil dari klasifikasi luasan padang lamun pada tahun 1997 (gambar 13) mencapai 239,4 hektar dengan rata-rata TSM (gambar 14) sebesar 10,32 mg/l. Pada tahun ini diambil citra satelit LANDSAT dengan tanggal perekaman 25 Juli 1997. Pada tahun ini terjadi penurunan luasan padang lamun sebesar 4,59 hektar sementara pada rata-rata TSM terjadi penurunan pula sebesar 4,96 mg/l.

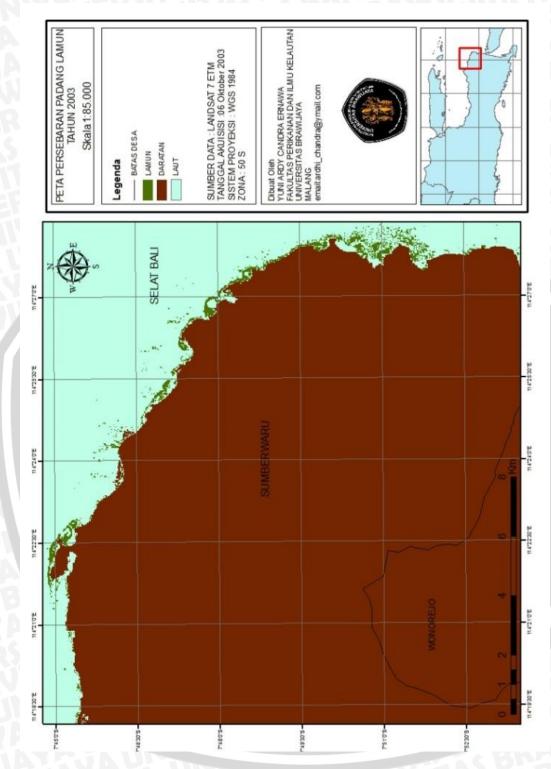


Gambar 15. Peta hasil klasifikasi padang lamun tahun 2000.

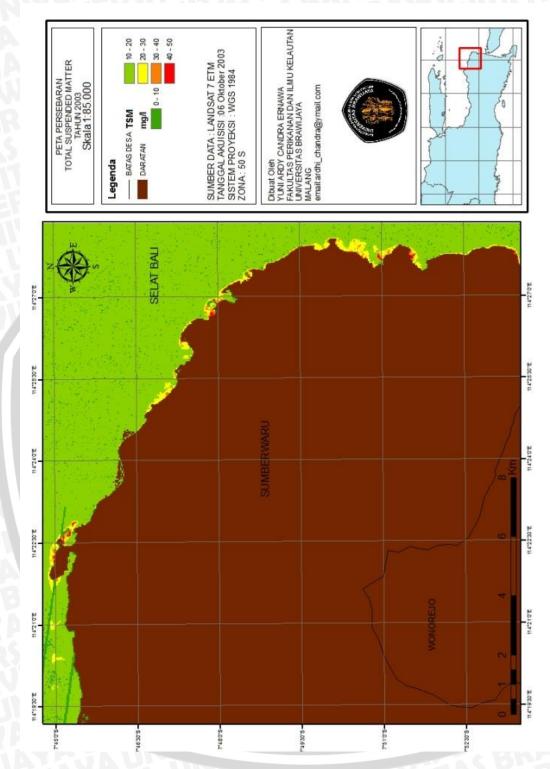


Gambar 16. Peta hasil klasifikasi persebaran TSM tahun 2000.

Hasil dari klasifikasi luasan padang lamun pada tahun 2000 (gambar 15) mencapai 251,04 hektar dengan rata-rata TSM (gambar 16) sebesar 20,04 mg/l. Pada tahun ini diambil citra satelit LANDSAT dengan tanggal perekaman 26 Agustus 2000. Pada tahun ini terjadi kenaikan luasan padang lamun sebesar 11,64 hektar sementara pada rata-rata TSM terjadi kenaikan pula sebesar 9,72 mg/l

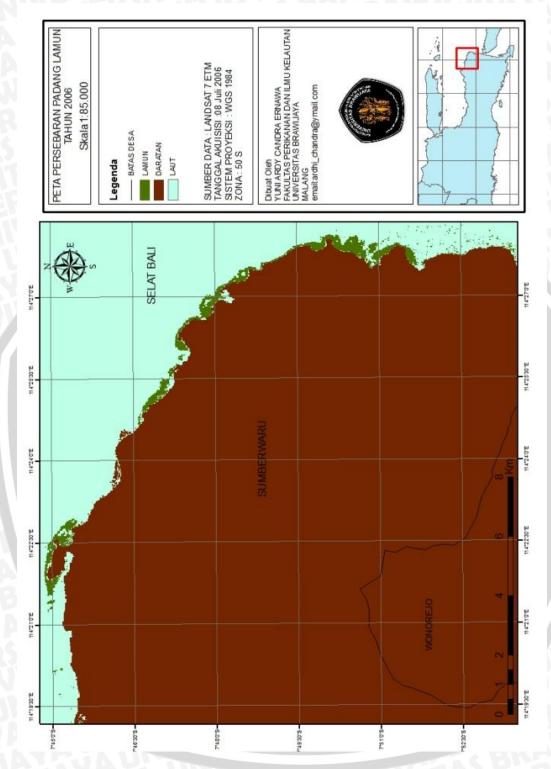


Gambar 17. Peta hasil klasifikasi padang lamun tahun 2003.

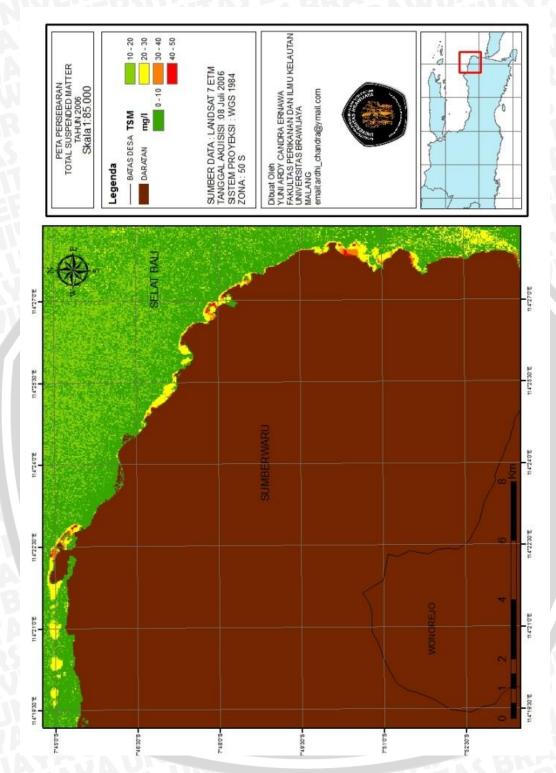


Gambar 18. Peta hasil klasifikasi persebaran TSM tahun 2003.

Hasil dari klasifikasi luasan padang lamun pada tahun 2003 (gambar 17) mencapai 276,28 hektar dengan rata-rata TSM (gambar 18) sebesar 16,85 mg/l. Pada tahun ini diambil citra satelit LANDSAT dengan tanggal perekaman 06 Oktober 2003. Pada tahun ini terjadi kenaikan luasan padang lamun sebesar 25,24 hektar sementara pada rata-rata TSM terjadi penurunan sebesar 3,19 mg/l.

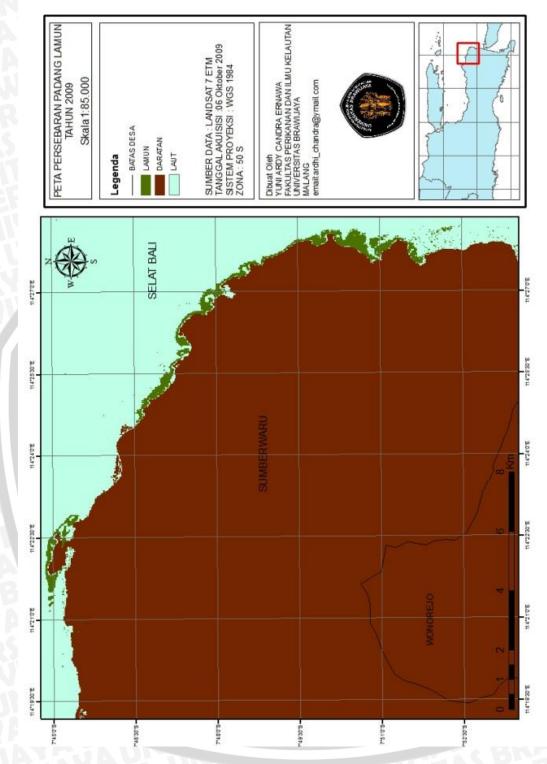


Gambar 19. Peta hasil klasifikasi padang lamun tahun 2006.

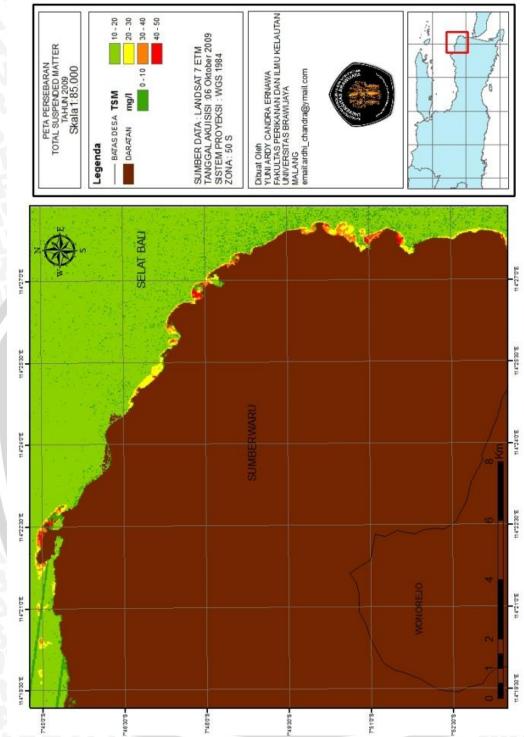


Gambar 20. Peta hasil klasifikasi persebaran TSM tahun 2006.

Hasil dari klasifikasi luasan padang lamun pada tahun 2006 (gambar 19) mencapai 192,85 hektar dengan rata-rata TSM (gambar 20) sebesar 9,74 mg/l. Pada tahun ini diambil citra satelit LANDSAT dengan tanggal perekaman 08 Juli 2006. Pada tahun ini terjadi penurunan luasan padang lamun sebesar 83,43 hektar sementara pada rata-rata TSM terjadi penurunan pula sebesar 7,11 mg/l.

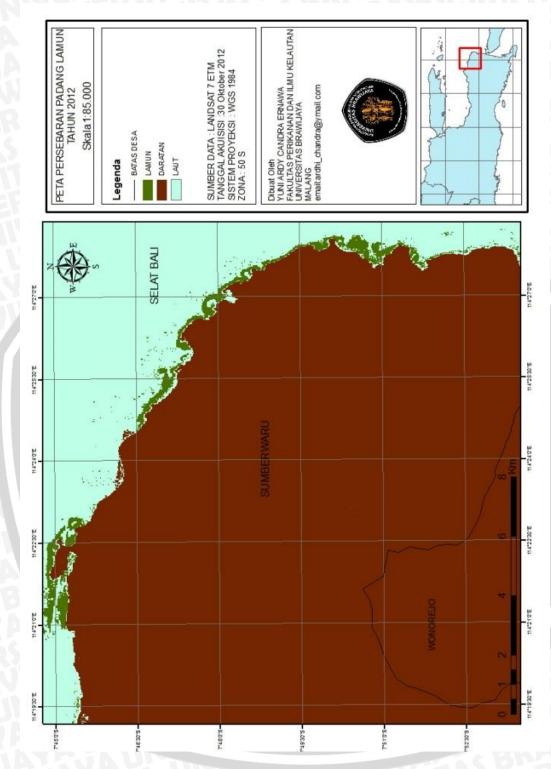


Gambar 21. Peta hasil klasifikasi padang lamun tahun 2009.

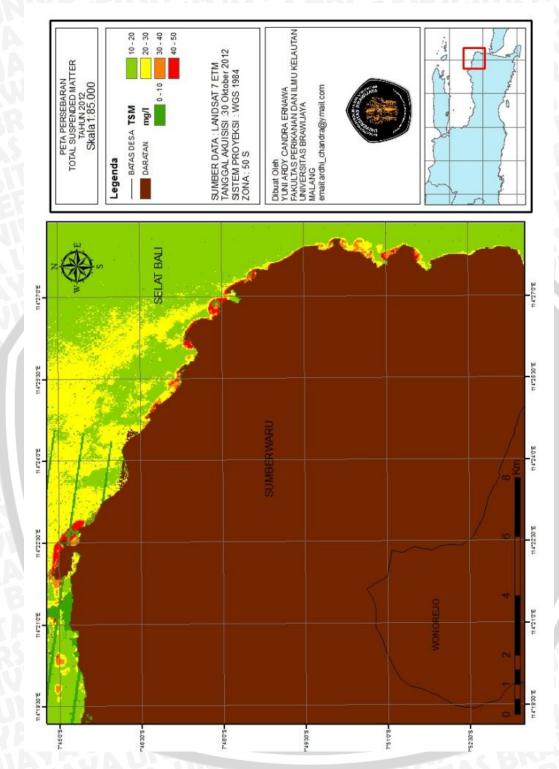


Gambar 22. Peta hasil klasifikasi persebaran TSM tahun 2009.

Hasil dari klasifikasi luasan padang lamun pada tahun 2009 (gambar 21) mencapai 214,9 hektar dengan rata-rata TSM (gambar 22) sebesar 16,82 mg/l. Pada tahun ini diambil citra satelit LANDSAT dengan tanggal perekaman 06 Oktober 2009. Pada tahun ini terjadi kenaikan luasan padang lamun sebesar 22,05 hektar sementara pada rata-rata TSM terjadi kenaikan pula sebesar 7,08 mg/l.

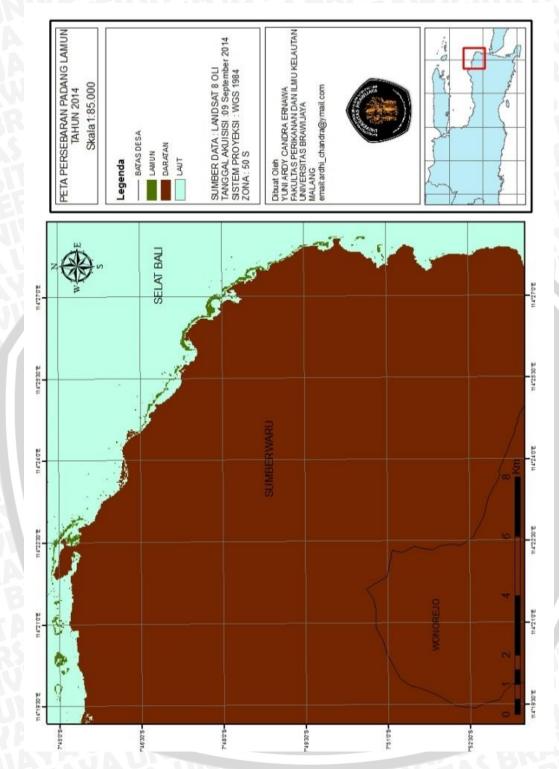


Gambar 23. Peta hasil klasifikasi padang lamun tahun 2012.

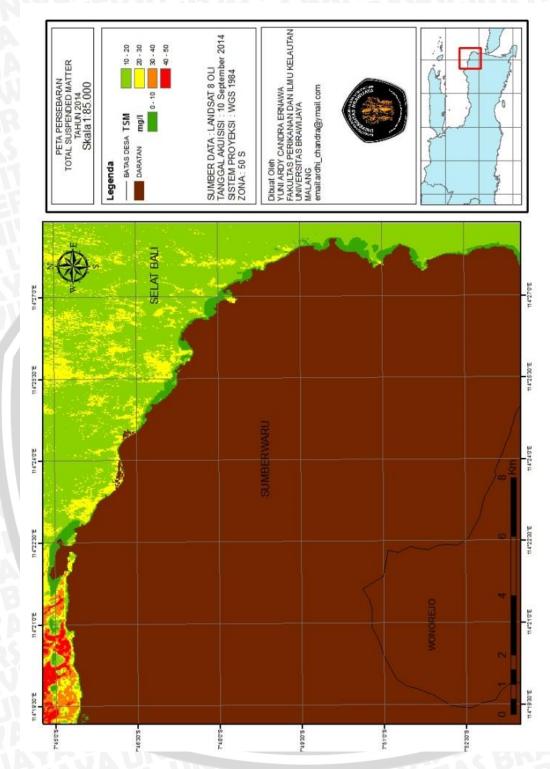


Gambar 24. Peta hasil klasifikasi persebaran TSM tahun 2012.

Hasil dari klasifikasi luasan padang lamun pada tahun 2012 (gambar 23) mencapai 200,01 hektar dengan rata-rata TSM (gambar 24) sebesar 19,31 mg/l. Pada tahun ini diambil citra satelit LANDSAT dengan tanggal perekaman 30 Oktober 2012. Pada tahun ini terjadi penurunan luasan padang lamun sebesar 14,89 hektar sementara pada rata-rata TSM terjadi kenaikan sebesar 2,49 mg/l



Gambar 25. Peta hasil klasifikasi padang lamun tahun 2014.



Gambar 26. Peta hasil klasifikasi persebaran TSM tahun 2014.

Hasil dari klasifikasi luasan padang lamun pada tahun 2014 (gambar 25) mencapai 154,98 hektar dengan rata-rata TSM (gambar 26) sebesar 15,31 mg/l. Pada tahun ini diambil citra satelit LANDSAT dengan tanggal perekaman 10 September 2014. Pada tahun ini terjadi penurunan luasan padang lamun

sebesar 45,03 hektar sementara pada rata-rata TSM terjadi kenaikan pula sebesar 14,00 mg/l.

Daerah pesisir Indonesia ditutupi sekitar 30-40 % oleh padang lamun. Di daerah pesisir pulau jawa, kondisi ekosistem padang lamun telah mengalami gangguan yang cukup serius akibat pembuangan limbah industri dan domestik. Diperkirakan sebanyak 60 % ekosistem padang lamun di Indonesia telah mengalami kerusakan. Pada daerah pesisir pulau Bali dan Lombok, jumlah dan kerapatan jenis lamun berkurang akibat penggunaan berlebih dari Pottasium Sianida (Fortes, 1994)

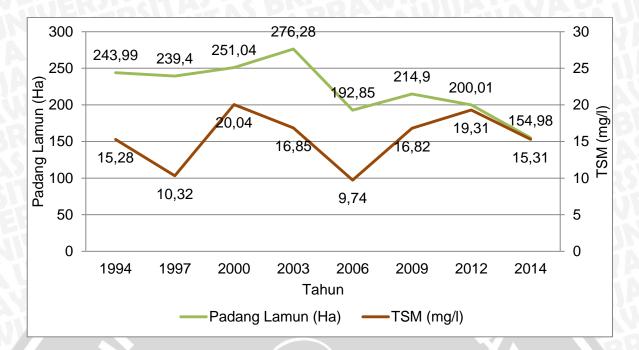
4.1.4 Analisis Keterkaitan Antara Perubahan Luasan Padang Lamun dengan Rata-rata TSM.

Hasil yang didapatkan dari analisis citra satelit LANDSAT dari tahun 1994 hingga tahun 2014 menunjukkan terjadinya perubahan luasan baik bertambah maupun berkurang. Rekapitulasi luasan lamun beserta fluktuasi rata-rata TSM akan dijelaskan pada tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi luasan padang lamun dan rata-rata TSM per tahun

	Lines Dedays	117716-17
Tahun	Luas Padang Lamun	Rata-rata TSM
1994	243,99	15,28
1997	239,4	10,32
2000	251,04	20,04
2003	276,28	16,85
2006	192,85	9,74
2009	214,9	16,82
2012	200,01	19,31
2014	154,98	15,31

Hasil yang didapatkan dari tabel 8 menunjukkan bahwa perubahan luasan padang lamun jika dibandingkan dengan fluktuasi rata-rata TSM maka hasilnya akan berbanding lurus.



Gambar 27. Grafik perbandingan luasan padang lamun dengan rata-rata TSM

Berdasarkan data grafik pada gambar 27, diketahui bahwa hubungan antara luasan padang lamun dengan rata-rata TSM per tahunnya cenderung berbanding lurus. Hubungan tersebut terlihat pada tahun 1994, 1997, 2000, 2006, 2009, dan 2014. Sementara pada tahun 2003 dan 2012 luasan total padang lamun dan rata-rata TSM berbanding terbalik.

4.1.5 Komposisi Jenis

Berdasarkan hasil pengamatan pada 15 stasiun, ditemukan 7 spesies lamun yang termasuk dalam 6 famili, yaitu *Cymodocea rotundata, Cymodocea serrulata, Enhalus acoroides, Halodule uninervis, Halophila ovalis, Syringodium isoetifolium* dan *Thalassia hemprichii*,. Penentuan metode identifikasi spesies mengacu pada kunci identifikasi lamun Indonesia yang telah dikemukakan oleh Den Hartog (1970).

Keberadaan tiap spesies lamun sangat erat kaitannya dengan kondisi lingkungan terutama substrat dasar perairannya. Substrat memegang peranan yang penting, dan berdasarkan pengamatan survei lapangan ditemukan

beberapa jenis lamun tidak mampu tumbuh dengan baik pada substrat yang tidak sesuai. Beberapa faktor lingkungan dan aktivitas manusiapun sangat mempengaruhi terhadap keberadaan lamun pada tiap stasiunnya (Arthana, 2004)

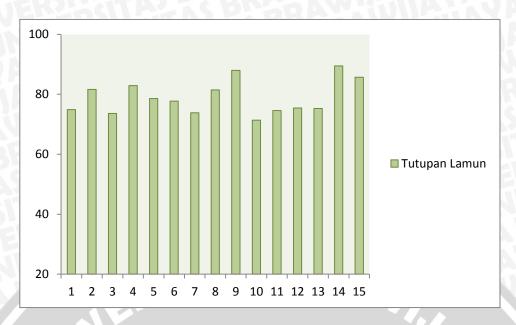
4.1.6 Presentase Tutupan Lamun dan Status Kondisi Padang Lamun

Penutupan menggambarkan tingkat penutupan ruang oleh komunitas lamun. Informasi mengenai penutupan lamun sangat penting artinya untuk mengetahui kondisi ekosistem secara keseluruhan serta sejauh mana komunitas lamun mampu memanfaatkan luasan yang ada.

Hasil pengamatan pada 15 transek yang tersebar di seluruh TN. Baluran akan dijelaskan pada tabel 9.

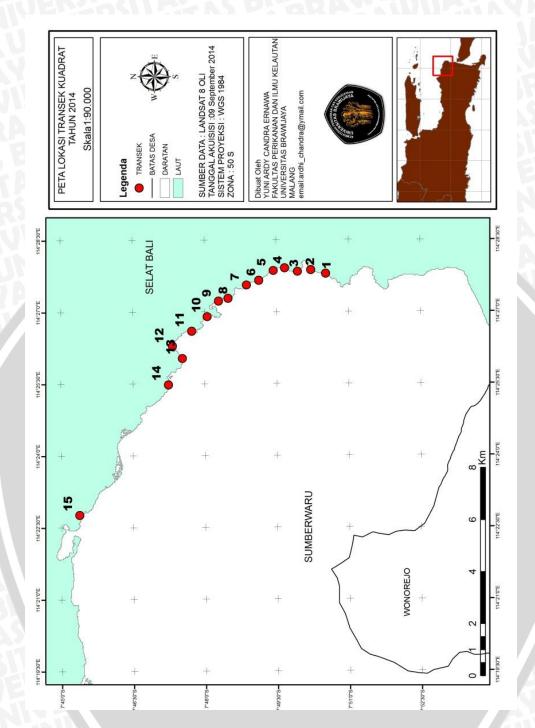
Tabel 9. Hasil rekapitulasi tutupan padang lamun pada setiap transek

Transek	Tutupan (%)
1	74,88
2 3	81,63
3 9 50	73,62
4	82,91
5	78,55
6	77,73
7.01	73,82
8	81,46
9	87,94
10	71,35
11 (1)	74,54
12	75,43
13	75,24
14	89,44
15	86,66



Gambar 28. Grafik prosentase tutupan lamun pada setiap transek

Hasil prosentase pada setiap transek yang digambarkan dalam bentuk grafik pada gambar 28 menunjukkan bahwa prosentase tertinggi terdapat pada transek 14 sedangkan yang terendah terdapat pada transek 10. Hal itu dikarenakan pada transek 14 substrat yang ditumbuhi padan lamun berupa pasir yang memang cocok untuk tempat hidup dari padang lamunitu sendiri dan akses yang dilalui untuk menuju transek 14 ini sangat sulit sehingga membuat padang lamun pada transek ini dapat tumbuh subur tanpa adanya gangguan dari faktor manusia.



Gambar 29. Lokasi transek pada pengamatan lapang

Setelah diketahui presentase tutupan pada setiap transek maka akan dicari rata-rata dari prosentase tutupan lamun untuk mengetahui status kondisi padang lamun.

Rata – rata i (%) =
$$\frac{\sum_{1}^{15} i}{15}$$
 = $\frac{1172,2}{15}$ = 78,15 %

Penentuan status kondisi padang lamun mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh english *et al* (1994) . Kriteria baku status padang lamun ditetapkan berdasarkan presentase luas tutupan lamun yang hidup. Kriteria baku status padang lamun adalah cara untuk menentukan status padang lamun yang didasarkan pada penggunaan metode transek dan petak cotoh *(transect plot)*.

Jika mengacu pada rumus perhitungan tersebut, maka status kondisi padang lamun TN. Baluran Situbondo dengan luas area penutupan sebesar 78,15 % tergolong sangat bagus. Perbedaan hasil yang didapatkan pada hasil penginderaan jauh dan pengamatan tutupan padang lamun dikarenakan pada pengamatan dengan metode penginderaan jauh, dilakukan berdasarkan analisis spasial sehingga perhitungan luasan padang lamun dapat diketahui dengan banyakanya jumlah piksel yang berhasil terklasifikasi. Hasil yang didapatkan pada pengamatan tutupan padang lamun berbeda dikarenakan pada pangamatan tutupan padang lamun dilakukan dengan menggunakan metode transek kuadrat dengan pengamatan langsung di lapangan. Perhitungan tutupan padang lamun dilakukan dengan menghitung jumlah tutupan padang lamun yang berada pada setiap titik sampling dengan menggunakan transek kuadrat lalu dilakukan skoring hingga didapatkan prosentase total tutupan padan lamun.

4.2. Pembahasan

4.2.1 Analisis Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Validitas Metode Penginderaan Jauh

Data yang didaptkan pada tabel 9 dan tabel 10 menunjukkan tingkat akurasi dari metode penginderaan jauh. Dihasilkan prosentase sebesar 70 % untuk penggunaan metode penginderaan jauh pada pemetaan sebaran padang lamun menggunakan algoritma lyzenga sementara dihasilkan pula prosentase sebesar 83 % untuk penggunaan metode penginderaan jauh pada pemetaan sebaran TSM menggunakan algoritma Budiman. Pada penelitian ini, hal – hal yang mempengaruhi hasil pendugaan sebaran padang lamun dan TSM menurut (Avery,1985), antara lain adalah :

- Waktu. Faktor waktu berpengaruh terhadap banyak sedikitnya energi matahari untuk sampai ke bumi.misalnya pada siang hari jumlah energi yang diterima lenih banyak dibandingkan pada pagi hari.
- 2. **Atmosfir**. Atmosfir akan mengubah tenaga dari sumbernya dengan cara apapun, baik tenaga dalam perjalanan ke muka bumi maupun yang datan dari muka bumi.
- 3. Interaksi antara tenaga dengan benda di muka bumi. Interaksi ini akan membangkitkan pantulan dan/atau pancaran sinyal yang tidak hanya selektif terhadap panjang gelombang, tetapi juga diketahui berubah-ubah dan unik terhadap setiap jenis dan macam kenampakan di muka bumi yang menjadi perhatian kita.
- 4. Lokasi penelitian. Faktor ini erat kaitannya denga posisinya terhadap lintang geografi dan posisinya terhadap permukaan laut. Misalnya di daerah khatulistiwa jumlah energi yang diterima lebih banyak dibandingkan dengan daerah yang berada pada lintang tinggi.

- Kondisi cuaca. Faktor ini mempengaruhi hambatan di atmosfer.
 Misalnya saat cuaca berawan jumlah tenaga yang diterima lebih sedikit daripada saat cuaca cerah.
- 6. **Resolusi spasial.** Faktor ini mempengaruhi pada kualitas dari hasil citra. Semakin tinggi kemampuan spasial suatu sensor satelit maka hasil pencitraan yang dihasilkan akan semakin detail dan akurat.

4.2.2 Analisis Faktor – Faktor Pembatas Padang Lamun dan Faktor Yang Mempengaruhi Fluktuasi TSM

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada penelitian ini dapat dijelaskan bahwa nilai rata-rata TSM berbanding lurus dengan luasan padang lamun pada 6 tahun penelitian, sisanya berbanding terbalik.

- Faktor faktor yang mempengaruhi ekosistem padang lamun selain dari TSM antara lain :
 - a. **Kecerahan**. Sebagai tumbuhan, lamun membutuhkan cahaya matahari untuk proses fotosintesa. Kedalaman perairan di mana lamun dapat tumbuh sangat tergantung pada kecerahan, semakin jernih perairan, maka semakin dalam perairan yang dapat ditumbuhi lamun. Thalassia testudinum yang mampu tumbuh pada kedalaman 13 meter dan Cymodocea manatorium tumbuh pada kedalaman 22 meter di kawasan selatan St. John, Virginia Island (Short et al, 1995)
 - b. **Suhu**. Lamun yang tumbuh pada kondisi mendekati level kompensasi atau kekurangan cahaya akan mencapai pertumbuhan optimal pada suhu rendah, tetapi pada suhu tinggi akan membutuhkan cahaya yang cukup banyak untuk mengatasi pengaruh respirasi dalam rangka menjaga keseimbangan karbon (Muhamaze, 2010). Pada lamun dengan spesies Heterozostera tasmanica menunjukkan kenaikan produksi O₂ pada 3 waktu yang berbeda. Kenaikan temperatur pada rentang suhu yang

- optimal akan mempengaruhi lamun untuk lebih meningkatkan kemampuan fotosintesis, respirasi dan pertumbuhan (Bulthuis, 1987).
- c. Salinitas. Kisaran salinitas yang dapat ditolerir oleh tumbuhan lamun adalah 10 % 40 %, dimana nilai optimalnya adalah 35 %. Penurunan salinitas akan menurunkan kemampuan lamun untuk berfotosintesa. Toleransi lamun terhadap salinitas bervariasi menurut jenis dan umur lamun. Lamun yang tua dapat mentolerir fluktuasi salinitas yang besar. Salinitas juga berpengaruh terhadap biomassa, produktivitas, kerapatan, lebar daun, dan kecepatan pulih (Tuwo, 2011).
- d. Substrat. Hampir semua tipe substrat atau dasar perairan dapat ditumbuhi oleh tumbuhan lamun, dari substrat berlumpur sampai berbatu, namun ekosistem padan lamun umumnya dijumpai pada substrat lumpur berpasir yang tebal. Syarat utama dari substrat yang cocok untuk lamun adalah kedalaman sedimen atau substrat yang cukup dalam. Ada dua manfaat dari sedimen yang dalam yaitu dasar perairan yang stabil dan dapat menjamin pasokan nutrien ke tumbuhan lamun (Tuwo, 2011).
- e. **Kecepatan arus**. Arus atau pergerakan air dapat membantu suplai unsur hara dan gas gas terlarut kepada tumbuhan lamun. Arus dapat pula menghalau sisa metabolisme dan limbah yang dapat mempengaruhi produktivitas primer dari tumbuhan lamun. Produktivitas ekosistem padang lamun sangat dipengaruhi oleh kecepatan arus perairan. Thalassia testudinum dapat tumbuh optimal pada kecepatan arus sekitar 0,5 m/s (Tuwo, 2011).

Faktor yang paling mempengaruhi dalam penentuan pertumbuhan padang lamun adalah substrat yang cocok dan ketiadaan pemangsa yang membuat lamun dapat tumbuh subur. Lokasi padang lamun yang masih berada

dalam kawasan konservasi menjadikan lamun terlindungi baik dari pemangsa alami maupun yang bersumber dari manusia.

- 2. Faktor faktor yang mempengaruhi sebaran TSM itu sendiri yang paling dominan pada penelitian ini dipengaruhi oleh faktor hidrooseanografi. Faktorfaktor tersebut antara lain :
 - Pasang surut. Menurut Triatmodjo (1999), elevasi muka air laut dapat digunakan sebagai pedoman didalam perencanaan suatu pelabuhan dan bangunan pantai. Beberapa elevasi muka air laut sebagai berikut:
 - a. High Water Level (HWL) merupakan muka air tertinggi pada saat pasang dalam satu siklus pasang surut.
 - b. Low Water Level (LWL) merupakan kedudukan muka air laut terendah pada saat surut dalam siklus satu pasang surut
 - c. Mean high water level (MHWL) merupakan rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun
 - d. Mean low water level (MLWL) merupakan rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun
 - e. Mean sea level (MSL) merupaka rerata antara MHWL dan MLWL.

 Elevasi ini biasanya digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.
 - f. Highet High Water Level (HHWL) merupakan muka air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati
 - g. Lowest Low Water Level (LLWL) merupakan kedudukan muka air laut terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati
 - h. Higher High Water Level(HHWL) merupakan muka air tertinggi dari dua air tinggi dalam satu hari dalam pasang surut campuran
 - i. Lower Low Water Level(LLWL) merupakan muka air terendah dari dua air rendah dalam satu hari dalam pasang surut campuran

Sebagai contoh HHWL digunakan untuk menentukan elevasi pucak pemecah gelombang dermaga, panjang rantai pelampung penambat, dan sebagainya. Sedangkan LLWL diperlukan untuk menetukan kedalaman alur pelayaran dan kolam dermaga.

- 2. **Gelombang**. Pada dasarnya gelombang di daerah pantai biasanya *Irreguler* (mengalami proses-proses *non-linier*, *dispersive* dan tidak beraturan) dan mempunyai bentuk acak dengan periode dan tinggi tidak konstan. Didalam rekayasa pantai akibat gerakan gelombang yaitu efek gesekan dasar yang menyebabkan redaman gelombang dan transportasi sedimen (Rachman, 2012).
- 3. **Arus**. Rifardi (2012), menyebutkan bahwa arus dapat mentransport sedimen secara fisika dengan dua mekanisme yaitu muatan tersuspensi dan muatan pada lapisan dasar perairan. Muatan tersuspensi memiliki kekuatan arus yang menyebarkan partikel partikel sedimen halus seperti lanau, lempung dan ukuran pasir yang kemudian memindahkannya dalam aliran. Sedangkan muatan pada lapisan dasar perairan memiliki bentuk partikel yang lebih besar dan berat seperti *boulder, pebble* dan *gravel* yang digelindingkan sepanjan dasar perairan.

4.2.3 Analisis Komposisi Jenis yang Didapatkan di Lapang

Padang lamun di pantai bama, taman nasional Baluran Situbondo merupakan salah satu padang lamun yang bervegetasi campuran, serta disusun oleh beberapa spesies yaitu *Enhalus acoroides, Thalassia hemprichii, Cymodocea rotundata, Halodule uninervis, Halophila ovalis,* dan *Syringodium isoetifolium* (Wimbaningrum, 2003). Namun pada penelitian ini juga ditemukan spesies *Cymodocea serrulata*, pembahasan mengenai spesies – spesies yang ditemukan di taman nasional Baluran Situbondo akan dijelaskan sebagai berikut.

1. *Enhalus acoroides*. Daun sangat panjang dan seperti pita dengan panjang 30 – 150 cm dan lebar 1 – 2 cm, denga banyak urat daun, umumnya berwarna hijau gelap dan tebal serta kuat. Berdaun keras karena terdapat garis tepi di sepanjang daun, menggulung dan tebal dari sisi ujungnya. *Rhizoma* yang tebal minimal 1 cm dan panjang terdapat serabut hitam. Akarnya seperti kawat tebalnya kira – kira 3 – 5 mm dan banyak. Ujung daunnya bulat atau tumpul dan seringkali simetris, sedikit erat yang terlihat pada daun muda. Daun seringkali rusak oleh hewan herbivora atau cuaca (Lanyon, 1986).



Gambar 30. Lamun jenis Enhalus acoroides.

2. **Thalassia hemprichii**. Rhizoma tebal sampai 5 mm, tunas yang tua bergabung atau tumbuh bersama dengan daun dan menghasikan batang, panjang pelepah 3 – 7 cm, panjang daun 10 – 40 cm, seperti pita dan seringkali sedikit melengkung, lebar daun 0,4 – 1 cm terdapat 10 – 17 urat daun yang membujur. Ujung daun bulat dan ujungnya yang kadang sedikit bergerigi (Lanyon, 1986).



Gambar 31. Lamun jenis Thalassia hemprichii.

3. Cymodocea rotundata. Tanaman ramping ini mirip dengan Cymodocea serrulata. Pada setiap ruas menghasilkan 2 – 7 daun. Kelopak daun berkembang dengan baik dengan panjang 1,5 – 5,5 cm. Daun yang agak melengkung beraris, berbentuk piph dan seperti tali, panjangnya 7 – 15 cm dan lebar 2 – 4 mm, ada 7 – 15 urat daun yang membujur pada daun. Ujungnya daun bulat dan kadang – kadang berbentuk hati. Bekas dari perkembangan kelopak daun membentuk cincin disekeliling batang (Lanyon, 1986).



Gambar 32. Lamun jenis Cymodocea rotundata (seagrasswatch, 2014).

4. Halodule uninervis. Spesies ini memiliki distribusi yang luas di Indo-Pasifik. Di pasifik, ditemukan di selatan Jepang, Taiwan, Filiphina, Malaysia, Indonesia, sepanjang teluk Thailand, sepanjang pantai Vietnam, Cina Selatan, timur laut ke Kepulauan Mariana Utara, Mikronesia, dan tenggara Kepulauan Fiji, serta di bagian utara Australia dan Great Barrier Reef (Carruthers et al, 2007). H. Uninervis memiliki ujung daun berbentuk huruf W, jarak antara nodus 2 cm dan rimpangnya berbuku – buku. Setiap nodusnya berakar tunggal dan tidak bercabang. Selain itu juga setiap nodusnya hanya terdiri dari satu tegakan dan tiap tangkai daun terdiri dari 1 sampai 2 helaian daun (Nontji, 1993)



Gambar 33. Lamun jenis Halodule uninervis.

5. Halophila ovalis. Spesies ini termasuk dalam famili Hydrocharitaceae.
Ciri – ciri umum dari famili ini antara lain daun cenderung bercabang dua, daunnya tidak memiliki ligula seperti yang dimiliki oleh famili Potamogetonaceae, bentuk daun linier (lurus), membulat, oval, sessile atau bercabang membesar dengan jari – jari parallel yang dihubungkan degnan saluran silang menurun atau perpendikuler. Bunga monocieous

atau *dioceius* tertutup atau 2/3 atau tertutup keseluruhan dengan daun bunga *H. Ovalis* memiliki ciri – ciri daun berpasangan dengan tangkai daun yang kecil, bentuk daun bulat memanjang atau bulat telur dan licin, panjang gelaian daun 11 – 40 mm, mempunyai 10 – 25 pasang tulang daun (Den Hartog, 1970).



Gambar 34. Lamun jenis Halophila ovalis.

6. **Syringodium isoetifolium**. Tanaman dengan batang pendek, nampak pembuluh tengah pada potongan melintang. Daun tipis diameter 1 – 2 mm, menyempit didasar dan meruncing ke satu titik pada ujung daun. Panjang daun biasanya 7 – 30 cm. Rhizoma yang tipis dan mempunyai rerumputan. Pada setiap ruas tumbuh tunas yang menghasilkan 2 – 3 helai daun. Rimpang bulat dan menjalar dengan cabang yang tidak teratur dengan diameter 2 – 3 mm, panjang antar ruas 1 – 3 cm, buah bualt panjang (Lanyon, 1986).



Gambar 35. Lamun jenis Syringodium isoetifolium.

7. **Cymodocea serrulata**. Sama halnya dengan *Cymodocea rotundata*, bentuk daunnya melengkung menyerupai selempang, bagian pangkal menyempit dan ke arah ujung agak melebar, panjang dan lebarnya juga hampir sama berkisar antara 5 – 15 cm dan 2 – 4 mm. Yang membedakannya dengan ujung daun dari *Cymodocea serrulata* adalah ujung daunnya bergerigi dan terdapat tulang daun (Lanyon, 1986).



Gambar 36. Lamun jenis Cymodocea serrulata (MESA, 2014).

4.2.4 Analisis Persentase Tutupan Padang Lamun.

Dari data yang diperoleh pada tabel 13, diketahui bahwa lokasi stasiun dengan prosentase tutupan tertinggi berada pada stasiun 14. Hal itu dikarenakan lokasi dari stasiun tersebut yang masih sulit dijangkau manusia dan kondisi substrat yang berupa pasir sangat sesuai dengan yang dibutuhkan oleh ekosistem padang lamun.

Menurut Den Hartog (1987), hampir semua tipe substrat dapat ditumbuhi lamun, mulai dari substrat berlumpur sampai berbatu. Namun padang lamun yang luas lebih sering ditemukan di substrat lumpur-berpasir serta lumpur yang tebal antara hutan rawa mangrove dan terumbu karang. Sedangkan sistem (organisasi) ekologi padang lamun yang terdiri dari komponen biotik dan abiotik disebut ekosistem lamun (seagrass ecosystem). Habitat tempat hidup lamun adalah perairan dangkal agak berpasir dan sering juga dijumpai di terumbu karang.



5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini memiliki beberapa kesimpulan, antara lain:

- 1. Telah terjadi perubahan luasan padang lamun selama 8 tahun dari mulai tahun 1994 hingga tahun 2014 dengan interval setiap tiga tahun. Luasan padang lamun yang paling tinggi berada pada tahun 2003 yaitu sebesar 276,28 Ha sedangkan yang terendah didapatkan pada tahun 2014 yaitu sebesar 154,98 Ha. Hasil perhitungan prosentase tutupan total padang lamun di TN. Baluran Situbondo mencapai 78,15 %, hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi padang lamun di TN. Baluran Situbondo tergolong pada status sangat bagus.
- 2. Rata-rata TSM tertinggi didapatkan pada tahun 2000 yaitu sebesar 20,04 mg/l sedangkan yang terendah terdapat pada tahun 2006 yatiu sebesar 9,74 mg/l. Fluktuasi rata-rata TSM tertinggi terjadi pada tahun 2014 yaitu terjadi kenaikan sebesar 14,00 mg/l sementara fluktuasi terendah terjadi pada tahun 2012 yaitu sebesar 2,49 mg/l
- Hubungan yang didapatkan dari perubahan luasan padang lamun dan fluktuasi rata-rata TSM cenderung berbanding lurus. Hubungan berbanding terbalik hanya didapatkan pada tahun 2003 dan pada tahun 2012

5.2 Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan tersebut terdapat saran guna perbaikan dalam penelitian ini dan penelitian selanjutnya. Diantaranya adalah sebagai berikut:

 Untuk mendapatkan hasil peta persebaran padang lamun dan persebaran TSM yang baik dan lebih akurat sebaiknya digunakan citra dengan resolusi yang lebih tinggi

- 2. Diperlukannya persiapan dan pengenalan medan yang matang pada saat melakukan *ground check* dikarenakan kondisi medan yang berat dan aksesnya yang masih sulit untuk dijangkau oleh peneliti.
- 3. Diperlukannya pengawasan yang lebih ketat untuk wisatawan dikarenakan di lokasi penelitian tidak ada papan petunjuk atau larangan untuk menginjak padang lamun.



DAFTAR PUSTAKA

- Amran, M.A. 2010. Estimasi Kondisi Padang Lamun Berbasis Transformasi Nilai Radiansi Citra Quickbird Dan Alos Avnir-2. Bandung: Program Studi Teknik Geodesi dan Geometika Sekolah Pascasarjana ITB.
- Arif, M. 2012. Pemetaan Bahan Tersuspensi Menggunakan Citra Landsat-TM Melalui Pendekatan Statistik (Studi kasus di Teluk Banten). IPB. Bogor, Vol. 4, No 1, Hal 2.
- Arthana, I.W. 2005. Jenis dan Kerapatan Padang Lamun di Pantai Sanur Bali. Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Denpasar.
- Avery, Steven. 1985. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resources

 Perspective. Prentice Hall, Inc, USA.
- Brower, J.E., Zar, J.H., von Ende, C.N. 1990. *Field and Laboratory Methods for General Ecology, 3rd ed.* Wm.C. Brown Publisher. Dubuque.
- Budhiman, S. 2005. Pemetaan Sebaran Total Suspended Matter (TSM)

 Menggunakan Data Aster Dengan Pendekatan Bio-Optical Model.

 LAPAN: Jakarta. Vol. 6.
- Bulthuis, D.A., 1987. Effects of Temperature on Photosynthesis and Growth of Seagrass. Aquat. Bot.
- Carruthers, T.J.B, et al. 2007. Halodule uninervis In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threathened Species.

 http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/173328/0. Diakses pada tanggal 10 November 2014.
- Coremap. 2001. Riau Reef Resources Assessment Workshop. Phase I:FieldSurvey Design. In: GIS Reef Basemap Training Course; 13 18

 December 1999

- Dahuri, R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Den Hartog, C. 1970. The Seagrass of The World. North Holland. Amsterdam.
- Endrawati, H. 2000. *Biologi Laut (Botani Laut) Klasifikasi Dan Ciri Lamun.*Semarang : Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro.
- English, S., Wilkinson, C. and Baker, V. 1994. Survey Manual for Tropical Marine Resources. ASEAN-Australia marine science project: living coastal resources. Australian Institute of Marine Science: Townsville
- Fortes, M. D. 1990. Seagrass: A Resources Unknown in ASEAN Region. ICLARM Education Series 6. ICLARM, Manila, Philiphinnes.
- Ghufran, M. H. Kordi K. 2011. *Ekosistem Lamun (seagrass) Fungsi, Potensi, dan Pengelolaan.* Jakarta: Rineka Cipta.
- Lanyon, J. 1986. Seagrass of The Great Barrier Reef. Great Barrier Reef Marine Park Authority Special Publication Series.
- Lillesand T.M., Kiefer R.W. 1990. *Remote Sensing And Image Interpretation*. Madison: John Wiley and Sons Inc.
- Lyzenga, D.R. 1978. Remote Sensing of Bottom Reflectance and Water Attenuation Parameter in Shallow Water Using Aircraft and Landsat Data. International Journal of Remote Sensing, Vol. 2,No. 1, 71-82.
- Maliki, Forsep. 2008. Analisis Upaya Konservasi Ekosistem Padang Lamun di Pesisir Lempuyang Taman Nasional Baluran, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Malang : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

- Mount, R. E.2006. Acquisition of Trough-water aerial survey image: surface effects and the prediction of sun glitter and subsurface illumination. Photogrammatric Engineering and Remote Sensing. 71(12): 1407-1415.
- MESA. 2014. Seagrasses of Australia. http://www.mesa.edu.au/seagrass/gallery.asp. Diakses pada tanggal 23 Oktober pukul 18.30
- Muhamaze, M. 2010. Sejenak Kita Serius Untuk Me"Lamun". http://muhamaze.wordpress.com. Diakses pada tanggal 05 Oktober 2014 pukul 17.30.
- Nontji, A. 1987. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta
- Parwati, E., K. Soewardi, T. Kusumastanta, dan I.W. Nurjaya. 2006. *Dinamika Perubahan Mangrove Menjadi Tambak dan Total Suspended Solid* (TSS) di Sepanjang Muara Berau. Lapan: Jakarta. Hal 7-9.
- Purwadhi, Hardiyanti S. 2010. Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh LAPAN-UNNES. Jakarta.
- Rachman, Taufiqur dan Sutoyo. 2012. *Prediksi Transportasi Sedimen Akibat Gerakan Gelombang Irreguler*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, vol 4, No 2. Fakultas Teknik. Universitas Hassanudin: Makassar
- Rifardi. 2012. Ekologi Sedimen Laut Modern. Penerbit UR Press Pekanbaru.
- Seagrasswatch. 2014. *Tropical Seagrass Identification.* http://www.seagrasswatch.org.id_seagrass.html. Diakses pada tanggal 23 Oktober 2014 pukul 18.30
- Short, F.T., Burdick, D.M., Kaldy, J.E., 1995. *Mesocosm Experiments Quantify the Effects of Euthrophication on Eelgrass, Zostera marina L.* Limnol. Oceanogr. 40, 740-749.

- Supriyadi, I.H. 2009. Pemetaan Padang Lamun di Perairan Teluk Toli Toli dan Pulau Sekitarnya, Sulawesi Barat.
- Suwargana, N., Susanto. 2012. Dampak Musim Hujan Terhadap Pola Sebaran TSM (Total Suspended Matter) di Danau Limboto Gorontalo Menggunakan Data Landsat-TM. Lapan:Jakarta. No. 6, Hal 364.
- Triatmodjo, Bambang. 1999. Teknik Pantai. Beta Offsite: Yogyakarta.
- Tuwo, A. 2011. *Pengelolaan Ekowisata Pesisir dan Laut*.Surabaya : Brillian Internasional.
- Ubaidillah, H.M., Mahfud S, Fuad, A.S, dan Siti C. 2010. *Korelasi dan Regresi Pada Penelitian Kuantitatif*. UIN. Malang
- Wimbaningrum. 2003. Komunitas Lamun di Rataan Terumbu Pantai Bama Taman Nasional Baluran, Jawa Timur. Jurnal Ilmu Dasar 4.
- Yulianda, F. 1995. *Padang Lamun dan Biota Laut yang Berasosiasi*. Fakultas Perikanan-Institut Pertanian Bogor.
- Zieman, J.C. and N.G. Wetzel, 1980. Productivity in seagrasses: methods and rates. In: Handbook of seagrass biology: an ecosysten perspective. (R.C. Phillips and C.P McRoy eds.) Garland Publ.Inc. New York.: 87-115.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil lapang.

Nama Stasiun	Koordinat	AUTHORI	Kondisi TSM	AHIERO	Kondisi Lamun	AC BR
	Latitude	Longitude	Data In-Situ (mg/l)	Data Citra (mg/l)	Keadaan Citra	Keadaan Sebenarnya
M1	7 ⁰ 54'0.25"	114 ⁰ 26'42.85"	22	26	Tidak ada	Ada
M2	7 ⁰ 53'54.13"	114 ⁰ 27'20.29"	26	30	Tidak ada	Tidak ada
M3	7°53'35.48"	114 ⁰ 27'28.72"	19	9	Tidak ada	Ada
M4	7 ⁰ 53'32.28"	114 ⁰ 27'53.72"	26	29	Tidak ada	Tidak ada
M5	7 ⁰ 52'24.31"	114 ⁰ 27'58.52"	23	26	Tidak ada	Tidak ada
M6	7 ⁰ 51'56.82"	114 ⁰ 27'43.29"	38	42	Ada	Ada
M7	7 ⁰ 51'52.38"	114 ⁰ 27'48.99"	35	31	Tidak ada	Tidak ada
M8	7 ⁰ 51'31.96"	114 ⁰ 27'46.65"	9	6	Tidak ada	Ada
M9	7°51'8.10"	114°27'53.93"	35	38	Ada	Ada
M10	7°50'59.43"	114°27'44.45"	8	7	Tidak ada	Ada
M11	7°50'40.07"	114°27'59.77"	1304	10 0	Tidak ada	Tidak ada
M12	7°49'53.36"	114°27'57.33"	22	30	Ada	Ada
M13	7°49'9.36"	114°27'41.37"	13 ()	10	Tidak ada	Tidak Ada
M14	7°48'51.78"	114°27'36.92"	42	46	Ada	Ada
M15	7°48'35.96"	114°27'28.31"	4//	3	Tidak ada	Ada
M16	7°48'28.76"	114°27'21.99"	9	4	Ada	Ada
M17	7°47'55.78"	114°26'57.07"	4	2	Ada	Ada
M18	7°47'45.90"	114°26'40.96"	7	12	Ada	Ada
M19	7°47'17.71"	114°26'9.14"	5	41 30 24	Ada	Ada
M20	7°47'19.13"	114°25'50.96"	36	40	Tidak ada	Ada
M21	7°46'58.22"	114°25'19.52"	35	41	Ada	Ada
M22	7°46'43.90"	114°25'3.28"	37	30	Tidak ada	Tidak ada
M23	7°46'39.74"	114°24'55.24"	26	28	Ada	Ada
M24	7°46'35.63"	114°24'45.21"	17	19	Ada	Tidak ada
M25	7°45'10.09"	114°22'35.34"	50 D \$1	1//// 'ひ'び	Tidak ada	Tidak ada
M26	7°44'50.39"	114°22'27.41"	33	40	Ada	Ada
M27	7°44'55.12"	114°21'24.47"	27	24	Ada	Ada
M28	7°44'57.56"	114°21'0.42"	7	13	Tidak ada	Ada
M29	7°45'3.08"	114°20'23.34"	21	34	Ada	Ada
M30	7°45'8.52"	114°20'12.06"	43	38	Ada	Tidak ada

Lampiran 2. Hasil uji signifikan simultan (uji F) TSM In-Situ dengan TSM citra.

DESCRIPTION	df	SS	MS	F -	Significance F
Regression	1	5284,094893	5284,094893	204,5630181	2,13316E-14
Residual	28	723,2717739	25,83113478		
Total	29	6007,366667			

Lampiran 3. Dokumentasi pada saat *Ground check*.

