

**SEBARAN SPASIAL TERUMBU KARANG
DI SUWARNADWIPA
KECAMATAN BUNGUS TELUK KABUNG KOTA PADANG**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Ahli Madya DIII
pada Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh
Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang



Astia Nurhidayah
NIM : 17331007/2017

Pembimbing

Triyatno, S.Pd, M.Si
NIP. 197503 28200501 1 002

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH
PROGRAM DIPLOMA TIGA
JURUSAN GEOGRAFI
FAKULTAS ILMU SOSIAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2020**

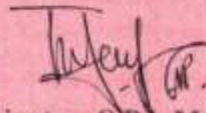
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Judul : **Sebaran Spasial Terumbu Karang di Suwarnadwipa
Kecamatan Bungus Teluk Kabung Kota Padang**
Nama : Astia Nurhidayah
NIM / TM : 17331007/2017
Program Studi : Teknologi Penginderaan Jauh Program Diploma Tiga
Jurusan : Geografi
Fakultas : Ilmu Sosial

Padang, September 2020

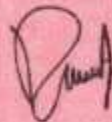
Disetujui Oleh :

Pembimbing



Trivanto, S.Pd., M.Si
NIP. 197503 28200501 1 002

Mengetahui :
Ketua Prodi Teknologi Penginderaan Jauh



Dian Adhetya Arif, S.Pd., M.Sc
NIP. 199009202018031001

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN TUGAS AKHIR

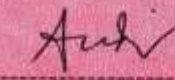
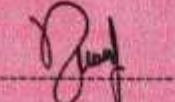
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh Program Diploma Tiga
Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Padang
Pada Hari Kamis, Tanggal 24 September 2020 Pukul 09.00 WIB

SEBARAN SPASIAL TERUMBU KARANG DI SUWARNADWIPA KECAMATAN BUNGUS TELUK KABUNG KOTA PADANG

Nama	: Astia Nurhidayah
TM/NIM	: 2017 / 17331007
Program Studi	: Teknologi Penginderaan Jauh Program Diploma Tiga
Jurusan	: Geografi
Fakultas	: Ilmu Sosial

Padang, September 2020

Tim Penguji :

	Nama	Tanda Tangan
Ketua Tim Penguji	: Febriandi, S.Pd, M.Si	
Anggota Tim Penguji	: Dian Adhetya Arif, S.Pd, M.Sc	

Mengesahkan
Dekan FIS UNP


Dr. Siti Fatimah, M.Pd., M.Hum
NIPs 196102 18198403 2 001



UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS ILMU SOSIAL
JURUSAN GEOGRAFI
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH

Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25171 Telp. (0751) 7055671 Fax (0751) 7055671

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Astia Nurhidayah
NIM / BP : 17331007 / 2017
Jurusan/Prodi : Teknologi Penginderaan Jauh Program Diploma Tiga
Fakultas : Ilmu Sosial

Dengan ini menyatakan, bahwa tugas akhir saya dengan judul :

“ **Sebaran Spasial Terumbu Karang di Suwarnadwipa Kecamatan Bungus Teluk Kabung Kota Padang**” adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat dari karya orang lain maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan syarat hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di instansi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah

Diketahui Oleh,
Ketua Prodi Teknologi Penginderaan Jauh

Dian Adhetya Arif, S.Pd., M.Sc
NIP. 199009202018031001

Padang, September 2020
Saya yang menyatakan



Astia Nurhidayah
NIM/BP : 17331007 / 2017

ABSTRAK

Astia Nurhidayah
(2020)

SEBARAN SPASIAL TERUMBU KARANG DI SUWARNADWIPA, KECAMATAN BUNGUS TELUK KABUNG, KOTA PADANG

Pemetaan terumbu karang bertujuan untuk melihat sebaran terumbu karang dari tahun 2000, 2010 dan 2020. Selain itu pemetaan terumbu karang juga bertujuan untuk melihat perubahan luasan dan kerusakan terumbu karang dari tahun 2000, 2010 dan tahun 2020. Metode yang digunakan untuk mendeteksi sebaran terumbu karang adalah metode logaritma *lyzenga*, sedangkan untuk mendeteksi kerusakan terumbu karang metode yang digunakan adalah metode klasifikasi *unsupervised*. Metode logaritma *lyzenga* menggunakan koefisien atenuasi yang berbasis pada penajaman nilai spektral piksel hingga kedalaman tertentu untuk meningkatkan nilai pantul objek terumbu karang dan metode klasifikasi *unsupervised* menggunakan kepekaan nilai spektral setiap piksel terhadap objek terumbu karang. Hasil interpretasi sebaran spasial terumbu karang menunjukkan pada tahun 2000 substrat memiliki luas 36,89 Ha, terumbu karang memiliki luas 67,54 Ha, pasir memiliki luas 13,76 Ha. Pada tahun 2010 substrat memiliki luas 26,56 Ha, terumbu karang memiliki luas 66,35 Ha, pasir memiliki luas 15,04 Ha. Pada tahun 2020 substrat memiliki luas 30,20 Ha, terumbu karang memiliki luas 37,48 Ha, pasir memiliki luas 23,36 Ha. Hasil interpretasi terjadi perubahan yang signifikan pada luasan terumbu karang dari tahun 2000 ke 2010 dan 2010 ke 2020. Interpretasi citra pada tahun 2000 ke 2010 mendeteksi terjadi penurunan luas sebanyak 1,19 Ha. Pada tahun 2010 ke 2020 mendeteksi terjadi penurunan luas sebanyak 28,87 Ha. Pada tahun 2010 terumbu karang yang mengalami kerusakan memiliki luas 28,73 Ha, terumbu karang yang tidak mengalami kerusakan memiliki luas 137,97 Ha. Pada tahun 2020 terumbu karang yang mengalami kerusakan memiliki luas 37,48 Ha, terumbu karang yang tidak mengalami kerusakan memiliki luas 60,24 Ha. Hasil klasifikasi mendeteksi peningkatan luas terumbu karang yang mengalami kerusakan dari tahun 2010 ke 2020 sebanyak 8,74 Ha. Kedua metode yang digunakan memiliki perbedaan dalam tingkat keakurasian, metode logaritma *lyzenga* memiliki tingkat akurasi sebesar 88,89% sedangkan metode klasifikasi *unsupervised* menunjukkan akurasi sebesar 86,12% sehingga metode logaritma *lyzenga* adalah metode yang paling cocok untuk mendeteksi terumbu karang di Suwarnadwipa Kecamatan Bungus Teluk Kabung Kota Padang.

Kata Kunci : Terumbu Karang; *Lyzenga*; *Unsupervised*

KATA PENGANTAR



Allhamdulillah hirobbil'alamin puji syukur kehadiran Allah **Subhanallahu wa Ta'ala** yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada penulis. Solawat berangkaikan salam kepada yang Mulia Nabi Muhammad **Shallallahu 'alaihi wassalam** atas **perjuangan beliau hingga penulis bisa mengecap ilmu pengetahuan seperti sekarang ini.** Allhamdulillah akhirnya penulis telah dapat menyelesaikan tugas akhir di Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi pengambilan program Diploma di Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih banyak atas bimbingan yang telah di berikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orang tua keluarga dan sanak famili dirumah yang telah memberikan suport materi dan non materi kepada peneliti dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ketua dan Sekretaris Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial.
3. Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh Fakultas Ilmu Sosial
4. Dosen pembimbing Triyatno, S.Pd, M.Si yang telah memberikan waktu panjang dalam masa bimbingan dan banyak pengalaman-pengalaman lain yang sangat membantu dalam penelitian.
5. Dosen Penguji Febriandi, S.Pd, M.Si yang telah membenahi pola pikir peneliti dalam menerjemahkan setiap logika-logika metode yang digunakan dalam penelitian.

6. Dosen Penguji Dian Adhetya Arif, S.Pd, M.Sc yang telah memberikan banyak kritikan dan saran baik dari penulisan maupun dalam kedalaman materi yang diteliti. Selain itu banyak hal-hal mendasar yang di bagikan berkaitan dengan kehidupan di dunia kerja nantinya.
7. Terimakasih kepada rekan-rekan seperjuangan dalam meraih gelar Diploma kelas Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh yang telah memberikan support dukungan bantuan dan banyak hal lain yang sangat membantu dalam penelitian ini.
8. Seluruh keluarga besar Geografi Universitas Negeri Padang dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam pembuatan tugas akhir ini banyak terdapat kekurangan dalam penulisan maupun kedalam penelitian. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan penyusunan selanjutnya.

Akhirnya penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca dan peneliti selanjutnya.

Padang, 5 Oktober 2020

Astia Nurhidayah

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR GRAFIK.....	viii
BAB I 1PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Batasan Masalah	8
D. Rumusan Masalah	9
E. Tujuan Penelitian	9
F. Manfaat Penelitian	9
BAB II LANDASAN TEORI.....	11
A. Kajian Teori.....	11
1. Penginderaan Jauh	11
3. Terumbu Karang	19
4. Sebaran spasial terumbu karang	25
5. <i>Landsat 7 ETM</i>	30
6. <i>Landsat 8 Oli</i>	34
B. Penelitian Relevan	39
C. Kerangka Konseptual	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	44
A. Bentuk Penelitian	44
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	44
C. Rancangan Penelitian	47
D. Teknik Pengumpulan Data	48
E. Teknik Pengolahan Data.....	48
F. Diagram Alir Penelitian.....	52

G. Tahap Pengambilan Data Lapangan	53
H. Tahap Penyelesaian.....	53
I. Teknik Analisis Data.....	58
BAB IV DESKRIPSI WILAYAH	62
A. Kondisi Fisik	62
B. Kondisi Kependudukan	64
C. Kondisi Sosial dan Budaya	66
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	69
A. Hasil Penelitian	69
B. Pembahasan.....	95
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN	101
A. Kesimpulan.....	101
B. Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA.....	104

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Spektrum, Panjang Gelombang	16
Tabel 2. Band-band pada Landsat 7 TM Beserta Kegunaannya.....	31
Tabel 3. Nama Gelombang dan Range Panjang Gelombang pada Masing-Masing Saluran	32
Tabel 4. Interaksi Gelombang Elektromagnetik dengan Objek.....	33
Tabel 5. Penelitian Relevan.....	39
Tabel 6. Alat Penelitian.....	47
Tabel 7. Bahan Penelitian	47
Tabel 8. Data dan Sumber Data Penelitian	47
Tabel 9. Sampel Masing-masing Kelas	55
Tabel 10. Tabel Sampel Masing-masing Kelas.....	55
Tabel 11. Matrik Uji Akurasi	56
Tabel 12. Jumlah Penduduk Kecamatan Bungus Teluk Kabung.....	65
Tabel 13. Sarana Peribadatan Kecamatan Bungus Teluk Kabung	66
Tabel 14. Sarana Pendidikan Kecamatan Bungus Teluk Kabung	67
Tabel 15. Luas Klasifikasi Logaritma <i>Lyzenga</i> Tahun 2000.....	74
Tabel 16. Luas Klasifikasi Logaritma <i>Lyzenga</i> Tahun 2010	76
Tabel 17. Luas Klasifikasi Logaritma <i>Lyzenga</i> Tahun 2020.....	78
Tabel 18. Luas Klasifikasi <i>Unsupervised</i> Tahun 2000	81
Tabel 19. Luas Klasifikasi <i>Unsupervised</i> Tahun 2010	83
Tabel 20. Luas Klasifikasi <i>Unsupervised</i> Tahun 2020	85
Tabel 21. Tabel <i>Confusion Matriks</i> Metode Klasifikasi <i>Lyzenga</i>	86
Tabel 22. Perubahan Luasan Terumbu Karang Metode <i>Calculate Geometry</i>	86
Tabel 23. Luas Klasifikasi <i>Unsupervised</i> Tahun 2010	90
Tabel 24. Luas Klasifikasi <i>Unsupervised</i> Tahun 2020	92
Tabel 25. Perubahan Luasan Kerusakan Terumbu Karang Metode Klasifikasi <i>Unsupervised</i>	92
Tabel 26. Tabel <i>Confusion Matriks</i> Metode Klasifikasi <i>Unsupervised</i>	94
Tabel 27. Perbandingan Luasan Metode Klasifikasi <i>Lyzenga</i> Tahun 2000, 2010 dan 2020	96

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Komponen Penginderaan Jauh.....	12
Gambar 2. Kurva Pantulan Nilai Spektral Terhadap Objek Tanah, Vegetasi dan Air	16
Gambar 3. Kerangka Konseptual.....	43
Gambar 4. Peta Lokasi Penelitian	46
Gambar 5. Diagram Alir Penelitian	52
Gambar 6. Nilai Piksel terendah sebelum dan setelah Koreksi Atmosferik	69
Gambar 7. Lokasi Pulau Suwarnadwipa dilihat dari Kota Padang	70
Gambar 8. Citra Hasil Masking.....	71
Gambar 9. Hasil Klasifikasi Lyzenga Tahun 2000	73
Gambar 10. Hasil Klasifikasi Lyzenga Tahun 2010.....	75
Gambar 11. Hasil Klasifikasi Lyzenga Tahun 2020.....	77
Gambar 12. Hasil Klasifikasi <i>Unsupervised</i> Tahun 2000.....	80
Gambar 13. Hasil Klasifikasi <i>Unsupervised</i> Tahun 2010.....	82
Gambar 14. Hasil Klasifikasi <i>Unsupervised</i> Tahun 2020.....	84
Gambar 15. Hasil Klasifikasi Kerusakan Terumbu Karang Tahun 2010	89
Gambar 16. Hasil Kerusakan Terumbu Karang Tahun 2020	91

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 1. Perubahan Luasan Objek Klasifikasi Metode <i>Lyzenga</i>	87
Grafik 2. Perubahan luasan kerusakan terumbu karang metode klasifikasi <i>Unsupervised</i>	93

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Uji Akurasi Sebaran Terumbu Karang.....	108
Lampiran 2. Hasil Uji Akurasi Kerusakan Terumbu Karang	117

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang terletak di wilayah beriklim tropis dan menjadi negara kepulauan terbesar di dunia. Wilayah pesisir perairan memiliki produktivitas penting paling tinggi. Terdapat spesies ikan dan terumbu karang di wilayah ini. Terumbu karang merupakan organisme yang hidup di dasar perairan dangkal terutama di daerah tropis dan memiliki produktivitas tinggi dan asosiasi yang besar serta kompleks dari organisme- organisme yang memiliki sejumlah tipe habitat yang berbeda pada suatu waktu bersamaan (Suryanti, 2011). Terumbu karang menjadi rumah bagi lebih 76 % jenis karang dan 50 % jenis ikan dan otomatis menjadi penyedia makanan bagi jutaan binatang laut lainnya (Darwin, 1842).

Ekosistem terumbu karang sangat bermanfaat untuk kelangsungan hidup manusia antara lain sebagai penahan gelombang, biota ikan, makanan ikan serta pariwisata bahari. Terumbu karang bersimbiosis dengan sejenis tumbuhan alga yang disebut dengan *zooxanthellae*. Terumbu karang sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan sekitar, baik oleh faktor alam maupun kegiatan manusia. Kebijakan pengelolaan yang tepat perlu dilakukan dalam rangka menjaga kelangsungan hidup ekosistem terumbu karang yang dapat meningkatkan produktivitas perairan. Terumbu karang menjadi potensi kekayaan laut diantaranya adalah potensi tempat wisata, sumber makanan bagi biota laut, penyedia lahan dan tempat budidaya berbagai hasil laut. Indonesia merupakan

salah satu negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki gugusan terumbu karang yang cukup besar dan tersebar hampir di seluruh pulau di Indonesia. Hasil pada perairan dangkal dengan variasi kedalaman yang tinggi akan menghasilkan kelas-kelas terumbu karang yang beragam pula. Kelas yang dihasilkan dari penelitian ini yakni kelas lautan, daratan, pasir, dan terumbu karang (Jaelani, Laili, and Marini 2015).

Terumbu karang menjadi komponen ekosistem utama pesisir dan laut yang mempunyai peran penting dalam mempertahankan fungsi pesisir dan laut. Terumbu karang berperan sebagai pelindung pantai dari hempasan ombak dan arus kuat selain itu terumbu karang memiliki nilai ekologis dan ekonomis yang cukup tinggi. Nilai ekologis dari terumbu karang yaitu sebagai habitat, tempat mencari makanan, tempat asuhan dan tumbuh besar, serta tempat pemijahan bagi berbagai biota laut. Nilai ekonomis terumbu karang yang paling menonjol adalah sebagai tempat penangkapan berbagai jenis biota laut untuk konsumsi dan berbagai jenis ikan hias dan sebagai daerah wisata dan rekreasi yang menarik.

Selanjutnya Papu pada tahun 2011 juga mengatakan dilihat dari nilai ekologis dan ekonomis penting tersebut, ekosistem terumbu karang sebagai ekosistem produktif di wilayah pesisir dan laut maka sudah selayaknya untuk dipertahankan keberadaan dan kualitasnya. Namun sangat disayangkan bahwa berbagai nilai ekologis dan ekonomis terumbu karang yang tinggi ini sedang mengalami penurunan yang sangat mengkhawatirkan akibat degradasi dan kerusakan. Sekitar 85.000 Km³ luas terumbu karang di Indonesia, lebih dari 40 % dalam kondisi rusak dan hanya 6,5% dalam kondisi sangat baik.

Terumbu karang dapat memberikan nilai ekonomi tinggi apabila dikelola dengan baik. Pengembangan dalam pemanfaatan dan pengelolaan laut dan pesisir membutuhkan informasi spasial mengenai sebaran terumbu karang. Terumbu karang mengalami perubahan sangat dinamis dari waktu ke waktu yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan aktivitas manusia. Kondisi kerentanan terumbu karang terhadap kerusakan mengharuskan perlakuan yang ekstra hati-hati dalam pemanfaatan terumbu karang. Terumbu karang yang mengalami kematian atau kerusakan akan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk pulih kembali bahkan beberapa jenis terumbu karang membutuhkan waktu ± 1 tahun untuk mencapai panjang 1 cm. Penyusun utama terumbu karang, terdiri dari polip dan skeleton. Polip merupakan bagian yang lunak, sedangkan skeleton merupakan bagian yang keras. Bagian polip terdapat tentakel (tangan-tangan) untuk menangkap plankton sebagai sumber makanannya. Setiap polip karang mengsekresikan zat kapur CaCO_3 yang membentuk kerangka skeleton karang (Irawati, et al. 2013).

Pada dasarnya ekosistem terumbu karang merupakan laboratorium alam yang sangat unik untuk berbagai kegiatan penelitian yang dapat mengungkapkan penemuan yang berguna bagi kehidupan manusia. Jika diamati pada citra secara visual terlihat keberadaan terumbu karang yang ada di Kota Padang yaitu di sekitar Suwarnadwipa. Suwarnadwipa merupakan terletak di kabupaten pesisir selatan. Suwarnadwipa berasal dari bahasa sansekerta yang artinya pulau emas, penamaan pulau ini sesuai dengan kenyataan yang ada karena terumbu karang yang ada di pulau ini seakan –akan memantulkan cahaya matahari,

pantulan cahaya itu menyinari isi biota pantai sehingga dapat terlihat dari luar tanpa perlu menyelam. Secara topografi Suwarnadwipa itu bukan termasuk pulau, karena lokasi Suwarnadwipa yang menyatu dengan daratan. Suwarnadwipa diberi nama Pulau Suwarnadwipa karena kebiasaan masyarakat yang lebih sering mengenal dan menyebut sebagai Pulau Suwarnadwipa yang berasal dari bahasa sansekerta. Penelitian ini membuat Pulau Suwarnadwipa karena hanya sebagai penamaan bukan mengkategorikan Suwarnadwipa sebagai pulau. Berada pada jarak 20-30 km dari Kota Padang yaitunya terletak di Pesisir sebelah Selatan Kota Padang Sumatera Barat. Suwarnadwipa ini sangat di sayangkan jika di lewatkan jika anda berkunjung ke Sumatera Barat, karena pulau ini adalah pulau unggulan bagi wisatawan karena keindahannya. Terumbu karang di Suwarnadwipa tergolong masih baik, lokasi ini akan dijadikan ruang transpalansi terumbu karang dan perlindungan flora dan fauna *basic* laut. Suwarnadwipa ini memiliki perairan yang sangat jernih, posisinya berseberangan dengan Pulau Sironjong, dan dekat dengan Pulau Sirkuai, Pulau Pagang, Pulau Pamutusan dan Pulau Pasumpahan. Sejauh ini terumbu karang tersebut belum dapat dikelola dan terpantau kelestarian nya dengan baik. (Wisatawan et al. 2019).

Suwarnadwipa dikenal juga keindahan pantainya dan juga keanekaragaman hayati laut yang sangat tinggi terutama ekosistem terumbu karangnya. Berdasarkan informasi yang ditelusuri melalui link <https://www.wisatapulausumaterabarat/417427728> diketahui tutupan terumbu karang hampir merata di perairan Suwarnadwipa Kabupaten Pesisir Selatan. Akan tetapi belum ada data yang mengungkap tentang persebaran terumbu karang yang

terdapat di Suwarnadwipa. Berdasarkan informasi yang ditelusuri melalui link <https://www.mongabay.co.id/2017/09/27> di Suwarnadwipa adanya kasus perusakan dan pengambilan terumbu karang yang dijadikan bangunan seperti pembangunan *cottage*, *gazebo*, *shower*, dapur lampu taman, plank merek dan selokan penahan gelombang.

Semakin bergairahnya sektor wisata bahari di kawasan ini juga disertai dengan tingginya pertumbuhan kegiatan usaha dalam bentuk penginapan (*cottage*) di daerah tersebut. Operasional kegiatan usaha *cottage* tersebut ditemui adanya pelanggaran hukum dalam kegiatannya. Seperti kasus perusakan terumbu karang yang dilakukan oleh pengelola *Suwarnadwipa Beach Resort*, yakni PT Suwarnadwipa Wisata Mandiri (PT SWM) yang membongkar karang langsung dari dasar laut, kemudian dijadikan bahan bangunan *cottage* seperti dinding dan pondasi. Hasil penyelidikan dari penyidik pegawai negeri sipil (PPNS) Dinas Kelautan dan Perikanan Sumbar pada tahun 2017 menyatakan, terumbu karang yang diambil oleh pengelola objek wisata Pantai Suwarnadwipa adalah terumbu karang yang masih hidup.

Berdasarkan keterangan ahli dari Universitas Andalas Kota Padang pada tahun 2017, dalam persidangan terumbu karang untuk membangun resort, sebanyak 163,64 kubik kerusakan terumbu karang di pulau suwarnadwipa dengan rincian *cottage* empat 10,8 meter kubik, *shower* 37 meter kubik, dapur 31,5 meter kubik, lampu taman 2,5 meter kubik, plank merek 4,8 meter kubik dan selokan penahan gelombang 66,64 meter kubik. Dalam perbuatan ini, nilai kerugian ekonomis perikanan Rp 2,567 miliar. Pengelola suwarnadwipa gunakan terumbu

karang hidup di dasar laut sekitar 1.000 meter dan perlu sekian miliar untuk menumbuhkan kembaliterumbu karang tersebut. (<https://www.mongabay.co.id/2019/03/26>).

Rusaknya ekosistem terumbu karang harus diatasi melalui pengendalian secara menyeluruh. Pengendalian menyeluruh tersebut merupakan strategi pengelolaan lingkungan terumbu karang yang meliputi eksploitasi secara lestari, perlindungan serta pencegahan terhadap polusi dan degradasi yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Demi kelancaran proses tersebut, sebagai langkah awal dalam pengelolaan dan pengembangan atau pelestarian terumbu karang maka sangat diperlukan adanya informasi mengenai terumbu karang di Suwarnadwipa tersebut. Pentingnya melakukan penelitian tentang persebaran terumbu karang di Suwarnadwipa supaya dapat di ketahui persebaran terumbu karang sehingga diupayakan pada kawasan dengan sebaran terumbu karang terluas supaya tidak dikembangkan objek wisata ke wilayah tersebut supaya untuk pembangunan fasilitas untuk pengunjung tidak mengakibatkan kerusakan terumbu karang.

Teknologi penginderaan jauh, khususnya untuk bidang kelautan merupakan alternatif yang cukup baik untuk mengatasi permasalahan diatas. Kemampuan dari teknologi ini untuk mengumpulkan data di wilayah kajian yang luas dan sulit dijangkau secara langsung dalam waktu singkat secara periodik akan membantu dalam peneyediaan informasi sumber daya kelautan. Salah satu aplikasi penginderaan jauh adalah pemetaan terumbu karang menggunakan citra satelit *landsat 7* dan citra satelit *landsat 8* yang akan dilakukan pada penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan teknologi penginderaan

jauh untuk ekstraksi data terumbu karang serta mengetahui sebaran dan kondisi terumbu karang di sebagian perairan Suwarnadwipa.

Aktivitas penangkapan yang intensif di terumbu karang juga memberi pengaruh terhadap populasi ikan dan ekosistemnya. Pengaruh tersebut nyata karena penangkapan akan mudah mengubah komposisi dan ukuran hasil tangkapan perikanan dan selanjutnya mengubah proses-proses yang terjadi dalam ekosistem terumbu karang. Kerusakan terumbu karang di Suwarnadwipa mengakibatkan penurunan hasil tangkapan nelayan, sehingga sebagian besar nelayan beralih profesi menjadi sektor wisata di *Suwarnadwipa Beach Resort* (Jennings & Lock, 1996).

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, penulis mengidentifikasi masalah-masalah yang ada sebagai berikut :

1. Persebaran terumbu karang di Suwarnadwipa Kecamatan Bungus Teluk Kabung Kota Padang perlu diketahui sebagai acuan dalam pengembangan objek wisata di masa yang akan datang
2. Kerusakan habitat terumbu karang diduga sebagai salah satu penyebab perubahan luasan terumbu karang di Suwarnadwipa Kecamatan Bungus Teluk Kabung Kota Padang
3. Eksploitasi sumber daya laut secara sewenang-wenang atau secara berlebihan dengan tujuan hanya untuk kepentingan ekonomi menyebabkan kerusakan terumbu karang di Suwarnadwipa Kecamatan Bungus Teluk Kabung Kota Padang

4. Pemutihan karang (*bleaching coral*) yang terjadi disebabkan perubahan suhu air laut diatas atau dibawah normal, sehingga menyebabkan kematian terumbu karang di Suwarnadwipa Kecamatan Bungus Teluk Kabung Kota Padang
5. Kerusakan terumbu karang diduga sebagai salah satu penyebab penurunan hasil tangkapan ikan nelayan, sehingga sebagian besar nelayan beralih profesi menjadi sektor wisata di Suwarnadwipa Kecamatan Bungus Teluk Kabung Kota Padang
6. Semakin bergairahnya sektor wisata bahari dan tingginya pertumbuhan kegiatan usaha akan meningkatkan pengambilan terumbu karang untuk bahan bangunan yang menyebabkan besar kemungkinan kerusakan terumbu karang

C. Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada sebaran terumbu karang, perubahan luasan terumbu karang dan kerusakan terumbu karang mulai dari tahun 2000, tahun 2010 dan tahun 2020 dengan analisis citra satelit, dengan lokasi penelitian difokuskan pada wilayah administrasi Suwarnadwipa Kecamatan Bungus Teluk Kabung Kota Padang.

D. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana sebaran terumbu karang pada tahun 2000, tahun 2010 dan tahun 2020 menggunakan citra *landsat* 8 OLI dan citra *landsat* 7 ETM?.
2. Bagaimana perubahan luas terumbu karang pada tahun 2000, tahun 2010 dibandingkan dengan tahun 2020 menggunakan *landsat* 8 OLI dan citra *landsat* 7 ETM?.
3. Bagaimana kerusakan terumbu karang pada tahun 2000, tahun 2010 dan tahun 2020 menggunakan citra *landsat* 8 OLI dan citra *landsat* 7 ETM?.

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sebaran terumbu karang tahun 2000, tahun 2010 dan tahun 2020 menggunakan citra *landsat* 8 OLI dan citra *landsat* 7 ETM.
2. Mengetahui perubahan luas terumbu karang pada tahun 2000, tahun 2010 dibandingkan dengan tahun 2020 menggunakan citra *landsat* 8 OLI dan citra *landsat* 7 ETM.
3. Mengetahui kerusakan terumbu karang pada tahun 2000, tahun 2010 dan tahun 2020 menggunakan citra *landsat* 8 OLI dan citra *landsat* 7 ETM.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Manfaat teoritis
 - a. Sebagai sumber pengembangan ilmu penginderaan jauh dalam perkembangan IPTEK untuk melakukan analisis terhadap penggunaan.

- b. Sumber informasi bagi penelitian yang sejenis pada masa yang akan datang khususnya yang berkaitan dengan pemetaan persebaran terumbu karang.

2. Manfaat praktis

a. Pemerintahan setempat

- 1) Kontribusi pengetahuan informasi dan bahan penentuan kebijakan dalam menjaga sebaran terumbu karang.
- 2) Solusi dalam upaya pelestarian peningkatan potensi terumbu karang

3. Masyarakat

- a. Dari segi estetika terumbu karang yang masih utuh menampilkan pemandangan yang sangat indah. Taman-taman laut yang terkenal dan dapat dijadikan sebagai objek wisata terdapat di pantai-pantai yang mempunyai terumbu karang.
- b. Terumbu karang merupakan pelindungan fisik terhadap pantai, bagaikan tembok yang kokoh dari terjangan ombak atau gelombang laut. Apabila terumbu karang dirusak atau diambil karang serta pasirnya secara berlebihan maka pantai akan terus terkikis oleh pukulan ombak yang mengakibatkan terjadinya pergeseran pantai kearah daratan.
- c. Sebagai sumber daya hayati terumbu karang dapat pula menghasilkan berbagai produk yang mempunyai nilai ekonomis yang penting seperti berbagai jenis jenis ikan karang, udang karang, alga, teripang, kerang mutiara.
- d. Dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk merusak terumbu karang.

- e. Sebagai tambahan pengetahuan bagi masyarakat menyangkut sebaran terumbu karang.

4. Pendidikan

Penelitian ini diharapkan dapat diterapkan dalam pembelajaran mata pelajaran terutama pelajaran geografi dan ilmu penginderaan jauh yang berkaitan dengan pengetahuan sebaran terumbu karang dan upaya dalam menjaga kelestarian terumbu karang.

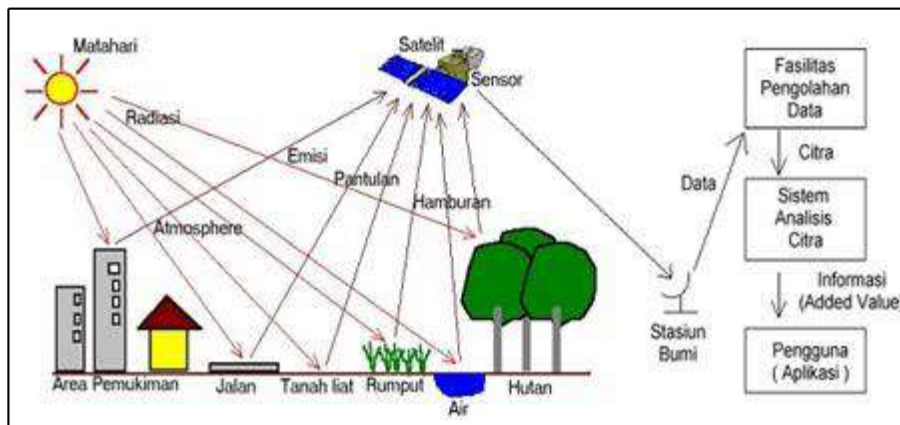
BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Penginderaan Jauh

Menurut Lindgren *dalam* Sutanto (1986) penginderaan jauh adalah teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi, informasi tersebut berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi. Mather (1987) mengatakan bahwa penginderaan jauh terdiri atas pengukuran dan perekaman terhadap energi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan oleh permukaan bumi dan atmosfer dari suatu tempat tertentu dipermukaan bumi. Adapun menurut Lilesand, et.al (2004) mengatakan bahwa penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau fenomena yang dikaji. Berdasarkan pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa penginderaan jauh adalah teknik yang digunakan untuk memperoleh data tentang permukaan bumi yang menggunakan media satelit ataupun pesawat terbang. Proses yang berlangsung pada komponen penginderaan jauh secara visual bisa dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 1. Komponen Penginderaan Jauh

Sumber : Sutanto (1992)

Konsep dasar penginderaan jauh menggunakan sensor jauh didasarkan pada 5 (lima) unsur utama, yaitu: sumber tenaga (*transmitter*), gelombang elektromagnetik datang, objek atau target, gelombang elektromagnetik pantul dan hambur (*emisi*), serta sensor (*receiver*).

Jenis data penginderaan jauh yaitu citra. Citra adalah gambaran rekaman suatu objek atau biasanya berupa gambaran objek pada foto. Sutanto (1986) menyebutkan bahwa terdapat beberapa alasan yang melandasi peningkatan penggunaan citra penginderaan jauh, yaitu sebagai berikut :

- Citra menggambarkan objek, daerah dan gejala dipermukaan bumi dengan wujud dan letaknya yang mirip dengan di permukaan bumi.
- Citra menggambarkan objek, daerah dan gejala yang relatif lengkap, meliputi daerah yang luas dan permanen.
- Dari jenis citra tertentu dapat ditimbulkan gambaran tiga dimensi apabila pengamatannya dilakukan dengan stereoskop.
- Citra dapat dibuat secara cepat meskipun untuk daerah yang sulit dijelajahi secara terestrial.

Menurut Estes dan Simonet *dalam* Sutanto (1999) mengatakan bahwa interpretasi citra adalah perbuatan mengkaji foto udara atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut. Di dalam pengenalan objek yang tergambar pada citra, ada tiga rangkaian kegiatan yang diperlukan yaitu deteksi, identifikasi dan analisis. Deteksi ialah pengamatan atas adanya objek, Identifikasi ialah upaya mencirikan objek yang telah dideteksi dengan menggunakan keterangan yang cukup, sedangkan analisis ialah tahap mengumpulkan keterangan lebih lanjut. Menurut Sutanto (1994) unsur-unsur interpretasi citra sebagai berikut :

a. Rona dan Warna

Rona ialah tingkat kegelapan atau tingkat kecerahan obyek pada citra, sedangkan warna ialah wujud yang tampak oleh mata dengan menggunakan spektrum sempit, lebih sempit dari spektrum tampak.

b. Bentuk

Bentuk-bentuk atau gambar yang terdapat pada foto udara merupakan konfigurasi atau kerangka suatu objek. Bentuk merupakan ciri yang jelas, sehingga banyak objek yang dapat dikenali hanya berdasarkan bentuknya saja.

c. Ukuran

Merupakan ciri objek yang antara lain berupa jarak, luas, tinggi lereng dan volume. Ukuran objek pada citra berupa skala, karena itu dalam memanfaatkan ukuran sebagai interpretasi citra, harus selalu diingat skalanya.

d. Tekstur

Tekstur adalah frekuensi perubahan rona pada citra. Ada juga yang mengatakan bahwa tekstur adalah pengulangan pada rona kelompok objek yang terlalu kecil untuk dibedakan secara individual. Tekstur dinyatakan dengan: kasar, halus, dan sedang. Misalnya: Hutan bertekstur kasar, belukar bertekstur sedang dan semak bertekstur halus.

e. Pola

Pola atau susunan keruangan merupakan ciri yang menandai bagi banyak objek bentukan manusia dan bagi beberapa objek alamiah.

f. Bayangan

Bayangan bersifat menyembunyikan detail atau objek yang berada di daerah gelap. Meskipun demikian, bayangan juga dapat merupakan kunci pengenalan yang penting bagi beberapa objek yang justru dengan adanya bayangan menjadi lebih jelas.

g. Situs

Situs adalah letak suatu objek terhadap objek lain di sekitarnya. Misalnya permukiman pada umumnya memanjang pada pinggir beting pantai, tanggul alam atau sepanjang tepi jalan. Juga persawahan, banyak terdapat di daerah dataran rendah, dan sebagainya.

h. Asosiasi

Asosiasi adalah keterkaitan antara objek yang satu dengan objek yang lainnya.

i. Konvergensi bukti

Konvergensi bukti ialah penggunaan beberapa unsur interpretasi citra sehingga lingkupnya menjadi semakin menyempit ke arah satu kesimpulan tertentu.

Menurut Este dan Simonett, 1975 tahapan dalam interpretasi citra adalah sebagai berikut :

a. Deteksi

Adalah usaha penyesuaian data secara global baik yang tampak maupun yang tidak tampak. Didalam deteksi ditentukan ada tidaknya suatu objek.

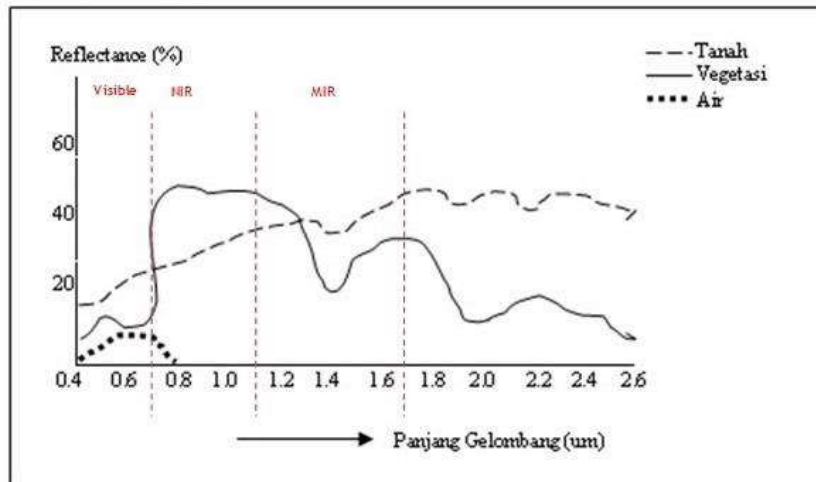
b. Identifikasi

Adalah kegiatan untuk mengenali objek yang tergambar pada citra yang dapat dikenali berdasarkan ciri yang terekam oleh sensor dengan alat stereoskop.

c. Analisis

Adalah kegiatan penelaahan dan penguraian data hasil identifikasi sehingga dapat dihasilkan dalam bentuk tabel, grafik atau peta tematik.

Kepekaan setiap panjang gelombang memiliki perbedaan terhadap nilai pantul objek. Objek tanah akan berbeda dalam merefleksikan nilai pantul hal serupa pada objek vegetasi dan objek air, berikut gambar kepekaan objek terhadap panjang gelombang :



Gambar 2. Kurva Pantulan Nilai Spektral Terhadap Objek Tanah, Vegetasi dan Air

Sumber : Davis dan Swain (1978)

Secara umum gelombang elektromagnetik yang digunakan dalam penginderaan jauh meliputi spektrum cahaya tampak, inframerah dan gelombang mikro dengan panjang gelombang yang berbeda-beda seperti yang tampak pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Spektrum, Panjang Gelombang

Landsat 7 ETM			Landsat 8 OLI		
Band	Panjang Gelombang (μm)	Spektral	Band	Panjang Gelombang (μm)	Spektral
			1	0,433 – 0,453	Coastal/Aerosol
1	0,40 – 0,515	Blue	2	0,450 – 0,515	Blue
2	0,525 – 0,605	Green	3	0,525 – 0,600	Green
3	0,630 – 0,690	Red	4	0,630 – 0,680	Red
4	0,775 – 0,900	Near-IR	5	0,845 – 0,885	Near-IR
5	1,550 – 1,70	Swir-1	6	1,560 – 1,660	Swir-1
7	2,090 – 2,350	Swir-2	7	2,100 – 2,300	Swir-2
8	0,520 – 0,900	Pankromatik	8	0,500 – 0,680	Pankromatik
			9	1,360 – 1,390	Cirrus
6	10,00 – 12,50	Lwir	10	10,30 – 11,30	Lwir-1
			11	11,50 – 12,50	Lwir-2

Sumber: Lillesand dan Kiefer, (1999)

Warna biru, hijau dan merah dinamakan warna primer karena dari ketiga warna tersebut dapat dibuat warna-warna lainnya. Spektrum inframerah berada pada panjang gelombang 0,7 μm -100 μm . Berdasarkan sifat radiasinya, spektrum inframerah pantulan dan inframerah termal. Inframerah pantulan mempunyai panjang gelombang 0,7 μm - 3 μm . Inframerah termal merupakan energi pancaran panas yang bersumber dari objek dengan panjang gelombang pancaran 3 μm -100 μm . Sedangkan gelombang mikro mempunyai panjang gelombang 1 mm - 1m. Gelombang mikro bersumber dari pancaran permukaan bumi dan juga alat pemancar yang dirancang khusus (Lillesand dan Kiefer, 1999).

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan penginderaan jauh merupakan ilmu untuk mendapatkan informasi mengenai permukaan bumi seperti lahan dan air dari citra yang diperoleh dari jarak jauh tanpa bersentuhan dengan objek tersebut.

2. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) menurut Bernhardsen (2002) merupakan sistem komputer yang digunakan untuk memanipulasi data geografi. Sistem Informasi Geografis terdiri dari *software* dan *hardware*, data dan pengguna serta institusi untuk menyimpan data yang berhubungan dengan semua fenomena yang ada di muka bumi.

Data-data yang berupa detail fakta, kondisi dan informasi disimpan dalam suatu basis data dan akan digunakan untuk berbagai macam keperluan seperti analisis, manipulasi, penyajian dan sebagainya. SIG telah diperkenalkan di Indonesia sejak pertengahan dekade 1980an, dan ini telah dimanfaatkan

diberbagai instansi pemerintah Pusat maupun Daerah. Teknologi ini dirancang untuk membantu mengumpulkan data, menyimpan data serta menganalisis objek beserta data geografis yang bersifat penting dan kritis untuk dianalisis. Aplikasi Sistem Informasi Geografis telah diterapkan dalam berbagai bidang. Dengan adanya perkembangan teknologi khususnya dibidang internet Sistem Informasi Geografis ini telah dikembangkan menjadi sistem informasi geografis berbasis web (Hamidi 2007).

Penggunaan data penginderaan jauh dan SIG dalam ekstraksi informasi mengenai keruangan dan kewilayahan dapat digunakan untuk pengkajian wilayah secara menyeluruh dalam hubungannya dengan sumberdaya air. Keterbatasan-keterbatasan data permukaan yang memerlukan suatu pengaitan obyek dengan mudah, cepat, dan akurat dapat dianalisis dengan menggunakan data penginderaan jauh. SIG memiliki kemampuan yang sangat baik dalam memvisualisasikan data spasial berikut atribut-atributnya. Unsur-unsur yang terdapat dipermukaan bumi dapat diuraikan ke dalam bentuk beberapa layer atau *coverage* data spasial. Dengan layer ini permukaan bumi dapat direkonstruksi kembali atau dimodelkan dalam bentuk nyata (*real world* tiga dimensi) dengan menggunakan data ketinggian berikut layer tematik yang diperlukan (Wibowo, Kanedi, and Jumadi 2015).

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan sistem informasi geografis merupakan sebuah teknologi yang mampu merubah aktivitas manusia seperti mengetahui persebaran berbagai sumber daya alam dan juga persebaran kawasan hutan serta pengawasan daerah bencana alam.

3. Terumbu Karang

Terumbu karang (*coral reef*) merupakan ekosistem yang khas terdapat di laut-laut daerah tropis. Ekosistem ini mempunyai produktivitas organik yang sangat tinggi. Demikian pula keanekaragaman biota yang ada didalamnya. Sedangkan menurut pendapat Nybakken (1988) Terumbu karang adalah endapan-endapan masif penting kalsium karbonat yang terutama dihasilkan oleh karang *Scleractinia* dengan sedikit tambahan alga berkapur dan organisme-organisme lain yang mengeluarkan kalsium karbonat. Karang *scleractinia* termasuk kedalam Filum *Cnidaria*. Karang ini menerima sumber energi dan nutrisi dengan cara menangkap larva planktonik dengan menggunakan tentakelnya atau dengan memanfaatkan simbiosis yang hidup di dalam jaringan tubuhnya yaitu *zooxanthellae*. Ekosistem terumbu karang merupakan sumberdaya wilayah pesisir yang sangat rentan terhadap kerusakan, terutama yang disebabkan oleh perilaku manusia/masyarakat disekitarnya. Oleh karena itu pemanfaatannya harus dilakukan secara ekstra hati-hati. Apabila terumbu karang mengalami kematian (rusak) maka akan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk dapat pulih kembali. Beberapa jenis terumbu karang membutuhkan waktu satu tahun untuk mencapai panjang 1 cm.

Menurut Buddemeier Ekosistem terumbu karang merupakan bagian dari ekosistem laut yang penting, karena menjadi sumber kehidupan bagi biota laut. Ekosistem terumbu karang dapat terbentuk dari 480 spesies karang, dan di dalamnya hidup lebih dari 1.650 spesies ikan, *mollusca*, *crustacean*, *sponge*, *algae* dan *seagrass*. Terumbu karang dihasilkan oleh hewan karang *Cnidaria* yang

bersimbiosis dengan *Zooxanthella*. Karang memiliki variasi bentuk pertumbuhan koloni yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan, seperti intensitas cahaya matahari, *hydrodinamis* (gelombang dan arus), ketersediaan bahan makanan, sedimen, subareal exposure dan faktor genetik (Didi, Palupi 2018).

Kondisi perairan dan variasi substrat dapat menjadi faktor pembatas bagi kehadiran jenis-jenis karang batu pada suatu lokasi tertentu. Perairan yang dinamis (berombak) dan atau berarus memiliki keuntungan bagi pertumbuhan karang, seperti ketersediaan kandungan oksigen yang lebih baik dibandingkan perairan tenang. Saat terjadi ombak banyak oksigen yang diikat dan terakumulasi dalam kolom air dan pencucian dengan mudah terjadi pada permukaan karang. Nybakken (1988) menyatakan umumnya terumbu karang tumbuh lebih berkembang pada daerah-daerah yang mengalami gelombang besar. Pada saat yang sama gelombang-gelombang itu memberikan sumber air yang segar, memberikan oksigen dalam air laut dan menghalangi pengendapan pada koloni. Selanjutnya Verwey dalam Sukarno et al. (1981) menyatakan arus sangat diperlukan dalam mensuplai oksigen yang cukup bagi fauna di terumbu karang, sebaliknya arus yang tidak terlalu kuat akan mempengaruhi pertumbuhan karang batu sehingga pertumbuhannya menjadi lambat (Karang et al. 2017).

Selanjutnya Karang, et.al pada tahun 2017 mengatakan fungsi utama terumbu karang adalah sebagai tempat memijah, daerah asuhan biota laut dan sebagai sumber plasma nutfah (Oceana, 2006). Terumbu karang adalah endapan masif yang berupa kalsium karbonat, dihasilkan oleh hewan karang *Cnidaria* yang bersimbiosis dengan *Zooxanthella*. Karang memiliki variasi bentuk pertumbuhan

koloni yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan, seperti intensitas cahaya matahari, *hydrodinamis* (gelombang dan arus), ketersediaan bahan makanan, sedimen, subareal exposure dan faktor genetik. Populasi karang yang mendominasi di suatu habitat sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, sehingga jika kondisi lingkungan sesuai dengan spesies karang tertentu maka dalam suatu habitat dapat didominasi spesies karang tersebut. Daerah rata-rata terumbu biasanya didominasi oleh karang karang kecil yang umumnya masif dan submasif. Lereng terumbu biasanya ditumbuhi karang-karang bercabang, sedangkan karang masif lebih banyak mendominasi di terumbu terluar yang berarus. Oleh karena itu inventarisasi terumbu karang dapat dilakukan dengan mengumpulkan data berupa persentase penutupan karang hidup, *lifeform*, dan jumlah karang. Kelimpahan ikan karang dan kondisi perairan kepulauan yang terdapat ekosistem terumbu karang yang bisa menjadi dasar untuk mendukung kesesuaian suatu wilayah untuk dijadikan objek ekowisata bahari.

Komponen biota terpenting di suatu terumbu karang ialah hewan karang batu (*stony coral*) yang kerangkanya terbuat dari bahan kapur. Tetapi disamping itu sangat banyak jenis biota lainnya yang hidupnya mempunyai kaitan erat dengan karang batu ini. Semuanya terjalin dalam hubungan fungsional yang harmonis dalam satu ekosistem terumbu karang. Hewan karang batu umumnya merupakan koloni yang terdiri dari banyak individu berupa polip yang bentuk dasarnya seperti mangkok dengan tepian berumbai-umbai. Tiap polip tumbuh dan mengendapkan kapur yang membentuk kerangka. Polip ini akan memperbanyak dirinya secara vegetatif (dengan jalan pembelahan berulang kali) hingga satu

koloni karang bisa terdiri dari ratusan ribu polip. Selain itu terdapat juga perbanyakan secara generatif (pembuahan antara sel kelamin jantan dengan sel telur) yang menghasilkan larva yang disebut *planula*. Di dalam jaringan polip hidup berjuta-juta tumbuhan mikroskopis yang dikenal sebagai *zooxantella*. Keduanya mempunyai hubungan simbiosis mutualistik (saling menguntungkan) *zooxantella* melalui proses fotosintesis membantu memberi suplai makanan dan oksigen bagi polip dan juga membantu proses pembentukan kerangka kapur. Sebaliknya polip menghasilkan sisa-sisa metabolisme berupa karbondioksida, fosfat dan nitrogen yang digunakan oleh *zooxanthella* untuk fotosintesis dan pertumbuhannya.

Menurut Mugsit pada tahun 2016 kebanyakan karang adalah *camivore* (pemakan daging) karang menangkap *zooplanton* dengan menggunakan tentakel yang mempunyai tangan-tangan dengan dilengkapi oleh sel-sel penyengat yang dikenal sebagai *nematocys*. Menurut Ramses (2016) Syarat tumbuh dan berkembangnya terumbu karang adalah sebagai berikut:

- a. Cahaya, diperlukan untuk proses fotosintesis alga simbiotik (*zooxanthella*) yang produknya kemudian disumbangkan kepada hewan karang yang menjadi inangnya. Kedalaman laut maksimal 40 meter lebih dari itu cahaya matahari sudah lemah.
- b. Suhu sekitar 25-30 °C, terumbu karang tidak ditemui di daerah ughari (daerah sedang) apalagi di daerah dingin.
- c. Salinitas air laut sekitar 27-40 ‰. Pada laut-laut dimana banyak sungai yang bermuara tidak dijumpai terumbu karang.

- d. Air laut jernih, pada laut-laut yang airnya banyak mengandung lumpur atau pasir maka hewan karang mengalami kesulitan untuk membersihkan diri.
- e. Arus diperlukan untuk mendatangkan makanan berupa plankton juga untuk membersihkan diri dari endapan-endapan lumpur dan pasir dan untuk mensuplai oksigen dari laut lepas.
- f. *Substrat* yang keras dan bersih dari lumpur diperlukan untuk peletakan *planula* yang akan membentuk koloni baru.

Formasi terumbu karang pada umumnya dapat dikelompokkan menjadi :

- a. *Fringing reef* (terumbu karang pantai), terdapat disepanjang pantai yang mempunyai kedalaman tidak lebih dari 40 meter. Pertumbuhan yang terbaik terdapat di daerah yang menerima pukulan ombak.
- b. *Barrier reef* (terumbu karang penghalang), berada jauh dari pantai dan dipisahkan oleh goba (*lagoon*) yang dalamnya sekitar 40-75 meter. Kedalaman maksimum dimana karang biasa hidup.
- c. Terumbu Karang Cincin (*Atol*) merupakan terumbu karang yang bentuknya melingkar seperti cincin, mengitari goba yang dalamnya 40-100 meter.

Menurut teori Darwin terbentuknya terumbu karang cincin (*atol*) bermula dari terumbu karang pantai. Bersama dengan amblasnya gunung atau daratan asal maka terumbu karang pantai makin tumbuh keluar, sehingga terbentuknya goba antara pantai dengan terumbu karang itu sendiri. Proses amblasnya gunung tersebut berjalan terus menerus sementara terumbu karang dibagian tepi mengimbangi terus dengan pertumbuhan ke atas sehingga terbentuklah atol. Teori

ini dikenal sebagai teori amblasan yang merupakan salah satu dari beberapa teori terbentuknya atol (Ilmiah and Dan 2018).

Berdasarkan pendapat beberapa para ahli di atas dapat disimpulkan terumbu karang adalah endapan masif yang berupa kalsium karbonat yang dihasilkan oleh hewan karang *Cnidaria* yang bersimbiosis dengan *Zooxanthella* yang hidup di dasar perairan dangkal terutama di daerah tropis dan memiliki produktivitas tinggi. Terumbu karang menjadi salah satu bagian dari ekosistem bawah laut yang dapat menjadi potensi kekayaan laut.

Menurut Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) kriteria terumbu karang dapat dikatakan mengalami kerusakan yaitu :

- a. Pemutihan Karang, merupakan peristiwa keluarnya *zooxanthella* dari karang, yang ditandai dengan memudarnya warna seluruh karang menjadi putih. Pada tingkat lanjut memutihnya warna karang ini akan diikuti oleh kematian karang. Pemutihan karang dapat dilihat dengan perubahan warna pada jaringan karang dari warna kecoklat-coklatan atau kehijau-hijauan menjadi warna putih pucat.
- b. Sedimentasi, terumbu karang yang mengalami kerusakan karena terjadi sedimentasi di tandai dengan terumbu karang yang dipenuhi oleh pasir akibat dari sedimentasi yang parah.
- c. Terumbu karang dapat dikatakan mengalami kerusakan dilihat terumbu karang yang mengalami patah atau lecet yang di sebabkan karena penjangkaran boat yang melukai ekosistem terumbu karang, sehingga dapat dilihat terumbu karang mengalami lecet.

4. Sebaran spasial terumbu karang

Sebaran spasial adalah sebaran individu atau koloni pada suatu ruang tertentu atau berdasarkan posisinya pada suatu habitat tertentu. Secara umum pola sebaran spasial individu dalam populasi menyebar secara acak, seragam dan bergerombol. Pola sebaran spasial secara acak jika setiap unit dalam habitat mempunyai peluang yang sama untuk ditempati individu atau koloni, sebaran ini sering terjadi pada lingkungan yang populasinya homogen. Pola sebaran spasial seragam jika setiap unit mengandung individu atau koloni dengan jumlah konstan, pola ini terjadi bila ada persaingan yang keras diantara individu-individu dalam populasinya, sehingga timbul kompetisi yang negatif. Hal ini mendorong pembagian ruang hidup yang kurang lebih sama. Pola sebaran spasial bergerombol jika setiap unit dalam habitat peluangnya ditempati individu atau koloni tidak sama, ada unit yang ditempati banyak individu, ada unit yang mengandung hanya sedikit individu, bahkan ada unit yang tidak memuat satu individupun (kosong). Pola sebaran spasial yang umum terjadi di alam adalah menggerombol. Penggerombolan terjadi mungkin karena sifat individu-individunya yang mengelompok, lingkungan yang heterogen, cara reproduksi dan sebagainya (Didi, Palupi 2018).

Terumbu karang tersebar di laut dangkal di daerah tropis hingga subtropis yaitu di antara 32 Derajat Lintang Utara dan 32 derajat Lintang Selatan mengelilingi bumi. Garis lintang tersebut merupakan batas maksimum di mana karang masih dapat tumbuh. Karang pembentuk terumbu hanya dapat tumbuh dengan baik pada daerah-daerah tertentu seperti pulau-pulau yang sedikit

mengalami proses sedimentasi atau di sebelah barat dari benua yang umumnya tidak terpengaruh oleh adanya arus dingin yang berasal dari kutub selatan. Tiga daerah besar terumbu karang yaitu Laut Karibia dan Samudera Hindia serta Indo-Pasifik. Di Laut Karibia terumbu karang tumbuh di tenggara pantai Amerika sampai di sebelah barat laut pantai Amerika Selatan. Di daerah ini karang hanya tumbuh di bagian tertentu walaupun merupakan laut dangkal. Terumbu karang Laut Karibia hanya terdiri dari 20 marga dengan 32 jenis. Jenis karang yang tumbuh di Laut Karibia sebagian besar berbeda dengan yang tumbuh di Samudera Hindia maupun Samudera Pasifik. Terbatasnya sebaran dan jumlah marga di Samudera Atlantik barat ini disebabkan tingginya sedimentasi dari Sungai Orinoco dan Amazon di sepanjang pantai Amerika Selatan. Sedangkan di bagian utara tumbuh terbatas sampai di pantai Florida hal ini disebabkan rendahnya suhu pada musim dingin yang tidak memungkinkan karang tumbuh dengan baik. Samudera Atlantik timur sepanjang pantai Afrika Barat sebaran karang sangat terbatas oleh karena adanya arus dingin Guinea dan adanya *upwelling*. Di Samudera Hindia sebaran karang meliputi pantai timur Afrika, Laut Merah, Teluk Aden, Teluk Persia, Teluk Oman sampai di Samudera Hindia selatan atau garis lintang 26 derajat, disini sebaran karang lebih banyak ditentukan oleh adanya *upwelling*. Terbatasnya sebaran karang Teluk Persia dan India Selatan lebih ditentukan oleh adanya salinitas yang ekstrim yaitu 46 % untuk Teluk Persia dan 26% untuk Samudera Hindia selatan (Didi, Palupi 2018).

Samudera Pasifik meliputi Laut Cina Selatan sampai pantai barat Australia Barat, Pantai Panama sampai pantai selatan Teluk California. Karang tumbuh

dengan baik di daerah Indo-Pasifik hingga mencapai kurang lebih 80 marga. Faktor alami yang menyebabkan karang dapat tumbuh dengan baik di Indo-Pasifik barat. Sebagai contoh betapa kayanya jenis karang yang tumbuh di daerah Indo-Pasifik dibandingkan dengan Laut Karibia, adalah marga *Acropora* di Laut Karibia hanya terdiri dari 3 jenis sedangkan di Samudera Pasifik terdiri dari sekitar 80 jenis. Sedangkan marga *Porites* di Karibia mempunyai 3 jenis dan 20 jenis untuk laut Indo-Pasifik. Sebaran karang tidak hanya terbatas secara horizontal akan tetapi juga terbatas secara vertikal dengan faktor kedalaman. Pertumbuhan, penutupan dan kecepatan tumbuh karang berkurang secara eksponensial dengan kedalaman. Faktor utama yang mempengaruhi sebaran vertikal adalah intensitas cahaya, oksigen, suhu dan kecerahan air. Karang di Indonesia tersebar mulai dari Sabang hingga utara Jayapura. Sebaran karang tidak merata di seluruh perairan Indonesia, ada daerah tertentu dimana karang tidak dapat tumbuh dengan baik dan pada daerah lainnya tumbuh sangat baik. Daerah sekitar Sulawesi, Maluku, Sorong, NTB, dan NTT merupakan daerah yang sangat baik untuk pertumbuhan karang. Laut di sekitar Sulawesi diyakini sebagai pusat keanekaragaman karang di dunia dan merupakan salah satu lokasi asal-usul karang yang ada di dunia saat ini. Karang yang ada di dunia berasal dari laut sekitar Karibia dan laut sekitar Sulawesi (Lyzenga 2018).

Selanjutnya Lyzenga pada tahun 2018 juga mengatakan sebaran karang sebelah barat Sumatera merupakan terumbu karang dengan tipe terumbu karang lautan Hindia yang dicirikan dengan keanekaragaman yang relatif rendah. Karang tersebar mulai dari Pulau Weh di ujung utara dari Pulau Sumatera, sepanjang

pantai barat Sumatera atau berada di pulau yang tersebar di sebelah barat Sumatera yang memanjang sejajar dengan Pulau Sumatera. Sebaran karang dimulai dari Pulau Weh, Pulau-pulau Banyak, Pulau Simeulue, Pulau Nias, Pulau-pulau Batu, Pulau Siberut, Pulau Pagai dan Sipora hingga Pulau Enggano. Pulau-pulau di sebelah barat Sumatera tidak seluruhnya dikelilingi oleh terumbu karang. Karang yang tumbuh umumnya berupa *patches-patches* pada lokasi-lokasi yang agak jauh dari pulau Sumatera. Karang di sepanjang pantai timur Sumatera tidak berkembang dengan baik, oleh karena banyak sungai-sungai besar yang bermuara di sepanjang pantai timur Sumatera yang menyebabkan salinitas rendah dan keruh. Karang tumbuh di pulau-pulau kecil, yang terletak relatif agak jauh dari daratan Sumatera. Karang tumbuh dengan baik di Pulau-pulau Natuna, Pulau-pulau Tambelan, Pulau-pulau Anambas. Terumbu karang berupa *patches-patches* tumbuh di sekitar pulau-pulau Balerang, Senayang Lingga, Bangka-Belitung dan Pulau-pulau Karimata. Di sepanjang pantai barat dan selatan Kalimantan hampir tidak ditemukan pertumbuhan karang karena banyaknya sungaisungai besar yang bermuara di sepanjang pantai barat dan selatan Kalimantan. Demikian pula di Pulau Kalimantan tidak ditumbuhi karang. Karang tumbuh dengan baik pada pulau-pulau yang letaknya relatif jauh dari pantai tenggara Kalimantan dekat Pulau Laut, pulau-pulau Balang-balangan, Pulau Sangalaki dan Pulau Derawan (Lyzenga 2018).

Selain itu, Lyzenga pada tahun 2018 menyampaikan sebaran karang di sepanjang pantai utara Jawa hanya berupa *patches-patches* pada lokasi-lokasi tertentu seperti Teluk Banten, Teluk Jakarta, Indramayu, Tegal, Jepara, Rembang,

Pasir Putih, Baluran dan Pantai Banyuwangi. Karang tumbuh dengan baik pada pulau-pulau yang agak jauh dari pantai utara Jawa seperti di sekitar Selat Sunda, Pulau-pulau Seribu, Pulau-pulau Karimun Jawa, Pulau-pulau Bawean, dan pulau-pulau Kangean. Di selatan pantai Jawa karang hanya tumbuh di tempat-tempat tertentu seperti sekitar pantai Carita, Pelabuhan Ratu, Pangandaran, Nusakambangan, Pantai Krakal, Kukup, Pacitan, Watu Ulo, dan pantai Blambangan. Karang tumbuh dengan baik dan mencapai puncaknya di sekitar perairan Sulawesi, Maluku, Halmahera, Bali, Nusatenggara Barat, Nusatenggara Timur, Pulau-pulau Raja Ampat, pantai utara Papua Barat, Pulau-pulau Aru dan Kei. Sebaran karang di daerah ini hampir merata di sekeliling pulau. Karang tidak tumbuh di sepanjang pantai selatan Papua Barat oleh karena banyaknya sungai besar yang bermuara di sepanjang pantai dan dasar yang berlumpur. Karang tumbuh dan berkembang dengan baik di bagian Timur Indonesia secara vertikal maupun horizontal dari tempat yang dangkal hingga kedalaman lebih dari 30 meter. Karang tumbuh oleh karena faktor alam yang sangat mendukung seperti adanya pola arus, air yang jernih, tidak banyak sungai besar, dan rugositas pantai yang tinggi. Pola arus yang mengalir secara terus menerus dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia yang lebih dikenal sebagai arus lintas Indonesia, menjamin tersedianya makanan bagi karang, air yang jernih, substrat dasar keras dan lekuk-lekuk pantai yang dalam serta sedikitnya sedimentasi yang dibawa oleh sungai merupakan jaminan bagi pertumbuhan karang yang ideal (Lyzenga 2018).

Indonesia dikenal sebagai pusat keanekaragaman jenis karang dan tempat asal-usul karang. Jenis-jenis karang yang ditemukan di Indonesia diperkirakan

sebanyak 590 jenis yang termasuk dalam 80 marga karang. Sebagai gambaran di Pulau-pulau Raja Ampat berhasil diidentifikasi sebanyak 456 jenis karang yang termasuk dalam 77 marga (Veron, 2002). Sebagai gambaran bahwa Indonesia merupakan pusat keanekaragaman jenis karang adalah sebaran karang dari jenis *Acropora*. Di dunia jenis karang *Acropora* ada sekitar 113 jenis dan di Indonesia ditemukan 91 jenis *Acropora* di laut Karibia, Amerika hanya ditemukan 3 jenis karang *Acropora*. Pulau Togean di Teluk Tomini merupakan daerah yang paling kaya ditumbuhi karang *Acropora* dan di daerah ini ditemukan sebanyak 78 jenis. Sebagai pembandingan di Sumatera Barat hanya ditemukan sebanyak 40 jenis. Kekayaan jenis karang pada satu daerah ditentukan oleh variasi habitat, sejarah geologi masa lalu dan letak geografi (Kasim 2011).

Berdasarkan pendapat beberapa ahli di atas dapat disimpulkan terumbu karang tersebar di laut dangkal di daerah tropis hingga subtropis. Sebaran terumbu karang sebelah barat sumatera merupakan terumbu karang dengan tipe terumbu karang lautan Hindia yang dicirikan dengan keanekaragaman yang relatif rendah. Sedangkan sebaran terumbu karang di pantai utara Jawa hanya berupa *patches-patches* pada lokasi-lokasi tertentu.

5. Landsat 7 ETM

Landsat 7 adalah sebuah satelit observasi bumi Amerika yang diluncurkan pada April 1999, *Landsat 7* diluncurkan dengan membawa ETM+scanners. Sistem landsat merupakan milik Amerika Serikat yang mempunyai tiga instrumen pencitraan yaitu RBV (*Return Beam Vidicon*), MSS (*Multi Spectral Scanner*) dan TM (*Thematic Mapper*). RBV merupakan instrumen semacam televisi yang

mengambil citra *snapshot* dari permukaan bumi sepanjang *track* lapangan satelit pada setiap selang waktu tertentu. MSS merupakan suatu alat *scanning* yang merekam data dengan cara men-*scanning* permukaan bumi dalam jalur atau baris tertentu. TM merupakan alat *scanning* mekanis yang mempunyai resolusi *spectral*, *spatial* dan *radiometric*. Jensen (1986) dalam Martono (2010) mengemukakan bahwa kebanyakan saluran TM dipilih setelah analisis nilai lebihnya dalam pemisahan vegetasi, pengukuran kelembaban tumbuhan dan tanah, pembedaan awan dan salju dan identifikasi perubahan *hidrothermal* pada tipe-tipe batuan tertentu. Data TM mempunyai proyeksi tanah *Instantaneous Field of View* (IFOV) atau ukuran daerah yang diliput dari setiap piksel atau sering disebut resolusi spasial. Resolusi spasial untuk keenam saluran spektral sebesar 30 m, sedangkan resolusi spasial untuk saluran inframerah *thermal* adalah 120 m. Adapun *band-band* yang terdapat pada *landsat 7 ETM* adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Band-band pada Landsat 7 TM Beserta Kegunaannya

No	Panjang Gelombang (µm)	Spektral	Kegunaan
1.	0,4 - 0,52	Biru	Tembus terhadap air, dapat untuk pemetaan air pantai, pemetaan tanah, pemetaan tumbuhan, pemetaan kehutanan dan mengidentifikasi budi daya manusia.
2.	0,52 – 0,60	Hijau	Untuk pengukuran nilai pantul hijau pucuk tumbuhan dan penafsiran aktivitasnya, juga yang tampak untuk pengamatan budi daya manusia.
3.	0,63 – 0,69	Merah	Dibuat untuk melihat daerah yang menyerap klorofil yang dapat digunakan untuk membantu dalam pemisahan spesies tanaman, juga untuk pengamatan budi daya manusia.
4.	0,76 – 0,90	Inframerah	Untuk membedakan jenis tumbuhan

		dekat	dari segi aktivitas dan kandungan biomas untuk membatasi tubuh air dan memisahkan kelembaban tanah.
5.	1,55 – 1,75	Inframerah sedang	Menunjukkankandungan kelembaban tumbuhan dan kelembaban tanah, juga untuk membedakan salju dan awan.
6.	10,4 – 12,5	Inframerah termal	Untuk menganalisis tumbuhan, pemisah kelembaban tanah dan pemetaan tanah.
7.	2,08 – 2,35	Inframerah sedang	Berguna untuk pengenalan terhadap mineral dan jenis batuan, juga sensitif terhadap kelembababan tumbuhan.

Sumber : Lillesand dan Kiefer, (1997)

Karakteristik spasial ditandai dengan resolusi spasial yang digunakan sensor untuk mendeteksi objek. Resolusi spasial adalah daya pilah sensor yang diperlukan untuk bisa membedakan objek-objek yang ada di permukaan bumi. Karakteristik spektral terkait dengan panjang gelombang yang digunakan untuk mendeteksi objek-objek yang ada di permukaan bumi. Semakin sempit range panjang gelombang yang digunakan, maka semakin tinggi kemampuan sensor itu dalam membedakan objek. Adapun panjang gelombang sebagai berikut :

Tabel 3. Nama Gelombang dan Range Panjang Gelombang pada Masing-Masing Saluran

No.Saluran	Nama Gelombang	Range Panjang Gelombang (µm)
1	Biru	0,45 – 0,52
2	Hijau	0,53 – 0,61
3	Merah	0,63 – 0,69
4	Inframerah dekat	0,78 – 0,90
5	Inframerah gelombang pendek	1,55 – 1,75
6	Inframerah tengah	10,4 – 12,5
7	Inframerah gelombang pendek	2,09 – 2,35
8	pankromatik	0,52 – 0,9

Sumber : Dephut, (2010)

Landsat 7 TM merupakan satelit dengan orbit yang selaras matahari (*sunsynchronous*), dan melintas di ekuator pada waktu lokal pukul 10:00 pagi. *Landsat* TM memiliki kemampuan meliputi *scenes* yang sama (*revisit oppotunity*) setiap 16 hari. Sistem pada *landsat 7* dirancang untuk mengumpulkan energi pantulan yang dilakukan oleh saluran 1-5,7,8 (7 saluran) dan energi pancaran yang dilakukan oleh saluran 6 (1 saluran). Sensor *landsat* akan mengonversi energi pantulan matahari yang diterimanya menjadi satuan radians. Radians adalah *flux* energi per satu satuan sudut ruang yang meninggalkan satu satuan area permukaan pada arah tertentu. Radians ini terkait erat dengan kecerahan pada arah tertentu terhadap sensor. Radians adalah sesuatu yang diukur oleh sensor dan agak terkait dengan pantulan. Nilai radians kemudian dikuantifikasi menjadi nilai kecerahan (*brigh ness value*) citra yang tersimpan dalam format digital (dephut, 2010). Ketika energi matahari mengenai objek, maka terdapat 5 kemungkinan interaksi yang terjadi seperti berikut :

Tabel 4. Interaksi Gelombang Elektromagnetik dengan Objek

No	Interaksi	Keterangan
1.	Transmisi	Energi tersebut akan ditransmisikan (diteruskan) oleh objek tersebut
2.	Absorbsi	Energi akan diserap oleh objek tersebut
3.	Refleksi	Energi akan dipantulkan sempurna dengan sudut datang energi tersebut sama dengan dengan sudut pantulnya dengan objek. Panjang gelombang yang dipantulkan oleh objek (bukan yang diserap) akan mengindikasikan warna dari objek tersebut
4.	Hamburan	Energi yang dihamburkan secara acak ke segala arah oleh objek tersebut. Hamburan <i>Rayleigh</i> dan Hamburan <i>Mie</i> merupakan tipe hamburan yang paling sering terjadi di atmosfer
5.	Emisi	Energi yang telah diserap akan dipancarkan lagi, biasanya pada panjang gelombang yang lebih panjang

Berdasarkan penjelasan diatas dapat disimpulkan *Landsat 7* merupakan citra satelit bumi yang memiliki ETM (*Enhanced Thematic Mapper*) dan *Scanner* yang digunakan untuk pemetaan penutupan lahan, pemetaan geologi serta pemetaan suhu permukaan laut.

6. *Landsat 8 Oli*

Landsat 8 adalah sebuah satelit observasi bumi Amerika yang diluncurkan pada tanggal 11 Februari 2013. Ini adalah satelit kedelapan dalam program *Landsat* ketujuh untuk berhasil mencapai orbit. Awalnya disebut *Landsat Data Continuity Mission (LDCM)*, itu adalah sebuah kolaborasi antara NASA dan Geological Survey Amerika Serikat (USGS). NASA *Goddard Space Flight Center* yang menyediakan pengembangan, rekayasa sistem misi, dan akuisisi kendaraan peluncuran sementara USGS disediakan untuk pengembangan sistem darat dan akan melakukan operasi misi terus-menerus. Satelit ini dibangun oleh *Orbital Sciences Corporation*, sebagai kontraktor utama untuk misi. Instrumen pesawat ruang angkasa yang dibangun oleh *Ball Aerospace* dan NASA *Goddard Space Flight Center*, dan peluncuran dikontrak untuk United Launch Alliance. Selama 108 hari pertama di orbit, LDCM menjalani checkout dan verifikasi oleh NASA dan pada 30 Mei 2013 operasi dipindahkan dari NASA ke USGS ketika LDCM secara resmi berganti nama menjadi *Landsat 8*. Pemanfaatan data citra penginderaan jauh untuk wilayah pesisir dan laut telah lama berkembang. Salah satunya adalah dengan munculnya satelit *Landsat Data Continuity Mission (LDCM)* atau lebih dikenal dengan *Landsat 8*. Munculnya *Landsat 8* sudah sangat ditunggu karena *Landsat 7 ETM+* telah lama tidak berfungsi maksimal karena

SLC off sejak Mei 2003. *Landsat 8* telah diluncurkan oleh NASA pada tanggal 11 Februari 2013 dan mulai menyediakan produk citra open access sejak tanggal 30 Mei 2013. NASA menyerahkan satelit LDCM kepada United State Geological Survey (USGS) sebagai pengguna data terhitung 30 Mei 2013, dan untuk pengelolaan arsip data citra masih ditangani oleh Earth Resources Observation and Science (EROS) Center. *Landsat 8* hanya memerlukan waktu 99 menit untuk mengorbit bumi dan melakukan liputan pada area yang sama setiap 16 hari sekali (Setiawan et al. 2015).

Landsat 8 melanjutkan misi *landsat 7* yang terlihat dari karakteristiknya yang mirip baik dari resolusinya (spasial, temporal, spektral), metode koreksi, ketinggian terbang maupun karakteristik sensornya. beberapa tambahan di bandingkan *landsat 7* seperti jumlah band, rentang spektrum gelombang elektromagnetik terendah yang dapat ditangkap sensor serta nilai bit (rentang nilai Digital Number) dari tiap piksel citra. Satelit *landsat 8* terbang dengan ketinggian 705 km dari permukaan bumi dan memiliki area scan seluas 170 km x 183 km (mirip dengan *landsat* versi sebelumnya). NASA sendiri menargetkan satelit *Landsat* versi terbarunya ini mengemban misi selama 5 tahun beroperasi. Satelit *landsat 8* memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah, dimana kanal 1-9 berada pada OLI dan kanal 10 dan 11 pada TIRS. Terpasang spesifikasi baru pada kanal *Landsat* ini khususnya pada band 1, 9, 10, dan 11. Band 1 (*ultra blue*) dapat menangkap panjang gelombang elektromagnetik lebih rendah dari pada band yang sama pada *Landsat 7*, sehingga lebih sensitif terhadap perbedaan reflektan air laut

atau aerosol. Band ini unggul dalam membedakan konsentrasi *aerosol* di atmosfer dan mengidentifikasi karakteristik tampilan air laut pada kedalaman berbeda. Terkait resolusi spasial, *Landsat 8* memiliki kanal-kanal dengan resolusi tingkat menengah, setara dengan kanal-kanal pada *Landsat 5* dan *7*. Secara umum kanal pada OLI memiliki resolusi 30 m, kecuali untuk *pankromatik* 15 m, sedangkan untuk kanal 10 dan 11 mempunyai resolusi spasial 100 m yang di resampling ke dalam spasial 30 m pada produk datanya. Ketersediaan data citra *Landsat 8* yang meliputi seluruh wilayah dan dengan resolusi spasial, temporal, dan spektral merupakan 3 keunggulan yang dimiliki oleh citra tersebut sehingga sangat berguna untuk pengelolaan sumber daya alam dan salah satunya adalah untuk bidang wilayah pesisir dan laut (Setiawan et al. 2015).

Aplikasi yang dapat diterapkan dengan menggunakan data *Landsat 8* antara lain identifikasi garis pantai, identifikasi hutan mangrove, identifikasi ekosistem terumbu karang dan lamun, ekstraksi informasi batimetri serta ekstraksi informasi kualitas perairan meliputi klorofil, suhu permukaan laut (*SPL*) dan muatan padatan tersuspensi (*MPT*). Secara umum pemanfaatan data penginderaan jauh untuk aplikasi bidang wilayah pesisir dan laut yang disebutkan di atas dapat dibedakan menjadi dua bagian menurut karakteristik gelombang elektromagnetik, yaitu untuk mempelajari obyek yang ada di kolom air dan yang berada di atas kolom air. Obyek di daerah pesisir dan laut yang berada di bawah kolom air adalah terumbu karang dan lamun, oleh karena itu untuk melakukan identifikasi kedua obyek tersebut proses koreksi kolom air menjadi salah satu tahapan yang harus dipertimbangkan. Sedangkan Garis pantai, mangrove, batimetri, klorofil,

SPL dan *MPT* merupakan bagian dari wilayah pesisir yang berada diatas kolom air oleh karena itu untuk identifikasi obyek tersebut tidak menuntut adanya koreksi kolom air karena gelombang elektromagnetik tidak melewati kolom air (Budhiman, Winarso, and Asriningrum 2013).

Pengolahan data penginderaan jauh untuk identifikasi terumbu karang dari data Citra *Landsat* 8 dibagi menjadi 3 bagian, yaitu pengolahan awal (koreksi atmosferik dan radiometrik), Koreksi kolom air (*Algoritma Lyzenga*) dan proses klasifikasi. Proses koreksi atmosferik dan radiometrik merupakan hal yang penting untuk meningkatkan kualitas data citra *Landast* 8 yang digunakan untuk identifikasi terumbu karang. Koreksi ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas data terutama akibat efek kondisi atmosfer. Koreksi atmosferik dilakukan dengan menggunakan metode *Dark Pixel*. Proses koreksi kolom air mengacu terhadap cahaya yang akan mengalami pengurangan intensitas ketika berada di dalam kolom air. Pengurangan intensitas cahaya ini diakibatkan serapan (*absorption*) dan hamburan (*scattering*) oleh partikel-partikel (terlarut maupun tersuspensi) yang terdapat dalam air dan oleh molekul air itu sendiri. Koreksi kolom air merupakan hal yang penting untuk menghindari kesalahan klasifikasi karena memiliki reflektan yang sama hanya karena pada kedalaman yang berbeda, padahal sesungguhnya adalah obyek yang berbeda (Budhiman, Winarso, and Asriningrum 2013).

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan *Landsat 8* merupakan citra *landsat* yang digunakan untuk pemantauan permukaan bumi, memahami dan mengelola sumber daya yang dibutuhkan untuk memelihara kelestarian manusia seperti makanan air dan hutan dan juga untuk memantau dampak-dampak perubahan lingkungan.

B. Penelitian Relevan

Adapun penelitian Relevan dalam penelitian ini adalah :

Tabel 5. Penelitian Relevan

No	Penulis	Judul	Metode	Hasil
1.	Johan Irawan, et.al (2017)	Pemetaan sebaran terumbu karang dengan metode algoritma lyzenga secara temporal menggunakan citra landsat 5,7 dan 8.	Logaritma lyzenga merupakan metode yang di terapkan pada citra untuk koreksi kolam perairan.	Perhitungan luasan terumbu karang menggunakan data statistik dari klasifikasi pada setiap citra landsat.
2.	Reina Damay anti (2012)	Pemetaan terumbu karang di Pulau Tabuhan Kabupaten Banyuwangi menggunakan citra satelit Quickbird.	Logaritma lyzenga merupakan metode yang di terapkan pada citra untuk koreksi kolam perairan.	Persebaran terumbu karang. Di Pulau Tabuhan didapatkan pembagian objek sebanyak 7 kelas kemudian di analisis menggunakan software sistem informasi geografis. Kelas klasifikasi yang di dapatkan yaitu semak belukar, vegetasi, pasir kasar, karang hidup, karang mati, pecahan karang dan pasir halus.
3.	Rafdi Fadhli, et al (2018)	Persebaran terumbu karang di wilayah perairan Karawang.	Logaritma lyzenga merupakan metode yang di terapkan pada citra untuk koreksi kolam perairan.	Peta persebaran terumbu karang dan peta luasan terumbu karang di perairan Karawang. Berdasarkan hasil survei lapangan luas terumbu karang di wilayah perairan Karawang adalah 121,67 ha dengan 11 gugusan terumbu karang. Terdapat perbedaan luasan terumbu karang hasil pengolahan citra dengan pengukuran survei lapangan.

4.	Firman Farid Muhsoni (2011)	Pemetaan terumbu karang menggunakan citra Alos di Pulau Kangean Kabupaten Sumenep.	Logaritma lyzenga merupakan metode yang di terapkan pada citra untuk koreksi kolam perairan.	Persebaran terumbu karang yang terdapat di masing-masing kecamatan yang terdapat pada kabupaten Sumenep. Selain itu juga menghasilkan luasan terumbu karang. Luas terumbu karang hasil ekstraksi citra Alos mencapai 2,900.5 ha yang tersebar pada 9 desa. Desa yang mempunyai terumbu karang terluas ada pada Desa Saobi (657,6 ha) yang tersebar di 4 pulau yaitu Bunginyamar, Karenteng, Saobi, Sepapan.
5.	Nurjanah Nurdin, et.al (2013)	Dianamika spasial terumbu karang pada perairan dangkal menggunakan citra landsat di Pulau Langkai, Kepulauan Spermonde.	Logaritma lyzenga merupakan metode yang di terapkan pada citra untuk koreksi kolam perairan.	Peta tutupan dasar perairan pulau Langkai menghasilkan 5 objek tutupan dasar dominan yakni kelas karang hidup, kelas karang mati, kelas pecahan karang, kelas lamun dan kelas pasir. Persentase perubahan luas tutupan karang hidup Pulau Langkai berdasarkan citra terklasifikasi yakni dari tahun 1997 dan 2014 menunjukkan penurunan luas sebesar 24,27 % sedangkan dari tahun 2014 ke tahun 2011 menunjukkan peningkatan luasan sebesar 14,83 %.

Berdasarkan beberapa penelitian relevan di atas, pada penelitian sebaran spasial terumbu karang menggunakan citra *Landsat 8*. *Landsat 8* digunakan karena memiliki spesifikasi yang bagus dan untuk pemetaan sebaran spasial terumbu karang digunakan band pancromatik yang terdapat pada *landsat 8*. Selain itu, lokasi penelitian di Suwarnadwipa karena lokasi tersebut banyak tersebar terumbu karang tetapi belum dilakukan pengelolaan yang baik terhadap terumbu karang tersebut. Penelitian ini memiliki persamaan dengan penelitian relevan di atas menyangkut metode yang digunakan dan hasil dari penelitian ini. Metode yang digunakan metode *algoritma lyzenga* dan hasilnya yaitu sebaran spasial terumbu karang, perubahan luasan terumbu karang dan kerusakan terumbu karang.

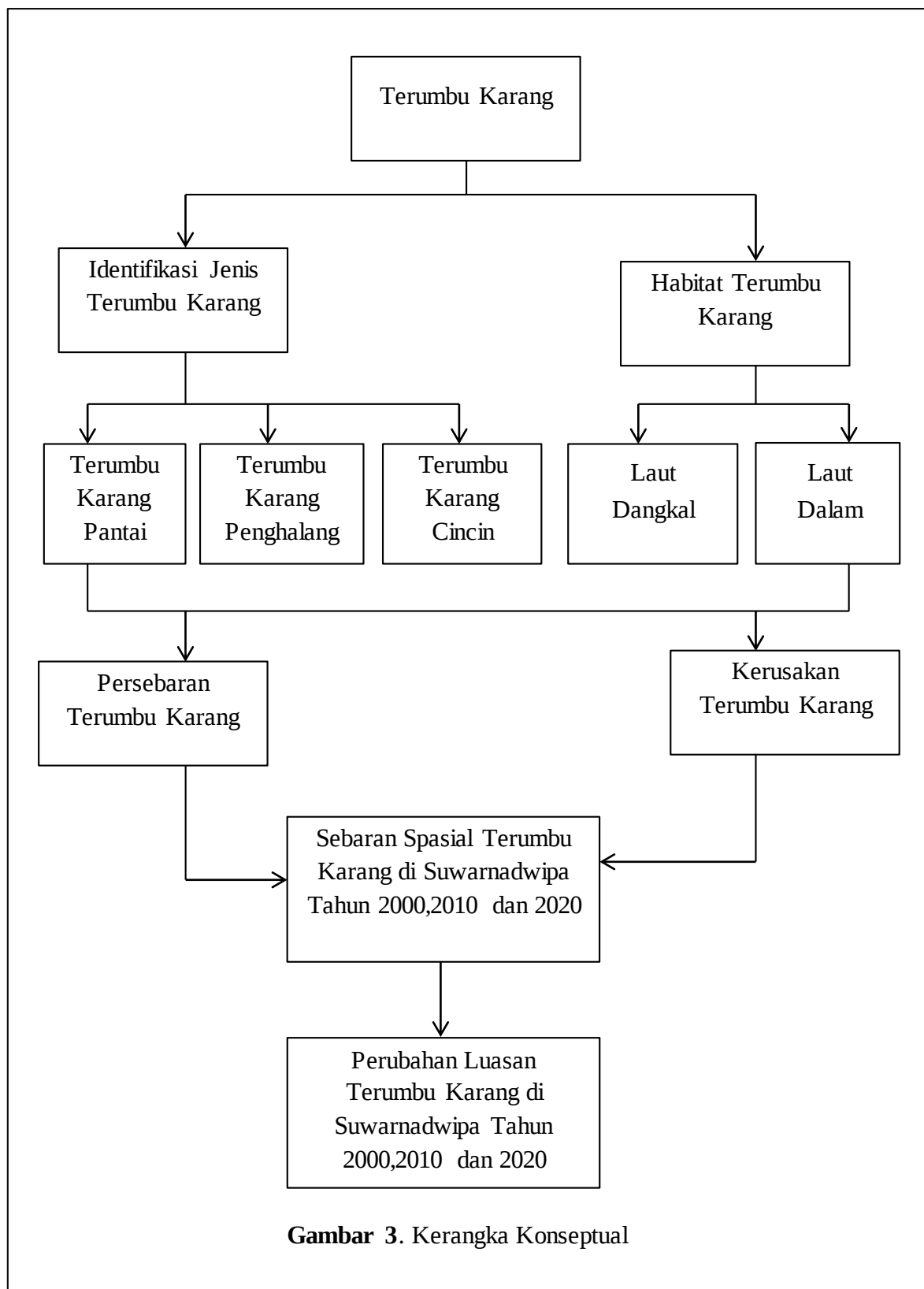
C. Kerangka Konseptual

Penginderaan jauh merupakan ilmu untuk mendapatkan informasi mengenai permukaan bumi seperti lahan dan air dari citra yang diperoleh dari jarak jauh tanpa bersentuhan dengan objek tersebut. Informasi yang didapatkan dari hasil perekaman diolah dengan menggunakan sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelola dan menampilkan informasi bereferensi geografis. Penginderaan jauh dan sistem informasi geografis juga memperoleh sebaran individu atau koloni pada suatu ruang tertentu atau berdasarkan posisinya pada suatu habitat tertentu, misalnya sebaran terumbu karang yang merupakan endapan masif yang berupa kalsium karbonat yang dihasilkan oleh hewan karang *Cnidaria* yang bersimbiosis dengan *Zooxanthella*

yang hidup di dasar perairan dangkal terutama di daerah tropis dan memiliki produktifitas tinggi.

Terumbu karang memiliki beberapa jenis antara lain terumbu karang pantai, terumbu karang penghalang, dan terumbu karang cincin (*atol*). Selain itu, habitat terumbu karang terdiri dari terumbu karang yang hidup di laut dangkal dan terumbu karang yang hidup di laut dalam. Identifikasi jenis terumbu karang dan habitat terumbu karang menghasilkan persebaran terumbu karang dan kerusakan terumbu karang, sehingga mengakibatkan perubahan luasan terumbu karang dan sebaran spasial terumbu karang.

Analisis citra yang digunakan dalam menentukan luasan terumbu karang tahun 2000, 2010, dan 2020 masing-masing dengan menggunakan citra *Landsat 7* dan citra *Landsat 8*. Berdasarkan tahapan analisis koreksi radiometrik dan koreksi atmosferik kemudian pemisah antara daratan dan perairan, selanjutnya menggunakan analisis *algoritma lyzenga* untuk mendapatkan persebaran dan luasan terumbu karang.



BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

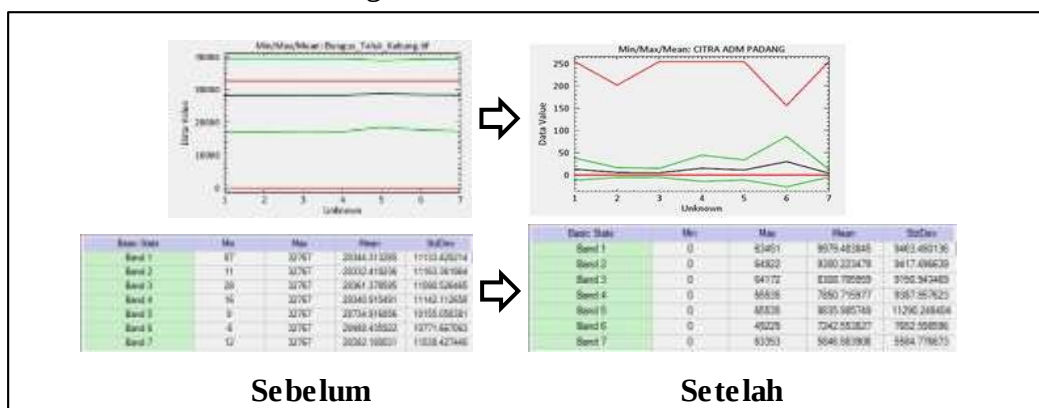
1. Sebaran Terumbu Karang

Sebaran terumbu karang yang terdapat di Suwarnadwipa memiliki persebaran yang berbeda hingga kedalaman tertentu, untuk mendapatkan kondisi terumbu karang ada dua metode yang digunakan dalam mendapatkan kondisi terumbu karang. Kedua metode ini biasa digunakan dalam mendeteksi sebaran dan kondisi terumbu karang hingga kedalaman tertentu. Sebelum masuk pada tahap analisis citra maka ada tahap pra pengolahan sebagai berikut :

a. Pra pengolahan citra

1) Koreksi Atmosferik

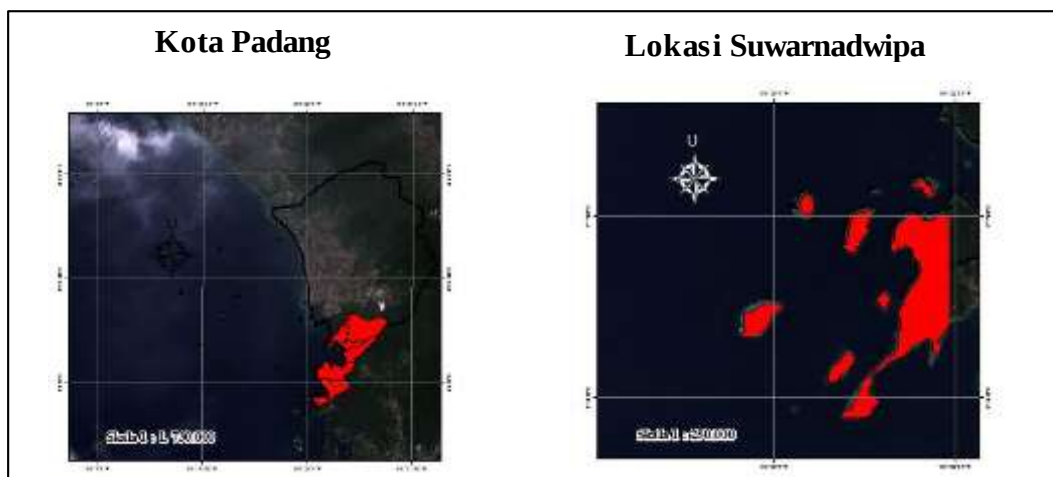
Ada beberapa metode yang biasa digunakan dalam koreksi atmosferik namun pada pengolahan ini metode yang digunakan adalah DOS (*Dark Object Substraction*) metode ini mengasumsikan bahwa nilai digital piksel tergelap objek di muka bumi mendekati angka 0.



Gambar 6. Nilai Pixel terendah sebelum dan setelah Koreksi Atmosferik
Sumber : Citra *Landsat 8* Tahun 2020

2) Pemotongan citra

Tahapan pemotongan merupakan proses pemisahan objek dengan yang tidak termasuk dalam wilayah kajian. Proses pemotongan dilakukan pada wilayah Pulau Suwarnadwipa dengan tujuan untuk menghindari gangguan interpretasi dari objek- objek yang tidak diperlukan dalam klasifikasi citra. Letak Suwarnadwipa secara spasial dari Kota Padang berada di Kecamatan Bungus Teluk Kabung, secara spasial letaknya bisa dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 7. Lokasi Suwarnadwipa dilihat dari Kota Padang

Pada *scane* ini batasan pemotongan disesuaikan dengan letak Suwarnadwipa. Pada gambar diatas Suwarnadwipa berada dalam kota garis berwarna hitam yaitu berada pada Kecamatan Bungus Teluk Kabung Kota Padang. Berikut hasil pemotongan Citra Landsat wilayah Suwarnadwipa.



Gambar 8. Citra Hasil Masking

b. Pengolahan Citra

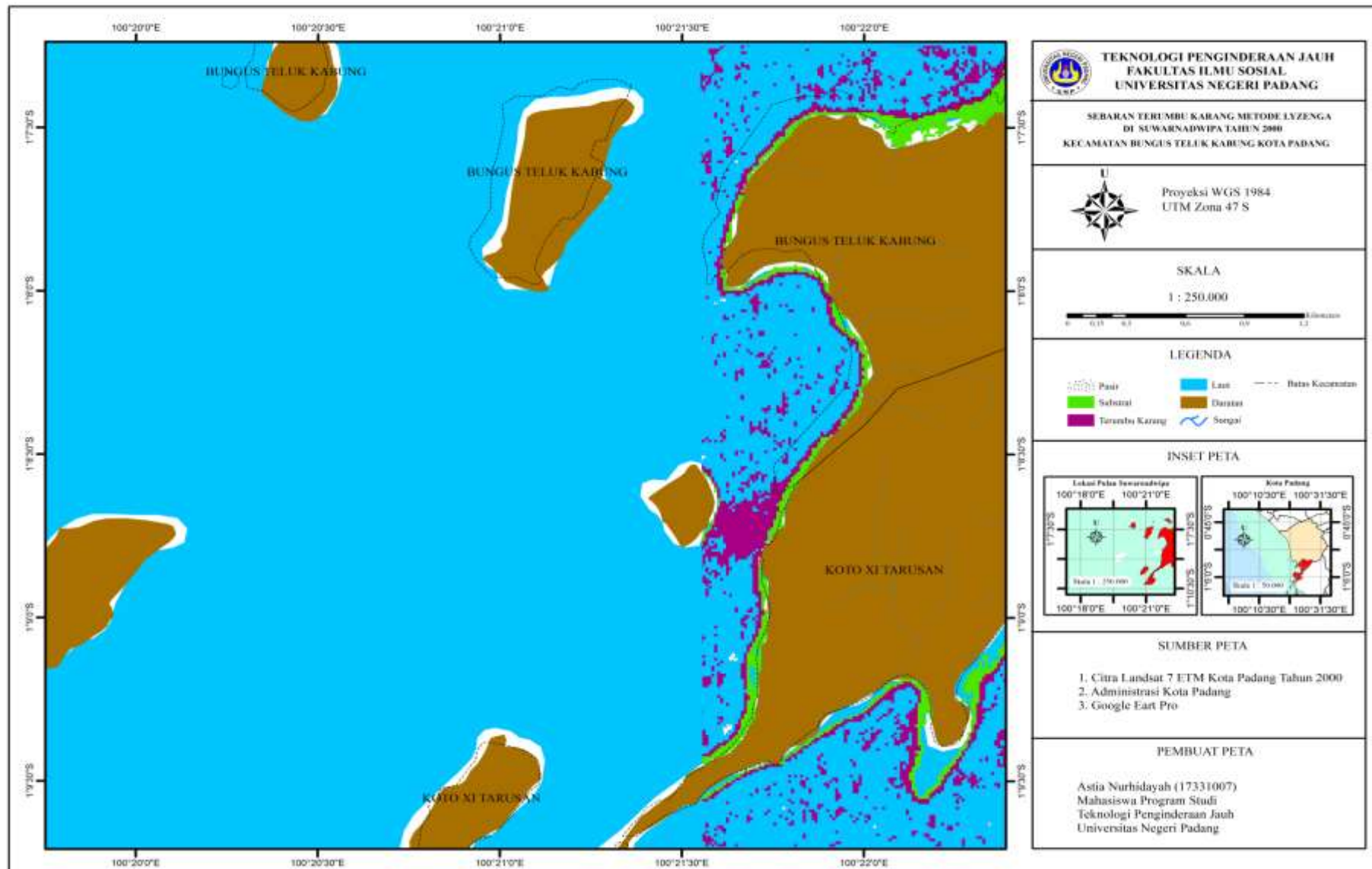
1) Metode Klasifikasi Logaritma *Lyzena*

Penyusunan logaritma *lyzena* bertujuan untuk mempertajam kenampakan citra pada perairan dangkal hingga sangat membantu dalam memetakan terumbu karang. Penggunaan logaritma *lyzena* di terapkan pada citra tahun 2000, 2010 dan 2020.

a) Citra tahun 2000

Pengolahan citra menggunakan metode logaritma *lyzena* pada Citra Landsat tahun 2000 menghasilkan sebaran terumbu karang yang terdapat di Suwarnadwipa dengan objek klasifikasi objek terumbu karang, objek substrat dan objek pasir, dengan menggunakan kombinasi *band* 1, 2 dan 3 dalam mendeteksi terumbu karang dengan menggunakan beberapa tahap persamaan dan kemudian menghasilkan sebaran terumbu karang dengan keakurasian yang berbeda. Metode

klasifikasi logaritma *lyzenga* merupakan metode yang sudah digunakan dalam beberapa penelitian, dan terbukti bisa meningkatkan akurasi citra pada perairan dangkal. Berikut ini adalah peta hasil interpretasi Citra *Landsat* tahun 2000 menggunakan logaritma *lyzenga* :



Gambar 9. Hasil Klasifikasi *Lyzenga* Tahun 2000

Peta hasil analisis *lyzenga* tahun 2000 di atas diidentifikasi dengan memanfaatkan logaritma *lyzenga* yang mempertajam akurasi objek terumbu karang di perairan dangkal. Substrat di simbolkan dengan warna hijau muda, terumbu karang di simbolkan dengan warna magenta dan pasir di simbolkan dengan titik-titik putih. Luasan objek pada peta di atas dapat dilihat dalam tabel di bawah ini:

Tabel 17. Luas Klasifikasi Logaritma *Lyzenga* Tahun 2000

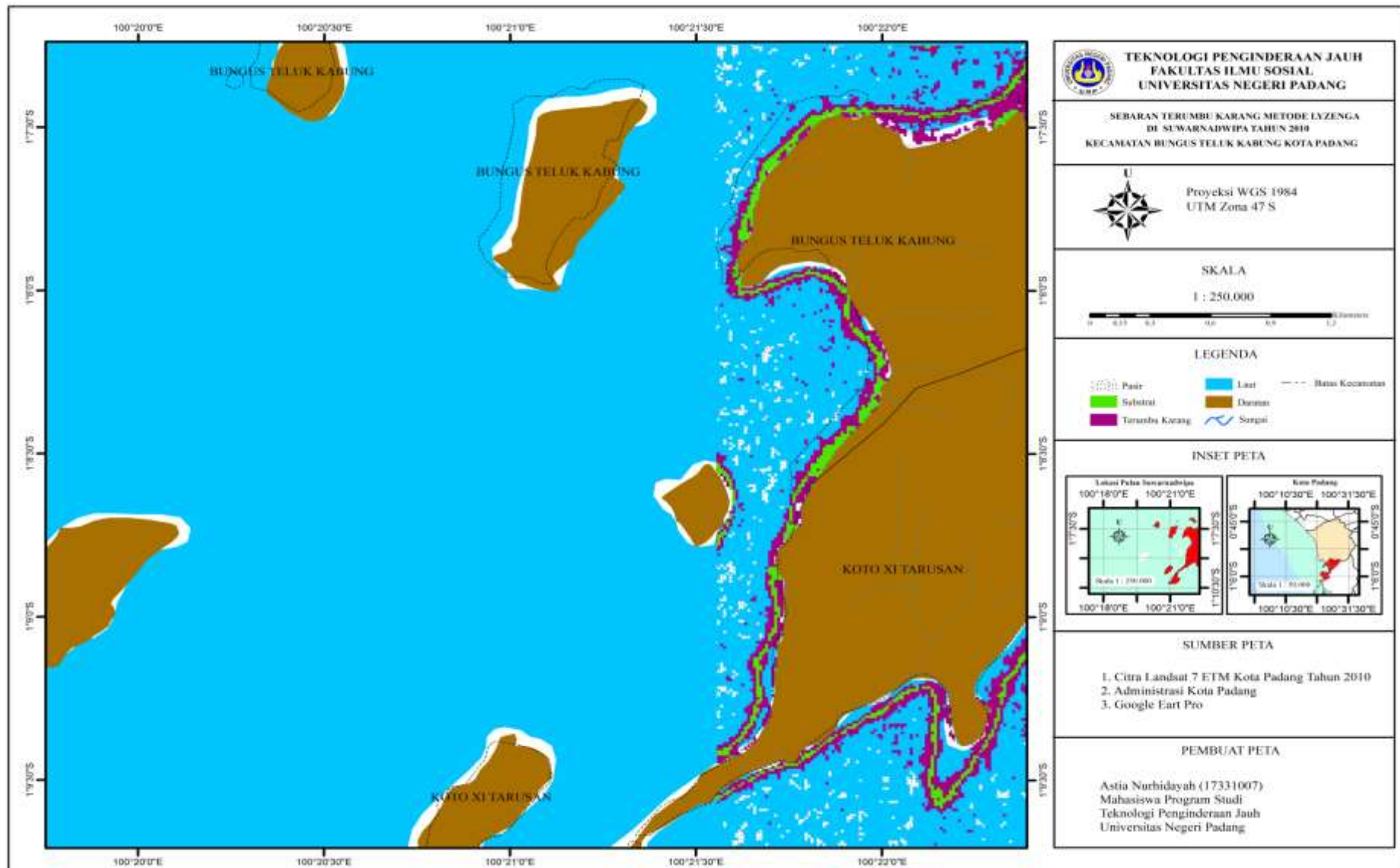
No	Objek	Luas (Ha)	Persentase (%)
1.	Substrat	36,89	35,13
2.	Terumbu Karang	67,54	64,32
3.	Pasir	13,76	11,64

Sumber: Data Hasil Olahan *Landsat* Tahun 2000

Luasan identifikasi terumbu karang pada tahun 2000 adalah 64,32 % dari luasan yang teridentifikasi. Perhitungan luas ini didasarkan pada kondisi piksel yang ada pada setiap satuan objek. Data piksel yang kemudian dikonversikan ke dalam data vektor dan kemudian didapatkan kalkulasi luasan terumbu karang. Berdasarkan distribusinya terumbu karang berada pada perairan dangkal dan berada pada rentang kedalaman kurang dari 10 meter.

b) Citra Tahun 2010

Citra yang dianalisis ini adalah citra dengan waktu akuisi pada februari 2010. Merupakan selang waktu 10 tahun dari citra pertama yaitu tahun 2000, band yang digunakan untuk mendeteksi terumbu karang adalah band 3, 2 dan 1 berikut petanya pada gambar di bawah ini:



Gambar 10. Hasil Klasifikasi *Lyzenga* Tahun 2010

Hasil analisis akan berbeda tergantung dengan metode apa yang diterapkan pada citra. Metode *lyzenga* merupakan metode yang digunakan untuk mendeteksi sebaran terumbu karang. Logaritma *lyzenga* memiliki akurasi yang cukup baik, terbukti pada peta hasil diatas. Substrat di simbolkan dengan warna hijau muda, terumbu karang di simbolkan dengan warna magenta dan pasir di simbolkan dengan titik-titik putih. Terlihat bagaimana sebaran terumbu karang yang ada di sekitaran Suwarnadwipa. Luasan terumbu karang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 18. Luas Klasifikasi Logaritma *Lyzenga* Tahun 2010

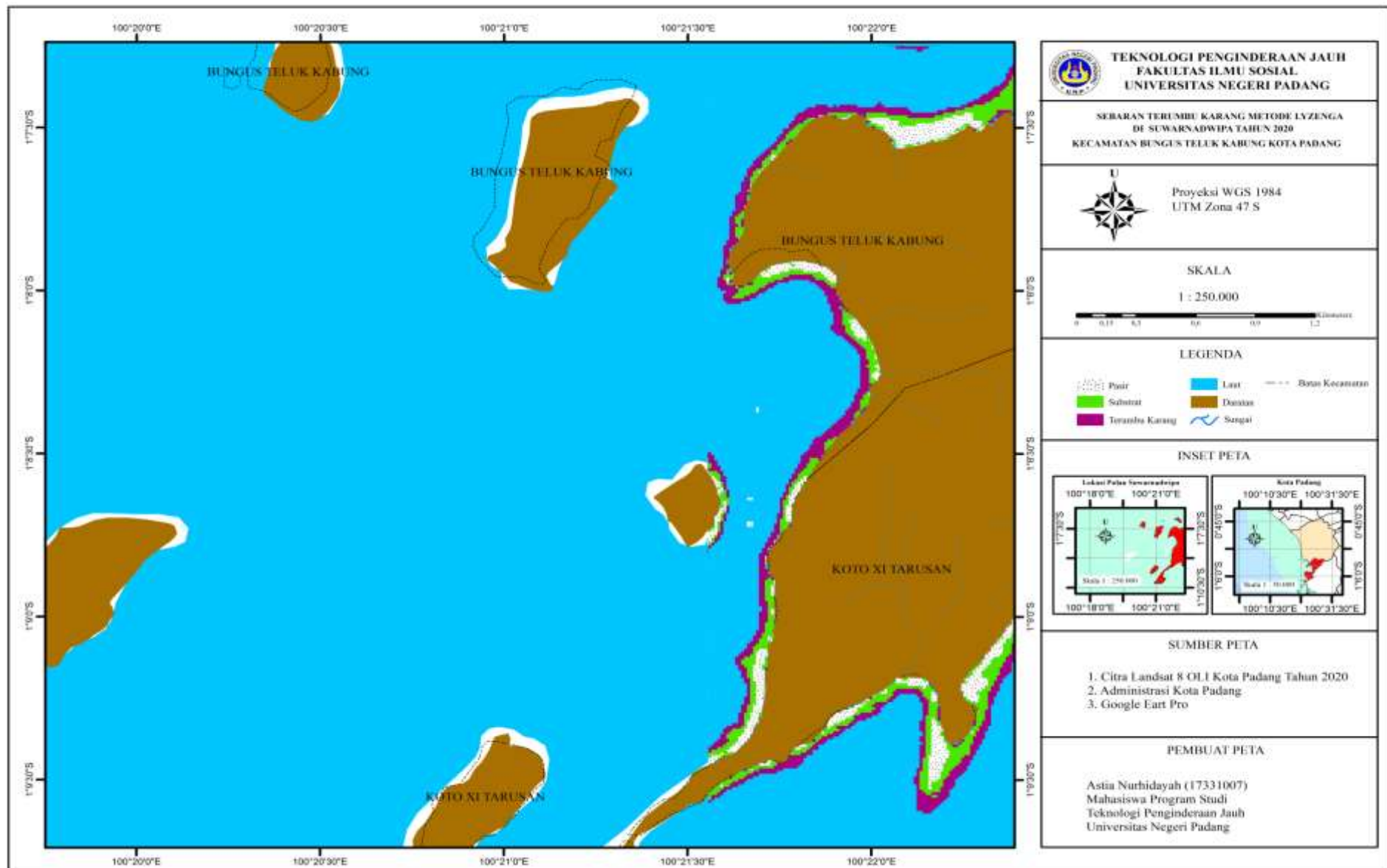
No	Objek	Luas (Ha)	Persentase (%)
1.	Substrat	26,56	24,60
2.	Terumbu Karang	66,35	61,46
3.	Pasir	15,04	13,93

Sumber: Data Hasil Olahan *Landsat* Tahun 2010

Hasil analisis menunjukkan terjadi pengurangan luasan terumbu karang dari tahun sebelumnya yaitu pada tahun 2010 luasannya menjadi 66,35 ha. Penurunan luas terumbu karang dari tahun sebelumnya yaitu sebesar 2,86 %. Pengurangan luasan yang teridentifikasi merupakan hal yang biasa jika berbalik pada sifat terumbu karang yang dinamis.

c) Citra Tahun 2020

Citra selanjutnya adalah Citra *Landsat* 8 dengan waktu akuisi februari 2020. Tercatat pada bulan februari biasanya kondisi atmosfer Kota Padang berada pada musim kemarau sehingga kondisi citra dari tutupan awan sangat rendah. Hasil analisis logaritma *lyzenga* dapat dilihat pada peta di bawah ini:



Gambar 11. Hasil Klasifikasi *Lyzenga* Tahun 2020

Peta di atas menunjukkan bagaimana sebaran terumbu karang mengalami perubahan dari tahun sebelumnya. Substrat di simbolkan dengan warna hijau muda, terumbu karang di simbolkan dengan warna magenta dan pasir di simbolkan dengan bintik-bintik putih. Kalkulasi luasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 19. Luas Klasifikasi Logaritma *Lyzenga* Tahun 2020

No	Objek	Luas (Ha)	Persentase (%)
1.	Substrat	30,20	33,17
2.	Terumbu Karang	37,48	41,16
3.	Pasir	23,36	25,66

Sumber: Data Hasil Olahan *Landsat* Tahun 2020

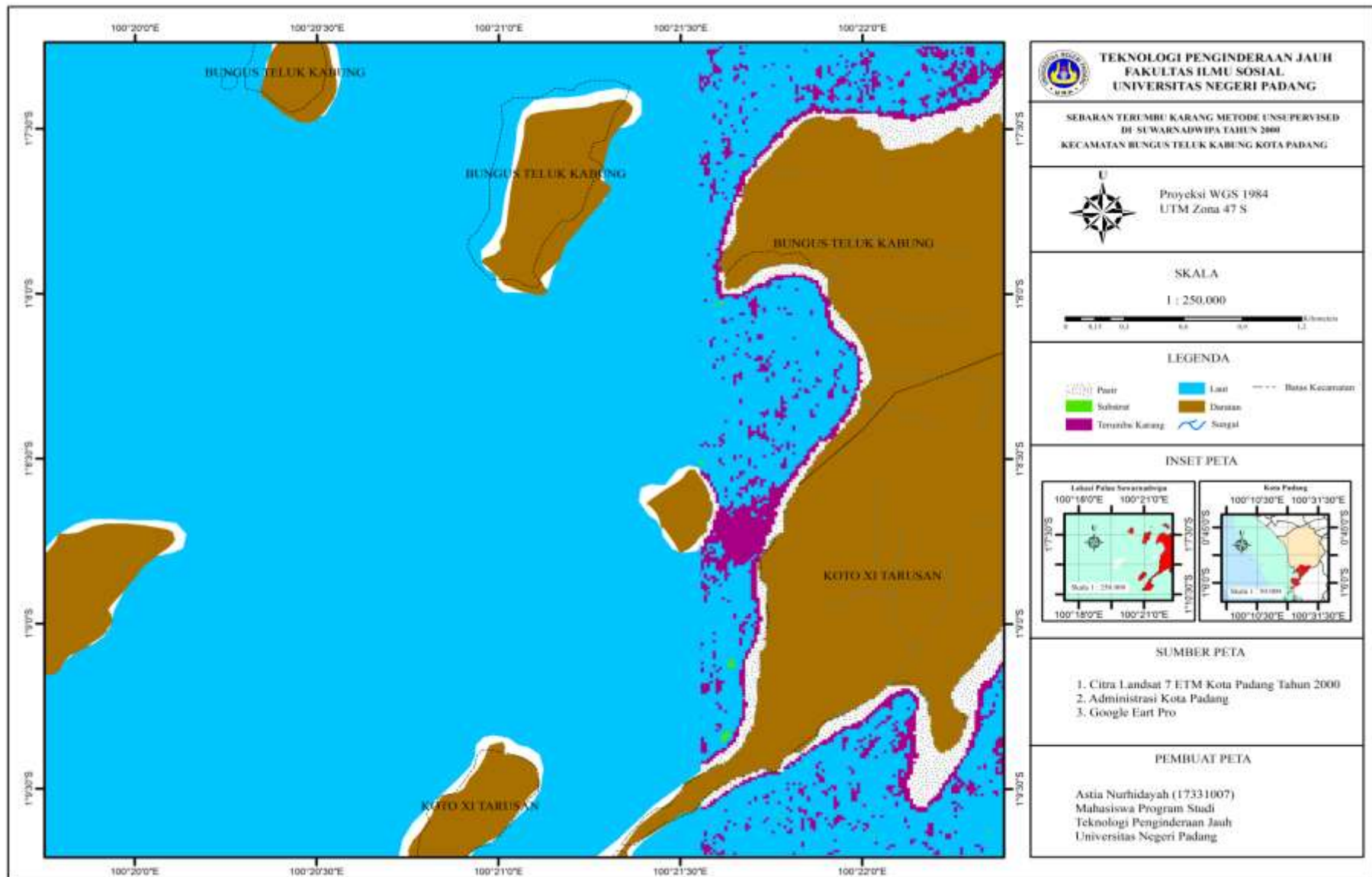
Berdasarkan hasil kalkulasi terumbu karang di atas di luasan 37,48 ha dari luasan terumbu karang yang teridentifikasi atau dengan luas 41,16 %. Luasan ini mengalami pengurangan dari tahun sebelumnya yaitu 37,483 ha. Penurunan luas terumbu karang dari tahun sebelumnya yaitu sebesar 20,3 %. Terjadinya pengurangan luas dari terumbu karang karena sifatnya yang sangat dinamis dan dapat berubah-ubah pada setiap skala waktu tertentu. Selain itu pengurangan luasan terumbu karang juga disebabkan terjadi nya kerusakan terhadap terumbu karang. Tahapan pengolahan logaritma *lyzenga* telah selesai pada tahap ini.

2) Metode klasifikasi *unsupervised*

Metode klasifikasi *Unsupervised* digunakan untuk mendeteksi sebaran terumbu karang di Pulau Suwarnadwipa. Hasil klasifikasi *unsupervised* di dapatkan hasil terumbu karang yang mengalami kerusakan dan terumbu karang yang tidak mengalami kerusakan.

a) Citra Tahun 2000

Berikut ini peta hasil olahan Citra Landsat tahun 2000 untuk mendeteksi objek terumbu karang yang terdapat di Suwarnadwipa menggunakan metode klasifikasi *unsupervised* dengan penerapan logaritma *Iso Cluster Clasification* sehingga didapat peta hasil interpretasi seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 12. Hasil Klasifikasi *Unsupervised* Tahun 2000

Hasil analisis di atas menunjukkan bahwa sebaran terumbu karang hampir di sepanjang garis pantai, karena secara kedalaman lokasi tersebut terbilang dangkal yaitu pada kedalaman kurang dari 10 meter. Substrat di simbolkan dengan warna hijau muda, terumbu karang di simbolkan dengan warna magenta dan pasir di simbolkan dengan titik-titik putih. Luas masing-masing objek yang telah terdeteksi adalah sebagai berikut:

Tabel 20. Luas Klasifikasi *Unsupervised* Tahun 2000

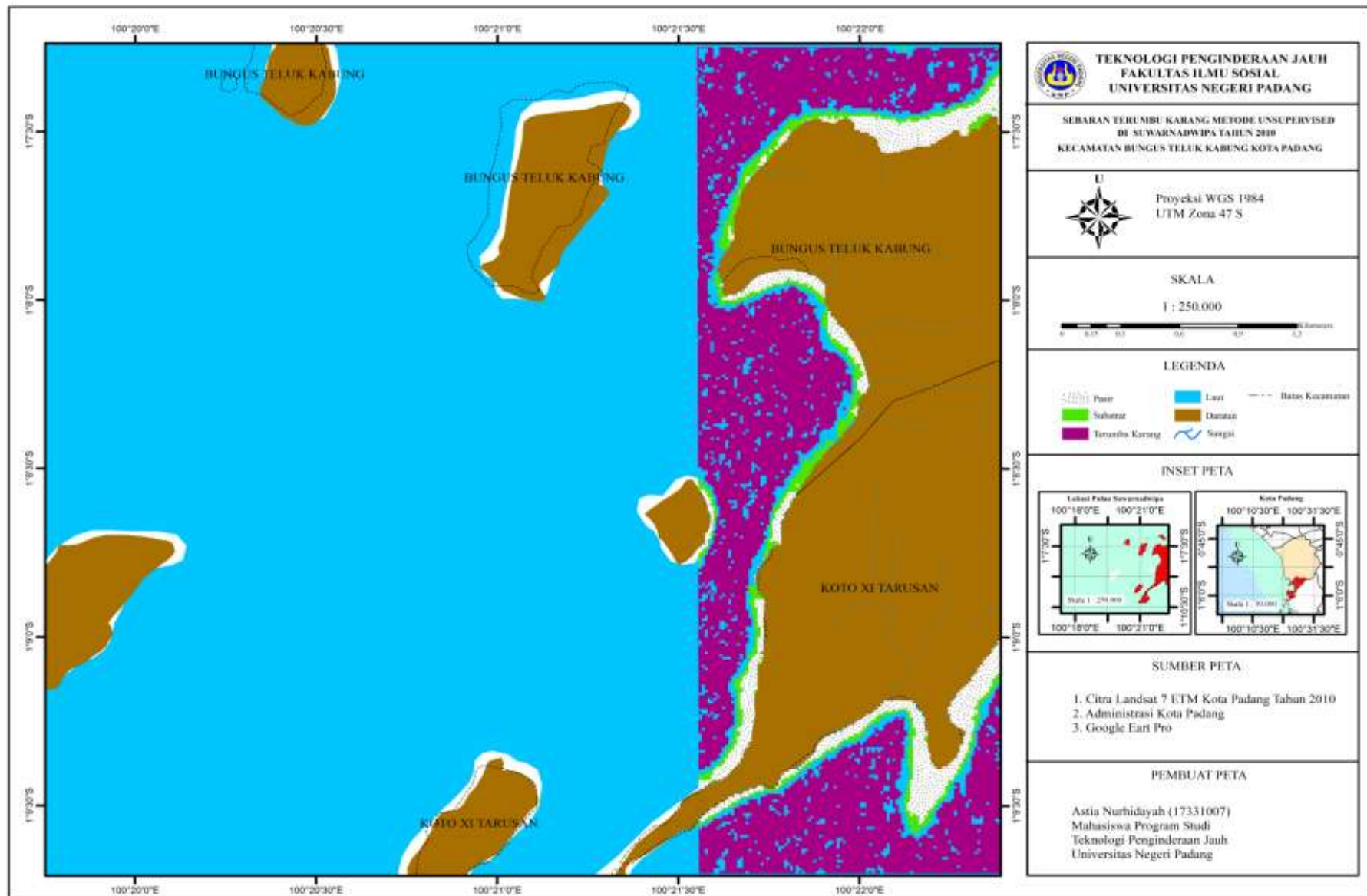
No	Objek	Luas (Ha)	Persentase (%)
1.	Substrat	0,50	0,41
2.	Terumbu Karang	67,54	54,59
3.	Pasir	55,66	44,99

Sumber: Data Olahan *Landsat* 2000

Pada peta di atas terlihat pada tahun 2000 luas terumbu karang adalah 54,59 % dari luasan terumbu karang di Suwarnadwipa. Luasan dari objek di atas didapatkan dari perkalian antara luas per satuan piksel yang telah ditransformasikan dalam data vektor sehingga didapatkan kalkulasi luasnya dalam satuan hektar. Perbandingan persentase luasnya objek terumbu karang dengan objek lain dikarenakan adanya pengaruh kolom air dalam proses pemantulan spektral pasir sehingga objek terumbu karang yang sebenarnya ada di atas objek lain namun terklasifikasi sebagai objek lain.

b) Citra Tahun 2010

Selanjutnya peta hasil olahan metode klasifikasi *unsupervised* dengan menggunakan logaritma *iso cluster clasification* tahun 2010 adalah sebagai berikut:



Gambar 13. Hasil Klasifikasi *Unsupervised* Tahun 2010

Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa pada tahun 2010 terumbu karang masih berada dalam luasan yang dominan, terlihat pada peta sebaran terumbu karang yang tersebar di sepanjang Suwarnadwipa. Substrat di simbolkan dengan warna hijau muda, terumbu karang di simbolkan dengan warna magenta dan pasir di simbolkan dengan bintang-bintang putih. Berikut adalah kalkulasi luasan masing-masing objek:

Tabel 21. Luas Klasifikasi *Unsupervised* Tahun 2010

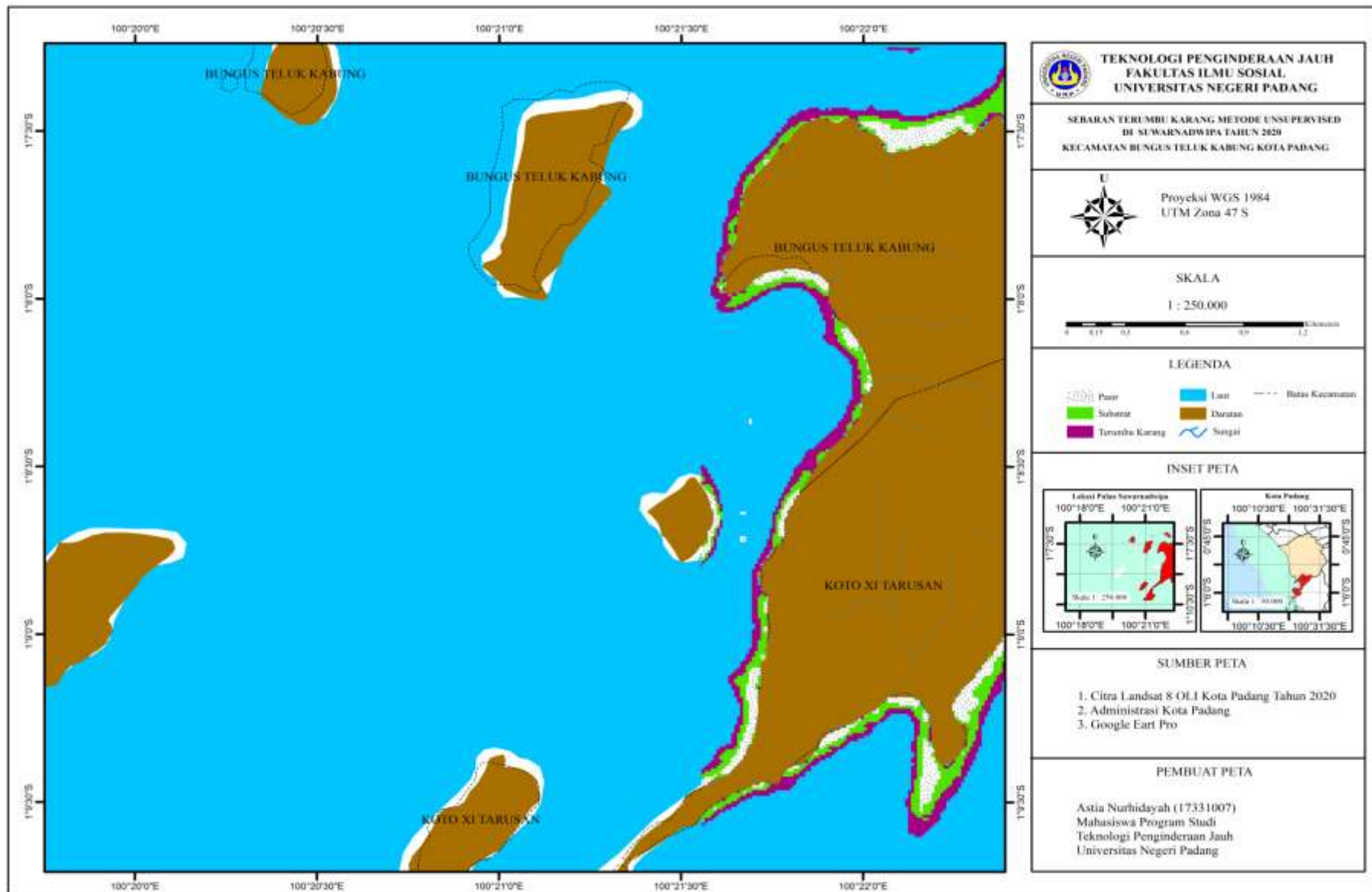
No	Objek	Luas (Ha)	Persentase (%)
1.	Substrat	26,56	26,27
2.	Terumbu Karang	66,35	65,63
3.	Pasir	46,54	46,04

Sumber: Data Hasil Olahan *Landsat* Tahun 2010

Luasan di atas didapat dari kalkulasi geometri data raster hasil olahan yang kemudian dikonversikan ke dalam data vektor sehingga didapatkan luasnya. Sebaran terumbu karang memiliki luas 66,35 ha yaitu mengalami penurunan dari luasan tahun 2000 sebelumnya yaitu 67,54 ha. Sebaran terumbu karang berada pada kedalaman kurang dari 10 meter tetapi terdapat perubahan luas yang mengalami penurunan dari tahun 2000. Perubahan luasan dapat dipengaruhi oleh kondisi eksternal seperti pengaruh masuknya unsur-unsur baru ke habitat terumbu karang.

c) Citra Tahun 2020

Pengolahan citra tahun 2020 dilakukan dengan menggunakan metode klasifikasi *unsupervised logaritma iso cluster clasification*. Hasil klasifikasi sebagai berikut:



Gambar 14. Hasil Klasifikasi *Unsupervised* Tahun 2020

Peta hasil di atas menunjukkan sebaran terumbu karang di sepanjang Suwarnadwipa, terlihat bahwa sebaran terumbu karang berpapasan langsung dengan objek lain. Substrat di simbolkan dengan warna hijau muda, terumbu karang di simbolkan dengan warna magenta dan pasir dengan bintik-bintik putih. Adapun luasnya adalah sebagai berikut:

Tabel 22. Luas Klasifikasi *Unsupervised* Tahun 2020

No	Objek	Luas (Ha)	Persentase (%)
1.	Substrat	29,84	32,78
2.	Terumbu Karang	37,48	41,16
3.	Pasir	23,72	26,05

Sumber: Data Hasil Olahan *Landsat* Tahun 2020

Pada tabel di atas terlihat bagaimana luasan terumbu karang yang mengalami pengurangan luas dari hasil identifikasi tahun 2010. Hasil identifikasi tahun 2010 menunjukkan luas terumbu karang 66,35 ha dari luasan total hasil deteksi namun hasil yang berbeda terjadi pada tahun 2020 terjadi penurunan luas yaitu menjadi 37,48 ha. Secara perhitungan luas menggunakan perhitungan geometri dari masing-masing piksel yang sebelumnya berformat raster kemudian dikonversikan ke dalam format vektor sehingga di dapati luasannya dalam satuan hektar. Terlihat juga objek substrat dan pasir yang mengalami perubahan luas.

d) Uji Akurasi Citra

Uji akurasi dalam pengolahan citra bertujuan untuk menentukan tingkat akurasi metode klasifikasi *unsupervised* dan metode logaritma *lyzenga*. Uji akurasi dilakukan dengan menggunakan *Confusion Matrik*. Jumlah sampel yang diambil adalah 36 titik sampel yang ditentukan secara random. Dalam penelitian ini tingkat ketelitian minimum yang diharapkan adalah 90 % dan tingkat

kesalahan maksimum adalah 10 % maka setelah dihitung sampel yang dibutuhkan adalah sebagai berikut : Berikut ini tabel uji akurasi metode klasifikasi *lyzenga*:

Tabel 23. Tabel *Confusion Matriks* Metode Klasifikasi *Lyzenga*

Klasifikasi	Data Lapangan			Total
	Substrat	Terumbu Karang	Pasir	
Substrat	10	1	1	12
Terumbu Karang	0	14	1	15
Pasir	0	1	8	9
Total	10	16	10	36
	Piksel Eror	Piksel Benar		Tingkat Akurasi total piksel = piksel benar/total piksel X 100 = 88,89%

Sumber: Tabel matrik uji akurasi metode logaritma *lyzenga*

Hasil dari *confusion matrik* metode logaritma *lyzenga* di atas menunjukkan nilai akurasi sampel dengan metode ini sebesar 88,89% yaitu terdapat 32 sampel benar yang sesuai dengan objek interpretasi dan ada 4 sampel eror yang tidak sesuai dengan hasil interpretasi. Sampel yang salah tersebut terdapat pada objek terumbu karang dan pasir.

2. Identifikasi Perubahan Luasan

Hasil analisis menunjukkan terjadi perubahan yang ada pada terumbu karang dari tiga tahun yang telah diidentifikasi dan dihitung luasannya menggunakan *calculate geometry*. Berikut hasil perubahan luasannya:

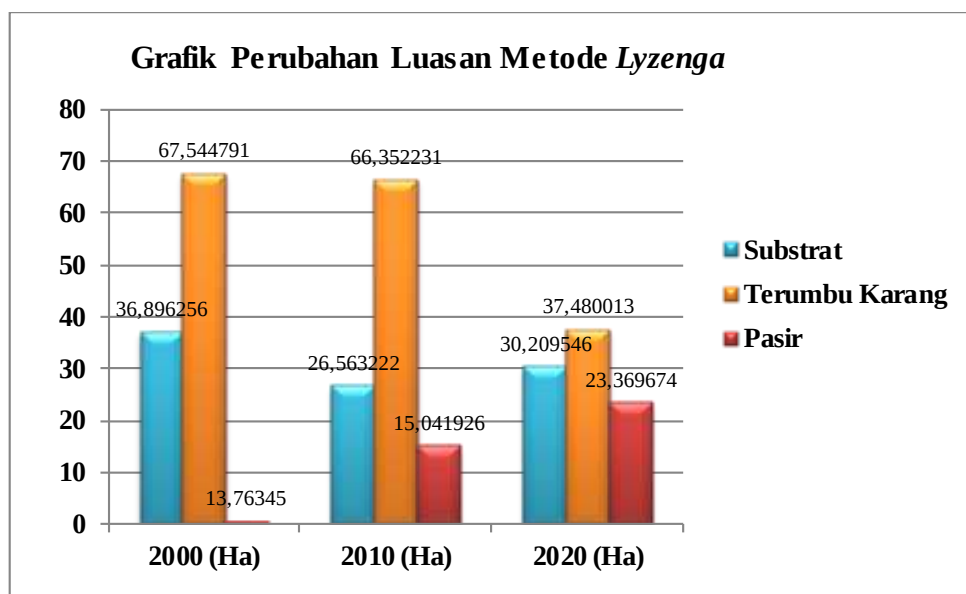
Tabel 24. Perubahan Luasan Terumbu Karang Metode *Calculate Geometry*

No	Objek	2000 (Ha)	(%)	2010 (Ha)	(%)	2020 (Ha)	(%)
1.	Substrat	36,89	35,13	26,56	24,60	30,20	33,17
2.	Terumbu Karang	67,54	64,32	66,35	61,46	37,48	41,16
3.	Pasir	13,76	11,64	15,04	13,93	23,36	25,66

Sumber : Hasil kalkulasi metode *calculate geometry*

Objek terumbu karang yang terdeteksi dengan menggunakan metode *logaritma lyzenga* dan ditentukan dengan menggunakan *calculate geometry* menunjukkan ada perbedaan luasan yang terjadi pada tahun 2000 ke 2010 dan tahun 2010 ke 2020. Berdasarkan data hasil analisis *logaritma lyzenga* yang telah dikalkulasikan terlihat objek terumbu karang mengalami pengurangan luasan dari tahun 2000 ke tahun 2010 yaitu luasannya berkurang dari 67,54 ha menjadi 66,35 ha. Penurunan luas terumbu karang terhitung sebesar 2,86 %. Hasil kalkulasi terumbu karang pada tahun 2010 ke tahun 2020 juga mengalami pengurangan luasannya yaitu luasannya berkurang dari 66,35 ha menjadi 37,48 ha. Terumbu karang pada tahun 2010 ke tahun 2020 mengalami penurunan luas sebesar 20,3 %. Tingkat akurasi juga berbeda bisa dilihat dari peta hasil analisis, perbedaan yang signifikan antara luasan substrat, terumbu karang dan pasir dapat dilihat pada grafik visual berikut:

Grafik 1. Perubahan Luasan Objek Klasifikasi Metode *Lyzenga*



Sumber: Hasil kalkulasi metode *lyzenga*

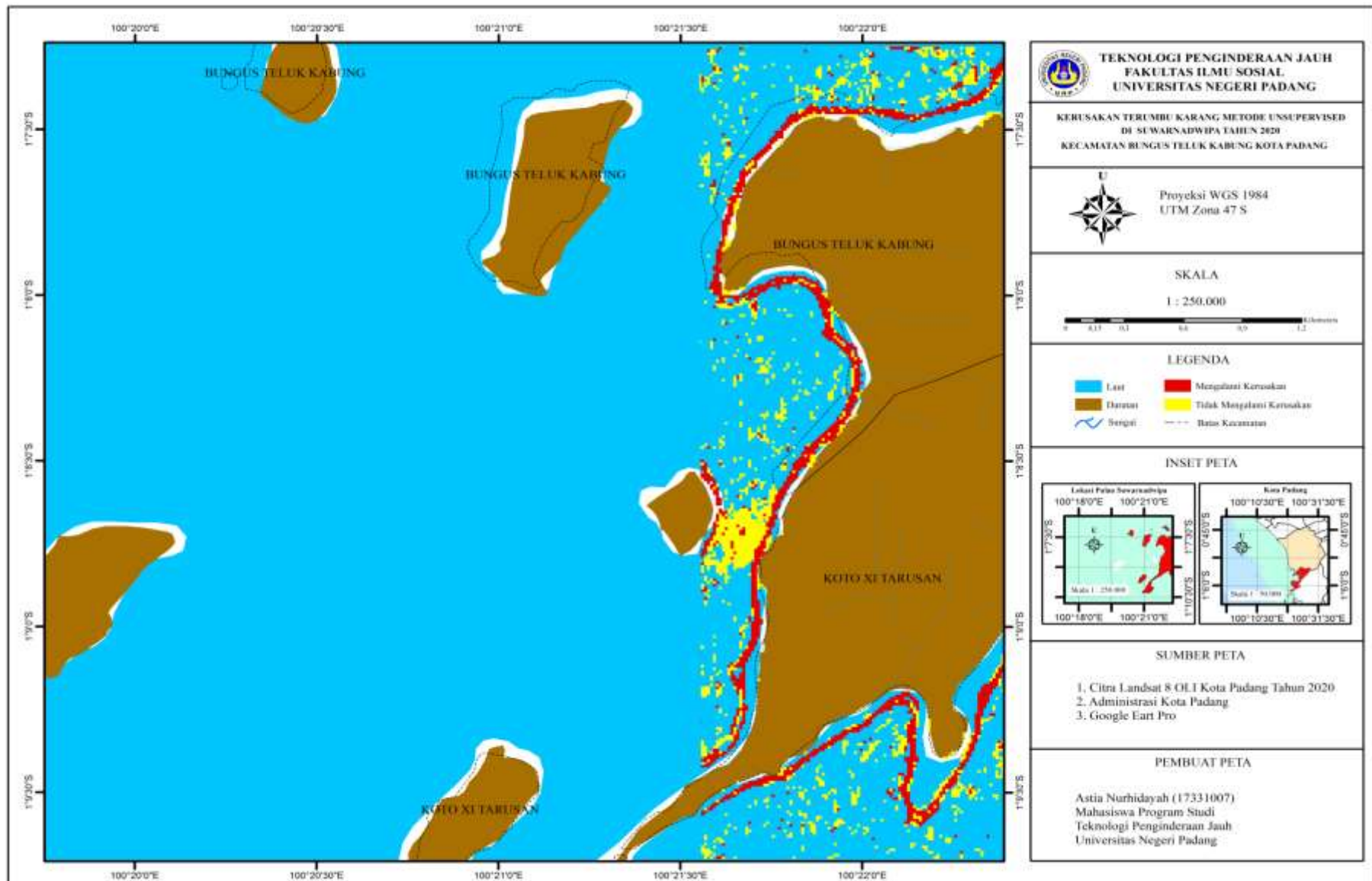
Dari hasil kalkulasi menunjukkan adanya penurunan yang signifikan dari hasil deteksi tahun 2000 ke 2010 dan tahun 2010 ke 2020. Hal ini disebabkan pada metode logaritma lyzenga objek yang ada pada perairan dangkal diidentifikasi objek terumbu karang yang mengalami penurunan dari tahun 2000 ke 2010 dan juga pada tahun 2010 ke 2020.

3. Kerusakan Terumbu Karang

Interpretasi citra untuk mengidentifikasi kerusakan terumbu karang di Pulau Suwarnadwipa dilakukan dengan menggunakan metode klasifikasi *unsupervised* dengan 3 kelas klasifikasi yaitu kelas terumbu karang, substrat dan pasir. Kerusakan terumbu karang dapat dilihat dari perbandingan tahun sebelumnya.

a) Citra tahun 2010

Berikut ini peta hasil olahan Citra *Landsat* tahun 2010 untuk mendeteksi kerusakan terumbu karang di Pulau Suwarnadwipa menggunakan metode klasifikasi *unsupervised* dengan penerapan logaritma *Iso Cluster Clasification* hingga didapat peta hasil interpretasi seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 15. Hasil Klasifikasi Kerusakan Terumbu Karang Tahun 2010

Hasil analisis diatas menunjukkan bahwa semua sebaran terumbu karang yang terdeteksi mengalami kerusakan disimbolkan dengan berwarna merah dan sebaran terumbu karang yang tidak mengalami kerusakan disimbolkan dengan warna kuning. Luas masing-masing terumbu karang yang mengalami kerusakan dan yang tidak mengalami kerusakan yang telah terdeteksi adalah sebagai berikut:

Tabel 25. Luas Klasifikasi *Unsupervised* Tahun 2010

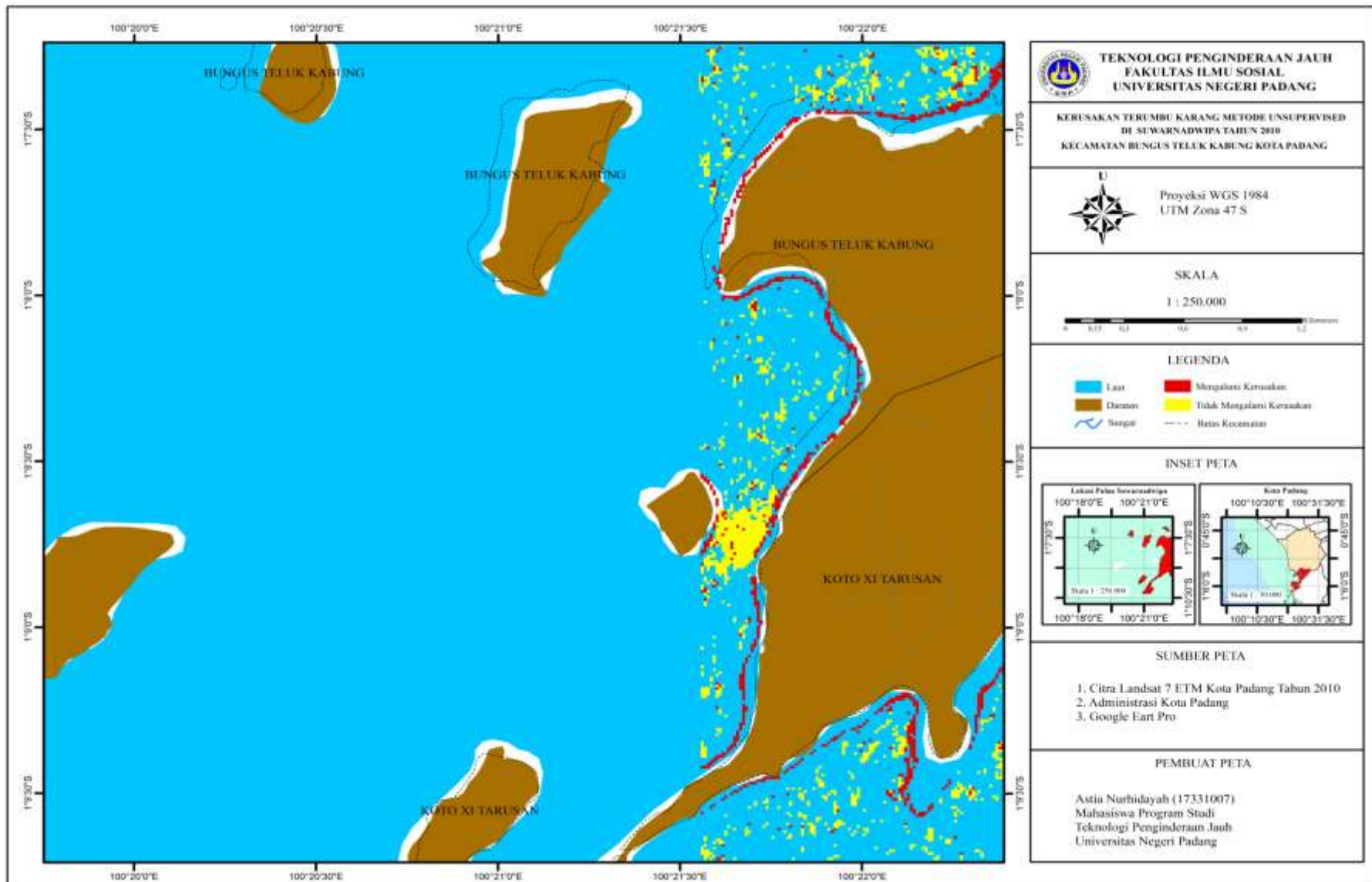
No	Klasifikasi	Luas (Ha)	Persentase (%)
1.	Mengalami Kerusakan	28,73	10,38
2.	Tidak Mengalami Kerusakan	137,97	89,61

Sumber: Data Hasil Olahan *Landsat* 2010

Terlihat pada perbandingan landsat tahun 2000 ke tahun 2010 terumbu karang yang mengalami kerusakan adalah 10,38% dari luasan terumbu karang di Suwarnadwipa. Luasan dari objek di atas didapatkan dari perkalian antara luasan per satuan piksel yang telah ditransformasikan dalam data vektor sehingga didapatkan kalkulasi luasnya dalam satuan hektar. Perbandingan terumbu karang yang tidak mengalami kerusakan yaitu dengan persentase 89,61% .

b) Citra Tahun 2020

Selanjutnya peta hasil olahan metode klasifikasi *unsupervised* dengan menggunakan logaritma *Iso Cluster Clasification* untuk mendeteksi kerusakan terumbu karang pada tahun 2020 adalah sebagai berikut:



Gambar 16. Hasil Kerusakan Terumbu Karang Tahun 2020

Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa pada tahun 2020 terumbu karang mengalami kerusakan yang mengalami peningkatan. Terlihat pada peta terumbu karang yang mengalami kerusakan disimbolkan dengan warna merah dan terumbu karang yang tidak mengalami kerusakan disimbolkan dengan warna kuning yang tersebar di Suwarnadwipa. Berikut adalah kalkulasi luasan masing-masing objek:

Tabel 26. Luas Klasifikasi *Unsupervised* Tahun 2020

No	Klasifikasi	Luas (Ha)	Persentase (%)
1.	Mengalami Kerusakan	37,48	38,35
2.	Tidak Mengalami Kerusakan	60,24	61,64

Sumber: Data Hasil Olahan *Landsat* Tahun 2020

Luasan di atas didapatkan dari kalkulasi geometri data raster hasil olahan yang kemudian dikonversikan kedalam data vektor sehingga didapatkan luasannya. Sebaran terumbu karang yang mengalami kerusakan memiliki persentase luas 38,35% yaitu mengalami peningkatan dari tahun 2010. Sebaran terumbu karang yang tidak mengalami kerusakan memiliki persentase luas 61,64% yaitu mengalami penurunan dari tahun 2010. Hasil kerusakan terumbu karang pada tahun 2010 didapatkan dari hasil perbandingan antara tahun 2000 ke tahun 2010 dan hasil kerusakan tahun 2020 didapatkan dari hasil perbandingan antara tahun 2010 ke tahun 2020. Berikut adalah kalkulasi perubahan luasannya:

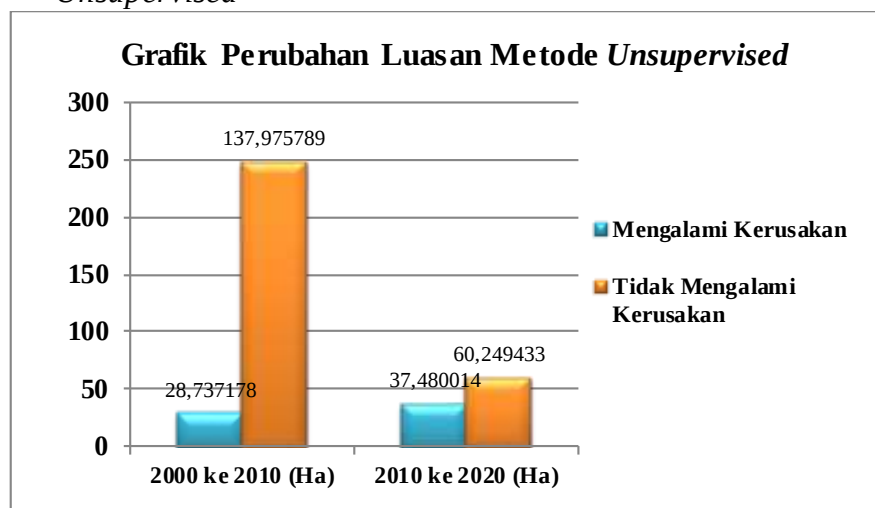
Tabel 27. Perubahan Luasan Kerusakan Terumbu Karang Metode Klasifikasi *Unsupervised*

No	Klasifikasi	2000 ke 2010 (Ha)	(%)	2010 ke 2020 (Ha)	(%)
1.	Mengalami Kerusakan	28,73	10,38	37,48	38,35
2.	Tidak Mengalami Kerusakan	137,97	86,61	60,24	61,64

Sumber: Hasil kalkulasi metode Klasifikasi *Unsupervised*

Objek terumbu karang yang terdeteksi oleh metode klasifikasi *unsupervised* menunjukkan adanya perbedaan luasan kerusakan terumbu karang dan terumbu karang yang tidak mengalami kerusakan yang terjadi pada tahun 2000 ke 2010 dan tahun 2010 ke 2020, untuk gambaran lebih jelasnya adalah sebagai berikut :

Grafik 2. Perubahan luasan kerusakan terumbu karang metode klasifikasi *Unsupervised*



Sumber : Data Olahan Klasifikasi *Unsupervised*

Dari hasil kalkulasi menunjukkan adanya penurunan yang signifikan dari hasil deteksi tahun 2000 ke 2010 dan tahun 2010 ke 2020. Hal ini disebabkan pada metode klasifikasi *unsupervised* objek yang ada pada perairan dangkal diidentifikasi sebagai objek terumbu karang dan substrat sedangkan pada hasil interpretasi terdeteksi terumbu karang saja maupun substrat saja, sehingga terdapat perbedaan luasan objek yang teridentifikasi. Terumbu karang yang mengalami kerusakan meningkat menjadi 27,97 %.

Tabel 28. Tabel *Confusion Matriks* Metode Klasifikasi *Unsupervised*

Klasifikasi	Data Lapangan		Total
	Mengalami Kerusakan	Tidak Mengalami Kerusakan	
Mengalami Kerusakan	11	3	14
Tidak Mengalami Kerusakan	2	20	22
Total	13	23	36
	Piksel Error	Piksel Benar	Tingkat akurasi total piksel= piksel benar/total pikselX100 = 86,12%

Sumber: Tabel matrik uji akurasi metode klasifikasi *unsupervised*

Berdasarkan hasil tabel uji akurasi, nilai akurasi metode klasifikasi *unsupervised* untuk mengidentifikasi kerusakan terumbu karang memiliki akurasi sebesar 86,12%. Hasil uji akurasi untuk kerusakan terumbu karang dengan jumlah sampel 36 sampel dari keseluruhan sampel, Terhitung ada 31 sampel benar dan 5 sampel berada di luar objek yang diinterpretasi dari total sampel terumbu karang yang diambil di lapangan. Nilai akurasi ini merupakan hasil perhitungan dari tabel *confusion matrik* untuk metode klasifikasi *unsupervised*. Penyebaran sampel dilakukan dengan teknik random sampling di *software ArcGis 10.2*.

B. Pembahasan

Penggabungan dua *band* yaitu antara *band blue* dan *band green* yang bertujuan untuk menyediakan citra baru yang memiliki rasio koefisien atenuasi sesuai dengan yang dibutuhkan dalam penyusunan $\frac{k_i}{k_j}$ *band* 1 terhadap *band* 2, *band* 1 terhadap *band* 3 dan *band* 2 terhadap *band* 3. Metode logaritma *lyzenga* mendeteksi objek terumbu karang mulai dari kedalaman 1 meter hingga 10 meter, terlihat sebaran hasil identifikasi objek tersebar dekat dengan daratan atau pada perairan yang dangkal.

Terumbu karang memiliki sebaran pada lingkungan perairan yang dangkal, dimana sebagian besar terumbu karang tersebar pada Kelurahan Teluk Kabung Selatan, Kecamatan Bungus Teluk Kabung dan Kelurahan Sungai Pinang, Kecamatan Koto XI Tarusan, hal ini disebabkan untuk mencapai pertumbuhan maksimum terumbu karang memerlukan perairan yang jernih dengan suhu air perairan yang hangat (optimal pada 25-29 °C), gerakan gelombang yang besar, dan sirkulasi air yang lancar serta terhindar dari proses sedimentasi dan juga salinitas berkisar pada nilai 34-36 % (Nontji, 1987). Kecerahan merupakan salah satu dari *oseanografi* fisika yang merupakan daya absorsi cahaya pada zat cair yang dipengaruhi oleh padatan terlarut maupun warna zat cair. Kemampuan air laut dalam merambatkan cahaya khususnya sinar matahari sangat penting. Sinar matahari merupakan salah satu kebutuhan khusus bagi terumbu karang untuk melakukan fotosintesis, sinar matahari dengan cepat terabsorsi hingga mencapai 100 meter namun pada saat keruh hanya berkisar antara 30 meter hingga 10 meter, bahkan apabila sangat keruh sinar matahari

hanya dapat terabsorpsi <3 meter. Penetrasi sinar matahari dapat memengaruhi tipe dan distribusi organisme di laut serta suhu laut. Terumbu karang akan bagus tumbuh pada kecerahan >3 meter (Nybakken, 1992). Sinar matahari yang dapat terabsorpsi hingga 100 meter memengaruhi suhu pada kedalaman batas absorpsi sinar matahari. Perubahan suhu dapat terjadi juga karena hembusan angin. Penyebaran suhu laut diakibatkan oleh arus dan turbulensi. Daerah yang tidak terkena sinar matahari dan tidak terpengaruh oleh arus karena hembusan angin akan lebih stabil. Sedangkan terumbu karang akan dapat hidup dengan suhu optimal 25-29 °C (Hutabarat dan Evans, 1985). Luasan terumbu karang yang terdapat di Pulau Suwarnadwipa dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 29. Perbandingan Luasan Metode Klasifikasi *Lyzenga* Tahun 2000, 2010 dan 2020

No	Objek	Tahun 2000 (Ha)	Tahun 2010 (Ha)	Tahun 2020 (Ha)
1.	Substrat	36,89	26,56	30,20
2.	Terumbu Karang	67,54	66,35	37,48
3.	Pasir	13,76	15,04	23,36

Sumber : Hasil Kalkulasi metode klasifikasi *lyzenga*

Hasil deteksi terumbu karang pada citra tahun 2010 menunjukkan terumbu karang mengalami pengurangan luas dari tahun 2000. Sebaran terumbu karang masih sama yaitu pada perairan mulai dari kedalaman 1 meter hingga 10 meter. Hasil deteksi terumbu karang pada tahun 2020 mengalami pengurangan luas dari tahun 2010, terlihat sebaran hasil identifikasi objek tersebar dekat dengan daratan. Terumbu karang pada tahun 2000 ke tahun 2010 mengalami penurunan luas sebesar 2,86 %, sedangkan pada tahun 2010 ke tahun 2020 terumbu karang mengalami penurunan luas sebesar 20,3 %. Terumbu karang yang mengalami kerusakan memiliki luas sebesar 27,29 %. Sebagian besar terumbu karang

menalami penurunan luas pada wilayah Kelurahan Teluk Kabung Selatan, hal ini disebabkan peningkatan pembangunan objek wisata pada wilayah tersebut sehingga semakin meningkatkan pengunjung wisata yang sangat beresiko terjadinya kerusakan terumbu karang pada wilayah tersebut.

Menurut pendapat Nontji (1987) syarat tumbuh dan berkembangnya terumbu karang dipengaruhi oleh cahaya dan kedalaman, arus dan aksi gelombang, salinitas dan suhu. Terumbu karang membutuhkan cahaya yang cukup untuk fotosintesis alga *zooxanthellae* yang ada dalam jaringannya, tanpa cahaya yang cukup laju fotosintesis *zooxanthellae* akan berkurang dan bersamaan dengan itu kemampuan karang untuk membentuk terumbu akan berkurang pula. Kedalaman untuk tumbuh dan berkembangnya terumbu karang yaitu pada kedalaman kurang dari 25 meter, jika air keruh terumbu karang hanya dapat tumbuh pada kedalaman 2 meter. Arus diperlukan untuk mendatangkan makanan berupa plankton, membersihkan diri dari endapan-endapan dan untuk mensuplai oksigen dari laut lepas. Oleh karena itu, pertumbuhan terumbu karang di tempat yang selalu teraduk arus dan ombak lebih baik dari pada perairan yang tenang dan terlindung. Terumbu karang mempunyai toleransi terhadap salinitas sekitar 34-36 %. Salinitas yang tinggi jarang menjadi faktor yang mempengaruhi penyebaran dan pertumbuhan terumbu karang, sebaliknya salinitas rendah pada umumnya sangat mempengaruhi penyebaran terumbu karang. Suhu optimal yang dibutuhkan untuk pertumbuhan terumbu karang adalah sekitar 25-30 °C.

Hasil dari klasifikasi terumbu karang di Suwarnadwipa menggunakan metode *lyzenga* dimulai dari tahun 2000 teridentifikasi memiliki luas 67,54 ha. Identifikasi pada tahun selanjutnya 2010 luasan terumbu karang berkurang menjadi 66,35 ha. Terumbu karang pada tahun 2020 memiliki luasan yang mengalami penurunan dari tahun sebelumnya yaitu 37,48 ha. Penurunan luas terumbu karang tersebut disebabkan karena terjadinya kerusakan terumbu karang dari tahun 2000 ke tahun 2010 dan tahun 2010 ke tahun 2020.

Kerusakan terumbu karang didapatkan dari hasil klasifikasi *unsupervised* citra tahun 2000, 2010 dan 2020. Hasil klasifikasi citra selanjutnya dilakukan tumpang susun untuk mendapatkan hasil kerusakan terumbu karang. Hasil deteksi kerusakan terumbu karang pada tahun 2010 didapatkan dari hasil perbandingan hasil deteksi terumbu karang tahun 2000 dan 2010. Hasil deteksi terumbu karang tahun 2020 didapatkan dari hasil perbandingan hasil deteksi terumbu karang tahun 2010 dan 2020. Metode klasifikasi *unsupervised* mendeteksi terumbu karang mulai dari kedalaman 1 meter hingga kedalaman 10 meter, terlihat sebaran hasil identifikasi objek terumbu karang tersebar dekat dengan daratan. Hasil deteksi terumbu karang yang mengalami kerusakan pada tahun 2020 mengalami peningkatan dari tahun 2010. Terumbu karang yang mengalami kerusakan terdeteksi tersebar dekat dengan daratan, ini menunjukkan terdapat terumbu karang yang mengalami kerusakan berada pada kedalaman 2 meter.

Kerusakan terumbu karang yang tersebar di Suwarnadwipa antara lain disebabkan oleh buruknya pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) serta sistem pengelolaan lahan pertanian dengan teknik konservasi lahan yang sangat minim

merupakan salah satu faktor yang mengakibatkan tingginya tingkat erosi tanah dan akan terjadi peningkatan sedimentasi di wilayah perairan pantai, dimana sedimen ini biasanya mempunyai kandungan bahan organik tinggi dan oleh aksi gelombang akan terombang ambing dan tersuspensi dalam air untuk waktu yang relatif lama yang membuat perairan keruh dan menurunkan penetrasi cahaya. Jika mengalami pengendapan dari suspensinya yang bisa menyebar dalam jarak yang jauh maka sedimen ini dapat membunuh terumbu karang. Selain itu, Peningkatan objek wisata yang mengakibatkan semakin banyaknya pengunjung wisata sehingga akan beresiko besar terhadap kerusakan terumbu karang karena semakin banyaknya kegiatan *driving* pada perairan dangkal di Suwarnadwipa. Menurut Bengen (2001) kegiatan *driving* dan *snorkling* sangat berpotensi mengganggu keberlangsungan hidup terumbu karang, karena penyelam lebih rentan melakukan kontak fisik dengan terumbu karang. Penyebab kerusakan lain seperti Penjangkaran boat-boat pemandu wisata selam dan *snorkling* yang sebagian besar telah dilengkapi dengan tempat penambatan boat. Namun demikian, di beberapa lokasi jangkar masih umum digunakan oleh operator boat pada saat menunggu kliennya melakukan rekreasi dan penyelaman. Jangkar yang tersangkut di terumbu karang dapat memecahkan koloni terumbu karang pada saat mengangkatnya. Mengingat intensitas dan jumlah operator boat yang melakukan penjangkaran cukup tinggi maka aktifitas ini akan menyebabkan kerusakan terumbu karang dalam jumlah yang besar. Menurut Giyanto (2016) penjangkaran boat mengakibatkan terumbu karang yang tersentuh dapat patah bahkan parahnya dapat

merusak terumbu karang. Selain itu aktifitas tersebut juga menjadi salah satu penyebab terumbu karang terjangkit penyakit.

Kerusakan terumbu karang juga disebabkan pemutihan karang (*Coral Bleaching*) yang terjadi ketika polip karang mengeluarkan ganggang yang hidup di dalam jaringan mereka. Biasanya, polip karang hidup dalam hubungan endosimbiotik dengan ganggang ini, yang sangat penting untuk kesehatan karang dan terumbu. Pemutihan karang (*Coral Bleaching*) terjadi ketika *zooxanthella* keluar dari karang karena penyebab utama naiknya suhu laut, yang ditandai dengan memudarnya warna seluruh karang menjadi putih. Pada tingkat lanjut memutihnya terumbu karang ini akan diikuti oleh kematian terumbu karang. Pemutihan karang sendiri hampir tidak mungkin dicegah karena terkait massa air laut yang hangat yang dibawa oleh pola arus dan menghantam terumbu karang. Pakar terumbu karang dari pusat penelitian oseanografi LIPI Suharsono (2018) mengatakan dampak perubahan iklim menjadi faktor penyebab yang paling dominan pemicu pemutihan karang. Ancaman pemutihan karang sebagai faktor paling besar yang merusak ekosistem terumbu karang. Pemutihan karang disebabkan oleh tingginya suhu air laut yang tidak normal, tingginya tingkat sinar ultraviolet, kurangnya cahaya, tingginya tingkat kekeruhan dan sedimentasi air, kadar garam yang tidak normal dan polusi.

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini maka ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Sebaran deteksi terumbu karang menggunakan metode logaritma *lyzenga* menghasilkan sebaran terumbu karang terdapat pada perairan dangkal atau pada kedalaman 1 meter sampai kedalaman 10 meter. Terumbu karang pada tahun 2000 memiliki sebaran seluas 67,54 ha, pada tahun 2010 terumbu karang memiliki sebaran seluas 66,35 ha dan pada tahun 2020 terumbu karang memiliki sebaran seluas 37,48 ha. Tingkat akurasi sebaran terumbu karang dengan menggunakan metode logaritma *lyzenga* memiliki tingkat akurasi sebesar 88,89% yaitu terdapat 32 sampel objek yang sesuai dengan kondisi real di lapangan dari total sampel sebanyak 36 sampel dan metode *lyzenga* mempunyai nilai akurasi yang baik untuk mendeteksi sebaran terumbu karang.
2. Kondisi perubahan luasan terumbu karang menggunakan metode *lyzenga* pada tahun 2000 teridentifikasi memiliki luas 64,32% dan dikategorikan pada kondisi padat. Identifikasi pada tahun selanjutnya 2010 luasan terumbu karang berkurang menjadi 61,46%. Terumbu karang pada tahun 2020 mengalami penurunan menjadi 41,16% dan dikategorikan pada kondisi sedang. Terumbu karang dari tahun 2000 ke tahun 2010 mengalami penurunan seluas 2,86 % sedangkan pada tahun 2010 ke

tahun 2020 terumbu karang mengalami penurunan seluas 20,3 %. Penurunan luas tersebut disebabkan karena sebagian besar terumbu karang di Suwarnadwipa telah mengalami kerusakan.

3. Kerusakan terumbu karang menggunakan klasifikasi *unsupervised* didapatkan hasil sebaran terumbu karang yang mengalami kerusakan dan terumbu karang yang tidak mengalami kerusakan. Hasil identifikasi Perubahan luasan kerusakan pada tahun 2010 terumbu karang yang mengalami kerusakan memiliki luas 28,73 ha terhitung luas 10,38%, sedangkan pada tahun 2020 terumbu karang yang mengalami kerusakan meningkat dengan memiliki luasan 37,48 ha terhitung 38,35%. Terumbu karang yang mengalami peningkatan kerusakan seluas 27,97 %. Terumbu karang sebagian besar yang mengalami kerusakan terdapat pada terumbu karang yang berada pada perairan dangkal atau terumbu karang yang tersebar pada kedalaman kurang dari 10 meter. Tingkat akurasi untuk mendeteksi kerusakan terumbu karang dengan menggunakan metode klasifikasi *unsupervised* memiliki tingkat akurasi sebesar 86,12%.

B. Saran

1. Bagi Pemerintah Kota Padang sebaiknya memperhatikan bagaimana pertumbuhan dan kondisi terumbu karang yang telah mengalami pengurangan yang drastis dari tahun 2000, 2010 dan tahun 2020. Perlunya ada kebijakan yang melindungi objek terumbu karang karena terumbu karang merupakan zona utama bagi biota laut untuk tempat tumbuh dan berkembang biak.

2. Saran bagi pengelola objek wisata yang berkembang pada wilayah-wilayah yang memiliki sebaran terumbu karang yang masih dalam kondisi yang baik sebaiknya selalu menjaga kelestarian terumbu karang sehingga tidak di kembangkan objek wisata yang akan merusak terumbu karang baik itu dalam proses pembangunan maupun dalam permainan pada lokasi wisata.
3. Saran bagi peneliti selanjutnya, pengambilan training sampel harusnya menggunakan objek yang benar-benar ada di lapangan dengan cara pembuatan *ROI* langsung dari *GPS* kemudian dimasukkan sebagai training sampel interpretasi benar-benar sesuai dengan kondisi real di lapangan serta juga mempertimbangkan kondisi fisik perairan untuk hasil yang lebih akurat.
4. Pada saat proses interpretasi harus memperhatikan bagaimana kondisi tutupan awan dari citra yang di interpretasi, dan juga terdapat ada beberapa metode lain dalam mengidentifikasi sebaran terumbu karang.
5. Saran kepada pemerintah agar memperhatikan kelangsungan hidup terumbu karang yang ada di Suwarnadwipa supaya tidak terjadinya perusakan terumbu karang baik di sengaja maupun secara tidak sengaja.

DAFTAR PUSTAKA

- Bernhardsen. 2002. *Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan dan Analisis Lahan di Kabupaten Pekalongan*. Journal of Informatics and Technology. 2(1): 95-101.
- Budhiman, Syarif, Gathot Winarso, and Wikanti Asriningrum. 2013. “*Pengaruh Pengambilan Training Sample Substrat Dasar Berbeda Pada Koreksi Kolom Air Menggunakan Data Penginderaan Jauh (Effect Of Training Sample Of Different Bottom Substrates On Water Column Correction Using Remote Sensing Data)*.”
- Chin, Yik Lin,dkk. 2018. *Pemetaan dari Laut Tropis Hidroakustik Klasifikasi Terumbu Karang Menggunakan Sigle Beam*. 18: 1-29.
- Damayanti, Reina. 2012. *Pemetaan Sebaran Terumbu Karang Menggunakan Citra Satelit Spot-6 di Peraianan Pulau Pari Kepulauan Seribu Jakarta*. 7(3): 279-287.
- Daniel,Dirga. 2010. *Karakteristik Oseanografis dan Pengaruhnya Terhadap Distribusi dan Tutupan Terumbu Karang di Wilayah Gugusan Pulau Pari, Kabupaten Kepulauan Seribu, DKI Jakarta*.
- Darwin. 1842. *Ekosistem Terumbu Karang dan Statusnya (Studi Kasus Kondisi Terumbu Karang di Provinsi Bali*.
- Davis. 1978. *Pemanfaatan Citra Digital Multispektral Landsat TM Untuk Identifikasi Karakteristik Pantulan Spektral*.
- Didi, La, Diyah Palupi, and Kecamatan Wangi-wangi Kabupaten. 2018. “*Pemetaan Kondisi Terumbu Karang Menggunakan Citra Satelit Di Pulau Matahora Kabupaten Wakatobi*.” 3(4): 319–26.
- Dominggus, Samuel,dkk. 2016. *Pemantauan Ekosistem Terumbu Karang Menggunakan Data Penginderaan Jauh Studi Kasus di Pulau Owi,Papua*. Prosedia Ilmu Lingkungan Hidup. 33(3): 600-606.
- Fadhli, Rafdi. 2018. *Persebaran Terumbu Karang di Wilayah Perairan Karawang*. Jurnal Geografi Lingkungan Tropik. 2(1): 38-51.
- Farid Muhsoni, Firman. 2011. *Pemetaan Terumbu Karang Menggunakan Citra Alos di Pulau Kangean Kabupaten Sumenep*. Jurnal Embryo Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura. 8(1): 110-118.

- Haifa,Ben Rhomadhane,dkk. 2020. *Mempelajari Pola Terumbu Karang di UEA Menggunakan Analisis Data Panel dan Logit Multinomial dan Model Probit*. 112: 1-22.
- Hamidi. 2007. “Software Dan Hardware ,” *Aplikasi Sistem Informasi Geografis Berbasis Web Penyebaran Dana Bantuan Operasional Sekolah* 2: 1–14.
- Ilmiah, Jurnal, and Perikanan Dan. 2018. “Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan.” 10(2): 76–83.
- I Nyoman, D Adi,dkk. 2016. *Pertumbuhan Beberapa dari Tranplantasi Karang Genus dan Komunitas Ikan di Kembangkan di Dua Berbeda Transpalansi Situs di Kepulauan Seribu,DKI Jakarta, Indonesia* . International Journal Of Sciences Dasar dan Riset Terapan. 29(3): 36-52.
- Irawati, Diah, Dwi Arini, Balai Penelitian, and Kehutanan Manado. 2013. “*Potensi Terumbu Karang Indonesia ‘ Tantangan Dan Upaya Konservasinya ’*.” : 147–73.
- Jaelani, Lalu Muhamad, Nurahida Laili, and Yennie Marini. 2015. “*Pengaruh Algoritma Lyzenga Dalam Pemetaan Terumbu Karang Menggunakan Worldview-2 , Studi Kasus : Perairan Pltu Paiton Probolinggo*.” Jurnal PenginderaanJauh12(2):123–32.
http://jurnal.lapan.go.id/index.php/jurnal_inderaja/article/view/2392.
- Jennings. 1996. *Perikanan dan Terumbu Karang Yang Rusak Bagaimana Mengelolanya*. 5(2): 97-111.
- Jhon, D Hedley,dkk. 2018. *Aplikasi Terumbu Karang dari Sentinel 2 Dengan Dibandingkan Dengan Landsat 8*. Remote Sensing Lingkungan Hidup. 216: 598-614.
- Johan, Irawan. 2017. *Studi Perkembangan Terumbu Karang di Perairan Pulau Panjang Jepara Menggunakan Citra Sentinel-2 Menggunakan Logaritma Lyzenga*.
- Karang, Genera et al. 2017. “*Kata Kunci: Genera Karang, Coral Finder Pulau Barranglompo, Pulau Bonebatang, Spermonde*.” 2(2): 39–51.
- Kasim, Faizal. 2011. “*Pelestarian Terumbu Karang Untuk Pembangunan Kelautan Daerah Berkelanjutan*.” (November): 1–7.

- Linlin,Zheng,dkk. 2019. *Distribusi Spisial Microplastic di Pasir Pulau Terumbu Karang di Laut Cina Selatan Perbandingan dari Karang Fringing dan Atol*. Jurnal Ilmu Lingkungan. 688: 780-786.
- Lillesand, Thomas M., Ralph W Kiefer. 1999. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Gajah Mada University Press. Jogyakarta
- Lillesand and Keifer. 1999. *Penginderaan Jauh dan Aplikasinya di Wilayah Pesisir dan Lautan*. Jurnal Kelautan. 3(1): 18-28.
- Lyzenga, Metode Algoritma. 2018. "Jurnal Geodesi Undip Oktober 2018 Jurnal Geodesi Undip Oktober 2018." (7): 233–43.
- Mather. 1987. *Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh*. 8(2): 1-6.
- Mehdi, Hafezi,dkk. 2019. *Pemetaan Jangka Panjang Ekosistem Terumbu Karang di Sebuah Pulau Kecil Pergeseran Rezim Mengembangkan Studi Kasus Negara*. Jurnal Ilmu Lingkungan. 2(3): 1-45.
- Munasik,dkk. 2012. *Sebaran Spasial Karang Keras (Scleractinia) di Pulau Panjang Jawa Tengah*. Buletin Oseanografi Marina. (1): 16-24.
- Mungsit. 2016. *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang Oleh Masyarakat di Kawasan Lhokseudu Kecamatan Leupung Kabupaten Aceh Besar*. 1(1): 1-9.
- Nurdin, N., Hidayatulah, T., Akbar, M, A.S, 2009. *Analisis Klasifikasi Obyek Penutupan Dasar Perairan laut Dangkal Menggunakan citra ALOS AVNIR-2*. Volume 11 No. 1: Juni 2009 8-17.
- Nybaken. 1988. *Analisis Keragaman dan Kondisi Terumbu Karang di Pulau Sarappolompo Kabupaten Pangkep*.
- Ramses. 2016. *Analisis Kesesuaian Lokasi Untuk Aplikasi Teknologi Terumbu Buatan Untuk Peningkatan Hasil Perikanan dan Rehabilitasi Lingkungan Laut*. Program Studi Pendidikan Biologi. Universitas Riau Kepulauan.
- Siregar, Vincentius., Rianti,A. 1996. *Pengembangan Algoritma Pemetaan perairan Dangkal (Terumbu Karang) dengan menggunakan Citra Satelit: Aplikasi pada Daerah Benoa, Balidalam: Kumpulan Makalah Seminar Konvensi Nasional Pembangunan benua Maritim Indonesia*.
- Setiawan, Kuncoro Teguh, Yenni Marini, Supriyono Pusat, and Pemanfaatan Penginderaan. 2015. "Bedah Tuntas Data Citra Landsat 8 Untuk Wilayah Pesisir Dan Laut." 10(2).

- Stehman, S.V. dan Czaplewski, R.L., 1997. *Design Analysis for Thematic Map Accuracy Assesment: Fundamental Principles. Remote Sensing of Environment*.
- Sutanto. 1986. *Penginderaan Jauh Jilid I*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- , 1992. *Penginderaan Jauh Jilid II*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- , 1992. *Penginderaan Jauh; Jilid 1*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- , 1994. *Kajian Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh*. 4(1): 20-31
- Veron. 2002. *Kondisi, Keanekaragaman dan Bentuk Pertumbuhan Karang di Pulau Kayu Angin Genteng, Kepulauan Seribu*. 13(2): 108-118.
- Verwey. 1981. *Kondisi Terumbu Karang di Tanjung Gosongseng Desa Kahyapu Pulau Enggano Provinsi Bengkulu*. 1(1): 43-56.
- Wibowo, Koko Mukti, Indra Kanedi, and Juju Jumadi. 2015. "Pertambangan Batu Bara Di Provinsi Bengkulu." 11(1): 51–60.
- Wisatawan, Berkunjung, Puti Embun Sari, Eka Mariyanti, and Siska Lusya Putri. 2019. "Pengaruh Electronic Word Of Mouth Foto Wisata Terhadap Keputusan." 1.
- Yempita,Efendi. 1994. *Kerusakan Terumbu Karang di Perairan Sepanjang Pantai Sumatera Barat*. Jurnal Perikanan Laut. (91): 48-56.
- Zainul, Hidayah,dkk. 2016. *Perencanaan Untuk Manajemen Pulau Kecil Yang Berkelanjutan Studi Kasus Provinsi Jawa Gili Timur Pulau Indonesia Timur*. Procedia Sosial dan Ilmu Perilaku. 227(2): 785-790.