

2. Hubungan Klasifikasi citra dengan kondisi terumbu karang	15
3. Indeks Keanekaragaman Karang	16
4. Paramater fisika-kimia perairan	16
5. Hubungan antara tutupan dengan keanekaragaman karang.....	17
IV. HASIL.....	18
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	18
B. Kondisi Lingkungan Perairan	29
C. Analisis Citra Tutupan Terumbu Karang.....	18
1. Pra Pemrosesan Citra	18
2. Penerapan Rumus Koreksi Kolom Air	19
3. Pengklasifikasian Citra	21
D. Terumbu Karang.....	26
1. Persen Tutupan Terumbu Karang	26
2. Keanekaragaman Genera Karang	28
E. Hubungan Antara Tutupan Terumbu Karang dengan Keanekaragaman Karang	29
V. PEMBAHASAN.....	30
A. Kondisi Lingkungan Perairan	33
1. Suhu	33
2. Salinitas	33
3. Kecepatan Arus	34
4. Kecerahan Perairan	34
B. Analisis Citra Tutupan Terumbu Karang.....	30
1. Pra Pemrosesan Citra	30
2. Pengklasifikasian Citra	30
C. Terumbu Karang.....	31
1. Persen Tutupan Terumbu Karang	31
2. Keanekaragaman Genera Karang	32
D. Hubungan Persen Tutupan Terumbu Dengan Keanekaragaman Genera Karang	35
.....	35
VI. PENUTUP	36
A. Kesimpulan	36
B. Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....	37
LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
Tabel 1. Kriteria Indeks keanekaragaman (H')	7
Tabel 2. Alat dan bahan yang digunakan di lapangan.....	9
Tabel 3. Kategori Persen Tutupan Karang.....	14
Tabel 4. Standar baku mutu air laut untuk biota laut	15
Tabel 5. Blanko Error Matrix.....	16
Tabel 6. Interpretasi dari nilai r	17
Tabel 7. Hasil pengukuran parameter oseanografi pada 4 stasiun yang meliputi suhu, salinitas, kecerahan, dan kecepatan arus.....	29
Tabel 8. Hasil perhitungan algoritma Lyzenga.....	20
Tabel 9. Hasil pengamatan groundtruth.....	23
Tabel 10. Uji Matrix Ketelitian Klasifikasi Citra.....	24
Tabel 11 Indeks Keanekaragaman Genera Karang Tiap Stasiun	28

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
Gambar 1. Peta lokasi Penelitian di Pulau Samalona	8
Gambar 2. Desain Underwater Photography Transect.....	14
Gambar 3. Perbandingan hasil penampakan citra sebelum (a) dan setelah koreksi radiometrik (b), Nilai histogram sebelum (a.1) dan setelah koreksi radiometrik (b.2)	19
Gambar 4. Perbandingan hasil sebelum (a) dan setelah (b) pengaplikasian masking. 19	
Gambar 5. Pengambilan titik sampel	20
Gambar 6 Visualisasi citra setelah penerapan algoritma Lyzenga.....	21
Gambar 7 Hasil Klasifikasi IsoData 15 Kelas	21
Gambar 8 Hasil penanda titik pengamatan di setiap kelas.....	22
Gambar 9 Hasil Reklasifikasi.....	24
Gambar 10. Letak Titik Stasiun Pengambilan Data UPT.....	25
Gambar 11. Hasil klasifikasi luas karang hidup	25
Gambar 12. Persen Tutupan Karang Hidup Tiap Stasiun	26
Gambar 13 Grafik Tutupan Terumbu Karang	27
Gambar 14. Diagram Persen Tutupan Terumbu Karang di Pulau Samalona.....	27
Gambar 15. Jumlah Koloni Tiap Genera Karang	28
Gambar 16. Grafik hubungan Tutupan terumbu karang terhadap keanekaragaman Genera Karang di Pulau Samalona	29

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
Lampiran 1. Nilai Rasio Koefisien Atenuasi Kanal Biru Dan Hijau.....	43
Lampiran 2. Tutupan Substrat Terumbu Karang.....	44
Lampiran 3. Jumlah Koloni Tiap Genera Karang.....	46
Lampiran 4. Keanekaragaman (H') Shannon Wiener	47
Lampiran 5. Uji Regresi Linear Sederhana Antara Hubungan Persen Tutupan Terumbu Karang dengan Keanekaragaman Genera Karang.....	49
Lampiran 6. Dokumentasi Pengambilan Data di Lapangan	50

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Terumbu Karang merupakan suatu ekosistem yang bersimbiosis dengan kelompok hewan anggota filum Cnidaria yang dapat menghasilkan kerangka luar dari kalsium karbonat. Karang dapat berkoloni atau sendiri, tetapi hampir semua karang hermatipik merupakan koloni dengan berbagai individu hewan karang atau polip menempati mangkuk kecil atau koralit dalam kerangka yang masif (Rizal, 2016).

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem yang berada di wilayah pesisir. Ekosistem yang merupakan satu potensi sumberdaya perairan di Indonesia ini memiliki banyak manfaat bagi lingkungan. Selain bermanfaat bagi biota laut, ekosistem terumbu karang sering dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai tujuan wisata. Terumbu karang merupakan salah satu potensi sumberdaya perairan yang melimpah di Indonesia. Indonesia menempati peringkat teratas untuk luas dan kekayaan jenis terumbu karang. Terumbu karang berfungsi sebagai tempat hidup berbagai jenis biota laut dan sebagai tujuan pariwisata oleh masyarakat (Ilham *et al.*, 2018).

Terdapat 82 genera dan 569 jenis karang membuat Indonesia memiliki keanekaragaman jenis karang yang tinggi (Giyanto *et al.*, 2017). Luas terumbu karang di Indonesia sekitar 85.707 km² mencakup 18% dari jumlah terumbu karang di dunia (Dahuri, 2003). Kepulauan Spermonde terdapat di bagian selatan Selat Makassar, tepatnya di pesisir barat daya Pulau Sulawesi. Sebaran pulau karang yang terdapat di Kepulauan Spermonde terbentang dari utara ke selatan sejajar pantai daratan Pulau Sulawesi. Kepulauan Spermonde memiliki tingkat keanekaragaman karang yang cukup tinggi karena terdapat 78 genera dan sub genera, dengan total spesies 262 (Jompa, 2010). Dengan jumlah yang sebanyak itu ternyata tidak menjamin kesehatan terumbu karang itu sendiri (Giyanto *et al.*, 2017).

Peranan dan potensi terumbu karang dan ikan karang Indonesia yang berlimpah mendapat tekanan yang beragam dari aktivitas manusia di daratan yang dapat menyebabkan kerusakan terumbu karang secara fisik adalah kegiatan penyelaman, penambatan kapal dengan sistem jangkar, endapan pecahan karang di dalam sedimen dan pencemaran dari industri. Penelitian terbaru yang dilakukan COREMAP-CTI LIPI menunjukkan 35,15% terumbu karang di Indonesia berada dalam kondisi yang buruk atau rusak.

Pulau Samalona adalah salah satu pulau dalam gugusan Kepulauan Spermonde yang terkenal dengan gugusan terumbu karangnya yang terletak di Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Dengan dijadikannya sebagai destinasi wisata, seiring dengan berjalannya waktu dan aktifitas wisatawan yang meliputi aktifitas buang jangkar dari perahu pariwisata hingga kegiatan snorkeling dan diving, wilayah terumbu karang pulau Samalona menjadi salah satu yang terdampak.

Dampak pada kondisi terumbu karang dapat diketahui melalui pemetaan tutupan dasar perairan, menggunakan citra satelit yang mampu menyajikan informasi spasial dalam berbagai periode waktu. Informasi spasial yang disajikan dapat memberikan sebaran kondisi tutupan terumbu karang. Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian hubungan tutupan terumbu karang dengan keanekaragaman karang menggunakan citra satelit di perairan pulau Samalona agar dapat memberikan informasi terkait keanekaragaman genera karang dan akurasi penggunaan citra untuk mengetahui kondisi terumbu karang.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Memetakan tutupan karang menggunakan pendekatan spasial di Pulau Samalona.
2. Mengetahui keanekaragaman genera karang di Pulau Samalona.
3. Mengetahui hubungan persentase tutupan karang dengan keanekaragaman genera karang di Pulau Samalona.

Kegunaan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada peneliti dan pihak terkait tentang persentase tutupan terumbu karang dan keanekaragaman genera karang di pulau Samalona sehingga dapat menjadi acuan dalam pengelolaan dan pembuatan kebijakan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Terumbu Karang

1. Pengertian Terumbu Karang

Terumbu karang (*coral reef*) merupakan ekosistem dasar laut yang penghuni utamanya berupa berbagai spesies karang batu, dan bentuk karang batu ini bersama-sama dengan makhluk hidup lainnya membentuk suatu ekosistem (Rembet, 2012). Terumbu karang adalah salah satu ekosistem penting bagi perairan, yang memiliki keanekaragaman hayati yang dapat disejajarkan di hutan hujan tropis. Hal ini menjadikan terumbu karang sebagai aset berharga bagi lingkungan sekitarnya termasuk memberikan banyak manfaat bagi manusia, baik itu manfaat secara langsung maupun tidak langsung (Tudang *et al.*, 2019)

Tingkat ketergantungan yang cukup tinggi terhadap sumberdaya ini menyebabkan pemanfaatan terumbu karang mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, selain mendatangkan keuntungan bagi manusia, peningkatan pemanfaatan ini mengancam kelestarian terumbu karang sendiri. Kegiatan manusia di sekitar terumbu karang seperti penyelaman, kegiatan pelabuhan, penambangan karang, dan aktivitas perikanan lainnya yang terkait dengan wilayah pesisir telah menyebabkan penurunan kualitas dan produktivitas terumbu karang (Mansyur, 2016). Rondonuwu *et al.* (2013) menjelaskan bahwa, di samping sebagai sumber perikanan, terumbu karang memberikan penghasilan bagi industri ikan hias termasuk usaha pariwisata yang di kelola oleh masyarakat setempat dan para pengusaha.

Terumbu karang sebagai ekosistem dasar laut dengan penghuni utama karang batu mempunyai arsitektur yang mengagumkan dan dibentuk oleh ribuan hewan kecil yang disebut polip. Karang terdiri dari satu atau beberapa polip mempunyai bentuk tubuh seperti tabung dengan mulut yang terletak di bagian atas dan dikelilingi oleh tentakel (Barus *et al.*, 2018).

2. Karang

Karang merupakan kumpulan dari berjuta-juta hewan polip yang menghasilkan bahan kapur (CaCO_3). Sebagian besar karang adalah binatang-binatang kecil disebut Polip yang hidup berkoloni dan membentuk terumbu. Masing-masing polip memiliki kerangka luar yang disebut koralit. Sebuah koralit umumnya mempunyai septa yang menyerupai sekatesekat. Polip karang terdiri dari usus yang disebut filamen mesentri, tentakel yang memiliki sel nematosis (penyengat) yang berfungsi melumpuhkan musuhnya. Tubuh polip karang terdiri dari dua lapisan yaitu *ectoderm* dan *endoderm*. Diantara kedua lapisan tersebut terdapat jaringan yang berbentuk seperti jelly yang

disebut mesogela. Di dalam lapisan *endoderm* tubuh polip hidup bersimbiosis dengan alga bersel satu *Zooxanthellae*. *Zooxanthellae* adalah tumbuhan yang melakukan proses fotosintesis, hasil metabolisme dan O₂ (oksigen) akan diberikan kepada polip karang. Sedangkan polip karang memberikan tempat hidup dan hasil respirasi CO₂ kepada alga *zooxanthellae* (Coremap, 2010).

Zooxanthellae adalah alga dari kelompok Dinoflagellata yang bersimbiosis pada hewan, seperti karang, anemon, moluska dan lainnya. Sebagian besar *Zooxanthellae* berasal dari genus *Symbiodinium*. Jumlah *Zooxanthellae* pada karang diperkirakan > 1 juta sel/cm² permukaan karang, ada yang mengatakan antara 1-5 juta sel/cm². Meski dapat hidup tidak terikat induk, sebagian besar *Zooxanthellae* melakukan simbiosis dalam asosiasi ini, karang mendapatkan sejumlah keuntungan berupa: 1) hasil fotosintesis, seperti gula, asam amino dan oksigen, 2) mempercepat proses kalsifikasi melalui skema: fotosintesis akan menaikkan pH dan menyediakan ion karbonat lebih banyak kemudian dengan pengambilan ion P untuk fotosintesis, berarti *Zooxanthellae* telah menyingkirkan inhibitor klasifikasi. Bagi *Zooxanthellae*, karang adalah habitat yang baik karena merupakan pemasok terbesar zat anorganik untuk fotosintesis. Sebagai contoh Bytell menemukan bahwa untuk *Zooxanthellae* dalam *Acropora palmata* suplai nitrogen anorganik 70% didapat dari karang (Nybakken, 1992).

3. Penilaian Tutupan Terumbu Karang

Menurut KepMen LH No. 4 Tahun 2011 persentase tutupan karang hidup terbagi menjadi 4 kategori, kategori dengan tutupan karang hidup sebesar 0–24,9% termasuk dalam kategori Buruk, kategori dengan tutupan karang hidup sebesar 25%–49,9% termasuk dalam kategori sedang, kategori dengan tutupan karang hidup sebesar 50%-74,9% termasuk dalam kategori baik, kategori dengan tutupan karang hidup sebesar 75%– 100% termasuk dalam kategori sangat baik.

4. Underwater Photo Transect (UPT)

Metode Transek foto bawah air (*Underwater Photo Transect* = UPT) merupakan metode yang memanfaatkan perkembangan teknologi, baik perkembangan teknologi kamera digital maupun teknologi piranti lunak komputer. Pengambilan data di lapangan berupa foto-foto bawah air yang dilakukan dengan pemotretan menggunakan kamera Canon G-16 yang dilengkapi pelindung tahan air (*housing*) (Giyanto *et al.*, 2014). Tapi tidak harus juga menggunakan canon G-16 bisa juga menggunakan kamera lain yang memiliki kualitas atau resolusi gambar yang bagus atau besar, dimana dalam setiap lokasi akan ditarik garis 50 meter menggunakan roll meter, penelitian ini dilakukan pada tiga titik koordinat yang berbeda dimana setiap titik pengambilan data akan

menghasilkan 50 foto karang yang di analisis dan total keseluruhan foto karang yang akan dianalisis berjumlah 150 foto. Foto-foto hasil pemotretan tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan piranti lunak *Coral Point Count with Excel extensions* (CPCe) untuk mendapatkan data yang kuantitatif (Kohler & Gill, 2006).

B. Penginderaan Jauh

1. Pengertian Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah pengumpulan informasi tentang suatu objek atau daerah dari kejauhan, biasanya menggunakan data yang diambil dari satelit, pesawat, atau kendaraan bawah air. Pada sistem penginderaan jauh, metode yang digunakan kebanyakan meliputi fotografi, radar, spektroskopi, dan magnet (Geologinesia, 2016).

Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah teknik yang dikembangkan untuk memperoleh dan menganalisis informasi tentang bumi dimana informasi tersebut khusus berbentuk radiasi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan dari permukaan bumi (Sutanto, 1992). Menurut Lillesand & Kiefer (2004), penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan alat tanpa adanya kontak langsung dengan obyek, daerah atau fenomena yang dikaji. Menurut seorang ahli yang bernama Lindgren, penginderaan jauh adalah berbagai teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi (Edukasia, 2017).

2. Citra Sentinel-2A

Sentinel-2A merupakan satelit observasi bumi milik *European Space Agency* (ESA) yang diluncurkan pada tanggal 23 Juni 2015 di Guiana Space Centre, Kourou, French Guyana, menggunakan kendaraan peluncur Vega. Satelit ini merupakan salah satu dari dua satelit pada Program Copernicus yang telah diluncurkan dari total perencanaan sebanyak 6 satelit. Sebelumnya telah diluncurkan Satelit Sentinel-1A yang merupakan satelit radar pada tanggal 3 April 2014, dan segera menyusul kemudian yaitu Satelit Sentinel-2B pada tahun 2017 mendatang. Satelit Sentinel-2A dilengkapi instrumen multispektral dengan 13 saluran spektral dari saluran cahaya tampak, inframerah dekat, serta gelombang pendek inframerah. Satelit yang direncanakan dapat bertahan selama 7 tahun ini, mempunyai resolusi spasial 10 meter (untuk band-band cahaya tampak dan inframerah dekat), 20m dan 60m (untuk band-band gelombang inframerah dekat dan gelombang pendek inframerah) (ESA, 2015).

3. Sistem Informasi Geografis

Menurut Riyanto *et al.* (2009) Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Atau dalam arti yang lebih sempit, adalah sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelola dan menampilkan informasi bereferensi geografis, misalnya data yang diidentifikasi menurut lokasinya, dalam sebuah database.

Sistem Informasi Geografis merupakan suatu sistem informasi yang berbasis komputer, dirancang untuk bekerja dengan menggunakan data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Sistem ini dapat meng-*capture*, mengecek, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisa, dan menampilkan data yang secara spasial mereferensikan kepada kondisi bumi (Zulius & Daulay, 2019).

4. Algoritma Lyzenga

Kemampuan radiasi elektromagnetik melakukan penetrasi ke dalam perairan sangatlah penting, ketika informasi tentang kondisi dan fenomena di bawah permukaan air diperlukan. Siregar *et al.* (1996) mengemukakan bahwa, dengan melakukan penggabungan secara logaritma natural dua kanal sinar tampak, maka akan didapat citra baru yang menampakkan dasar perairan yang informatif. Pendekatan yang dilakukan untuk mendapatkan algoritma dikembangkan oleh Lyzenga (1978).

Menurut Lyzenga (1978) pantulan dasar perairan tidak dapat diamati secara langsung pada citra satelit karena dipengaruhi oleh serapan dan hamburan pada lapisan permukaan air. Pengaruh ini dapat dihitung, jika pada setiap titik di suatu wilayah diketahui kedalaman dan karakteristik optis airnya. Prinsip ini sebagai dasar untuk mengembangkan teknik penggabungan informasi dari beberapa saluran spektral untuk menghasilkan indeks pemisah kedalaman (*depthinvariant index*) dari material penutup dasar perairan. Parameter masukan dalam algoritma ini adalah perbandingan antara koefisien pelemahan air (*water attenuation coefficient*) pada beberapa saluran spektral. Algoritma ini menyadap informasi material penutup dasar perairan berdasarkan kenyataan bahwa sinyal pantulan dasar mendekati fungsi linier dari pantulan dasar perairan dan merupakan fungsi eksponensial dari kedalaman. Fungsi penggunaan algoritma Lyzenga itu sendiri pada proses pengolahan dapat mereduksi pengaruh dari kolom air pada kedalaman tertentu dengan membuat suatu kanal baru dari hasil perhitungan band a dan band b yang akan digabungkan menjadi 1 band dari hasil perhitungan hubungan spektral antara band tersebut. Dalam penelitian ini kita menggunakan band 2 dan 3 pada citra satelit Sentinel 2A.

Apabila dasar perairan laut dangkal dapat terlihat, maka dapat dibentuk suatu hubungan antara kedalaman perairan dengan sinyal pantul yang diterima oleh sensor. Rumus yang dijadikan acuan adalah *Exponential Attenuation Model* (Lyzenga, 1978), yaitu :

$$Li(H) = Li + (Ai - Li) \cdot e^{-2KiH}$$

Keterangan :

Li(H) = Pantulan pada band i dengan kedalaman H (m)

Li = Pantulan dari laut dalam pada band i

Ai = Albedo dasar pada band i

H = Kedalaman perairan (m)

Ki = Koefisien atenuasi air pada band i (m⁻¹)

C. Indeks Keanekaragaman (H')

Indeks Keanekaragaman Hayati (H') secara matematis menggambarkan keadaan populasi organisme untuk memfasilitasi analisis informasi tentang populasi yang berbeda dalam suatu komunitas. Keanekaragaman spesies, juga dikenal sebagai heterogenitas spesies, adalah ciri unik yang menggambarkan struktur komunitas dalam jaringan kehidupan. Komunitas memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi ketika mereka berlimpah dalam berbagai spesies, dan sebaliknya, mereka rendah dalam keanekaragaman hayati ketika spesiesnya rendah (Ardi, 2002).

Keanekaragaman (H') memiliki nilai tertinggi ketika semua individu termasuk dalam genus atau spesies yang berbeda, dan nilai terendah ketika semua individu termasuk dalam satu genus atau hanya satu spesies (Odum, 1993). Kriteria indeks keanekaragaman (H') diklasifikasikan menjadi 3 kategori yang dapat dilihat pada tabel 1 (Odum, 1993):

Tabel 1. Kriteria Indeks keanekaragaman (H')

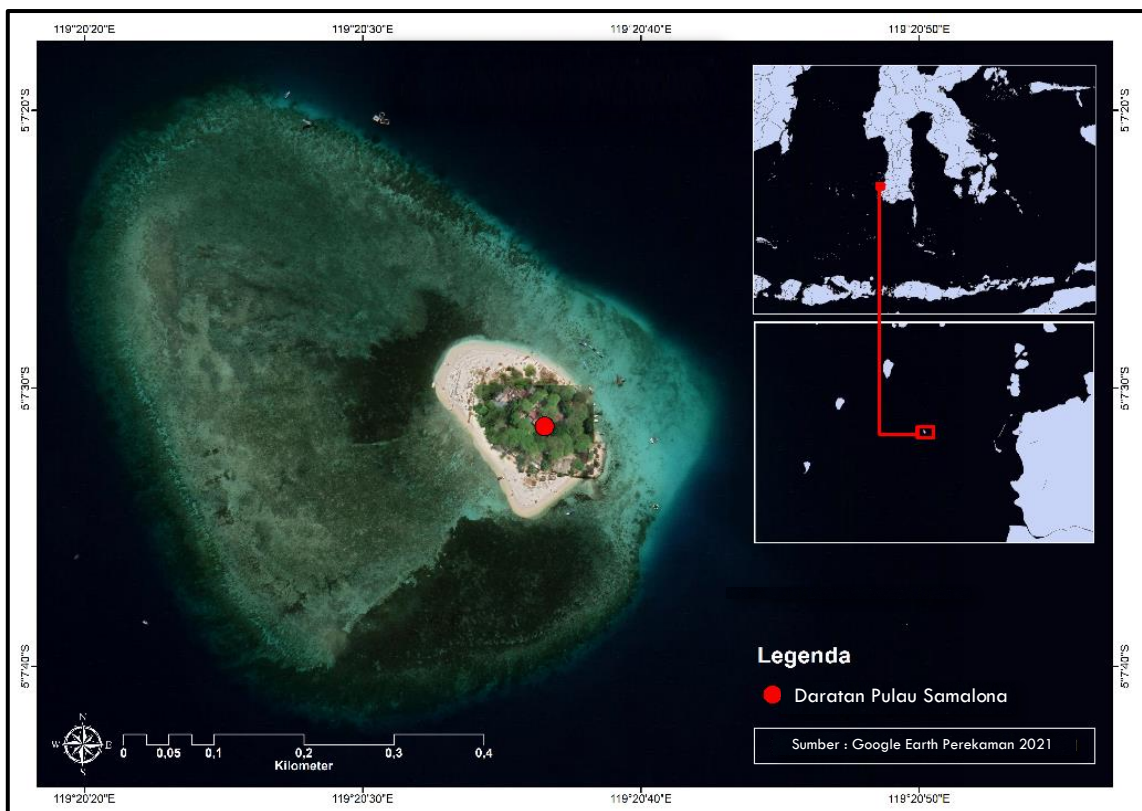
Indeks keanekaragaman jenis (H')	Kategori
H' < 1	Rendah
1 < H' < 3	Sedang
H' ≥ 3,0	Tinggi

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2021 – April 2022 di Pulau Samalona, Sulawesi Selatan. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Terumbu Karang (*Coral Center*) dan Laboratorium Geospasial Gedung Pusat Kegiatan Penelitian Lantai 5, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Penelitian ini dilakukan di perairan Pulau Samalona (Gambar 1). Titik sampling akan ditentukan dengan menggunakan metode acak terpilih (*purposive sampling*) berdasarkan hasil pengolahan citra sentinel 2A.



Gambar 1. Peta lokasi Penelitian di Pulau Samalona