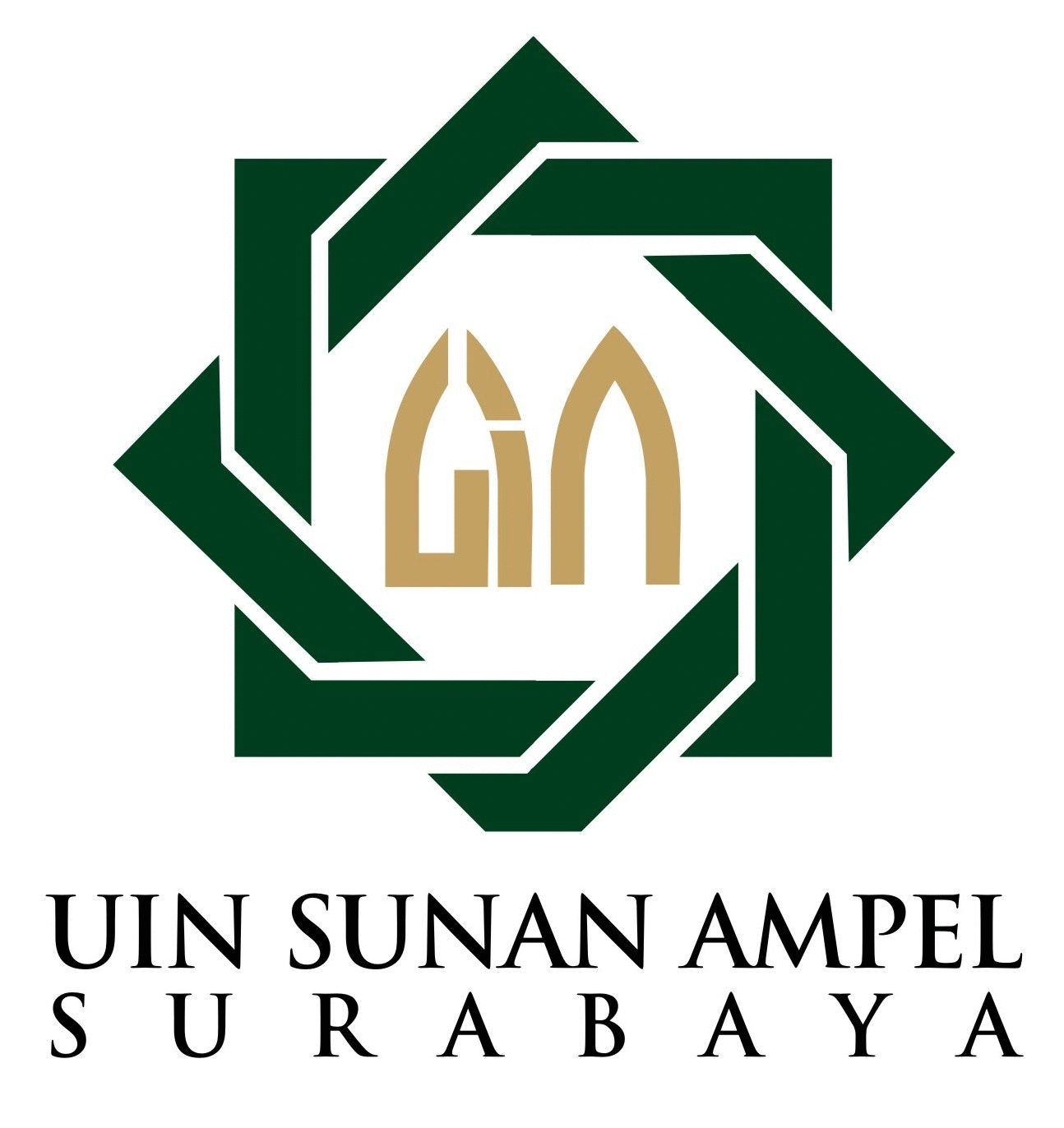
**STUDI KORELASI POLA DISTRIBUSI DAN KELIMPAHAN** *SEA URCHIN (Diadema setosum)* **TERHADAP KONDISI TUTUPAN KARANG DI PERAIRAN PULAU GILI NOKO, KABUPATEN GRESIK**

# 

# PROPOSAL SKRIPSI



**Disusun Oleh:**

**BERLIANNY OVINA JASMINE**

**NIM. H74215026**

**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL**

**SURABAYA**

**2019**

# BAB I

**PENDAHULUAN**

* 1. **Latar Belakang**

Pulau Bawean merupakan pulau yang berjarak 120 km atau 80 mil laut ke arah utara dari Kota Gresik dan apabila dilihat secara administrasi, pulau ini masuk ke dalam wilayah Kabupaten Gresik. Pulau yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa ini memiliki luas wilayah kurang lebih 196,27 km2,diameter pulau 12 km, dan jumlah penduduknya mencapai 70.000 jiwa. Secara geografis, Pulau Bawean terletak diantara 112o45’ Bujur Timur dan 05o45’ Lintang Selatan (Pemprov Jatim, 2015*dalam* Sukandar *et al.,* 2017). Pulau Bawean memiliki dua kecamatan, yaitu Kecamatan Sangkapura dan Kecamatan Tambak dengan luas area masing-masing 118,72 km dan 77,55 km. Kecamatan Sangkapura memiliki 17 desa dan 11 diantaranya termasuk kedalam desa pesisir, sedangkan Kecamatan Tambak memiliki 13 desa dan 11 diantaranya juga termasuk kedalam desa pesisir di Provinsi Jawa Timur (Sukandar *et al.,* 2017). Pulau ini dapat di golongkan ke dalam salah satu wilayah yang memiliki keanekaragaman biota laut yang sangat beragam, salah satu di antaranya adalah kelas Echinoidea.

*Sea Urchin* (Echinoidea) masuk kedalam filum Echinodermata, dalam bahasa yunani Echinodermata memiliki arti yaitu kulit berduri. *Sea urchin* adalah hewan laut yang memiliki duri-duri yang dapat digerakkan pada kulitnya dan berbentuk bulat. Hewan ini dapat hidup di berbagai macam habitat, contohnya seperti pada habitat terumbu karang dan habitat lamun (Wulandari *et al.,* 2015). *Sea urchin* merupakan hewan *nocturnal* atau hewan yang aktif pada malam hari, pada siang hari biasanya hewan ini bersembunyi di sela-sela terumbu karang (Zakaria, 2013).

*Sea urchin* biasanya dapat ditemukan di ekosistem terumbu karang, lamun, dan daerah pertumbuhan alga dan biasanya hidup secara berkelompok dalam kelompok yang besar. Namun, ada juga beberapa jenis *sea urchin* yang dapat hidup pada daerah yang berbeda dengan jenis yang lainnya. *Sea urchin* ini dapat ditemukan dari daerah intertidal hingga kedalaman 10 meter (Miala *et al.,* 2015). Daerah intertidal sendiri memiliki pengertian bahwa daerah tersebut merupakan daerah yang terkena pasang-surut dan hal tersebut dipengaruhi oleh aktifitas daratan (pantai) dan laut (Pribadi *et al*., 2017*).* Terumbu karang dapat hidup karena antara jumlah *sea urchin* yang terdapat di wilayah tersebut dengan jumlah makroalganya terhitung seimbang. Keberadaan *sea urchin* sebagai biota herbivora di terumbu karang berperan sebagai biota penyeimbang antara jumlah makroalga dengan tutupan karang. Apabila jumlah *sea urchin* pada suatu wilayah berkurang maka hal tersebut akan meningkatkan jumlah dari makroalga secara drastis (*blooming*) sehingga makroalga akan mendominasi karang dan menyebabkan karang akan mati (Aziz, 1995). *Sea urchin* merupakan hewan herbivora yang biasanya memakan ganggang (alga), namun hewan ini juga dapat hidup dengan mendapatkan makanan dari hewan lain seperti kupang, *spons* (bunga karang), bintang rapuh, dan juga crinoids. Terumbu karang dapat rusak disebabkan oleh *sea urchin* apabila di wilayah tersebut tidak terdapat makroalga dan asosiasi fauna yang lainnya (Miala *et al.,* 2015).

Terumbu karang merupakan bagian dari salah satu ekosistem laut yang memiliki banyak fungsi bagi biota-biota laut yang hidup di sekitarnya, yaitu sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*) dan berlindung untuk banyak biota, sebagai tempat pemijahan (*spawning ground*), pengasuhan (*nursery*), dan juga tempat untuk membesarkan (*rearing*) beberapa jenis ikan. Terumbu karang juga berfungsi sebagai penahan erosi arus pantai yang disebabkan oleh adanya deburan ombak (Miala *et al.,* 2015). Apabila terdapat ekosistem terumbu karang yang rusak di suatu wilayah maka akan memberi dampak yang sangat besar juga kepada biota yang lainnya.

Menurut Indarjo *et al* (2004), terumbu karang memiliki banyak potensi, salah satunya adalah banyaknya keragaman jenis biota yang terdapat di ekosistem tersebut. Ekosistem terumbu karang dikatakan sebagai ekosistem yang paling produktif di lautan karena banyak biota laut seperti ikan-ikan karang, ikan napoleon, ikan kerapu, teripang, kima, ikan hias, ikan kakap merah menjadikan ekosistem terumbu karang sebagai habitatnya. Terumbu karang juga memiliki nilai ekonomis penting dan dapat memberikan jasa-jasa lingkungan karena memiliki keindahan sehingga menjadi sumberdaya industri dari ekowisata kelautan. Namun, di Indonesia banyak wilayah yang potensi terumbu karangnya semakin menurun dan juga terancam rusak. Hubungan antara kelimpahan *sea urchin* dengan ekosistem terumbu karang yang dinilai kurang sehat diperlukan penelitian yang lebih lanjut untuk menentukan korelasi di antara keduanya apabila ada (Supono, 2012).

Pola sebaran atau pola distribusi merupakan suatu tata ruang dari jenis maupun individu di suatu ekosistem atau komunitas. Terdapat tiga bagian dalam pola distribusi, yaitu pola distribusi acak (*random*), pola distribusi merata (*uniform*), dan pola distribusi mengelompok (*clumped* atau *aggregated*). Pola distribusi yang dimiliki tiap-tiap jenis hewan atau ekosistem berbeda-beda, hal tersebut tergantung dari lingkungan, model reproduksi, dan juga faktor biotik serta abiotiknya (Rahardjanto, 2001). Pola distribusi untuk *sea urchin* dipengaruhi oleh aktivitas yang dilakukan di ekosistem terumbu karang, sedangkan untuk penyebarannya dapat berbeda-beda tergantung dari kondisi lingkungan yang ada di sekitarnya (Gani *et al.,* 2013).

*Sea urchin* yang berada pada ekosistem terumbu karang dapat menjadi pemangsa apabila di lokasi tersebut tidak tersedia makanan bagi hewan tersebut. *Sea urchin* yang terdapat pada jenis karang bercabang (*Acropora sp.*) akan memakan polip dari karang tersebut sehingga karang akan menjadi *bleaching* dan kemudian mati. Keberadaan *sea urchin* yang terdapat di ekosistem terumbu karang harus diperhatikan terutama apabila jumlahnya sudah sangat melimpah dan melebihi dari batas normal yang ditentukan karena akan berakibat pada turunnya tutupan karang yang ada di suatu wilayah (Nazar, 2017).

Pulau Gili Noko yang terletak di sebelah timur Pulau Bawean ini memiliki susunan ekosistem yang lengkap, mulai dari ekosistem mangrove, lamun, dan terumbu karang. Penelitian ini diperlukan untuk mengetahui bagaimana kondisi tutupan karang pada Pulau Gili Noko dan juga studi korelasinya antara tutupan karang dengan ekosistem *sea urchin* jenis *Diadema setosum**.*

* 1. **RumusanMasalah**
  2. Bagaimana pola distribusi *sea urchin (Diadema setosum)* pada karang yang terdapat di Perairan Pulau Gili Noko, Kabupaten Gresik?
  3. Bagaimana kelimpahan *sea urchin (Diadema setosum)* pada karang yang terdapat di Perairan Pulau Gili Noko, Kabupaten Gresik?
  4. Bagaimana kondisi tutupan karang yang terdapat di Perairan Pulau Gili Noko, Kabupaten Gresik?
  5. Bagaimana korelasi antara pola distribusi *sea urchin (Diadema setosum)* dengan kondisi tutupan karang di Perairan Pulau Gili Noko, Kabupaten Gresik?
  6. Bagaimana korelasi antara kelimpahan *sea urchin (Diadema setosum)* dengan kondisi tutupan karang di Perairan Pulau Gili Noko, Kabupaten Gresik?

## 1.3 Tujuan

1. Mengetahui pola distribusi *sea urchin (Diadema setosum)* pada karang yang terdapat di Perairan Pulau Gili Noko, Kabupaten Gresik.
2. Mengetahui kelimpahan *sea urchin (Diadema setosum)* pada karang yang terdapat di Perairan Pulau Gili Noko, Kabupaten Gresik.
3. Mengetahui kondisi tutupan karang yang terdapat di Perairan Pulau Gili Noko, Kabupaten Gresik.
4. Mengetahui korelasi antara pola distribusi *sea urchin (Diadema setosum)* dengan kondisi tutupan karang di Perairan Pulau Gili Noko, Kabupaten Gresik.
5. Mengetahui korelasi antara kelimpahan *sea urchin (Diadema setosum)* dengan kondisi tutupan karang di Perairan Pulau Gili Noko, Kabupaten Gresik.

## 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah pada Studi Korelasi Pola Distribusi dan Kelimpahan *Sea Urchin (Diadema setosum)* terhadap Kondisi Tutupan Karang di Perairan Pulau Gili Noko, Kabupaten Gresik adalah sebagai berikut:

1. Lokasi titik transek karang dan *sea urchin (Diadema setosum)* dilakukan pada 4 titik transek di masing-masing kedalaman, yaitu pada kedalaman 3 m dan 5 m.
2. Pola distribusi *sea urchin (Diadema setosum)* terbentuk berdasarkan distribusi dan kelimpahan dari sumber makanannya dan juga habitat dari hewan tersebut.
3. Parameter oseanografi pada penelitian ini meliputi suhu, salinitas, pH, kecerahan, DO, dan kecepatan arus permukaan air laut.
4. Parameter untuk mengetahui kondisi karang didasarkan pada tutupan, indeks keanekaragaman, dominansi, dan keseragaman dari ekosistem karang.
5. Pengambilan data (karang, *Diadema setosum*, dan parameter oseanografi) dilakukan 3 kali pengulangan di tiap-tiap titik transek karang.
6. Pengamatan difokuskan pada korelasi antara kelimpahan *Diadema setosum* dan pola distribusi *Diadema setosum* dengan kondisi tutupan karang yang berada di wilayah tersebut.

## 1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh melalui penelitian ini, yaitu diharapkan dapat menambah informasi dan wawasan mengenai Studi Korelasi Pola Distribusi dan Kelimpahan *Sea Urchin (Diadema setosum)* terhadap Kondisi Tutupan Karang di Perairan Pulau Gili Noko, Kabupaten Gresik. Selanjutnya, untuk peneliti yang ingin melakukan penelitian berkaitan dengan *Diadema setosum* maupun karang dapat menggunakan data atau informasi dari penelitian ini untuk menambah referensi.

# BAB II

**TINJAUAN PUSTAKA**

## 2.1 Terumbu Karang

### 2.1.1 Deskripsi Umum Terumbu Karang

Terumbu karang (*coral reef*) merupakan suatu kelompok organisme yang tempat hidupnya berada di dasar perairan laut dangkal, khususnya di daerah yang tropis. Terumbu karang dapat ditemukan hampir di seluruh dunia, baik di perairan kutub maupun di perairan ugahari, namun terumbu karang hanya dapat berkembang di daerah tropis dan pembentukan dari terumbu karang biasanya digunakan sebagai pembatas bagi lingkungan lautan darah tropis (Ghufran, 2010).

Terumbu (*reef*) tersusun dari endapan-endapan masif yang dihasilkan oleh hewan karang kelas *Anthozoa, filum Cnidaria/Coelenterata, ordo Madreporaria/Scleractinia*. Hewan karang tersebut termasuk ke dalam karang hermatifik (*hermatypic coral*) atau jenis-jenis karang yang dapat menghasilkan kerangka karang dari kalsium karbonat (CaCO3) (Dahuri, 2003).

Terumbu karang terbagi menjadi dua tipe, yaitu karang hermatifik (*hermatypic corals*) yang dapat membentuk bangunan kapur atau dapat menghasilkan terumbu dan karang ahermatifik (*ahermatypic corals*) yang tidak dapat menghasilkan terumbu maupun bangunan kapur. Karang ahermatifik (*ahermatypic corals*) dapat ditemukan di seluruh dunia, bahkan beberapa di antaranya dapat ditemukan pada kedalaman kurang lebih 7.600 m (Ghufran, 2010).

Kemampuan karang hermatifik untuk menghasilkan terumbu ini disebabkan oleh adanya sel-sel tumbuhan yang dinamakan *zooxanthellae* bersimbiosis di dalam jaringan karang hermatifik. *Zooxanthellae* yang berfotosintesis selanjutnya akan membantu untuk memberikan suplai makanan dan juga oksigen bagi polip. Sisa-sisa metabolisme yang dihasilkan oleh polip karang seperti karbondioksida, fosfat, dan juga nitrogen akan digunakan oleh *zooxanthellae* untuk berfotosintesis dan juga berguna untuk pertumbuhannya (Ghufran, 2010).

### 2.1.2 Klasifikasi Terumbu Karang

Kementrian Kelautan dan Perikanan (2016) mengklasifikasikan terumbu karang yang merupakan endapan masif kalsium karbonat (CaCO3) hasil dari aktifitas binatang karang sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Coelenterata

Class : Anthozoa

Sub Class : Hexacorallia

Ordo : Scleractinia

Karang masuk ke dalam salah satu keluarga biota laut yang memiliki sengat dan di kenal sebagai Cnidaria. Jenis-jenis karang yang ditemukan di Indonesia sebanyak 590 jenis dan termasuk ke dalam 80 marga dari karang (Suharsono, 2008). Berdasarkan pernyataan dari Wells (1954) dalam Suharsono (2008), diketahui bahwa ordo Scleractinia yang berada di wilayah Indo – Pasifik terbagi menjadi 5 sub-ordo dan terdiri dari 16 suku dan 72 marga. Menurut Veron (1993) dalam Suharsono (2008), di Indo – Pasifik terdapat 84 marga karang dan jumlah marga yang tersebar di seluruh dunia berjumlah 119 marga.

### 2.1.3 Bentuk Pertumbuhan Karang

Berdasarkan bentuk pertumbuhannya, karang dapat dibedakan menjadi enam kategori, yaitu karang bercabang (*branching*), karang padat (*massive*), karang mengerak (*encrusting*), karang meja (*tabulate*), karang berbentuk daun (*foliose*), dan karang jamur (*mushroom*) (Coremap, 2007). Suharsono (1996) mengatakan terumbu karang dibagi menjadi empat tipe berdasarkan struktur geomorfologi dan juga proses pembentukannya, yaitu terumbu karang tepi (*fringing reef*), terumbu karang cincin (*atoll reef*), terumbu karang penghalang (*barrier reef*), dan juga terumbu karang takat atau gosong (*patch reef*).

Suhery (2016) mengungkapkan bahwa terumbu karang tepi (*fringing reef*) tumbuh di perairan dangkal mulai dari tepian pantai dan mencapai kedalaman tidak lebih dari 40 m, serta dekat dengan pantai. Terumbu karang penghalang (*barrier reef*) dipisahkan oleh laguna dengan daratan, umumnya terumbu karang ini tumbuh memanjang dengan bentangan sejajar pantai dan memiliki kedalaman kurang lebih 40 m hingga 75 m. Terumbu karang cincin (*atoll*) memiliki bentuk melingkar seperti cincin yang tumbuh dekat dengan permukaan laut di pulau yang berada di bawah laut dengan kedalaman 40 m hingga 100 m dan untuk terumbu karang tipe takat atau gosong (*patch reef*) tumbuh dengan menyebar per masing-masing koloni.

Sebagaimana disebutkan pada lampiran Keputusan Dirjen KP3K, Departemen Kelautan dan Perikanan Nomor: SK.64C/P3K/IX/2004, diketahui bahwa terumbu karang tepi atau terumbu karang pantai berada dekat dan juga sejajar dengan garis pantai. Terumbu karang jenis ini memiliki celah sempit dan relatif dangkal antara terumbu karang dan pantai. Terumbu karang penghalang hampir serupa dengan terumbu karang tepi, hanya saja untuk terumbu karang penghalang memiliki jarak yang cukup jauh antara formasi karang jenis ini dengan daratan ataupun pantai dan umumnya terdapat laguna atau perairan yang cukup dalam di antara terumbu dan juga daratan.

### 2.1.4 Manfaat Terumbu Karang

Ekosistem terumbu karang memiliki nilai penting, baik dari sisi biologi, kimia, fungsi fisik, sosial, dan juga ekonomi. Fungsi-fungsi atau manfaat dari terumbu karang menurut Mawardi (2002) dalam Afni (2017) adalah sebagai berikut:

* Fungsi biologis dari terumbu karang adalah sebagai tempat pemijahan (*spawning ground*), pengasuhan (*nursery ground*) dan mencari makan (*feeding ground*) bagi kebanyakan biota laut.
* Fungsi kimia dari terumbu karang adalah sebagai pendaur ulang yang efektif dan juga efisien dari unsur hara. Terumbu karang juga berfungsi sebagai sumber nutfah untuk bahan obat-obatan.
* Fungsi fisik dari terumbu karang adalah sebagai pelindung daerah pantai dari proses abrasi akibat adanya hantaman dari gelombang.
* Fungsi sosial dari terumbu karang adalah sebagai sumber mata pencaharian bagi nelayan dan juga sebagai objek ekoturisme.
* Fungsi ekonomi dari terumbu karang adalah sebagai penyedia berbagai bahan dan juga menjadi tempat budidaya dari berbagai bahan hasil laut. Hampir sepertiga dari penduduk Indonesia yang tinggal di wilayah pesisir menggantungkan hidupnya dari hasil perikanan laut dangkal (Suharsono, 1993).

### 2.1.5 Faktor-faktor Penyebab Kerusakan Terumbu Karang

Terumbu karang adalah suatu ekosistem yang keberadaannya sangat rentan terhadap adanya suatu perubahan yang terjadi di lingkungan sekitarnya. Hal tersebut termasuk juga gangguan-gangguan yang berasal dari adanya kegiatan manusia dan untuk memulihkan keadaannya seperti sedia kala membutuhkan waktu yang lama. Burke *et al.* (2002) mengatakan bahwa terdapat kurang lebih enam penyebab rusaknya terumbu karang di lautan, yaitu:

1. Adanya pembangunan di wilayah pesisir tetapi tidak dikelola dengan baik.
2. Aktivitas yang dilakukan di laut, seperti aktivitas dari kapal maupun pelabuhan. Pelemparan jangkar kapal juga termasuk ke dalam salah satu aktivitas yang menyebabkan rusaknya terumbu karang di laut.
3. Adanya peningkatan sedimentasi disebabkan oleh kegiatan penebangan hutan dan juga perubahan tata guna lahan.
4. Terganggunya keseimbangan di dalam ekosistem terumbu karang akibat adanya penangkapan ikan secara berlebihan.
5. Penangkapan ikan menggunakan alat-alat tangkap yang dilarang karena akan merusak terumbu karang, seperti bom, pukat harimau, dan racun.
6. Berubahnya iklim global.

## 2.2 *Sea Urchin* (Echinoidea)

### 2.2.1 Deskripsi Umum *Sea Urchin* (Echinoidea)

*Sea urchin* merupakan salah satu dari biota laut yang berasosiasi dengan ekosistem terumbu karang, termasuk ke dalam filum echinodermata, dan keberadaannya menyebar mulai dari zona intertidal dangkal hingga ke laut dalam (Miala *et al.,* 2015). Nystrom *et al.* (2000) menyebutkan bahwa *sea urchin* adalah salah satu dari spesies kunci (*keystone spesies*) bagi ekosistem terumbu karang. Hal ini dikarenakan *sea urchin* merupakan salah satu pengendali untuk populasi mikroalga, sementara itu mikroalga adalah pesaing bagi hewan-hewan karang lain dalam mendapatkan sinar matahari.



Gambar 2.1 *Diadema setosum* (Nazar, 2017).

### 2.2.2 Pola Distribusi *Sea Urchin* (Echinoidea)

Pola distribusi atau pola sebaran merupakan suatu penyebaran organisme ke daerah tertentu (Wildan, 2003). Dobo (2009) menyatakan penyebaran *Sea Urchin* (Echinoidea) sangat bergantung pada faktor makanan dan juga habitat yang ada di lingkungannya, terutama pada wilayah ekosistem terumbu karang (*coral reefs*). Penyebaran atau dapat disebut juga dengan distribusi individu dalam satu populasi terbagi menjadi beberapa macam, yaitu persebaran dengan pola acak (*random*), persebaran dengan pola mengelompok (*clumped*), dan persebaran dengan pola teratur (*regular*).

Pola distribusi merata atau teratur (*regular*) merupakan suatu pola distribusi yang terjadi karena adanya persaingan individu yang keras sehingga muncul kompetisi yang akan mendorong pemerataan ruang. Pola distribusi acak (*random*) tergolong jarang terjadi karena pola ini hanya akan terbentuk apabila semua lingkungan memiliki keadaan yang sama rata. Pola distribusi mengelompok dapat dikatakan suatu bentuk pertahan atau perlindungan diri terhadap adanya perubahan keadaan di lingkungan. Pola distribusi mengelompok ini juga mempermudah untuk mendapatkan makanan dan juga dalam proses perkawinan (Odum, 1993).

Masing-masing individu anggota Echinoidea dapat hidup secara soliter maupun hidup dengan berkelompok, hal tersebut tergantung dari jenis dan juga habitat yang ditempatinya. Echinoidea seperti jenis *Diadema setosum*, *Diadema antillarum, Tripneustes gratilla*, *Tripneustes ventricosus*, *Lytechinus variegatus*, *Temnopleurus toreumaticus*, dan *Strongylocentrotus* sp*.* cenderung memiliki pola distribusi yang mengelompok, sedangkan untuk jenis *Maspilia globulus, Taopneustes pileolus, Pseudoboletia maculate,* dan *Echinotri diadema* merupakan jenis Echinoidea yang hidup secara soliter dan pola distribusinya secara merata (Aziz, 1994).



a. b. c.

Keterangan: (a) pola distribusi acak (*random*); (b) pola distribusi mengelompok (*clumped*); (c) pola distribusi merata (*uniform*).

Gambar 2.2 Tiga kategori Pola Distribusi Populasi *Sea Urchin* (Odum, 1993).

### 2.2.3 Kelimpahan *Sea Urchin* (Echinoidea)

Kelimpahan organisme, termasuk *sea urchin*, dipengaruhi oleh kedalaman suatu perairan. Secara umum, *sea urchin* sering ditemukan di daerah intertidal yang relatif dangkal dan apabila semakin dalam suatu perairan maka jumlah dari *sea urchin* akan semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh sedikitnya bahan-bahan organik di perairan yang lebih dalam sehingga menyebabkan produktivitas perairan yang berada di atasnya juga ikut berkurang dan kepadatan dari masing-masing mikroorganismenya menjadi rendah (Aziz, 1993).

Berdasarkan Kepmen LH No. 4 Tahun 2001, diketahui bahwa *sea urchin* sebanyak 16 ekor akan menstabilkan tutupan makroalga sebanyak 13% sehingga tutupan karang hidup berada pada keadaan yang tergolong sangat baik, yaitu sebesar 75% dalam 1 m2.

### 2.2.4 Karakteristik *Sea Urchin* (Echinoidea)

Ditinjau dari segi ekologis, *sea urchin* merupakan salah satu biota yang masuk ke dalam filum Echinodermata dan memiliki peranan penting dalam komunitas perairan. Pergerakannya dilakukan dengan cara merayap menggunakan kaki tabung yang berbentung langsing dan panjang, mencuat di antara duri-duri yang menempel di seluruh permukaan tubuhnya. Duri-duri inilah yang berfungsi sebagai alat gerak, untuk mencapit makanan, dan juga melindungi diri dari predator (Gani *et al.,* 2013).

1. Morfologi *Sea Urchin* (Echinoidea)

Berdasarkan ciri morfologi, *sea urchin* (Echinoidea) dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu *sea urchin* regularia atau dapat disebut dengan *sea urchin* beraturan (*regular sea urchin*) dan juga *sea urchin* irregularia atau *sea urchin* tidak beraturan (*irregular sea urchin*). Bentuk tubuh keduanya juga berbeda, apabila bentuk tubuh *sea urchin* regularia adalah simetri pentaradial dan hampir berbentuk bola maka berbeda dengan *sea urchin* irregularia yang berbentuk simetri bilateral dengan banyak variasi (Radjab, 2011).



Gambar 2.3 Bentuk Umum *Sea Urchin* (Echinoidea) (Nazar, 2017).

*Sea urchin* irregularia atau *sea urchin* tidak beraturan memiliki duri (spina) yang ukurannya lebih pendek dari kelompok *sea urchin* beraturan. Mulutnya terletak di bagian tengah dari sisi oral dan anus berada pada posisi asentris pada sisi aboral (Schultz, 2015). Terdapat dua lubang di tubuh *sea urchin* yang dinamakan dengan *peristome* dan *periproct*. Dua lubang ini ada baik di *sea urchin* beraturan maupun *sea urchin* tidak beraturan. *Peristomesea urchin* beraturan dan juga *sea urchin* tidak beraturan terletak di bagian tengah permukaan oral tubuh. *Periproctsea urchin* beraturan berada di bagian aboral permukaan tubuhnya mengelilingi bagian anus, sedangkan *periproctsea urchin* tidak beraturan berada di permukaan oral mulai dari bagian tengah hingga ke tepi tubuh dan ada juga yang berada di tepi tubuhnya (Aziz, 1994).

Bentuk tubuh dari *sea urchin* agak bulat hampir menyerupai bola dengan cangkang yang berkapur juga keras dan terdapat duri-duri yang letaknya berderet dalam garis-garis membujur dan juga dapat digerakkan. Mulut *sea urchin* terletak di bawah dan menghadap ke bawah. Anus *sea urchin* sendiri terletak di puncak cangkang yang membulat dan juga menghadap keatas. *Sea urchin* memiliki kaki yang pendek dan letaknya di antara duri-duri yang panjang, untuk mulut *sea urchin* sendiri dikelilingi oleh lima buah gigi yang berkumpul di dalam bibir corong (Rusyana, 2011).

### 2.2.5 Klasifikasi *Sea Urchin* (Echinoidea)

Klasifikasi merupakan suatu pengelompokan makhluk hidup yang didasarkan pada persamaan dan perbedaan morfologi, anatomi, fisiologi, habitat, distribusi, dan juga berdasarkan kromosom dan DNA (Wildan, 2003). Echinoidea merupakan salah satu kelas dari filum Echinodermata yang terdiri atas lima kelas, yaitu kelas Asteroidea (Bintang Laut) contoh: *Archaster typicus,* kelas Ophiuroidea (Bintang Ular) contoh: *Amphiodiaurtica*, kelas Echinoidea (*Sea Urchin*) contoh: *Diadema setosum,* kelas Crinoidea (Lilia Laut) contoh: *Antedonrosacea*, dan kelas Holothuroidea (Teripang Laut) contoh: *Holothuriascabra* (Katilis, 2011).

*Diadema setosum* merupakan salah satu jenis *sea urchin* yang terdapat di Indonesia dan juga memiliki nilai konsumsi. *Sea urchin* jenis ini masuk ke dalam kelompok *sea urchin* beraturan (*regular echinoidea*), yaitu memiliki struktur cangkang yang seperti bola dan biasanya berbentuk oval pada bagian *oral* serta sisi atasnya. Permukaan cangkang dilengkapi dengan duri yang memiliki panjang, berbeda-beda tergantung dari jenis *sea urchin*nya*.* Gani *et al.,* (2013) menyatakan berikut ini merupakan klasifikasi dari salah satu jenis *sea urchin*:

Kingdom : Animalia

Phylum : Echinodermata

Classis : Echinoidea

Ordo : Cidaroidea

Familia : Diadematidae

Genus : Diadema

Spesies : *Diadema setosum*

### 2.2.6 Habitat dan Makanan *Sea Urchin* (Echinoidea)

*Sea urchin* (Echinoidea) pada ekosistem terumbu karang dapat ditemukan di tempat yang ditumbuhi oleh makroalga dan juga di padang lamun. *Sea urchin* yang hidup pada ekosistem lamun seringkali ditemukan di daerah padang lamun campuran (Aziz, 1993). Jenis lamun yang ditinggali oleh*sea urchin* yaitu pada lamun jenis *Thalassia, Sringodium, Thalassodendron,* dan *Cymodocea* (Alfarizi, 2017). Kelompok *sea urchin* yang hidup di perairan dangkal merupakan herbivora yang makanannya berupa alga dan lamun (Aziz, 1995). Berbeda dengan *sea urchin* yang hidup pada perairan dangkal, kelompok *sea urchin* yang hidupnya di perairan dalam memiliki kecenderungan menjadi omnivora, kelompok *sea urchin* ini memakan krustasea, diatomae, cacing, dan sisa-sisa alga yang terbawa oleh arus. Terkadang juga memakan sisa-sisa organik yang terkandung di lumpur ataupun pasir (Aziz, 1994).

Kelompok *sea urchin* tidak beraturan cenderung hidup dengan memakan sisa-sisa materi organik yang terkandung dalam lumpur maupun pasir (*deposit feeder*) (Aziz, 1994). *Sea urchin* tidak beraturan hanya berdiam diri dan bersikap pasif dalam mencari makan. Tubuhnya dilengkapi dengan duri-duri halus pada sisi aboral yang memiliki alur-alur lateral dan berfungsi untuk menyalurkan makanan sampai ke mulut sehingga *sea urchin* ini tetap mendapatkan makanan meskipun hanya berdiam diri dan bersikap pasif. *Sea urchin* tidak beraturan pada umumnya tidak memiliki organ lentera Aristoteles, kecuali pada ordo Clypeasteroidea. Ordo Clypeasteroidea memiliki organ lentera Aristoteles yang berbentuk lebih sederhana dan memiliki fungsi yang tereduksi (Jeng, 1998).

### 2.2.7 Manfaat dan Kerugian dari *Sea Urchin* (Echinoidea)

*Sea urchin* memiliki berbagai manfaat, sebagian di antaranya memiliki manfaat sebagai bahan pangan, ekonomi, dan sifat racun, dalam bidang ekologi *sea urchin* merupakan organisme tempat berlindung beberapa jenis ikan tertentu, sebagai organisme penentu struktur ganggang rumput laut, serta berperan dalam berbagai interaksi dengan biota laut yang lainnya. *Sea urchin* dapat juga dimanfaatkan sebagai organisme model, hewan hias, dan dalam bidang pengobatan penyakit pada manusia. Beberapa ahli biologi, biokimia, biologi molekul, dan lingkungan telah memanfaatkan *sea urchin* ini untuk berbagai kepentingan, salah satunya adalah biologi evolusi (Toha, 2006).

Keseimbangan ekosistem sangat dipengaruhi oleh kehadiran *sea urchin*, akan tetapi apabila jumlah *sea urchin* yang terdapan di lokasi tersebut melimpah maka akan mengakibatkan kematian bagi suatu ekosistem terumbu karang. *Sea urchin* jenis *Diadema antillarum* akan mengakibatkan kematian larva atau karang muda apabila jumlah populasinya terus meningkat, tetapi apabila jumlahnya menurun maka karang akan ditumbuhi oleh alga dan dapat berakibat pada kematian karang dewasa serta tidak adanya tempat bagi larva karang. Kehadiran populasi jenis *Diadema antillarum* ini penting bagi ekosistem terumbu karang karena akan menyeimbangkan antara populasi alga dengan karang. Adanya kematian massal *Diadema antillarum* akan berdampak pada drastisnya penurunan tutupan karang, menurunnya kehadiran invertebrata yang biasanya menetap di lokasi tersebut, dan alga yang akan mendominasi ekosistem terumbu karang (Miala, 2015).

### 2.2.8 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Kehidupan *Sea Urchin* (Echinoidea)

1. Suhu

Suhu merupakan parameter fisik yang memiliki pengaruh kuat terhadap pola kehidupan organisme perairan, seperti distribusi, komposisi, kelimpahan, dan moralitas. Suhu juga akan menyebabkan adanya kenaikan metabolisme organisme di suatu perairan, sehingga akan meningkatkan kebutuhan oksigen terlarut (Nybakken, 1992). Peningkatan suhu perairan akan meningkatkan kecepatan metabolisme tubuh organisme yang hidup di dalamnya, sehingga akan menyebabkan konsumsi oksigen menjadi lebih tinggi. Adanya peningkatan suhu perairan sebanyak 10°C, akan menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen sebesar dua sampai tiga kali lipat oleh organisme akuatik (Effendi, 2003).

1. Salinitas

Penyebaran organisme benthos baik secara horizontal maupun vertikal dipengaruhi oleh salinitas dan secara tidak langsung akan mengakibatkan berubahnya komposisi organisme dalam suatu ekosistem (Odum, 1993). Gastropoda yang hidup berpindah-pindah, seperti *sea urchin*, dapat bergerak untuk menghindari salinitas yang terlalu rendah namun untuk bivalvia yang bersifat *sessile* akan mengalami kematian apabila rendahnya salinitas berlangsung lama (Effendi, 2003). Hutabarat dan Evans (1985) menyatakan bahwa kisaran salinitas yang masih mampu mendukung kehidupan di organisme perairan, khususnya untuk fauna makrobenthos adalah 15 - 35‰.

1. pH

pH adalah faktor pembatas bagi organisme yang hidup di suatu perairan. Perairan yang memiliki pH terlalu tinggi atau rendah akan berpengaruh pada ketahanan hidup organisme yang ada di dalamnya (Odum, 1993). Sebagian besar biota akuatik cenderung sensitif terhadap adanya perubahan pH dan rata-rata dapat hidup dengan baik pada pH kisaran 7 – 8,5 (Effendi 2003).

1. Kecerahan Air

Kecerahan merupakan sebagian cahaya yang diteruskan ke dalam air dan dinyatakan dalam persen (%). Kekeruhan air mempengaruhi kemampuan cahaya matahari untuk menembus permukaan perairan hingga sampai ke dasar perairan. Kekeruhan air disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu tersuspensikannya benda-benda halus seperti lumpur dan lain sebagainya, adanya jasad-jasad renik (plankton), dan juga warna air (Ghufran, 2011).

1. *Dissolved oxygen* (DO)

*Dissolved oxygen* merupakan banyaknya oksigen yang terlarut di dalam air. Oksigen di dalam badan perairan dapat berasal dari oksigen atmosferik dan juga hasil fotosintesis. Oksigen terlarut biasanya terdapat di permukaan perairan hingga kedalaman 10 meter – 20 meter. Apabila perairan semakin dalam, maka kadar DO akan berkurang karena kurangnya fotosintesis akibat terbatasnya penetrasi dari cahaya matahari. DO akan mencapai kadar terendah pada kedalaman 500 meter hingga 1000 meter dan kedalaman yang berada di bawah zona tersebut kadar oksigennya akan kembali meningkat. Hal yang dapat mempengaruhi pengurangan kandungan oksigen di suatu perairan adalah proses metabolisme organisme laut dan juga proses penguraian sampah (Suantika, 2007).

## 2.3 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti mengenai *sea urchin* disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Judul** | **Deskripsi** |
| 1. | Hubungan antara *Sea Urchin*, Makroalgae, dan Karang di Perairan Daerah Pulau Puncung. | **Penulis:** Iskandar Miala, Arief Pratomo, dan Henky Irawan.  **Tahun:** 2015.  **Perbedaan dengan penelitian:**   * Analisis data menggunakan Analisis Korelasi Bivariat dan Analisis Regresi Sederhana. * Menghitung tutupan makroalgae untuk dikorelasikan dengan *sea urchin* dan juga terumbu karang. |
| 2. | Kelimpahan Bulu Babi (*Sea Urchin*) pada Karang *Massive* dan *Branching* di Daerah Rataan dan Tubir di Legon Boyo, Pulau Karimunjawa, Taman Nasional Karimunjawa. | **Penulis:** Rizqi Waladi Purwandatama, Churun A’In, dan Suryanti.  **Tahun:** 2014.  **Perbedaan dengan penelitian:**   * Hanya mengambil data kelimpahan *sea urchin* pada karang *massive* dan karang *branching*. * Tidak mengambil data mengenai pola distribusi *sea urchin*. * Tidak mengkorelasikan antara kelimpahan *sea urchin* dengan kondisi terumbu karang yang ada di wilayah tersebut. |
| 3. | Pola Distribusi *Sea Urchin* (Echinoidea) pada Ekosistem Terumbu Karang (*Coral Reefs*) di Perairan Iboih Kecamatan Sukakarya Kota Sabang Sebagai Penunjang Praktikum Ekologi Hewan. | **Penulis:** Muhammad Nazar.  **Tahun:** 2017.  **Perbedaan dengan penelitian:**   * Hanya meneliti pola distribusi dari *sea urchin*. * Menggunakan kombinasi dari dua metode, yaitu metode *line transect* untuk menggambarkan struktur komunitas di perairan dan metode *quadrat transect* untuk memantau komunitas makrozoobentos di wilayah tersebut. * Terdapat 4 stasiun, masing-masing stasiun terdiri dari 5 garis transek. |
| 4. | Struktur Komunitas *Sea Urchin* (Echinoidea) yang Berasosiasi dengan Ekosistem Lamun di Pulau Barrang Lompo, Sulawesi Selatan. | **Penulis:** Nurul Huda Musfirah.  **Tahun:** 2018.  **Perbedaan dengan penelitian:**   * Lokasi penelitian berada di ekosistem lamun. * Terdiri dari dua stasiun, stasiun 1 berada pada daerah lamun jarang (*Seagrass Sparse*) dan stasiun 2 berada pada daerah lamun padat (*Seagrass Dense*). * Mengambil data sedimen dan juga substrat. * Menghitung kepadatan relatif. |
| 5. | *Species and Abundance of Sea Urchins (Diadematidae) on Different Environmental Pressure Conditions.* | **Penulis:** Pratama Diffi Samuel, Dewa Gede Raka Wiadnya, Bagyo Yanuwiadi.  **Tahun:** 2017.  **Perbedaan dengan penelitian:**   * Metode identifikasi karang menggunakan metode PIT (*Point Intercept Transect*). * Identifikasi karang dilakukan sampai tahap *lifeform*. * Identifikasi jenis dan keragaman *sea urchin* menggunakan metode Analisis DNA yang dilakukan melalui fase ekstraksi sampel, PCR, *sequencing*, BLAST (*Basic Local Alignment Search Tool*) dan Analisis Filogenetik. |

## 2.4 Integrasi Keilmuan

Terumbu karang dapat rusak akibat proses pengendapan, pencemaran, sampak, penangkapan laut yang merusak, gempa, hingga bintang laut bulu seribu yang merupakan pemangsa terumbu karang. Historis atau peristiwa yang pernah terjadi mengatakan terumbu karang mampu pulih dari gangguan alam yang berkala, seperti beragam penyakit, angin topan, dan juga adanya predator yang berlebihan. Kerusakan dapat terjadi karena adanya aktivitas manusia, baik di darat maupun di lautan (Dahuri, 1996 *dalam* Hikmah, 2009).

Mengenai kerusakan lingkungan telah dijelaskan dalam al-Qur’an surat ar-Rum ayat 41

ظَهَرَٱلۡفَسَادُ فِي ٱلۡبَرِّ وَٱلۡبَحۡرِ بِمَا كَسَبَتۡ أَيۡدِي ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعۡضَ ٱلَّذِي عَمِلُواْ لَعَلَّهُمۡ يَرۡجِعُونَ

Artinya: *“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena* perbuatan *tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”.(QS. Ar-Rum ayat: 41).*

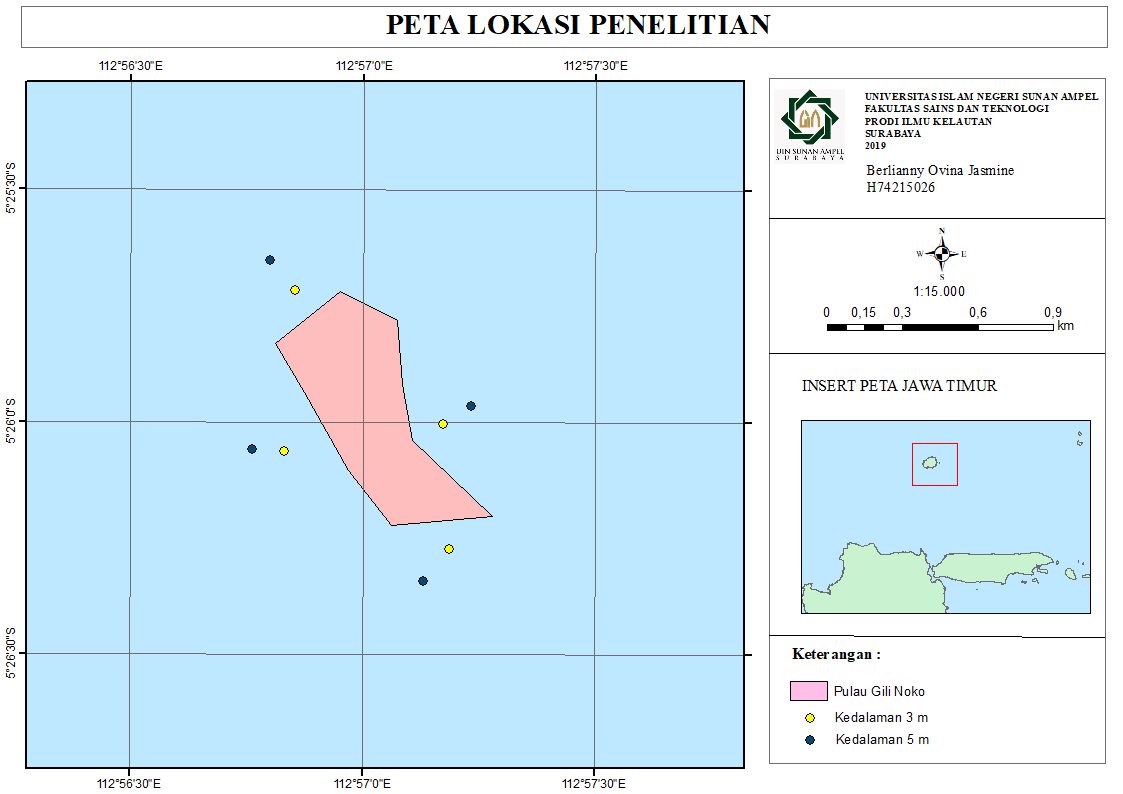
Penelitian mengenai studi korelasi pola distribusi dan kelimpahan *sea urchin (Diadema setosum)* terhadap kondisi tutupan karang ini dilakukan di Perairan Pulau Gili Noko, Kabupaten Gresik dan sebagian wilayahnya terdiri dari karang yang rusak hingga pecahan-pecahan karang berserakan bercampur dengan pasir. Apabila dilihat dari aktivitas yang terjadi di wilayah tersebut, besar kemungkinannya karang rusak dikarenakan wilayah tersebut merupakan jalur dari kapal dan masih banyak kapal yang melempar jangkar sembarangan tanpa melihat kondisi di bawah laut.

# BAB III

**METODOLOGI PENELITIAN**

## 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Perairan Pulau Gili Noko, Kabupaten Gresik pada bulan Januari hingga Juli 2019, meliputi pengajuan judul skripsi, penyusunan proposal, pengajuan dan pelaksanaan sidang proposal, survei lokasi, pengambilan data, pengolahan data, analisis data serta penyusunan laporan akhir, dan sidang skripsi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif. Metode ini merupakan metode penelitian yang mendeskripsikan dan menginterpretasikan sesuatu hal, seperti adanya hubungan diantara 2 variabel, kondisi yang terjadi pada hubungan tersebut, adanya akibat atau efek yang sedang terjadi, dan juga kecenderungan yang saat ini sedang terjadi (Linarwati *et al*., 2016). Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

## 

## 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan pada saat penelitian disajikan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Alat dan Bahan yang akan Digunakan Selama Penelitian.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No. | Alat/Bahan | Fungsi |
| 1. | *Scuba Set* | Untuk mengamati dan menghitung jenis serta jumlah dari *Diadema setosum* di kawasan perairan. |
| 2. | Patok besi | Untuk menandai titik awal dan titik akhir pengambilan data penelitian. |
| 3. | Tali rafia atau tali plastik | Untuk menandai stasiun pengambilan sampel agar mempermudah dalam pengambilan data lapangan. |
| 4. | Petak kuadrat ukuran 1 x 1 meter | Untuk mentransek *Diadema setosum* di lapangan. |
| 5. | *Roll meter* | Untuk mengukur luasan transek dan jarak antar stasiun. |
| 6. | GPS *(Global Positioning System)* | Untuk menentukan titik koordinat lokasi penelitian. |
| 7. | *Stopwatch* | Untuk melihat lamanya waktu saat menyelam. |
| 8. | *Hand salino-refractometer* | Untuk mengukur kadar salinitas perairan. |
| 9. | pH paper | Untuk mengukur kadar pH perairan |
| 10. | D.O meter | Untuk mengukur kadar oksigen terlarut dan suhu perairan yang diteliti. |
| 11. | *Secchi Disc* | Untuk mengetahui tingkat kecerahan perairan. |
| 12. | Kamera | Digunakan sebagai alat dokumentasi kegiatan penelitian. |
| 13. | Kamera Anti Air | Untuk mendokumentasikan kegiatan penelitian di bawah air. |
| 14. | Alat Tulis Anti Air | Untuk mencatat hasil transek terumbu karang dan *Diadema setosum.* |
| 15. | Alkohol 70% | Untuk mengawetkan *Diadema setosum*. |

Tabel 3.2 Alat yang Digunakan untuk Pengolahan Data.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No. | Alat/Bahan | Fungsi |
| 1. | Buku Panduan Monitoring Terumbu Karang | Digunakan sebagai panduan dalam monitoring dan identifikasi karang. |
| 2. | Laptop | Digunakan untuk penulisan laporan dan pengolahan data yang telah diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan. |
| 3. | Perangkat lunak *Microsoft Excel* | Digunakan untuk mengolahan data penelitian. |
| 4. | *Software Statistical For Social Science* (SPSS) | Digunakan pengolahan data penelitian untuk mengetahui korelasi antarapola distribusi *Diadema setosum* dan kelimpahan *Diadema setosum* dengan tutupan terumbu karang di lokasi penelitian. |

## 3.3 Pelaksanaan Penelitian

### 3.3.1 Persiapan Penelitian

Tahap kegiatan dalam persiapan penelitian meliputi studi literatur mengenai kondisi wilayah yang akan digunakan dalam penelitian, penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian, persiapan alat dan bahan yang akan digunakan selama kegiatan penelitian, dan pengumpulan data sekunder sebagai data pelengkap data primer.

### 3.3.2 Penentuan Stasiun

Penentuan lokasi penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *Purposive Sampling*. Metode ini menurut Sugiyono (2008) merupakan suatu teknik pengambilan sampel dengan menerapkan kriteria-kriteria tertentu yang sebelumnya telah difikirkan. Penelitian ini memiliki kriteria yang harus dipenuhi, yaitu lokasi penelitian berada pada tiap-tiap sisi Pulau Gili Noko yang mencakup 4 (empat) titik stasiun dilaksanakannya pengamatan dengan 2 (dua) perbedaan kedalaman di masing-masing stasiun, yaitu kedalaman 3 meter dan 5 meter. Pengambilan stasiun dengan 2 kedalaman yang berbeda dikarenakan pada penelitian ini akan membandingkan jumlah *Diadema setosum* pada setiap kedalaman. Lokasi penelitian memiliki kontur perairan yang tidak stabil, sehingga diputuskan untuk mengambil lokasi pada kedalaman maksimum, yaitu kedalaman 5 meter. Pembagian stasiun yang dilakukan di tiap-tiap sisi Pulau Gili Noko, Kabupaten Gresik terdiri dari stasiun I hingga stasiun IV yang berada pada kedalaman 3 meter dan untuk stasiun A hingga stasiun D berada pada kedalaman 5 meter. Stasiun I dan stasiun A berada di sisi utara Pulau Gili Noko, stasiun II dan stasiun B berada di sisi timur Pulau Gili Noko, stasiun III dan stasiun C berada di sisi selatan Pulau Gili Noko, dan Stasiun IV dengan stasiun D berada di sisi barat Pulau Gili Noko. Penentuan stasiun tersebut diharapkan dapat mewakili daerah perairan Perairan Pulau Gili Noko, Kabupaten Gresik. Letak titik stasiun penelitian berdasarkan GPS (*Global Positioning System*) disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Titik Koordinat Lokasi Penelitian.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Stasiun Penelitian** | **Letak Geografis** | **Posisi Stasiun** |
| I | 05°47’23” LS dan 112°46’11” BT | Utara |
| II | 05°48’23” LS dan 112°46’51” BT | Timur |
| III | 05°49’00” LS dan 112°45’54” BT | Selatan |
| IV | 05°48’04” LS dan 112°46’03” BT | Barat |
| A | 05°47’13” LS dan 112°46’03” BT | Utara |
| B | 05°48’16” LS dan112°46’56” BT | Timur |
| C | 05°49’12” LS dan 112°46’00” BT | Selatan |
| D | 05°48’23” LS dan 112°45’50” BT | Barat |

### 3.3.3 Pengumpulan Data

Kegiatan pengumpulan data merupakan kegiatan pengukuran kondisi fisik dan kimia perairan pada masing-masing stasiun pengamatan yang sebelumnya telah ditentukan. Menurut Rahmasari *et al* (2015), parameter lingkungan seperti salinitas, suhu, pH, kecepatan air, dan substrat basa dapat mempengaruhi kelimpahan dari suatu organisme. Parameter yang diukur antara lain salinitas air laut, pH, DO (*Disolved Oxygen*), suhu, dan kecerahan air laut. Parameter yang diukur secara *ex situ* di antara lain, yaitu oksigen terlarut atau DO dan salinitas. Parameter yang lainnya seperti kecerahan, suhu, arus, dan pH diukur secara *in situ*. Metode dan alat yang akan digunakan untuk pengukuran parameter ini dapat dilihat pada Tabel 3.4 dan Tabel 3.5 untuk baku mutu kualitas air laut.

Tabel 3.4 Metode dan Alat yang Akan Digunakan Pada Pengukuran Parameter Perairan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parameter** | | **Satuan** | **Alat dan Metode** | **Keterangan** |
| **Fisika** | Kecerahan | Sentimeter | *Secchi Disc*/visual | *In situ* |
| Suhu | oC | DO meter/ visual | *In situ* |
| Kecepatan Arus Permukaan Air Laut | m/s | Botol air dan Tali rafia | *In situ* |
| **Kimia** | *Dissolve Oxygen* | mg/l | DO meter/ visual | *Ex situ* |
| pH | - | pH paper/visual | *In situ* |
| Salinitas | ‰ | Refractometer /visual | *Ex situ* |

Tabel 3.5 Baku Mutu Kualitas Air Laut

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Kualitas Air** | **Baku Mutu** |
| 1. | Kecerahan | > 5 meter (KemenLH, 2004) |
| 2. | Suhu | 28°C - 32°C (KemenLH, 2004) |
| 3. | Kecepatan Arus Permukaan | – |
| 4. | *Dissolve Oxygen* (DO) | >5 mg/l (KemenLH, 2004) |
| 5. | pH | 7 – 8,5 (KemenLH, 2004) |
| 6. | Salinitas | 33 – 334‰(KemenLH, 2004) |

### 3.3.4 Pengukuran Pola Distribusi dan Kelimpahan *Sea Urchin* (*Diadema setosum*)

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode plot transek. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah observasi lapangan untuk menentukan lokasi sampling, melihat lokasi sampling yang telah ditentukan secara geografis menggunakan GPS, kemudian transek diletakkan sepanjang 100 meter pada tiap-tiap titik penyelaman yang telah ditentukan sebelumnya dengan arah sejajar garis pantai. Plot transek sebesar 1x1 m2 diletakkan dengan jarak antar plot setiap 10 meter sehingga terdapat plot transek sebanyak 11 plot pada masing-masing stasiun penelitian. Pengukuran dilakukan dengan cara *skin diving* (selam dangkal) dan *scuba diving* (selam menggunakan *scuba set*). Jumlah individu *Diadema setosum* yang didapatkan pada masing-masing petak kuadrat kemudian dicatat dan dihitung. Dilakukan tiga kali pengulangan di tiap-tiap titik transek *Diadema setosum*. Pengambilan sampel *Diadema setosum* dilakukan dengan menggunakan tangan dan kemudian di bawa ke permukaan untuk proses pengawetan menggunakan alkohol 70%. Sampel yang ditemukan kemudian di foto menggunakan kamera *underwater* (kamera anti air) (Purwandatama *et al.,* 2014).

### 3.3.5 Pengukuran Tutupan, Indeks Keanekaragaman, Dominansi, dan Keseragaman Karang

Metode yang digunakan pada pengukuran tutupan dan diversitas karang ini adalah metode *Line Intercept Transect* (LIT). Pengamatan dilakukan dengan mengamati karang yang dilalui oleh garis transek sepanjang 100 meter di lokasi yang sama dengan transek *Diadema setosum*. Karang yang ditemukan kemudian akan diidentifikasi tingkat genusnya. Pengulangan dilakukan tiga kali di tiap-tiap titik transek terumbu karang. Pengukuran tutupan, indeks keanekaragaman, dominansi, dan keseragaman karang ini dilakukan dengan cara *skin diving* (selam dangkal) dan *scuba diving* (selam menggunakan *scuba set*) (Purwandatama *et al.,* 2014).

## 3.4 Analisis Data

### 3.4.1 Indeks Morsita

Analisis pola distribusi *Diadema setosum* di Perairan Pulau Gili Noko, Kabupaten Gresik dapat dihitung dengan menggunakan Indeks Sebaran Morisita (Khouw, 2009). Rumus untuk menghitung Indeks Sebaran Morisita sebagai berikut:

|  |
| --- |
|  |

Keterangan :

*Id* = Indeks Sebaran Morisita

*n* = Jumlah kuadran pengambilan contoh

Σ x = Jumlah individu di setiap kuadran = *x1+ x2+* ….

Σx2 = Jumlah individu di setiap kuadran di kuadratkan = *x1*2*+ x2*2*+….*

Hasil perhitungan Indeks Sebaran Morisita apabila dibandingkan dengan kriteria adalah sebagai berikut:

Tabel 3.6 Klasifikasi Pola Distribusi *Diadema setosum* (Khouw, 2009)

|  |  |
| --- | --- |
| **Kategori** | **Indeks Distribusi** |
| Pola sebaran individu jenis bersifat seragam | Id < 1 |
| Pola sebaran individu jenis bersifat acak | Id = 1 |
| Pola sebaran individu jenis bersifat mengelompok | Id > 1 |

### 3.4.2 Indeks Kelimpahan *Diadema setosum*

Menurut Odum (1993), kelimpahan *Diadema setosum* dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut, yaitu:

|  |
| --- |
|  |

Keterangan:

KR = Kelimpahan individu

*Ni* = Jumlah individu

N = Jumlah total individu

Tabel 3.7 Klasifikasi Tingkat Kelimpahan (Michael, 1994)

|  |  |
| --- | --- |
| **Kategori** | **Nilai Kelimpahan (%)** |
| Tidak Ada | 0 |
| Kurang Berlimpah | 1 – 10 |
| Berlimpah | 11 – 20 |
| Sangat Berlimpah | >20 |

### 3.4.3 Persentase Tutupan Karang

Data yang telah didapatkan kemudian dianalisis dengan menggunakan program *Microsoft Excel* dan selanjutnya akan dibahas secara deskriptif. Pendugaan mengenai kondisi terumbu karang dapat dilakukan melalui pendekatan dari persentase tutupan karang dengan menggunakan rumus dari English *et al* (1997) di bawah ini:

|  |
| --- |
|  |

Keterangan:

L = Persentase tutupan karang (%)

Li = Panjang *lifeform* jenis ke-i

N = Panjang transek (cm)

Berdasarkan Keputusan MENLH Nomor 4 tahun 2001, klasifikasi kondisi terumbu karang berdasarkan persentase penutupannya dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Klasifikasi Kondisi Tutupan Terumbu Karang (MenLH, 2001)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Persentase tutupan karang** | Buruk | Buruk | 0 - 24,9 |
| Sedang | 25 - 49,9 |
| Baik | Baik | 50 - 74,9 |
| Baik Sekali | 75 – 100 |

### 3.4.4 Indeks Keanekaragaman (H’)

Nilai indeks keanekaragaman (H’) digunakan untuk mengetahui bagaimana gambaran dari keadaan populasi organisme secara matematis agar mempermudah dalam menganalisa informasi-informasi mengenai jumlah bentuk pertumbuhan dari biota karang yang terdapat dalam suatu komunitas (Krebs, 1972). Menurut Odum (1971), keanekaragaman karang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

|  |
| --- |
|  |

Keterangan:

H’ = Indeks keanekaragaman

*Pi* = Perbandingan proporsi bentuk pertumbuhan ke i

s = Jumlah kategori bentuk pertumbuhan karang

Kemudian, nilai indeks keanekaragaman dapat digolongkan berdasarkan kriteria di bawah ini:

Tabel 3.9 Klasifikasi Indeks Keanekaragaman Shannon – Weaver (Odum, 1993)

|  |  |
| --- | --- |
| **Kategori** | **Nilai H’** |
| Keanekaragaman rendah | H’ < 2,00 |
| Keanekaragaman sedang | 3,00 < H’ > 2,00 |
| Keanekaragaman tinggi | H’ > 3,00 |

### 3.4.5 Indeks Dominansi (C)

Indeks dominansi yang didasarkan pada persentase penutupan dari bentuk pertumbuhan karang berguna untuk melihat tingkatan dominansi dari suatu kelompok biota tertentu (Odum, 1971). Rumus dari indeks dominansi, yaitu:

|  |
| --- |
|  |

Keterangan:

C = Indeks dominansi

Pi = Proporsi jumlah kategori bentuk pertumbuhan karang ke i

S = Jumlah bentuk pertumbuhan karang

Semakin tinggi nilai indeks dominansi yang didapatkan, maka akan diketahui biota mendominasi di suatu wilayah. Apabila nilai indeks dominansi (C) semakin mendekati nol, maka hal ini menunjukkan bahwa pada perairan tersebut tidak ada biota yang mendominasi. Apabila nilai dominansi mendekati nol, maka akan diikuti dengan nilai keseragaman (E) yang tinggi dan begitupula sebaliknya. Klasifikasi untuk nilai indeks dominansi dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3.10 Klasifikasi Indeks Dominansi (Odum, 1971)

|  |  |
| --- | --- |
| **Kategori** | **Nilai C** |
| Dominansi rendah | C = 0-0.5 |
| Dominansi sedang | C > 0,5-0.75 |
| Dominansi tinggi | C > 0,75- 1 |

### 3.4.6 Indeks Keseragaman (E)

Nilai persentase dari penutupan biota karang biasanya digunakan untuk membandingkan antara nilai indeks keanekaragaman dengan nilai dari keanekaragaman maksimum yang diamati, kemudian dapat digunakan sebagai indikator untuk menentukan dominansi dari biota bentuk pertumbuhan karang (Krebs, 1985). Indeks keseragaman dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Odum, 1993):

|  |
| --- |
|  |

Keterangan:

*E* = Indeks keseragaman

*H’ maks* = Log2 S

H’ = Keseimbangan spesies

*S* = Jumlah kategori bentuk pertumbuhan karang

Tabel 3.11 di bawah ini merupakan kriteria dari nilai indeks keseragaman berdasarkan dari hasil perhitungan yang telah didapatkan.

Tabel 3.11 Klasifikasi Indeks Keseragaman (Odum, 1993)

|  |  |
| --- | --- |
| **Kategori** | **Nilai E** |
| Keseragaman populasi kecil | E < 0,4 |
| Keseragaman populasi sedang | E = 0,4 -0,6 |
| Keseragaman populasi tinggi | E > 0,6 |

### 3.4.7 Perhitungan Kecepatan Arus Permukaan Air Laut

Arus Laut Permukaan merupakan gerakan massa air yang disebabkan oleh adanya angin yang berhembus pada permukaan laut dengan kedalaman kurang dari 200 meter. Arus ini biasanya berpindah-pindah dari satu tempat yang memiliki tekanan udara tinggi ke satu tempat yang bertekanan udara rendah dan memiliki wilayah yang sangat luas. Hal ini terjadi di seluruh lautan di dunia (Daruwedho *et al*., 2016). Di bawah ini merupakan rumus untuk perhitungan kecepatan arus permukaan air laut:

|  |
| --- |
|  |

Keterangan:

v = Kecepatan Arus (m/s)

s = Jarak (meter)

t = Waktu (detik)

Selanjutnya, klasifikasi kecepatan arus air laut dapat dilihat pada Tabel 3.12 berikut ini:

Tabel 3.12 Klasifikasi Kecepatan Arus Air Laut (Ihsan, 2009)

|  |  |
| --- | --- |
| **Kategori** | **Kecepatan Arus Air Laut** |
| Arus Lambat | 0 - 0,25 m/s |
| Arus Sedang | 0,25 – 0,50 m/s |
| Arus Cepat | 0,50 – 1 m/s |
| Arus Sangat Cepat | >1 m/s |

### 3.4.8 Indeks Korelasi Pola Distribusi dan Kelimpahan *Sea Urchin (Diadema setosum)* dengan Tutupan Karang

Analisis korelasi bivariat dilakukan agar tingkat asosiasi hubungan antar dua variabel dapat diukur, dimana variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah antara pola distribusi dan kelimpahan *Diadema setosum* dengan persentase tutupan karang. Rumus yang digunakan untuk menghitung korelasi bivariat dapat dilihat di bawah ini:

|  |
| --- |
|  |

Keterangan:

r = Koefisien Korelasi Pearson r

n = Jumlah Sampel

ƩX = Jumlah skor keseluruhan untuk item pertanyaan variabel X

ƩY = Jumlah skor keseluruhan untuk item pertanyaan variabel Y

Sugiyono (2007) mengatakan bahwa hasil analisis korelasi Bivariat dapat ditentukan dari kuatnya hubungan antar kedua ekosistem. Tabel 3.13 di bawah ini merupakan angka interprestasi yang dapat menjadi acuan untuk mengetahui tingkat asosiasi antar dua variable yang dikorelasikan.

Tabel 3.13 Angka Interprestasi Korelasi (Sugiyono, 2007)

|  |  |
| --- | --- |
| **Angka Interprestasi** | **Hubungan Korelasi** |
| 0 – 0,199 | Sangat Lemah |
| 0,20 – 0,399 | Lemah |
| 0,40 – 0,599 | Sedang |
| 0, 60 – 0,799 | Kuat |
| 0,80 – 0,999 | Sangat Kuat |
| 1 | Sempurna |

Selain itu, pada hasil perhitungan juga akan muncul nilai signifikansi untuk pengujian hipotesis. Nilai signifikansi ini memiliki kriteria sebagai berikut:

Tabel 3.14 Nilai Signifikansi (Sugiyono, 2007)

|  |  |
| --- | --- |
| **Nilai Signifikansi** | **Kekuatan Hipotesis** |
| Sig > 0,05 | Tidak Signifikan |
| Sig < 0,05 | Signifikan |
| Sig < 0,01 | Sangat Signifikan |

Hipotesis:

H0 : Tidak terdapat korelasi antara pola distribusi atau kelimpahan *Diadema setosum* dengan tutupan karang.

H1 : Terdapat korelasi antara pola distribusi atau kelimpahan *Diadema setosum* dengan tutupan karang.

Kriteria Pengujian Hipotesis:

1. Apabila nilai signifikansi hitung < 0,05; H0 ditolak dan H1 diterima.

2. Apabila nilai signifikansi hitung > 0,05; H1 ditolak dan H0 diterima.

## 3.5 Skema Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan yang harus dilakukan dan tahapan tersebut akan disajikan dalam bentuk diagram alir skema penelitian (*flowchart*) pada Gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Skema Penelitian

# DAFTAR PUSTAKA

Afni, Nurul. 2017. *Kondisi Terumbu Karang di Pulau SamatelluPedda Kecamatan Liukang Tupabbiring KabupatenPangkep Sulawesi Selatan.* Makassar: UIN Alauddin Makassar.

Alfarizi, Arif. 2017. *Struktur Populasi Anggota Kelas Sea Urchin (Echinoidea) di Zona Intertidal Pantai Batu Lawang, Taman Nasional Alas Purwo*. Jember: Universitas Jember.

Aziz, A. 1993. *Beberapa Catatan Tentang Perikanan Sea Urchin*. Jurnal Oseana. 18(2):65-75.

Aziz, A. 1994. *Pengaruh Salinitas Terhadap Sebaran Fauna Echinodermata*. Oseana. 19(2): 23-32.

Aziz, A. 1994. *Tingkah Laku Sea urchin di Padang Lamun*. Jurnal Oseana. 14(4): 35-43.

Aziz, A. 1995. *Beberapa Catatan Tentang Sea urchin Meliang*. Jurnal Oseana. 20(4): 11-19.

Barus, T.A. 2004.*Pengantar Limnologi Studi Tentang Air Daratan*. Medan: USU Press.

Beck, J.Warren, LawrenceEdwards, Emi Ito, Frederick W. Taylor, Jacques Recy, Francis Rougerie, Pascale Joannot, Chistian Henin. 1992. *Sea Surface Temperature from Coral Skeletal Srontium/Calcium Ratios*. Science, 257(5070): 644-647

Bengen, D.G., 2002. *Sinopsis Ekosistem Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut sertaPrinsip Pengelolaannya. Bogor*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan: Institut Pertanian Bogor.

Burke L., Selig E., Spalding M., 2002 .*Terumbu Karang yang Terancam di AsiaTenggara (Ringkasan untuk Indonesia)*.World Resources Institute, Amerika Serikat.

Dahuri, R.2003*. Keanekragaman Hayati Laut*.PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Daruwedho, Haryo, Bandi Sasmito, Fauzi Janu Amarrohman*.* 2016. *Analisis Pola Arus Laut Permukaan Perairan Indonesia dengan Menggunakan Satelit Altimetri Jason-2 Tahun 2010-2014*. Semarang: Universitas Diponegoro. Jurnal Geodesi Undip Volume 5, Nomor 2, Tahun 2016, (ISSN: 2337-845X).

Dean, Susan dan Barbara Illowsky. 2013. *Principles of Business Statistic*. Texas: Rice University.

Departemen Kelautan dan Perikanan. 2004. *Surat Keputusan Ditjen KP3K No. SK.64C/P3K/IX/2004 (Lampiran III), Pedoman Pengelolaan Terumbu Karang*. Unit Pelaksana Teknis Rehabilitasi dan Pengelolaan Terumbu Karang, Ditjen., KP3K, Jakarta.

Dobo, J. 2009. *Tipologi Komunitas Lamun Kaitannya dengan Populasi Sea Urchin di Pulau Hatta, Kepulauan Banda, Maluku*. Thesis.Bogor: PascaSarjana IPB.

Effendi, H. 2003.*Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan Perairan. Kanisius*.Yogyakarta.

English, S., Wilkinson, C., and Baker, V. 1997. *Survey Manual For Tropical Marine Resources, 2nd Edition*. Townsville:Australian Institute Of Marine Science.

Estradivari, Muh. Syahrir, Nugroho Susilo, Safan Yusri, Silvianita Timotius. 2007. *Pengamatan Terumbu Karang Kepulauan Seribu, Jakarta*. Jakarta: Yayasan Terumbu Karang Indonesia (TERANGI).

Gani, L.A., Sirajudin, N., Ahmad, Z.. 2013. *Asosiasi dan Pola Sebaran Sea Urchin (Echinoidea) di Pantai Maregam Kota Tidore Kepulauan*. JurnalBioedukasi, Vol. 2, No. 1.

Ghufran, M. H., 2010. *Ekosistem Terumbu Karang*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Ghufran H. M. dan Kordi K. 2011. *Budi Daya 22 Komunitas Laut Untuk Kosumsi Lokaldan Ekspor*. Yogyakarta: Lily Publiser.

Hamuna, Baigo, Rosye H.R. Tanjung, Suwito, Hendra K. Maury, Alianto. 2018. *Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura*. Jurnal Ilmu Lingkungan Volume 16 *Issue* 1 (2018): 35 – 43.

Hikmah, Riveral. 2009. *Kerusakan Terumbu Karang di KepulauanKarimunjawa*. Depok: Universitas Indonesia.

Hutabarat, S. dan S. M. Evans. 1985. *Pengantar Oseanografi*. UniversitasIndonesia Press. Jakarta.

Ihsan, N. 2009. *Komposisi Hasil Tangkapan Sondong Di Kelurahan Batu Teritip*, *Kecamatan Sungai Sembilan*, *Kota Dumai*, *Provinsi Riau*. Dumai. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.

Indarjo, Agus, Wisnu Widyatmoko, M. Munasik. 2004. *Kondisi Terumbu Karang di Perairan Pulau Panjang Jepara*. Semarang: Universitas Diponegoro. Jurnal Ilmu Kelautan Vol. 9 (4): 217 – 224, ISSN 0853 – 7291.

Jaedun, Amat. 2011. Metodologi Penelitian Eksperimen. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Jeng, M. S. 1998. *Shallow-water Echinoders of Taiping Island in the South China*. Journal Zoological Studies. 37(2):137-157.

Katilis, Abubakar Sidik. 2011.*Struktur Komunitas Echinodermata pada ZonaIntertidal di Gorontalo*. Jurnal Penelitian dan Pendidikan Vol. 8 No. 1.

Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2016. *Rencana Aksi Sosial (RAN) Konservasi Karang*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut Kementrian Kelautan dan Perikanan.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2001. Nomor: 04 Tahun 2001 Tentang Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. Lampiran II Tentang Kriteria Baku Mutu Air Laut untuk Wisata Bahari.

Khouw, A.S. 2009.*Metode dan Analisa Kuantitatif dalam Bioekologi Laut*. PusatPembelajaran Pengembangan Pesisir dan Laut: Jakarta.

Krebs. 1972. Ecology: *The Experimental Analysis of Distribution and Abudance*. Harper and Row Publisher, New York.

Krebs, C. 1985. *Experimental Analysis of Distribution and Abudance Third Edition*. Harper and Row Publisher, New York.

Linarwati, Mega, Azis Fathoni, Maria M. Minarsih. 2016. *Studi Deskriptif Pelatihan dan Pengembangan Sumberdaya Manusia serta Penggunaan Metode Behavioral Event Interview dalam Merekrut Karyawan Baru di Bank Mega Cabang Kudus*. Semarang. Journal of Management No. 2 Vol. 2.

Lubis, Siti Aisyah, Arief A. P., Rofiza Yolanda. 2016. *Spesies Sea Urchin (Echinoidea) di Perairan Pulau Panjang Kabupaten Bangka Tengah Provinsi Bangka Belitung*. Riau: Universitas Pasir Pengaraian.

Luthfi, Oktiyas Muzaky, Guntur, Novendra Adi Nugraha. 2016. *Identifikasi Morfologi Karang Massive Porites di Perairan Laut Selatan Jawa*. Malang: Universitas Brawijaya.

Ma’arif, Muhammad Chusnan. 2018. *Perbandingan Keanekaragaman dan Kelimpahan Plankton Pada Ekosistem Terumbu Karang Dengan Terumbu Buatan di Perairan Pasir Putih Situbondo*. Surabaya: Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

Miala, L., A. Pratomo., H. Irawan. 2015. *Hubungan Antara Sea urchin, Makroalgae, dan Karang di Perairan Daerah Pulau Pucung*. Universitas Maritim Raja Ali Haji Riau.

Michael, P. 1994. *Metoda Ekologi untuk Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium*. Jakarta: UI Press.

Musfirah, Nurul Huda. 2018. *Struktur Komunitas Sea urchin (Echinoidea) yangBerasosiasi dengan Ekosistem Lamun di PulauBarrang Lompo, Sulawesi Selatan*. Makassar: Universitas Hasanuddin.

Nazar, Muhammad. 2017. *Pola Distribusi Sea urchin (Echinoidea) Pada Ekosistem Terumbu Karang (Coral Reefs) di Perairan Iboih Kecamatan Sukakarya Kota Sabang Sebagai Penunjang Praktikum Ekologi Hewan*. Banda Aceh: Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Nontji, A. 2005. *Laut Nusantara*. Djambatan: Jakarta.

Nybakken, J. 1992. *Biologi Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Nystrom, M.,C. Folke., F. Moberg. 2000. *Coral Reef Disturbance and Resilience in A Human-Dominated Environment*. Trends in Ecology and Evolution.

Odum, E. P., 1971. *Fundamental of Ecology*. W.B. Saunders Company. Philadelphia andLondon.

Odum, E .P. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Pichon, M.. 2011. *Porites In Encyclopedia of Modern Coral Reefs (pp. 815-821)*. Springer Netherlands.

Pribadi, Tri Dewi Kusumaningrum, Keukeu Kaniawati Rosada, Selviana Asmara Putri. 2017. *Asosiasi Makroalga dengan Gastropoda pada Zona Intertidal Pantai Pananjung Pangandaran*. Bandung. Jurnal Biodjati 2 (2) ISSN: 2541-4208

Purwandatama, R. W., A. Churun, Suryanti. 2014. *Kelimpahan Bulu Babi (Sea Urchin) pada Karang Massive dan Branching di Daerah Rataan dan Tubir di Legon Boyo, Pulau Karimun Jawa, Taman Nasional Karimun Jawa*. Jurnal Maquares. 3 (1): 17-26.

Radjab, A.W. 2011*.Reproduksi dan Siklus Hidup Sea Urchin.* Jurnal Oseana. Vol. XXVI (3). Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI, 2011.

Rahardjanto, A.K. 2001. *Buku Petunjuk Dasar-Dasar Ekologi Tumbuhan*. Malang: UMM Press.

Rahmasari, T., T. Purnomo dan R. Ambarawati. 2015. *Keanekaragaman dan Kelimpahan Gastropoda di Pantai Selatan Kabupaten Pamekasan, Mad­ura*. Biosaintifika*,* 7(1), 1 – 14.

Rusyana, Adun. 2011. *Zoologi Invertebrata*, Bandung: Alfabeta.

Sarwono, Jonathan. 2015. *Rumus-rumus Populer dalam SPSS 22 untuk Riset Skripsi*. Yogyakarta: Andi Offset.

Silalahi, Harry N., Marhan Manaf, Alianto. 2017. *Status Mutu Kualitas Air Laut Pantai Maruni Kabupaten Manokwari*. Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik, Vol. 1 No. 1, ISSN 2550 – 1232 dan 2550 – 0929.

Schultz, A. G Heinke. 2015. *Handbook of Zoologi*. Berlin: Heinke and Peter Schultz Scientific Publication.

Steven, Syafruddin Nasution, Thamrin. 2014. *Density and Distribution Pattern of Sea Urchin Population(Diadema setosum) on Coral Reef (Reef Flat) at Setan Island*. JournalFisheries and Marine.

Suantika, G.2007. *Biologi Kelautan*. Jakarta: Universitas Terbuka.

Sugiarto dan Supardi. 1995. *Beberapa Catatan Tentang Bulu Babi Marga Diadema*. Oseana XX (4): 34-41.

Sugiyono. 2007. *Metode Penelitian Administasi*. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Bisnis.*Bandung: Alfabeta.

Suharsono. 1996. *Jenis-jenis Karang yang Umum Dijumpai di Perairan Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.

Suhery, Noveldesra. 2016. *Indeks Kerentanan Ekosistem Terumbu Karang terhadap Tumpahan Minyak (Studi Kasus: Ekosistem Terumbu Karang di Kepulauan Seribu)*. Bogor. Institut Pertanian Bogor.

Sukandar, Citra Dewi, Muliawati Handayani*.* 2017. *Analisis Kesesuaian dan Daya Dukung Lingkungan Bagi Pengembangan Wisata Bahari di Pulau Bawean Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur*. Jurnal Ilmu – Ilmu Perairan, Pesisir, dan Perikanan, ISSN: 2502 – 6194. Volume 6 (3). 205 – 213.

Supono, Arbi UY. 2012.*Kelimpahan dan keragamanEchinodermata di Pulau Pari, Kepulauan Seribu*. JurnalIlmu dan Teknologi Kelautan Tropis 4 (1): 114-120.

Supriharyono. 2007. *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*. Djambatan: Jakarta.

Suryanti dan Ruswahyuni. 2014. *Perbedaan Kelimpahan Bulu Babi (Echinoidea) Pada Ekosistem Karang dan Lamun di Pancuran Belakang, Karimunjawa Jepara*. Jurnal Saintek Perikanan Vol. 10, No. 1: 62-67.

Tenribali. 2015. *Sebaran dan Keanekaragaman Makrozoobentos serta Keterkaitannya dengan Komunitas Lamun di Calon Kawasan Konservasi Perairan Daerah (KKPD) di Perairan Kabupaten Luwu Utara*. Makassar: Universitas Hasanuddin.

Thamrin,Yudha Januarizki Setiawan, Sofyan Husein Siregar*.* 2011. *Analisis Kepadatan Bulu Babi Diadema setosum Pada Kondisi Ekosistem Terumbu Karang Berbeda di Desa Mapur Kepulauan Riau*. Pekanbaru. Jurnal Ilmu Lingkungan ISSN 1978-5283.

Toha, Abdul Hamid A., 2006. *Manfaat Sea urchin (Echinoidea), dari SumberPangan Sampai Organisme Hias*. Jurnal Ilmu-ilmu Perairan danPerikanan Indonesia, Vol 13, No 1.

Tomascik, T.. 1997. *The Ecology of the Indonesian Seas*. Oxford University Press.

Wildan, Yatim. 2003. *Kamus Biologi.* Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.

Wulandari, Eka, N.L., Subagio J.N., Wiryatno J.. 2015.*Jenis dan Densitas Sea urchin (Echinoidea) di Kawasan Pantai Sanur dan Serangan Denpasar-Bali*. Jurnal Simbiosis Vol. III, No. 1.

Zakaria, I.J. 2013. *Komunitas Sea urchin (Echinoidea) di Pulau Cingkuak, Pulau Sikuai dan Pulau Setan Sumatera Barat*. Prosiding SEMIRATA FMIPA Universitas Lampung.