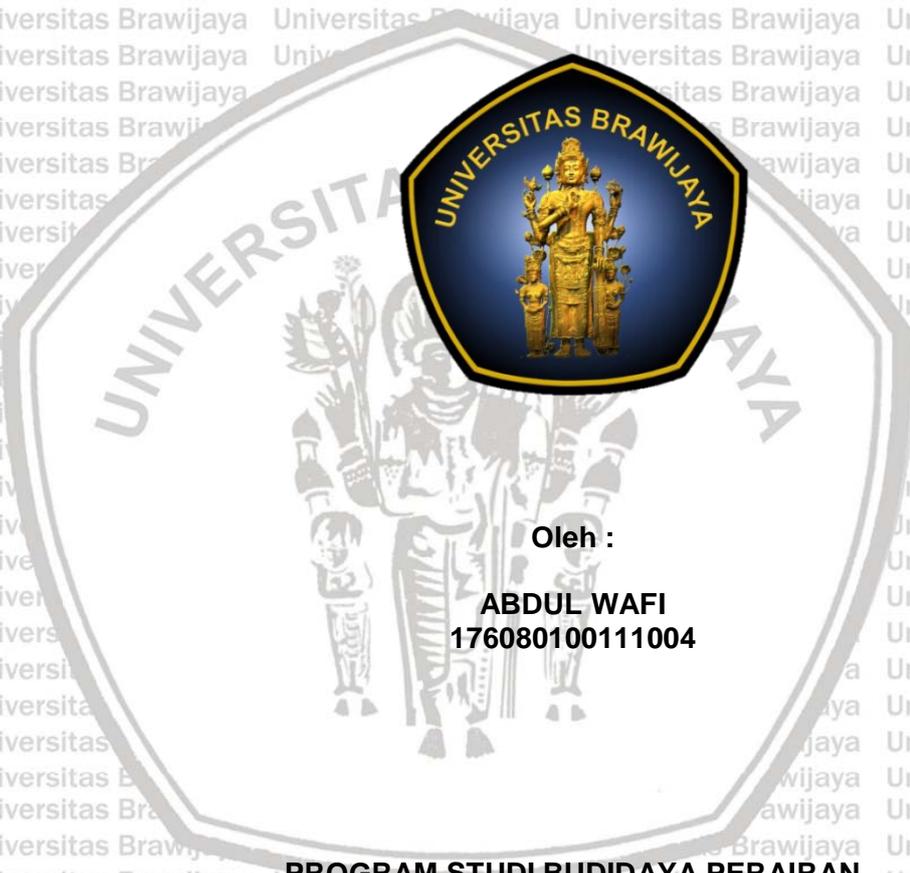


**PEMETAAN LAHAN BUDIDAYA RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottoni*)
DITINJAU DARI SISI EKOBIOLOGIS DI KECAMATAN BANYUPUTIH
KABUPATEN SITUBONDO**

TESIS



Oleh :

**ABDUL WAFI
176080100111004**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
LINGKUNGAN**

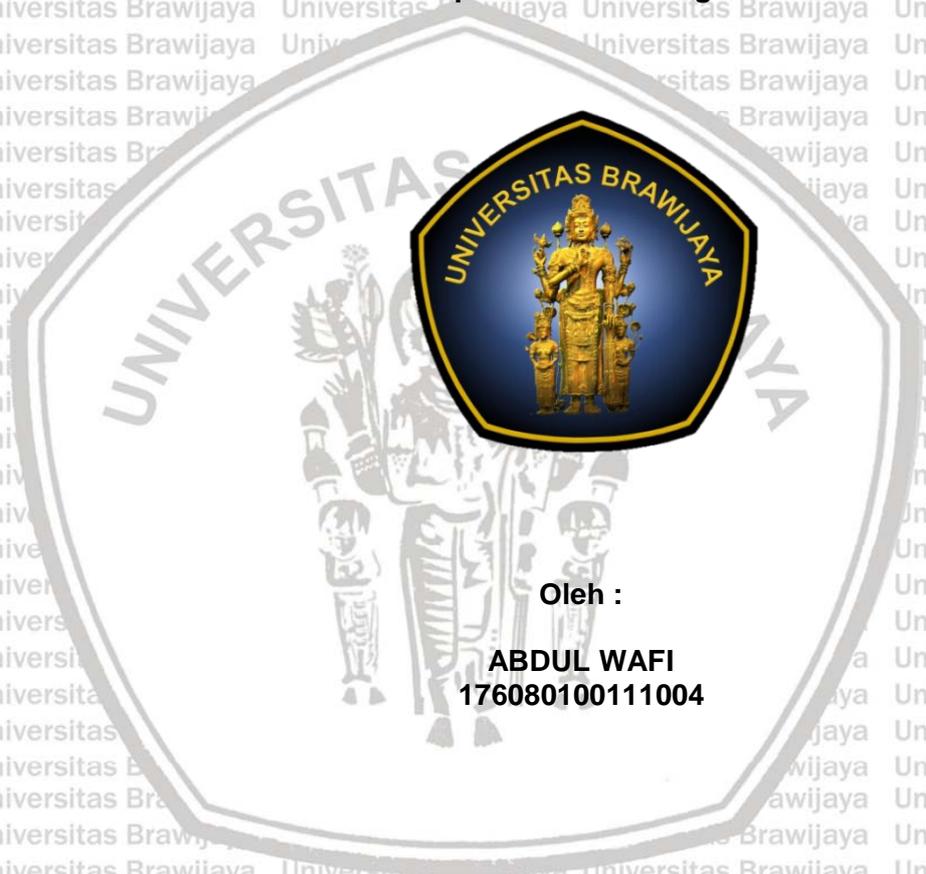
**PROGRAM PASCA SARJANA
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**



**PEMETAAN LAHAN BUDIDAYA RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottoni*)
DITINJAU DARI SISI EKOLOGIS DI KECAMATAN BANYUPUTIH
KABUPATEN SITUBONDO**

TESIS

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Magister**



Oleh :

**ABDUL WAFI
176080100111004**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
LINGKUNGAN**

**PROGRAM PASCA SARJANA
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

JUDUL TESIS

PEMETAAN LAHAN BUDIDAYA RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottoni*)

DITINJAU DARI SISI EKOBIOLOGIS DI KECAMATAN BANYUPUTIH

KABUPATEN SITUBONDO

Nama Mahasiswa : Abdul Wafi

NIM. : 176080100111004

Program Studi : Budidaya Perairan

Minat : Lingkungan

Komisi Pembimbing

Pembimbing I : Dr. Ir. Mohammad Mahmudi, MS.

Pembimbing II : Dr. Eng. Abu Bakar Sambah, S.Pi, MT

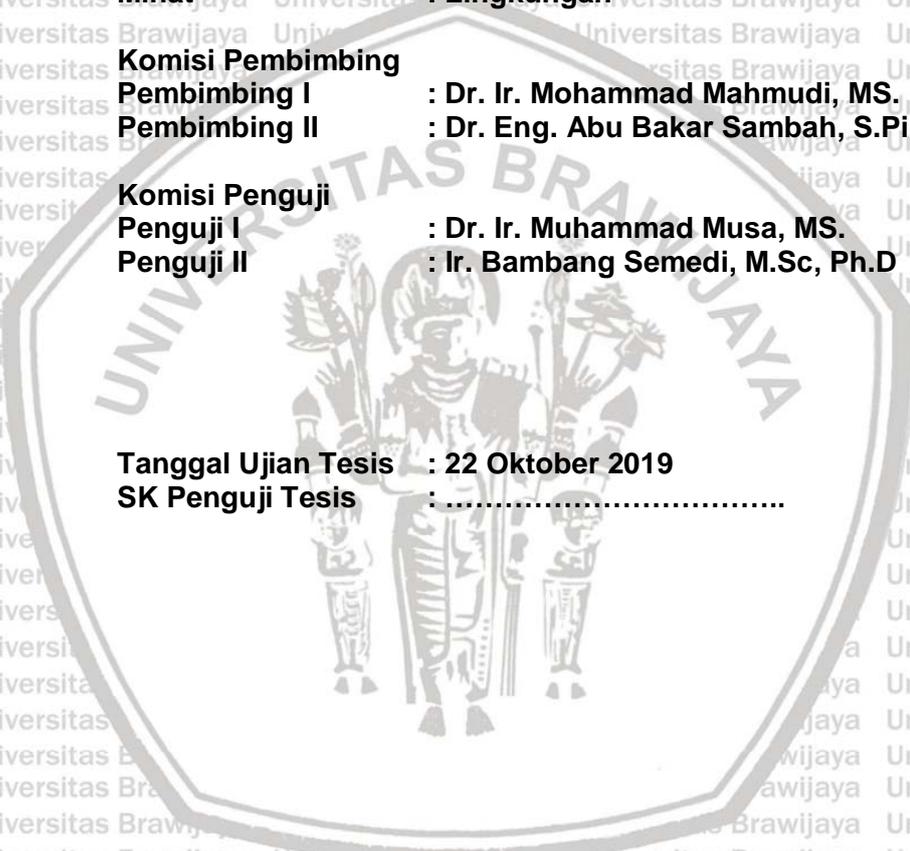
Komisi Penguji

Penguji I : Dr. Ir. Muhammad Musa, MS.

Penguji II : Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D

Tanggal Ujian Tesis : 22 Oktober 2019

SK Penguji Tesis :



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah Tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Tesis (MAGISTER) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 11 November 2019
Mahasiswa,




Abdul Wafi

NIM.176080100111004



RIWAYAT HIDUP

ABDUL WAFI, Lahir di Situbondo pada tanggal 5 April 1991. Anak pertama dari pasangan Bapak M. Anwari dan Ibu Fatimah Thalha. Pendidikan Taman Kanak diselesaikan di Raudhatul Athfal (RA) Ibrahimy Sukorejo Situbondo tahun 1997. Pendidikan Sekolah Dasar diselesaikan di SD Ibrahimy Sukorejo Situbondo pada tahun 2002, Pendidikan Sekolah Menengah Pertama diselesaikan di SMP Ibrahimy Sukorejo Situbondo pada tahun 2005. Sekolah Menengah Atas ditamatkan di SMA Ibrahimy Sukorejo Situbondo pada tahun 2008. Pendidikan Diploma 3 di tamatkan di Akademi Perikanan Ibrahimy Sukorejo Situbondo pada tahun 2011, Pendidikan Strata 1 (S1/Sarjana) diselesaikan di program studi Budidaya Perairan, Sekolah Tinggi Ilmu Perikanan (STIP) Malang tahun 2015. Pendidikan Strata 2 (S2/Magister) diselesaikan di program Magister Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Universitas Brawijaya, Malang, tahun 2019.



UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam, yang telah memberikan kemuliaan atas ilmu pengetahuan. Atas kebesaran dan izin-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “PEMETAAN LAHAN BUDIDAYA RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottoni*) DITINJAU DARI SISI EKOBIOLOGIS DI KECAMATAN BANYUPUTIH KABUPATEN SITUBONDO”. Penyusunan naskah Tesis ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu dan Bapak yang selalu mendoakan dan memberikan inspirasi
2. Prof. Dr. Ir. Happy Nursyam, MS selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.
3. Prof. Dr. Ir. Maftuch, M.Si selaku Ketua Program Magister Pascasarjana Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.
4. Dr. Ir. Mohammad Mahmudi, MS. dan Dr. Eng. Abu Bakar Sambah, S.Pi, M.T selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penyelesaian Tesis.
5. Dr. Ir. Muhamad Musa, MS. dan Ir. Bambang Semedi, M.Sc. Ph.D selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan untuk penulisan Tesis.
6. Adinda Aisyatin Masrurroh (istri), Fuady Asyiq Maulana (anak pertama), Dzakiyah Rikzatunnisa' (anak kedua) yang selalu memberikan dukungan terhadap aktifitas kuliah, penelitian dan penulisan. serta doa dan motivasi yang telah diberikan selama mengerjakan tesis dan publikasi.
7. Adinda Moh. Zainuddin, Nur Alfi Mukarromah, Sufina Zakiyah dan juga semua keluarga yang selalu memberikan doa dalam penuntasan studi penulis
8. Dosen-dosen pengajar yang telah memberikan ilmu selama masa kuliah
9. Saudara Magister Budidaya Perairan FPIK UB.
10. Semua pihak yang telah membantu selama masa kuliah sampai penyelesaian penulisan Tesis.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadirat Allah SWT karena atas berkat limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul Pemetaan Lahan Budidaya Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*) Ditinjau Dari Sisi Ekobiologis di Kecamatan Banyuputih Kabupaten Situbondo. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat meraih gelar Magister Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Ucapan terimakasih tak lupa penulis ucapkan kepada pembimbing yang telah memberikan arahan sehingga dapat terselesaikannya penulisan tesis ini.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, oleh karena itu penulis mengharapakan saran yang membangun, agar tulisan ini dapat memberikan manfaat.

Malang, 11 November 2019

Abdul Wafi

RINGKASAN

ABDUL WAFI (176080100111004). Program Studi Magister Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya Malang. Pemetaan Lahan Budidaya Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*) Ditinjau Dari Sisi Ekobiologis di Kecamatan Banyuputih Kabupaten Situbondo. Komisi Pembimbing, **Dr. Muhammad Mahmudi, MS**, dan **Dr. Eng. Abu Bakar Sambah, S.Pi, M.T.**

Rumput laut merupakan salah satu sumberdaya laut yang memiliki manfaat untuk industri makanan, farmasi, dan lain-lain karena rumput laut menghasilkan agar, karaginan dan alginat. Rumput laut juga memiliki kandungan karbohidrat, protein dan sedikit lemak yang merupakan senyawa garam natrium dan kalium. Permintaan pasar domestik dan luar negeri serta potensi rumput laut yang terus meningkat maka memberikan peluang yang sangat besar agar budidaya rumput laut dapat dikembangkan. Selanjutnya kebutuhan rumput laut dunia terus meningkat, dalam menghadapi pangsa pasar tersebut Indonesia belum mampu memanfaatkannya secara optimal.

Dalam pengembangan budidaya rumput laut di pesisir Kecamatan Banyuputih Kabupaten Situbondo perlu diperhatikan kecenderungan masyarakat pembudidaya untuk memanfaatkan sumberdaya perairan pantai secara maksimal dalam pemenuhan kebutuhan hidupnya, maka perlu memperhatikan kondisi perairan agar tidak terjadi degradasi lingkungan yang mengalami tekanan ekologi sehingga menurun kualitasnya. Untuk melakukan pengelolaan dan pemanfaatan rumput laut maka perlu menerapkan pola usaha tani yang tepat dan memperhatikan kesesuaian lahan serta mencegah penurunan kualitas lingkungan perairan pantai yang selanjutnya akan meningkatkan produktifitas usaha budidaya.

Selanjutnya setelah diketahui lokasi yang sesuai dengan kondisi ekologis, maka akan dilakukan analisis terhadap laju pertumbuhan dan analisis kualitas (karaginan) rumput laut dan juga penentuan lokasi dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (GIS). Selain itu perlu diketahui daya dukung/tampung untuk budidaya rumput laut dalam lokasi/kawasan yang telah ditentukan atau sesuai dengan syarat tumbuhnya rumput laut.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian ekologis wilayah perairan untuk pengembangan budidaya rumput laut secara berkelanjutan di Kecamatan Banyuputih. Memetakan lahan pengembangan budidaya rumput laut, Menganalisis daya dukung lahan untuk pengembangan budidaya rumput laut dalam suatu kawasan. Menyusun strategi pengembangan budidaya rumput laut.

Prosedur penelitian yang dilakukan adalah, pengumpulan data penunjang utama, analisis parameter pertumbuhan, analisis kandungan karaginan, analisis spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG), analisis daya dukung lingkungan, serta strategi pengembangan budidaya rumput laut.

Kesimpulan yang di peroleh adalah 1. Hasil evaluasi terhadap parameter ekobiologis di wilayah perairan penelitian Kecamatan Banyuputih dapat dikategorikan memenuhi syarat untuk pengembangan budidaya rumput laut dengan metode rakit apung. 2. Hasil evaluasi/analisis kesesuaian lahan untuk pengembangan budidaya rumput laut di lokasi penelitian adalah sangat sesuai 340,80 ha, sesuai 440,35 ha dan tidak sesuai 720,97 ha. 3. Luas lahan yang efektif untuk pengembangan budidaya rumput laut adalah 230,48 (60% dari luas

sangat sesuai) dengan jumlah rakit yang boleh dioperasikan adalah 50.223 unit.
4. Strategi pengembangan budidaya rumput laut di kecamatan Banyuputih yang perlu diterapkan adalah mengacu pada pengelolaan lingkungan perairan berbasis ekologis, aspek teknologi dalam budidaya rumput laut dan penataan kawasan sesuai daya dukung lingkungan.



GLOSARIUM

- Alginat** : Polimer linier organik polisakarida yang terdiri dari monomer α -L asam guluronat dan β -D asam manuronat, atau dapat berupa kombinasi dari kedua monomer tersebut.
- Biogeofisik** : Istilah dari nama lain sumber daya alam. Semua unsur tata lingkungan biogeofisik merupakan sumberdaya alam yang nyata atau potensial dapat memenuhi kebutuhan manusia.
- Bottom Metode** : Metode dasar
- Coast Line** : Garis pantai
- Cross Shore** : Batas yang tegak lurus garis pantai
- Daya Dukung** : Kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia dan makhluk hidup lain.
- Ekobiologis** : ilmu yang mempelajari interaksi antara organisme dengan lingkungannya dan yang lainnya.
- Floating** : Metode apung
- Leading Sector** : Sektor pemimpin
- Long Shore** : Batas yang sejajar garis pantai
- Off Bottom Metode** : Metode lepas dasar
- Penyakit Ice-Ice** : Penyakit yang banyak menyerang tanaman rumput laut
- Quick Yielding** : Usaha yang cepat menghasilkan
- Sistem Informasi Geografis** : Sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan).



DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
RIWAYAT HIDUP	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
RINGKASAN.....	ix
GLOSARIUM.....	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Kerangka Pemikiran.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Budidaya Rumput Laut.....	7
2.1.1 Biologi Rumput Laut.....	7
2.1.2 Kondisi Lingkungan.....	9
2.1.3 Pengembangan Budidaya Rumput Laut.....	12
2.2 Pertumbuhan dan Karaginan Rumput Laut.....	13
2.3 Model-Model Kajian Dalam Pengembangan Budidaya Rumput Laut.....	15
2.3.1 Model Sistem Informasi Geografis.....	15
2.3.2 Model Konvensional.....	16
2.4 Sistem Informasi Geografis.....	16
2.5 Daya Dukung Lingkungan.....	17
2.6 Pengembangan Wilayah Pesisir Berkelanjutan.....	18
3. KONSEP PENELITIAN	22

3.1	Landasan Teori	22
3.2	Kerangka Konsep Penelitian	24
3.3	Kerangka Operasional Penelitian	28
3.4	Penelitian Terdahulu	30
3.5	Strategi Publikasi	32
4.	MATERI DAN METODE PENELITIAN	33
4.1	Materi Penelitian	33
4.2.	Bahan dan Alat.....	33
4.3.	Metode Penelitian	34
4.4.	Pengumpulan Data	39
4.4.1	Pengumpulan Data Utama	39
4.4.2	Pengumpulan Data Penunjang	40
4.5.	Analisis Data	40
4.5.1	Analisis Parameter Pertumbuhan.....	41
4.5.2	Analisis Kandungan Karaginan	41
4.5.3	Analisis Spasial.....	41
4.5.4	Analisis Daya Dukung Lingkungan	45
4.5.5	Strategi Pengembangan Budidaya Rumput Laut	45
4.6.	Jadwal Rencana Kegiatan	46
5.	HASIL DAN PEMBAHASAN	47
5.1	Lingkungan Perairan.....	47
5.1.1	Suhu.....	47
5.1.2	Salinitas	50
5.1.3	Kecerahan dan Kedalaman Perairan	53
5.1.4	Oksigen Terlarut	58
5.1.5	Arus.....	60
5.1.6	Kandungan Nutrient.....	63
5.1.7	Biota Pengganggu	68

5.2	Pertumbuhan Rumput Laut : Berat Basah	68
5.3	Kandungan Karaginan	70
5.4	Kesesuaian Lahan Budidaya Rumput Laut	73
5.5	Daya Dukung Lingkungan	77
5.6	Strategi Pengembangan Budidaya	80
6.	PENUTUP	86
6.1	Kesimpulan	86
6.2	Saran	86
	DAFTAR PUSTAKA	88



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alir Pendekatan Pengembangan Budidaya Rumput Laut di Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo	6
2. Kerangka Konsep Penelitian	27
3. Lokasi Penelitian	33
4. Penanaman budidaya rumput laut dengan metode apung	38
5. Sebaran Suhu Perairan di Kecamatan Banyuputih	48
6. Peta tematik suhu perairan Kecamatan Banyuputih	50
7. Salinitas Perairan di Kecamatan Banyuputih	51
8. Peta tematik salinitas perairan Kecamatan Banyuputih	52
9. Kecerahan Perairan di Kecamatan Banyuputih	54
10. Peta tematik kecerahan perairan Kecamatan Banyuputih	55
11. Kedalaman Organisme Dengan Substrat	56
12. Peta tematik kedalaman perairan Kecamatan Banyuputih	57
13. Oksigen Terlarut	58
14. Peta tematik oksigen terlarut perairan Kecamatan Banyuputih	60
15. Kecepatan Arus di Perairan Kecamatan Banyuputih	61
16. Peta tematik arus di perairan Kecamatan Banyuputih	63
17. Nitrat di Perairan Kecamatan Banyuputih	64
18. Peta tematik nitrat di perairan Kecamatan Banyuputih	65
19. Hasil Pengukuran Kandungan Fosfat	66
20. Peta tematik fosfat di perairan Kecamatan Banyuputih	67
21. Berat Basah Rumput Laut	69
22. Hasil Analisis Kandungan Karaginan	71



23. Peta Kesesuaian Lahan Pertumbuhan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) di Kecamatan Banyuputih Tahun 2019..... 76



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian terdahulu yang menggunakan analisis spasial	30
2. Parameter lingkungan perairan yang diukur beserta satuan dan alat pengukurnya	34
3. Matriks kesesuaian lahan (perairan) untuk budidaya rumput laut (<i>Eucheuma sp.</i>) dengan metode rakit apung	43
4. Jadwal Penelitian	46
5. Suhu perairan rata-rata di Kecamatan Banyuputih	48
6. Salinitas perairan di Kecamatan Banyuputih	50
7. Kecerahan perairan (m) di Kecamatan Banyuputih	53
8. Kedalaman perairan (m) di Kecamatan Banyuputih	56
9. Oksigen terlarut (mg/l) di Kecamatan Banyuputih	58
10. Kecepatan arus di Kecamatan Banyuputih	61
11. Nitrat perairan Kecamatan Banyuputih	64
12. Kandungan fosfat di perairan Kecamatan Banyuputih	66
13. Hasil pengamatan terhadap biota pengganggu	68
14. Hasil Pengukuran Kadar Karaginan Rumput laut <i>Eucheuma cottoni</i>	70

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perikanan budidaya merupakan salah satu sub sektor andalan dari sektor kelautan dan perikanan yang berpotensi sebagai usaha penghasil devisa negara, pembuka peluang usaha dan penyerap tenaga kerja. Menurut Alaudin (2010), perikanan budidaya memiliki banyak kelebihan, yaitu: 1) relatif dapat dilakukan oleh setiap lapisan masyarakat; 2) merupakan usaha yang cepat menghasilkan (*quick yielding*) dengan margin keuntungan yang cukup besar; 3) mempunyai cakupan usaha yang luas sehingga dapat memacu pembangunan industri hulu maupun hilir; 4) dapat mengatasi kemiskinan masyarakat; 5) sudah tersedia teknologi terapannya; dan 6) Produknya merupakan sumber protein yang dapat memacu peningkatan gizi masyarakat guna pemenuhan protein hewani dalam rangka ketahanan pangan nasional.

Pengembangan pemanfaatan potensi budidaya perikanan di perairan pantai di wilayah Kabupaten Situbondo diarahkan secara optimal untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat setempat dengan tetap memperhatikan aspek kelestarian sumberdaya secara efektif, efisien, optimal dan berkelanjutan. Berkaitan dengan itu secara konseptual kegiatan budidaya rumput laut harus dikembangkan berdasarkan unsur-unsur yang mendukung meliputi lingkungan, teknologi, infrastruktur, asset sosial budaya masyarakat dan sumberdaya masyarakat.

Wilayah pesisir pantai Kecamatan Banyuputih yang adalah salah satu Kecamatan dari Kabupaten Situbondo memiliki potensi sumberdaya perairan untuk pengembangan usaha di bidang perikanan (budidaya dan tangkap). Salah satu potensi yang sementara dikembangkan adalah budidaya rumput laut.

Rumput laut merupakan salah satu sumberdaya laut yang memiliki manfaat untuk industri makanan, farmasi, dan lain-lain karena rumput laut menghasilkan agar, karaginan dan alginat. Rumput laut juga memiliki kandungan karbohidrat, protein dan sedikit lemak yang merupakan senyawa garam natrium dan kalium.

Permintaan pasar domestik dan luar negeri serta potensi rumput laut yang terus meningkat maka memberikan peluang yang sangat besar agar budidaya rumput laut dapat dikembangkan (Rahman,1999). Selanjutnya kebutuhan rumput laut dunia terus meningkat, oleh Zatznika (1993) bahwa dalam menghadapi pangsa pasar tersebut Indonesia belum mampu memanfaatkannya secara optimal.

Pemanfaatan jenis sumberdaya hayati pesisir dan laut seperti rumput laut dan lain-lain telah lama dilakukan oleh masyarakat nelayan Kecamatan Banyuputih. Selama ini masyarakat nelayan memanfaatkan rumput laut terbatas pada alam dan sangat sedikit membudidayakannya. Jenis rumput laut yang dibudiyakan dan dimanfaatkan di wilayah ini adalah jenis rumput laut *Eucheuma* sp.

Dalam rangka pemanfaatan potensi lahan yang tersedia guna memenuhi kebutuhan masyarakat pada umumnya dan khususnya pembudidaya melalui peningkatan produksi dan pendapatan. Potensi budidaya laut dengan luas areal 14.000 ha yang baru dimanfaatkan untuk pengembangan budidaya rumput laut adalah 1.410 ha. Produksi rumput laut pada tahun 2001 adalah 5.406 ton dengan luas lahan 1.802 ha sedangkan pada tahun 2005 mengalami penurunan produksi menjadi 3.400 ton dengan luas lahan 1.410 ha (BPS Situbondo, 2017)

Menurunya produksi rumput laut disebabkan karena serangan penyakit *ice-ice* sebagai akibat dari masuknya limbah pemukiman, pertanian, limbah pabrik dan lalu lintas pelayaran kapal serta limbah dari kegiatan perikanan

lainnya (budidaya udang dan pelabuhan) ke perairan sehingga mempengaruhi kondisi ekologis perairan seperti suhu, salinitas, oksigen terlarut dimana akan menimbulkan penyakit pada rumput laut. Hal ini akan menghambat pertumbuhan rumput laut yang pada akhirnya mempengaruhi kuantitas dan kualitas rumput laut.

Oleh karena itu untuk menjamin pemanfaatan sumberdaya perairan pantai secara berkelanjutan bagi pengembangan budidaya rumput laut, maka perlu dilakukan penelitian tentang kajian Ekobiologis untuk pengembangan budidaya rumput laut Kecamatan Banyuputih Kabupaten Situbondo.

Dalam pengembangan budidaya rumput laut salah satu syarat utama yang sangat penting adalah kesesuaian lokasi budidaya. Untuk menentukan suatu lokasi sesuai dengan syarat ekologis maka pemanfaatan data satelit dan Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan salah satu alternatif untuk memperoleh informasi mengenai sumberdaya pesisir dan laut. Berbagai informasi yang diperoleh dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyusun rencana, pendukung pelaksanaan dan untuk evaluasi dalam kegiatan budidaya rumput laut. Dalam rangka pengembangan budidaya rumput laut di Kecamatan Banyuputih maka diperlukan pemetaan perairan yang sesuai syarat ekologis untuk budidaya rumput laut dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (GIS) dan daya dukung lingkungan.

1.2 Perumusan Masalah

Produksi rumput laut makin menurun disebabkan karena pemanfaatan lahan untuk budidaya belum optimal dan pemanfaatan sumberdaya pesisir yang tidak ramah lingkungan akan menyebabkan menurunnya kondisi ekologis perairan seperti suhu, salinitas, oksigen terlarut dan lain-lain diantaranya dapat menimbulkan penyakit *ice-ice* yang menghambat pertumbuhan rumput laut serta

akan berpengaruh terhadap mutu akhir dari rumput laut. Selain itu juga teknik budidaya secara tradisional dengan tidak mempertimbangkan daya dukung lingkungan sehingga produksi rumput laut tidak menentu.

Dalam upaya memaksimalkan produksi rumput laut maka diperlukan suatu kajian dari aspek ekologis untuk kesesuaian lahan, daya dukung hingga strategi pengelolaannya yang dapat meminimalkan kerusakan dan tekanan ekologi perairan untuk pengembangan usaha budidaya rumput laut di wilayah perairan Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo.

Sehubungan dengan itu maka permasalahan dalam penelitian ini adalah :

- a) Belum adanya informasi pemetaan kawasan yang sesuai dan tidak sesuai untuk pengembangan budidaya rumput laut di Kecamatan Banyuputih
- b) Belum adanya penataan kawasan untuk masing-masing kegiatan sehingga berpengaruh terhadap daya dukung lahan dalam pengembangan budidaya rumput laut.
- c) Belum adanya strategi dalam mengembangkan budidaya rumput laut di Kecamatan Banyuputih.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Menganalisis kesesuaian ekobiologis wilayah perairan untuk pengembangan budidaya rumput laut secara berkelanjutan di Kecamatan Banyuputih.
2. Memetakan lahan untuk pengembangan budidaya rumput laut.
3. Menganalisis daya dukung lahan untuk pengembangan budidaya rumput laut dalam suatu kawasan.

4. Menyusun strategi pengembangan budidaya rumput laut

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil kajian ini diharapkan dapat dijadikan bahan informasi tentang kawasan yang sesuai untuk budidaya rumput laut, daya dukung lingkungan dan strategi yang perlu untuk pengembangan budidaya rumput laut serta teknologi budidaya rumput laut yang tepat untuk diterapkan oleh masyarakat di Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo, dan juga sebagai bahan masukan bagi pihak terkait terutama pemerintah daerah dalam upaya menetapkan kebijakan serta bermanfaat tentang masalah pemberdayaan masyarakat pesisir.

1.5 Kerangka Pemikiran

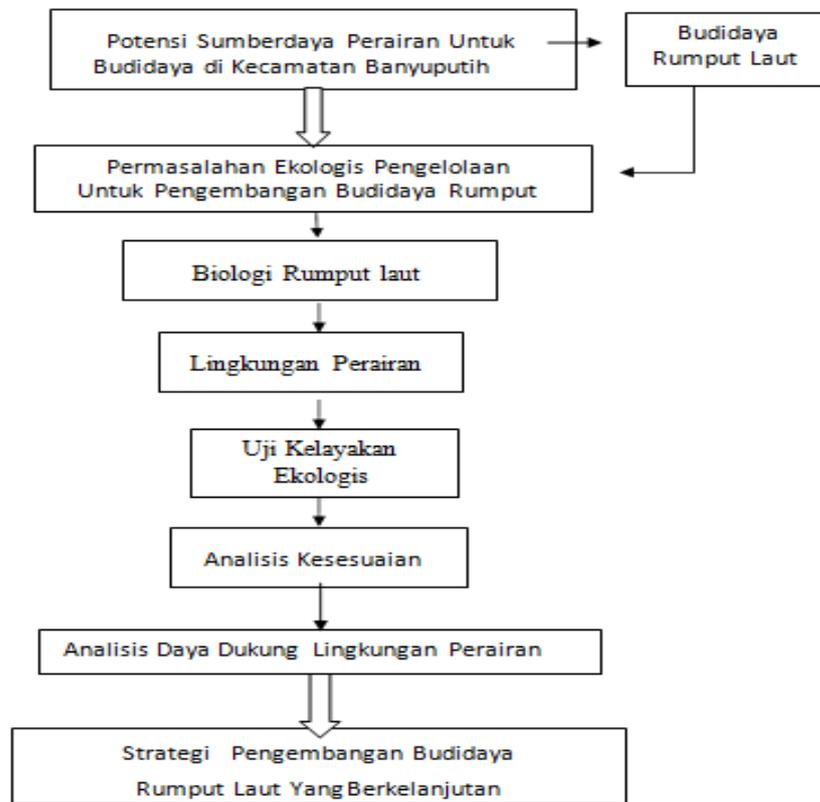
Budidaya merupakan peranan dan potensi cukup penting untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat maupun pengembangan ekonomi wilayah karena selain mudah dilaksanakan, rumput laut juga merupakan komoditi yang mempunyai kegunaan sangat beragam seperti untuk bahan pangan, bahan industri farmasi dan kosmetik, industri kecil serta industri kulit.

Dalam pengembangan budidaya rumput laut di pesisir Kecamatan Banyuputih Kabupaten Situbondo perlu diperhatikan kecenderungan masyarakat pembudidaya untuk memanfaatkan sumberdaya perairan pantai secara maksimal dalam pemenuhan kebutuhan hidupnya, maka perlu memperhatikan kondisi perairan agar tidak terjadi degradasi lingkungan yang mengalami tekanan ekologi sehingga menurun kualitasnya. Untuk melakukan pengelolaan dan pemanfaatan rumput laut maka perlu menerapkan pola usaha tani yang tepat dan memperhatikan kesesuaian lahan serta mencegah penurunan kualitas lingkungan perairan pantai yang selanjutnya akan meningkatkan produktifitas usaha budidaya.

Selanjutnya setelah diketahui lokasi yang sesuai dengan kondisi ekologis,

maka akan dilakukan analisis terhadap laju pertumbuhan dan analisis kualitas (karaginan) rumput laut dan juga penentuan lokasi dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (GIS). Selain itu perlu diketahui daya dukung/tampung untuk budidaya rumput laut dalam lokasi/kawasan yang telah ditentukan atau sesuai dengan syarat tumbuhnya rumput laut.

Berdasarkan permasalahan yang ada dan potensi sumberdaya yang dimiliki maka dalam pengembangan budidaya rumput laut secara optimal perlu adanya penentuan pemanfaatan berdasarkan evaluasi kesesuaian lahan dan daya dukung/tampung lingkungan. Diagram alir pendekatan kajian pengembangan budidaya rumput laut sebagaimana diuraikan dalam gambar di bawah ini :



Gambar 1. Diagram Alir Pendekatan Pengembangan Budidaya Rumput Laut di Kecamatan Banyuwangi, Kabupaten Situbondo

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Budidaya Rumput Laut

Dalam pembangunan di wilayah pesisir, salah satu pengembangan kegiatan ekonomi yang sedang digalakkan pemerintah adalah pengembangan budidaya rumput laut. Melalui program ini diharapkan dapat merangsang terjadinya pertumbuhan ekonomi wilayah akibat meningkatnya pendapatan masyarakat setempat.

Pengembangan budidaya rumput laut di Indonesia dirintis sejak tahun 1980-an dalam upaya merubah kebiasaan penduduk pesisir dari pengambilan sumberdaya alam ke arah budidaya rumput laut yang ramah lingkungan dan usaha budidaya ini dapat meningkatkan pendapatan masyarakat pembudidaya juga dapat digunakan untuk mempertahankan kelestarian lingkungan perairan pantai (Ditjenkan Budidaya, 2004).

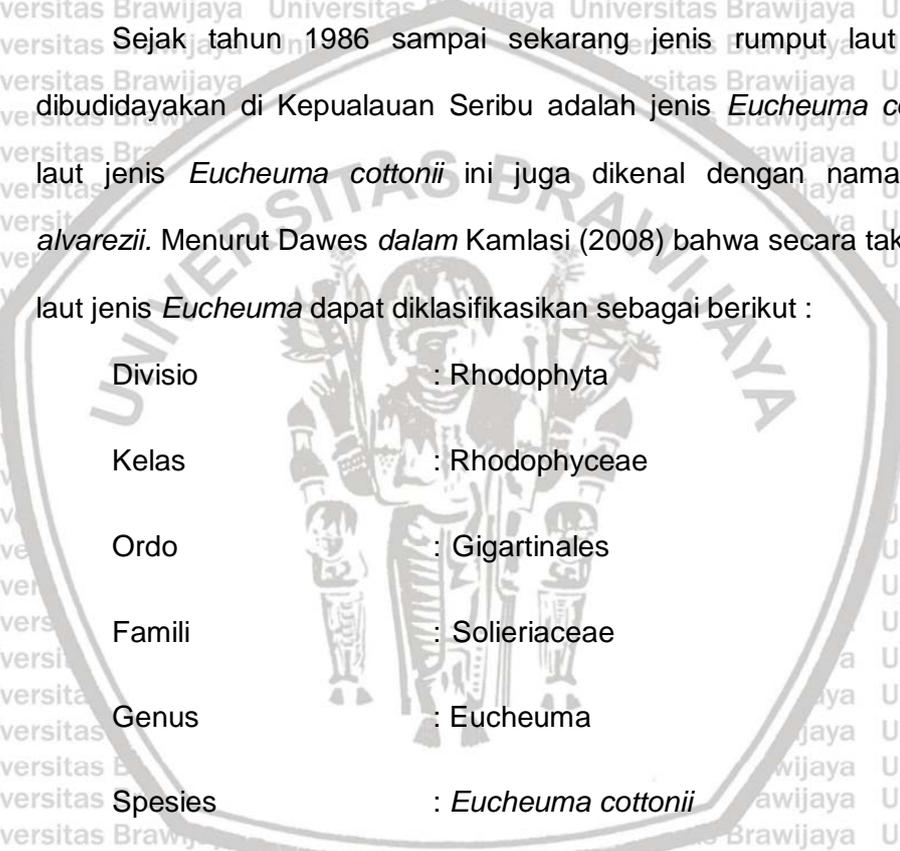
Pengembangan budidaya rumput laut merupakan salah satu alternatif pemberdayaan masyarakat pesisir yang mempunyai keunggulan dalam hal : (1) produk yang dihasilkan mempunyai kegunaan yang beragam, (2) tersedianya lahan untuk budidaya yang cukup luas serta (3) mudahnya teknologi budidaya yang diperlukan (Ditjenkan Budidaya, 2004).

2.1.1 Biologi Rumput Laut

Rumput laut merupakan ganggang yang hidup di laut dan tergolong dalam divisio *thallophyta*. Keseluruhan dari tanaman ini merupakan batang yang dikenal dengan sebutan *thallus*, bentuk *thallus* rumput laut ada bermacam-macam ada yang bulat seperti tabung, pipih, gepeng, bulat seperti kantong, rambut dan lain sebagainya. *Thallus* ini ada yang tersusun hanya oleh satu sel (uniseluler) atau banyak sel (multiseluler). Percabangan *thallus* ada yang *thallus*

dichotomus (dua-dua terus menerus), *pinate* (dua-dua berlawanan sepanjang thallus utama), *pectinate* (berderet searah pada satu sisi thallus utama) dan ada juga yang sederhana tidak bercabang. Sifat substansi *thallus* juga beraneka ragam ada yang lunak seperti gelatin (*gelatinous*), keras diliputi atau mengandung zat kapur (*calcareous*), lunak bagaikan tulang rawan (*cartilagenous*), berserabut (*spongeous*) dan sebagainya (Soegiarto *et al.*, 1978).

Sejak tahun 1986 sampai sekarang jenis rumput laut yang banyak dibudidayakan di Kepulauan Seribu adalah jenis *Eucheuma cottonii*. Rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* ini juga dikenal dengan nama *Kappaphycus alvarezii*. Menurut Dawes dalam Kamlasi (2008) bahwa secara taksonomi rumput laut jenis *Eucheuma* dapat diklasifikasikan sebagai berikut :



Divisio	: Rhodophyta
Kelas	: Rhodophyceae
Ordo	: Gigartinales
Famili	: Solieriaceae
Genus	: <i>Eucheuma</i>
Spesies	: <i>Eucheuma cottonii</i>

Genus *Eucheuma* merupakan istilah populer di bidang niaga untuk jenis rumput laut penghasil karaginan. Nama istilah ini resmi bagi spesies *Eucheuma* yang ditentukan berdasarkan kajian filogenetis dan tipe karaginan yang terkandung di dalamnya. Jenis *Eucheuma* ini juga dikenal dengan *Kappaphycus* (Doty, 1987 dalam Yusron, 2005).

Ciri-ciri *Eucheuma cottonii* adalah *thallus* dan cabang-cabangnya berbentuk silindris atau pipih, percabangannya tidak teratur dan kasar (sehingga

merupakan lingkaran) karena ditumbuhi oleh *nodulla* atau *spine* untuk melindungi *gametan*. Ujungnya runcing atau tumpul berwarna coklat ungu atau hijau kuning.

Spina *Eucheuma cottonii* tidak teratur menutupi *thallus* dan cabang-cabangnya.

Permukaan licin, *cartilaginous*, warna hijau, hijau kuning, abau-abu atau merah.

Penampakan *thallus* bervariasi dari bentuk sederhana sampai kompleks

(Ditjenkan Budidaya, 2004).

2.1.2 Kondisi Lingkungan

Keberhasilan budidaya rumput laut dengan pemilihan lokasi yang tepat merupakan salah satu faktor penentu. Gambaran tentang biofisik air laut yang diperlukan untuk budidaya rumput laut penting diketahui agar tidak timbul masalah yang dapat menghambat usaha itu sendiri dan mempengaruhi mutu hasil yang dikehendaki.

Lokasi dan lahan budidaya untuk pertumbuhan rumput laut jenis *Eucheuma* di wilayah pesisir dipengaruhi oleh berbagai faktor ekologi oseanografis yang meliputi parameter lingkungan fisik, biologi dan kimiawi perairan (Puslitbangkan, 1991)

a. Kondisi Lingkungan Fisika

Untuk menghindari kerusakan fisik sarana budidaya maupun rumput laut dari pengaruh angin topan dan ombak yang kuat, maka diperlukan lokasi yang terlindung dari hempasan ombak sehingga diperairan teluk atau terbuka tetap terlindung oleh karang penghalang atau pulau di depannya untuk budidaya rumput laut (Puslitbangkan, 1991).

Dasar perairan yang paling baik untuk pertumbuhan *Eucheuma cottonii* adalah yang stabil terdiri dari patahan karang mati (pecahan karang) dan pasir kasar serta bebas dari lumpur, dengan gerakan air (arus) yang cukup 20-40 cm/detik (Ditjenkan Budidaya, 2005).

Kedalaman air yang baik untuk pertumbuhan *Eucheuma cottoni* adalah antara 2-15 m pada saat surut terendah untuk metode apung. Hal ini akan menghindari rumput laut mengalami kekeringan karena terkena sinar matahari secara langsung pada waktu surut terendah dan memperoleh (mengoptimalkan) penetrasi sinar matahari secara langsung pada waktu air pasang (Ditjenkan Budidaya, 2005).

Kenaikan temperatur yang tinggi mengakibatkan *thallus* rumput laut menjadi pucat kekuning-kuningan yang menjadikan rumput laut tidak dapat tumbuh dengan baik. Oleh karena itu suhu perairan yang baik untuk budidaya rumput laut adalah 20-28°C dengan fluktuasi harian maksimum 4°C (Puslitbangkan, 1991)

Tingkat kecerahan yang tinggi diperlukan dalam budidaya rumput laut. Hal ini dimaksudkan agar cahaya penetrasi matahari dapat masuk kedalam air. Intensitas sinar yang diterima secara sempurna oleh *thallus* merupakan faktor utama dalam proses fotosintesis. Kondisi air yang jernih dengan tingkat transparansi tidak kurang dari 5 meter cukup baik untuk pertumbuhan rumput laut (Puslitbangkan, 1991).

b. Kondisi Lingkungan Kimia

Rumput laut tumbuh pada salinitas yang tinggi. Penurunan salinitas akibat air tawar yang masuk akan menyebabkan pertumbuhan rumput laut menjadi tidak normal. Salinitas yang dianjurkan untuk budidaya rumput laut sebaiknya jauh dari muara sungai. Salinitas yang dianjurkan untuk budidaya rumput laut *Eucheuma cottonii* adalah 28- 35 ppt (Ditjenkan Budidaya, 2005).

Mengandung cukup makanan berupa makro dan mikro nutrien. Menurut Joshimura dalam Wardoyo (1978) bahwa kandungan fosfat sangat baik bila berada pada kisaran 0,10-0,20 mg/l sedangkan nitrat dalam kondisi berkecukupan biasanya berada pada kisaran antara 0,01- 0,7 mg/l. Dengan

demikian dapat dikatakan perairan tersebut mempunyai tingkat kesuburan yang baik dan dapat digunakan untuk kegiatan budidaya laut.

c. Kondisi Lingkungan Biologi

Sebaiknya untuk perairan budidaya *Eucheuma* dipilih perairan yang secara alami ditumbuhi oleh komonitas dari berbagai makro algae seperti *Ulve*, *Caulerpa*, *Padina*, *Hypnea* dan lain-lain, dimana hal ini merupakan salah satu indikator bahwa perairan tersebut cocok untuk budidaya *Eucheuma*. Kemudian sebaiknya bebas dari hewan air lainnya yang bersifat herbivora terutama ikan baronang/lingkis (*siganus. spp*), penyu laut (*Chelonia midos*) dan bulu babi yang dapat memakan tanaman budidaya (Puslitbangkan, 1991).

Secara umum di Indonesia, budidaya rumput laut dilakukan dalam tiga metode penanaman berdasarkan posisi tanaman terhadap dasar perairan.

Ketiga budidaya tersebut dijelaskan sebagai berikut :

1) Metode Dasar (*bottom method*)

Penanaman dengan metode ini dilakukan dengan mengikat bibit tanaman yang telah dipotong pada karang atau balok semen kemudian disebar pada dasar perairan. Metode dasar merupakan metode pembudidayaan rumput laut dengan menggunakan bibit dengan berat tertentu.

2) Metode Lepas Dasar (*off-bottom method*)

Metode ini dapat dilakukan pada dasar perairan yang terdiri dari pasir, sehingga mudah untuk menancapkan patok/pancang. Metode ini sulit dilakukan pada dasar perairan yang berkarang. Bibit diikat dengan tali rafia yang kemudian diikatkan pada tali plastik yang direntangkan pada pokok kayu atau bambu. Jarak antara dasar perairan dengan bibit yang akan dilakukan berkisar antara 20-30 cm. Bibit yang akan ditanam berukuran 100-150 gram, dengan jarak tanam 20-25 cm. Penanaman dapat pula dilakukan dengan jaring yang berukuran yang berukuran 2,5x5 m² dengan lebar mata 25-30 cm dan direntangkan pada patok

kemudian bibit rumput laut diikatkan pada simpul-simpulnya.

3) Metode Apung (*floating method*)/ Longline

Metode ini cocok untuk perairan dengan dasar perairan yang berkarang dan pergerakan airnya di dominasi oleh ombak. Penanaman menggunakan rakit-rakit dari bambu sedang dengan ukuran tiap rakit bervariasi tergantung dari ketersediaan material, tetapi umumnya $2,5 \times 5 \text{ m}^2$ untuk memudahkan pemeliharaan.

Pada dasarnya metode ini sama dengan metode lepas dasar hanya posisi tanaman terapung dipermukaan mengikuti gerakan pasang surut. Untuk mempertahankan agar rakit tidak hanyut digunakan pemberat dari batu atau jangkar. Untuk menghemat area, beberapa rakit dapat dijadikan menjadi satu dan tiap rakit diberi jarak 1 meter untuk memudahkan dalam pemeliharaan. Bibit diikatkan pada tali plastik dan atau pada masing-masing simpul jaring yang telah direntangkan pada rakit tersebut dengan ukuran berkisar antara 100-150 gram.

2.1.3 Pengembangan Budidaya Rumput Laut

Pemanfaatan rumput laut sebagai bahan makanan kosmetika dan obat-obatan tradisional sudah lama dikenal oleh masyarakat. Sedangkan pemanfaatannya sebagai bahan industri yang memungkinkan untuk diekspor baru berkembang dalam beberapa tahun terakhir ini, sehingga merangsang pengembangan untuk budidaya rumput laut. Pengembangan budidaya rumput laut di Kecamatan Banyuputih sangat perlu dilakukan mengingat besarnya potensi dan lahan yang dimiliki adalah $149,72 \text{ km}^2$ dengan perkiraan produksi yang cukup besar (BPS Situbondo, 2017).

Kabupaten Situbondo merupakan salah satu Kabupaten di Propinsi Jawa Timur dengan luas wilayah adalah $5.898,18 \text{ km}^2$ dan secara geografis terletak antara $09^\circ 19' - 10^\circ 57' \text{ LS}$ dan $121^\circ 31' - 124^\circ 11' \text{ BT}$. Wilayah Kecamatan

Banyuputih terletak dibagian timur Kabupaten Situbondo dengan luas wilayah adalah 149,72 km². Dengan wilayah perairan yang luas dan strategis serta memiliki potensi sumberdaya perairan yang cukup besar, maka perairan wilayah Kecamatan Banyuputih perlu dikelola dan dikembangkan secara optimal dan berkelanjutan (BPS Situbondo, 2017).

Pengembangan budidaya rumput laut telah dilaksanakan sejak tahun 1968 oleh Lembaga Penelitian Laut bekerjasama dengan Dinas Hidrografi Angkatan laut di Pulau Pari Kepulauan Seribu melalui uji coba budidaya *E. spinosum* dan *E. edule* yang bibitnya berasal dari perairan setempat. Kemudian dikembangkan juga *E. cottonii* yang bibitnya berasal dari Bali yang hasilnya telah memasyarakat sampai saat ini (Sulistijo, 1996).

2.2 Pertumbuhan dan Karaginan Rumput Laut

Pertumbuhan adalah perubahan ukuran suatu organisme yang dapat berupa berat atau panjang dalam waktu tertentu. Pertumbuhan rumput laut sangat dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang berpengaruh antara lain jenis, galur, bagian thalus dan umur. Sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh antara lain keadaan fisik dan kimiawi perairan. Namun demikian selain faktor-faktor tersebut ada faktor lain yang sangat menentukan keberhasilan pertumbuhan dari rumput laut yaitu pengelolaan yang dilakukan oleh manusia. Faktor pengelolaan yang harus diperhatikan seperti substrat perairan dan juga jarak tanam bibit dalam satu rakit apung (Syaputra, 2005).

Pertumbuhan juga merupakan salah satu aspek biologi yang harus diperhatikan. Ukuran bibit rumput laut yang ditanam sangat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan dan bibit *thallus* yang berasal dari bagian ujung akan memberikan laju pertumbuhan lebih tinggi dibandingkan dengan bibit thallus dari

bagian pangkal. Menurut Puslitbangkan (1991), laju pertumbuhan rumput laut yang dianggap cukup menguntungkan adalah diatas 3% pertambahan berat per hari.

Rumput laut merupakan organisme laut yang memiliki syarat-syarat lingkungan tertentu agar dapat hidup dan tumbuh dengan baik. Semakin sesuai kondisi lingkungan perairan dengan areal yang akan dibudidayakan akan semakin baik pertumbuhannya dan juga hasil yang diperoleh (Syaputra, 2005).

Soegiarto *et al.*, (1978), menyatakan bahwa laju pertumbuhan rumput laut berkisar antara 2-3% per hari. Pada percobaan penanaman dengan menggunakan rak terapung pada tiga lapisan kedalaman tampak bahwa yang lebih dekat dengan permukaan (30 cm) tumbuh lebih baik dari lapisan kedalaman dibawahnya karena cahaya matahari merupakan faktor penting untuk pertumbuhan rumput laut. Pada kedalaman tidak terjangkau cahaya matahari, maka rumput laut tidak dapat tumbuh. Demikian pula iklim, letak geografis dan faktor oceanografi sangat menentukan pertumbuhan rumput laut.

Pertumbuhan rumput laut dikategorikan dalam pertumbuhan somatik dan pertumbuhan fisiologis. Pertumbuhan somatik merupakan pertumbuhan yang diukur berdasarkan pertambahan berat, panjang *thallus* sedangkan pertumbuhan fisiologis dilihat berdasarkan reproduksi dan kandungan koloidnya.

Karaginan merupakan getah rumput laut yang diekstraksi dengan air atau larutan alkali dari spesies tertentu pada kelas Rhodophyceae (alga merah).

Spesies *Eucheuma cottonii* merupakan penghasil kappa karaginan sedangkan spesies *Eucheuma spinosum* merupakan penghasil iota karaginan. Karaginan juga merupakan polisakarida yang berasal dari hasil ekstraksi alga. Karaginan terdiri dari *iota karaginan* dan *cappa karaginan* dimana kandungannya sangat bervariasi tergantung musim, spesies dan habitat. Dalam karaginan terdapat garam sodium, potasiun dan kalsium. Karaginan potasiun yang terdiri dari alfa

karaginan dan B-karaginan sifatnya dapat larut dalam air panas, sedangkan karaginan sodium dapat larut dalam air dingin (Percival, 1968 dalam Iksan, 2005).

Istilah karaginan mencakup sekelompok polisakarida linear sulfat dari D-galaktosa dan 3,6-anhidro-D-galaktosa yang diekstraksi dari jenis-jenis alga merah (Glicksman, 1983 dalam Iksan, 2005). Karaginan merupakan senyawa hidrokoloid yang terdiri dari ester kalium, natrium, magnesium dan kalsium sulfat dengan galaktosa dan 3,6 *anhydrogalaktocopolimer*. Karaginan dapat diperoleh dari hasil pengendapan dengan alkohol, pengeringan dengan alat (*drum drying*) dan pembekuan. Jenis alkohol yang dapat digunakan untuk pemurnian yaitu metanol, ethanol dan isopropanol.

2.3 Model-Model Kajian Dalam Pengembangan Budidaya Rumput Laut

2.3.1 Model Sistem Informasi Geografis

Model Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai alat yang digunakan untuk pengumpulan, penyimpanan, mendapatkan informasi dan menampilkan suatu data untuk tujuan tertentu. Data yang dimaksud meliputi data spasial atau ruang maupun data atribut. Pada prinsipnya sistem informasi geografis mempunyai beberapa langkah yang berurutan dan berkaitan erat mulai dari perencanaan, penelitian, persiapan, inventarisasi, pemetaan tematik, penggabungan peta, mengedit hingga pemetaan secara otomatis (Burough, 1986 dalam Fatmawati, 1998).

Teknologi SIG menjadi pilihan untuk menjawab permasalahan mengingat kemampuan yang dimilikinya yaitu dapat menampung, menyimpan, mengolah dan memanipulasi data spasial sehingga menghasilkan output sesuai dengan tujuan. Analisis keruangan (*spatial analysis*) dan pemantauan terhadap perubahan lingkungan dengan mudah dan cepat serta tepat dengan

menggunakan SIG dalam menentukan suatu kawasan.

2.3.2 Model Konvensional

Model ini merupakan suatu alat yang digunakan untuk pengumpulan dan mendapatkan informasi suatu data untuk tujuan tertentu. Data yang dimaksud meliputi data yang bersifat konvensional dalam merencanakan penelitian. Dalam menganalisis suatu kawasan untuk usaha sangat mudah dan cepat karena berdasarkan data survei namun tidak menggunakan data atribut untuk pemetaan suatu kawasan.

2.4 Sistem Informasi Geografis

Sistem informasi geografis sangat bermanfaat untuk penanganan data spasial daerah terutama untuk penyimpanan, editing, penampilan, perubahan dan pemodelan. Fungsi dari penyimpanan, editing, penampilan ini merupakan pengolahan data bagi presentasi dan penyajian data sedangkan kegunaan untuk mengetahui perubahan sangat bermanfaat untuk kegiatan monitoring, terutama variabel yang cepat berubah. Pemodelan sangat penting untuk menghasilkan informasi baru untuk perencanaan dan pelaksanaan pembangunan. Pembangunan wilayah pada dasarnya merupakan usaha untuk memanfaatkan potensi sumberdaya alam semaksimal mungkin untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat dan pendapatan daerah tanpa meninggalkan aspek konservasi (Hartono, 1995).

Menurut Burough, (1986) dalam Fatmawati, (1998) bahwa sistem informasi geografis dapat digunakan untuk pengumpulan, penyimpanan, mendapatkan kembali informasi dan menampilkan suatu data untuk tujuan tertentu. Data yang dimaksud meliputi data spasial atau ruang maupun data atribut. Pada prinsipnya sistem informasi geografis mempunyai beberapa langkah yang berurutan dan berkaitan erat mulai dari perencanaan, penelitian, persiapan,

inventarisasi, pemetaan tematik, penggabungan peta, mengedit hingga pemetaan secara otomatisasi.

Perolehan informasi untuk pengelolaan lingkungan perairan bagi kegiatan perikanan sangat diperlukan. Pengelolaan ini meliputi pengumpulan, pemrosesan, penelusuran dan analisis data menjadi informasi yang bermanfaat bagi penggunaannya pada waktu yang diinginkan, pengelolaan informasi ini dapat dilakukan dengan menggunakan SIG baik secara manual maupun dengan menggunakan komputer (Dahuri *et al.*, 2004).

2.5 Daya Dukung Lingkungan

Dewasa ini pemakaian daya dukung lingkungan dalam perencanaan suatu *design* budidaya laut terus berkembang. Melihat perkembangan sektor budidaya laut saat ini dan yang akan datang maka dalam mengembangkan suatu kawasan perairan sebagai lahan untuk budidaya perlu membuat model-model estimasi yang disesuaikan dengan kondisi wilayah.

Pengukuran daya dukung didasarkan pada pemikiran bahwa perairan pesisir memiliki kapasitas maksimum untuk mendukung suatu pertumbuhan organisme. Konsep daya dukung yang digunakan dalam pengembangan budidaya rumput laut adalah konsep daya dukung ekologis. Daya dukung ekologis yaitu tingkat maksimum (baik jumlah maupun volume) pemanfaatan sumberdaya atau ekosistem yang dapat diakomodasi oleh suatu kawasan atau wilayah sebelum terjadi penurunan kualitas ekologis.

Menurut Turner, (1988) dalam Rustam, (2005) bahwa daya dukung lingkungan adalah jumlah populasi organisme akuatik yang dapat didukung oleh suatu kawasan/areal atau volume perairan tanpa mengalami penurunan kualitas lingkungan perairan tersebut. Definisi lain menyebutkan bahwa daya dukung adalah batasan untuk banyaknya organisme hidup dalam jumlah atau massa

yang dapat didukung oleh suatu habitat. Jadi daya dukung adalah *ultimate constraint* yang diperhadapkan pada biota oleh adanya keterbatasan lingkungan seperti ketersediaan makanan, ruang, siklus predator, temperatur, cahaya matahari atau salinitas (Rachmansyah, 2004).

Konsep daya dukung perairan telah lama dikenal dan dikembangkan dalam lingkungan budidaya perikanan, seiring dengan peningkatan pemahaman akan pentingnya pengelolaan lingkungan budidaya untuk menunjang kontinuitas produksi. Dalam perencanaan atau desain suatu sistem produksi budidaya baik ikan maupun rumput laut maka nilai daya dukung merupakan faktor penting dalam menjamin siklus produksi dalam jangka waktu yang lama.

Estimasi daya dukung lingkungan perairan untuk menunjang kegiatan budidaya ikan laut di keramba jaring apung (KJA) merupakan ukuran kuantitatif yang akan memperlihatkan berapa ikan budidaya yang boleh ditanam dalam luasan area yang telah ditentukan tanpa menimbulkan degradasi lingkungan dan ekosistem sekitarnya (Piper *et al.*, 1982 *dalam* Ali, 2003). Dalam hal menentukan daya dukung lingkungan untuk kawasan budidaya rumput laut sebagai bagian dari kegiatan budidaya laut maka estimasi ini akan menunjukkan berapa unit rakit yang boleh ditanam dalam luasan area yang telah ditentukan.

2.6 Pengembangan Wilayah Pesisir Berkelanjutan

Pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan untuk memenuhi kebutuhan hidup saat ini tanpa menurunkan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhannya (WCED, 1987 *dalam* Dahuri *et al.*, 2004).

Konsep dasar pembangunan berkelanjutan pertama kali dikemukakan oleh "the club of Rome" pada tahun 1972, diantaranya mengandung pesan penting bahwa sumberdaya alam telah berada pada tingkat ketersediaan yang memprihatinkan dalam menopang keberlanjutan pertumbuhan penduduk dan ekonomi. Pesan

tersebut pada diskusi "*Limits to Growth*" diawal tahun 1979-an berkembang membahas akibat perkembangan ekonomi yang tidak dapat dikendalikan terhadap penurunan kualitas lingkungan dan kehancuran sistem sosial secara global yang diakhiri dengan dikelurkannya resolusi bahwa pembangunan ekonomi harus berkelanjutan (Dahuri *et al.*, 2004).

Pengembangan budidaya perikanan merupakan sistem usaha budidaya perikanan yang mampu menghasilkan produk yang berdaya saing tinggi, menguntungkan, berkeadilan dan berkelanjutan. Untuk dapat merealisasikannya maka pengembangan budidaya perikanan laut dan payau seyogyanya berdasarkan pada : i) potensi dan kesesuaian wilayah untuk jenis budidaya, ii) kemampuan masyarakat setempat dalam mengadopsi dan menerapkan teknologi budidaya, iii) pendekatan sistem bisnis perikanan budidaya secara terpadu dan iv) kondisi serta pencapaian hasil pembangunan budidaya perikanan menjadi *leading sector* (Dahuri, 2003).

Dalam kaitan dengan pengelolaan wilayah pesisir, pembangunan berkelanjutan yang memberikan semacam ambang batas pada laju pemanfaatan ekosistem alamiah serta sumberdaya alam yang ada didalamnya Konsep pembangunan berkelanjutan antara lain memiliki dimensi ekologis, dimensi ekonomi, dimensi sosial-ekonomi, dimensi sosial-politik serta dimensi hukum dan kelembagaan. Konsep pembangunan berkelanjutan dari dimensi ekologis menjelaskan bagaimana mengelola semua kegiatan pembangunan yang ada disuatu wilayah yang berhubungan dengan pesisir agar total dampaknya tidak melebihi kapasitas fungsionalnya bagi kehidupan manusia yang meliputi: jasa-jasa pendukung kehidupan; jasa-jasa kenyamanan; penyedia sumberdaya alam dan penerima limbah (Dahuri *et al.*, 2004).

Untuk mengelola wilayah pesisir sangat diperlukan batas wilayah yang akan dikelola. Batas wilayah dipertimbangkan atas dasar biogeofisik kawasan

yang didalamnya termasuk faktor hidrologi, ekologis maupun administratif. Batas hidrologi dibutuhkan karena aliran air yang berasal dari daratan yang akan mempengaruhi kawasan perairan. Batas ekologis diperlukan agar dalam pengelolaan wilayah pesisir tidak mengganggu siklus hidup hewan perairan, sedangkan batas administratif diperlukan batas pengelolaan wilayah atau kawasan tertentu.

Menurut Dahuri *et al.*, (2004) bahwa hingga saat ini belum ada definisi wilayah pesisir yang baku, namun demikian terdapat kesepakatan umum bahwa wilayah pesisir adalah suatu wilayah peralihan antara daratan dan lautan.

Apabila ditinjau dari garis pantai (*coast line*) maka wilayah pesisir mempunyai dua macam batas yaitu batas yang sejajar garis pantai (*long shore*) dan batas yang tegak lurus garis pantai (*cross shore*). Selanjutnya bahwa untuk kepentingan pengelolaan sumberdaya pesisir dan lautan secara terpadu adalah suatu pendekatan pengelolaan wilayah pesisir yang melibatkan dua atau lebih ekosistem, sumberdaya dan kegiatan pemanfaatan (pembangunan) secara terpadu guna mencapai pembangunan wilayah pesisir secara berkelanjutan.

Kabupaten Situbondo merupakan salah satu Kabupaten di Propinsi Jawa Timur dengan luas wilayah adalah 5.898,18 km² dan secara geografis terletak antara 09° 19'-10° 57' LS dan 121° 31'-124° 11' BT. Wilayah Kecamatan Banyuputih terletak dibagian timur Kabupaten Situbondo dengan luas wilayah adalah 149,72 km². Dengan wilayah perairan yang luas dan strategis serta memiliki potensi sumberdaya perairan yang cukup besar, maka perairan wilayah Kecamatan Banyuputih perlu dikelola dan dikembangkan secara optimal dan berkelanjutan (Anonim, 2017). Pengembangan budidaya rumput laut di Kecamatan Banyuputih merupakan salah satu konsep pembangunan yang sedang digalakkan pemerintah dalam upaya untuk meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat sekitar pesisir.



3. KONSEP PENELITIAN

3.1 Landasan Teori

Dasar teori yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada konsep pembangunan berkelanjutan. Konsep pembangunan berkelanjutan pada dasarnya merupakan suatu strategi pengelolaan yang memberikan ambang batas pada laju pemanfaatan ekosistem serta sumberdaya alam yang ada di dalamnya. Ambang batas ini tidaklah bersifat mutlak, tetapi merupakan batas yang luwes tergantung pada kondisi teknologi dan sosial ekonomi, serta kemampuan biogeofisik untuk menerima limbah dari kegiatan masyarakat di wilayah tersebut. Pembangunan berkelanjutan adalah suatu strategis pemanfaatan ekosistem alamiah secara bijaksana sehingga kapasitas fungsionalnya dapat memberikan manfaat bagi kehidupan manusia dan tidak merusak lingkungan.

Berangkat dari konsep ini, pemanfaatan sumberdaya wilayah pesisir secara berkelanjutan berarti bagaimana mengelola segenap kegiatan pembangunan di lahan atasnya (DAS) yang berhubungan dengan wilayah pesisir agar total dampaknya tidak melebihi kapasitas fungsionalnya.

Pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya pesisir secara berkelanjutan dapat dicapai apabila *human capital* dan *social capital* dapat dikembangkan lebih besar, sehingga secara dinamik peningkatannya harus lebih tinggi jika dibandingkan dengan *natural capital* (yang relatif tetap dan cenderung untuk berkurang) dan *man-made capital* (cenderung berkurang akibat adanya penyusutan). Disamping itu, aspek spasial dan aspek temporal juga harus mengikuti prinsip pembangunan berkelanjutan. Secara ekologis, ada tiga persyaratan yang dapat menjamin tercapainya pembangunan berkelanjutan, yaitu (1) keharmonisan spasial, (2) kapasitas asimilasi, dan (3) pemanfaatan

berkelanjutan. Keharmonisan spasial mensyaratkan bahwa dalam suatu wilayah pembangunan, hendaknya tidak seluruhnya diperuntukkan bagi zona pemanfaatan, tetapi juga dialokasikan untuk zona preservasi dan konservasi.

Kegiatan pemanfaatan sumberdaya baik perikanan tangkap maupun perikanan budidaya tidak boleh melebihi kemampuannya untuk memulihkan dari suatu periode tertentu (Clark, 1988). Pemanfaatan perikanan budidaya di wilayah pesisir dapat berkelanjutan, jika jumlah total limbah yang dibuang tidak boleh melebihi kapasitas daya asimilasinya atau kemampuan suatu ekosistem pesisir untuk menerima sejumlah limbah tertentu sebelum ada indikasi terjadinya kerusakan lingkungan dan atau kesehatan yang tidak dapat ditoleransi (Krom, 1986).

Dari aspek sosial-ekonomi-budaya, konsep pembangunan berkelanjutan mensyaratkan bahwa manfaat yang diperoleh dari kegiatan penggunaan di kawasan pesisir serta sumberdaya alamnya harus diprioritaskan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat disekitarnya, guna menjamin kelangsungan pertumbuhan ekonomi wilayah itu sendiri. Pada umumnya kerusakan lingkungan di wilayah pesisir seperti, penambangan batu karang, penebangan mangrove, penambangan pasir pantai dan penangkapan ikan dengan menggunakan bahan peledak, berakar pada kemiskinan dan tingkat pengetahuan yang rendah.

Daya dukung lingkungan suatu kawasan ditentukan oleh kemampuan asimilasi atau kapasitas lingkungan menerima beban limbah, kondisi oseanografi, dan karakteristik biofisik perairan. Optimalisasi pemanfaatan kawasan pesisir untuk budidaya rumput laut secara lestari dan berkelanjutan dengan memperhatikan kesesuaian lahan rumput laut, penentuan kapasitas produksi, daya dukung lingkungan, penerapan tingkat teknologi dan pola tanam, intensitas penggunaan lahan, dan tingkat pendapatan. Oleh karena itu,

pemanfaatan kawasan pesisir untuk pengembangan budidaya rumput laut secara berkelanjutan dan lestari penting dilakukan kajian secara mendalam tentang "alokasi pemanfaatan kawasan pesisir untuk pengembangan budidaya perikanan rumput laut secara optimal" berbasis kesesuaian lahan dan daya dukung lingkungan.

3.2 Kerangka Konsep Penelitian

Pemanfaatan lahan pesisir untuk pengembangan budidaya rumput laut didasarkan pada kondisi potensi suplai, potensi permintaan dan pemanfaatan sumberdaya pesisir. Potensi *suplai* adalah kondisi sumberdaya alam pesisir baik fisik, kimia dan biologi yang dimanfaatkan oleh masyarakat untuk kegiatan budidaya rumput laut. Sedangkan potensi *demand* meliputi lahan budidaya rumput laut, manajemen budidaya dan akuinput yang ditentukan oleh kondisi sosial ekonomi masyarakat. Lahan budidaya rumput laut yang dimaksud adalah luas lahan, tingkat teknologi, akuinput dan manajemen yang digunakan untuk kegiatan budidaya yang membutuhkan suplai sumberdaya alam yang memadai dan memerlukan pengaturan pemanfaatan agar tidak melampaui daya dukung lingkungan.

Penentuan daya dukung lingkungan untuk pengembangan budidaya rumput laut digunakan tiga metode pendekatan, yaitu (1) pendekatan yang mengacu pada hubungan kuantitas air dengan beban limbah organik; (2) pendekatan yang mengacu pada kapasitas ketersediaan oksigen terlarut dalam perairan; dan (3) kapasitas asimilasi perairan. Perkiraan jumlah limbah budidaya (bahan organik) sangat penting untuk menentukan kapasitas asimilasi kawasan dalam menampung kegiatan budidaya rumput laut. Limbah organik yang menjadi parameter daya dukung lingkungan adalah Phosphat dan Nitrogen.

Phosphat merupakan unsur nutrient yang keberadaanya sebagian besar dipasok dari luar ekosistem perairan, sehingga P sering dinyatakan sebagai faktor pembatas bagi kehidupan produktivitas primer. Loading P dari *runoff* yang berasal dari lahan pertanian, perkebunan, pemukiman, industri, dan akuakultur merupakan pemasok utama P bagi perairan pesisir. Bilamana loading P mencapai titik jenuh, dimana kapasitas asimilasi perairan tidak mampu mendegradasi beban P maka akan berdampak pada proses *eutrofikasi* yang diikuti dengan proses deplesi oksigen. Rendahnya kandungan oksigen terlarut sebagai dampak ikutan dari proses eutrofikasi akan mempengaruhi kehidupan biota perairan. Karena itu, loading P menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan kriteria daya dukung lingkungan perairan bagi pengembangan perikanan budidaya.

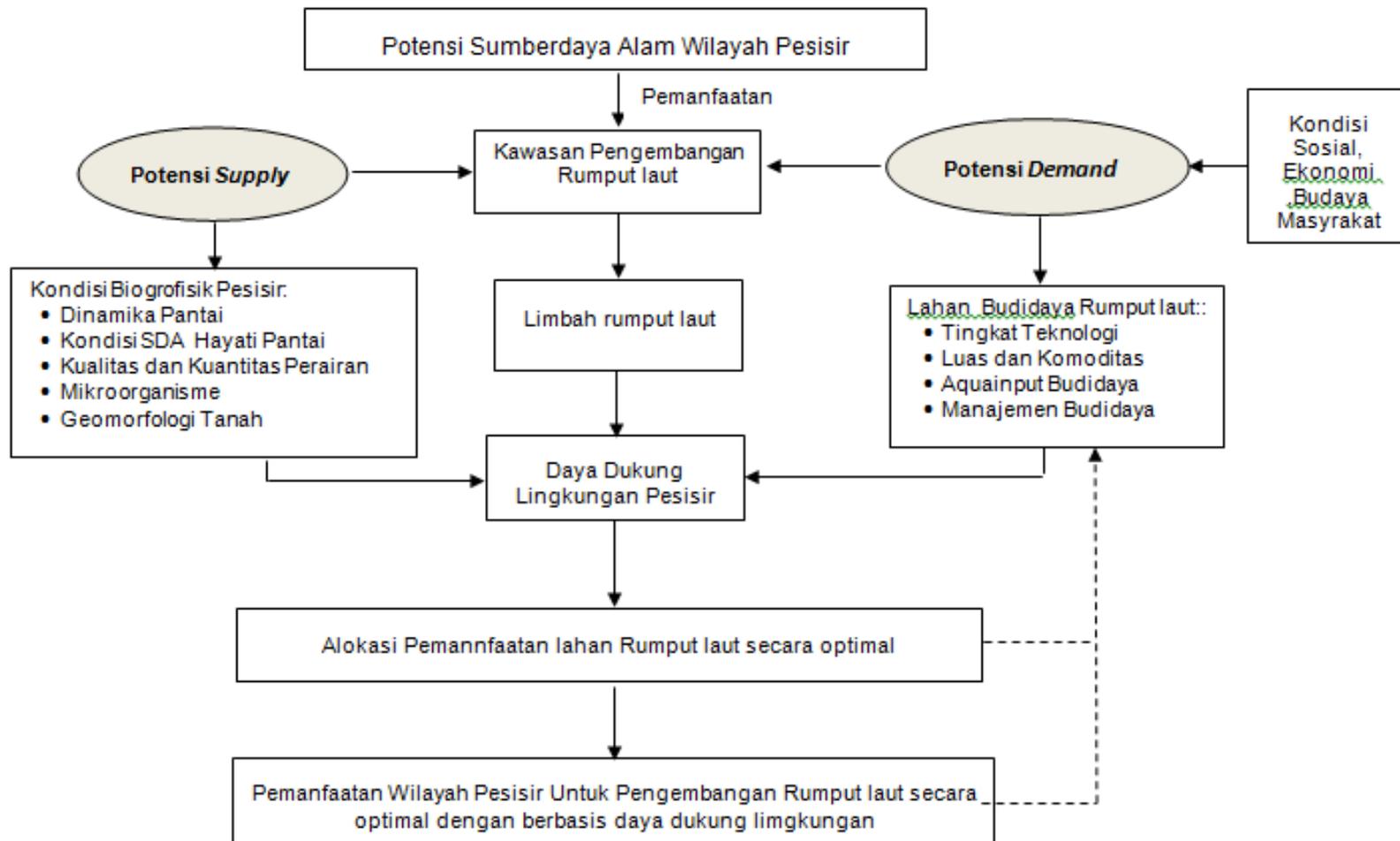
Nitrogen merupakan unsur pengatur pertumbuhan bagi produktivitas primer. Pasokan N dari daratan dan buangan limbah cukup signifikan memberikan kontribusi bagi N di perairan pesisir. Kegiatan perikanan budidaya justru memberikan kontribusi N dan P yang cukup besar ke dalam lingkungan perairan.

Upaya mempertahankan kelestarian usaha budidaya rumput laut dan memperkecil penurunan kualitas lingkungan pesisir akibat limbah dari kegiatan perumput laut (luas areal dan teknologi budidaya) harus dikelola sesuai dengan daya dukung lingkungan pesisir. Oleh karena itu, pengembangan budidaya rumput laut secara optimal dan berkelanjutan, harus mempertimbangkan kriteria ekologi, kriteria ekonomi, kriteria sosial budaya.

Penentuan daya dukung lingkungan perairan ditentukan berdasarkan kemampuan asimilasi dan daya dukung lingkungan menerima beban limbah, serta kondisi oseanografi, dan karakteristik biofisik perairan, sebagai acuan optimalisasi pemanfaatan kawasan pesisir untuk alokasi pemanfaatan teknologi

budidaya secara berkelanjutan meliputi alokasi lahan budidaya, penentuan kapasitas produksi, alokasi tingkat teknologi budidaya rumput laut dan pola tanam, intensitas penggunaan lahan, dan tingkat pendapatan. Kerangka konsep pendekatan pemanfaatan kawasan pesisir untuk pengembangan budidaya rumput laut secara optimal dengan berdasarkan daya dukung lingkungan perairan, secara skematik disajikan pada Gambar 2.





Gambar 2. Kerangka Konsep Penelitian

3.3 Kerangka Operasional Penelitian

Secara keseluruhan kerangka operasional penelitian diuraikan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Pengembangan kawasan rumput laut dimulai dari kajian potensi dan kondisi biofisik lahan pesisir Kecamatan Banyuputih sebagai acuan dalam menentukan kelayakan lahan untuk pengembangan budidaya rumput laut.

Analisis kesesuaian lahan budidaya rumput laut didasarkan pada beberapa parameter yang disesuaikan dengan kondisi spesifik wilayah pesisir

Kecamatan Banyuputih dengan menggunakan pendekatan *Index Overlay*

Model. Proses penentuan kesesuaian lahan dilakukan dengan

membandingkan parameter penentu kesesuaian lahan dengan kondisi

eksisting, melalui teknik tumpang susun (*overlay*) dan analisis tabular dengan

Sistem Informasi Geografis (SIG). Penetapan kawasan jalur hijau (*green belt*)

di sekitar wilayah pantai maupun sungai terlebih dahulu dilakukan sebelum

ditentukan kawasan yang dialokasikan untuk kegiatan pembudidayaan

rumput laut. Selain itu, pemukiman penduduk, mangrove, pantai yang berada

di kawasan studi juga tidak dialokasikan untuk rumput laut.

2. Pada tahap selanjutnya adalah melakukan pendugaan kuantitatif terhadap

faktor yang berpengaruh pada daya dukung lingkungan perairan pesisir

dengan menggunakan beberapa pendekatan, yaitu: (1) pendugaan kuantitatif

volume total air laut yang tersedia di perairan pesisir; (2) pendugaan

kuantitatif limbah yang berasal dari kegiatan budidaya rumput laut (*internal*

loading); (3) pendugaan kuantitatif limbah yang bersumber dari kegiatan lain

selain rumput laut/antropogenik (*external loading*). Pada tahap ini akan

dihasilkan informasi tentang beban limbah organik dari kegiatan budidaya

rumput laut (*internal loading*) dan kegiatan selain budidaya rumput

laut/antropogenik (*external loading*) yang sesuai dengan kemampuan

asimilasi perairan Kecamatan Banyuputih. Informasi yang didapat dari rumusan ini selanjutnya dijadikan dasar dalam menentukan daya dukung lingkungan kawasan pesisir untuk pengembangan budidaya rumput laut di Kecamatan Banyuputih Kabupaten Situbondo. Hasil pada tahap kedua penelitian adalah informasi luas areal dan kapasitas produksi rumput laut yang sesuai dengan daya dukung perairan pesisir.

3. Pada tahap akhir penelitian ini adalah merancang model optimasi pengembangan rumput laut berbasis daya dukung lingkungan perairan pesisir Kecamatan Banyuputih Kabupaten Situbondo dengan pendekatan sistem dinamik yang dibangun dan dikembangkan berdasarkan pada data-data empiris sistem produksi budidaya yang ada, karakteristik lingkungan perairan, informasi finansial dari sistem budidaya, informasi tenaga kerja dan informasi kontribusi untuk pembangunan daerah. Sistem dinamik optimasi ini digunakan untuk menentukan alokasi pemanfaatan lahan yang optimal untuk pengembangan budidaya rumput laut. Sistem dinamik optimasi ini menggambarkan interaksi antara komponen beban limbah, daya dukung lingkungan, produksi budidaya perairan, keuntungan budidaya rumput laut, pendapatan daerah, dan serapan tenaga kerja. model umum sistem dinamik optimasi ini disusun oleh 5 (lima) sub model yang meliputi : sub model beban limbah, sub model daya dukung lingkungan, sub model teknologi budidaya, sub model ekonomi, dan sub model tenaga kerja yang dikembangkan secara terpisah akan tetapi saling terkait satu sama lain.

3.4 Penelitian Terdahulu

Penelitian serupa yang menggunakan metode analisis spasial dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian terdahulu yang menggunakan analisis spasial

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
1	Bryan J. Boruff et. al.	Identifying locations for large-scale microalgae cultivation in Western Australia: A GIS approach	2015	GIS Approach	AAP-SLM memberikan langkah awal yang berharga dalam mengidentifikasi lokasi yang sesuai untuk budidaya di Australia sambil memberikan pendekatan pemodelan yang dapat digabungkan dengan model produksi atau ekonomi lainnya untuk lebih mengembangkan kemampuan pemodelan dalam konteks Australia
2	Ridhwan Jumaidin et. al.	Effect of seaweed on mechanical, thermal, and biodegradation properties of thermoplastic sugar palm starch/agar composites	2017	Test on Laboratory	Hasil pemurnian tanah menunjukkan bahwa penambahan rumput laut meningkatkan penurunan berat badan bahan, menunjukkan proses biodegradasi lebih cepat dari komposit. Hasil ini mendukung limbah <i>Eucheuma cottonii</i> seaweed dapat digunakan sebagai pengisi yang sangat baik dalam karakteristik diversifikasi biocomposites dueto mulai dari penguatan kekuatan topromoting biodegradasi biocomposites.



No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
3	Mohammadreza Jelokhani-Niaraki et. al.	Semantic interoperability of GIS and MCDA tools for environmental assessment and decision making	2017	GIS and MCDA	membuka peluang untuk memajukan penelitian tentang mengintegrasikan alat GIS dan MCDA di lingkungan proses pengambilan keputusan. Secara khusus, bisa menggeser paradigma analisis keputusan lingkungan dari aplikasi spesifik dan monolitik ke sistem interomabel semantik
4	Florina Dutt et. al.	Modeling algae powered neighborhood through GIS and BIM integration	2017	GIS and BIM	Artikel ini memaparkan desain penelitian tentang model lingkungan alga-kekuatan, yang akan diterapkan pada sejumlah uji eksperimental seperti Atlanta, Tokyo dan Shanghai untuk membuat hubungan antara memanen energi terbarukan dan merancang masyarakat di sekitar nol di masa depan penelitian.
5	Selma Beatriz Pena et. al.	Mapping headwater systems using a HS-GIS model. An application to landscape structure and land use planning in Portugal	2018	HS-GIS Model	Model HS-GIS yang diusulkan dapat mendukung perencanaan penggunaan lahan di pemetaan penggunaan lahan terbaik menggunakan pendekatan integratif. Juga berkontribusi pada perencanaan infrastruktur hijau dan penargetan yang efisien daerah yang perlu dipulihkan.

3.5 Strategi Publikasi

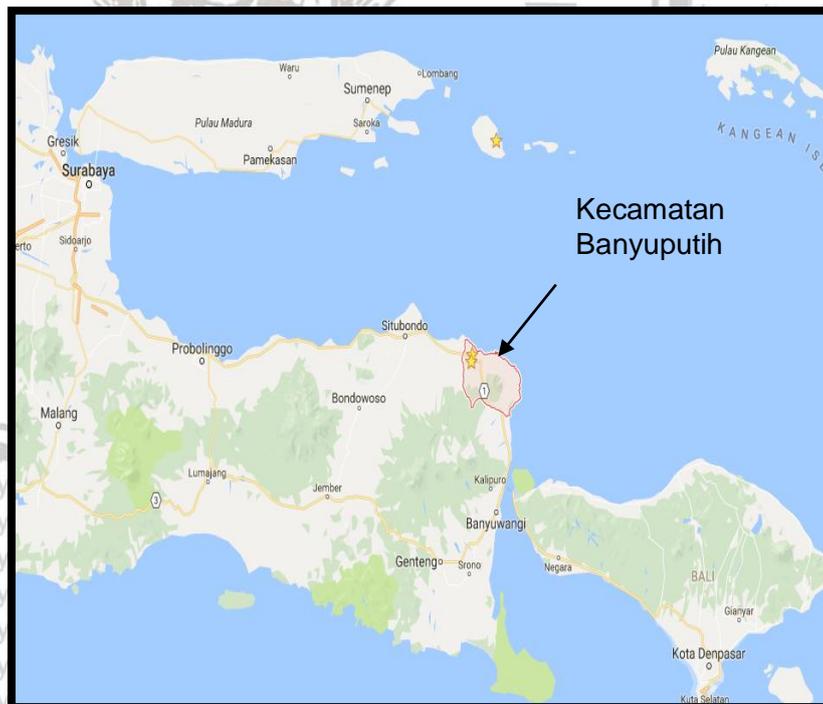
Hasil penelitian mengenai Pemetaan Lahan Budidaya Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*) Ditinjau Dari Sisi Ekobiologis di Kecamatan Banyuputih Kabupaten Situbondo rencananya akan dicoba untuk dipublikasikan di Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences (<http://rjoas.com>) yang terindeks DOAJ dan Microsoft Academic. Publikasi jurnal sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di program Magister Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.



4. MATERI DAN METODE PENELITIAN

4.1 Materi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di wilayah pesisir Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo mulai bulan Januari s/d April 2019. Pemilihan lokasi didasarkan atas pertimbangan : (1) Kecamatan Banyuputih mempunyai wilayah pesisir yang potensial untuk pengembangan kegiatan perikanan budidaya rumput laut; (2) Pemerintah Daerah Kabupaten Situbondo melalui Dinas Perikanan dan Kelautan akan menjadikan wilayah pesisir Kecamatan Banyuputih sebagai sentra pengembangan perikanan budidaya tambak udang dan rumput laut serta (3) kegiatan budidaya rumput laut yang ada saat ini dan rencana pengembangan ke depan berpotensi memberikan dampak terhadap kualitas lingkungan, dampak ekonomi, dan dampak sosial.



Gambar 3. Lokasi Penelitian

4.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut jenis

Eucheuma cottonii yang diperoleh dari perairan sekitar perairan kecamatan Banyuputih. Sedangkan alat-alat yang diperlukan untuk membantu pelaksanaan penelitian adalah, rakit, tali ris dari bahan nilon (PE), tali raffia, jangkar, timbangan, perahu dan GPS serta alat-alat pengukur parameter fisika, kimia dan biologi perairan seperti tercantum pada Tabel di bawah ini :

Tabel 2. Parameter lingkungan perairan yang diukur beserta satuan dan alat pengukurnya

Parameter	Alat/Spesifikasi/Metode	Keterangan
a. Fisika		
1. Suhu (°C)	Thermometer Hg	insitu
2. Kedalaman Perairan & kedalaman tumbuh	Pita Ukur (meteran)	insitu
3. Kecepatan Arus (cm/det)	<i>Floating droudge</i>	insitu
4. Kecerahan (m)	<i>Secchi disk</i>	insitu
5. Gelombang		data sekunder
b. Kimia		
1. Salinitas (ppt)	Refraktometer/pembacaan skala DO meter	Insitu
2. Oksigen Terlarut (ppm)		Laboratorium
3. Nitrat (mg/l)	Spektrofotometer/pembacaan skala	Laboratorium
4. Orthofosfat	Spektrofotometer/pembacaan skala	Laboratorium
c. Biologi		
1. Pertumbuhan	Timbangan	Insitu
2. Kandungan karaginan	Metode Ainsworth dan Blanshart	Laboratorium

4.3. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dimana untuk menggambarkan keadaan yang aktual dan mengkaji penyebab dari gejala tertentu yang bertujuan untuk mendapatkan data dalam pengembangan usaha budidaya rumput laut di Kecamatan Banyuputih melalui kajian Ekobiologis rumput laut *Eucheuma cottonii* di perairan Kecamatan Banyuputih dengan

menggunakan metode survey dan percobaan (*experimental method*)

Pada lokasi perairan Kecamatan Banyuputih ditetapkan 3 stasiun (St) percobaan pertumbuhan rumput laut (St.3, St.4, St.5) dan 7 stasiun pengamatan parameter ekologis perairan (St.1 s/d St.7). Penentuan stasiun dilakukan secara purposif (sesuai dengan tujuan penelitian) berdasarkan kriteria dan heterogenan lokasi budidaya. Untuk itu dilakukan prasurey cepat untuk penentuan lokasi stasiun berdasarkan heterogenan parameter fisika perairan melalui indikator-indikator antara lain kondisi fisik perairan keterlindungan/ketidak-terlindungan dari ombak, kuat lemahnya arus dan habitat yang berbeda (berkarang, karang campur pasir, pasir).

Pada metode survey dilakukan pengukuran parameter ekologi rumput laut yaitu parameter (1) parameter fisika, meliputi suhu, kedalaman, kecepatan arus, pasang surut, cahaya dan gelombang; (2) parameter kimia meliputi salinitas, oksigen terlarut, nitrat dan fosfat; (3) parameter biologi meliputi pengamatan biota pengganggu.

1. Batasan Pengukuran Stasiun

Pada setiap stasiun akan diambil 3 sampel per variabel yang diamati setiap hari pengamatan untuk stasiun pertumbuhan rumput laut (St.3 s/d 5) dan pada awal peretengahan dan akhir penelitian untuk St.1, St.2, St.6 dan St 7. Pengamatan dilakukan setiap 10 hari selama 2 bulan atau terdapat 6 hari pengamatan. Parameter fisika yang diukur meliputi variabel-variabel (a) Suhu, pengukuran temperatur air ini dilakukan dengan menggunakan alat thermometer air raksa (Hg) dengan satuan $^{\circ}\text{C}$ dengan metode pemuain. (b) Kedalaman perairan dan kedalaman tumbuh, pengukuran dilakukan dengan menggunakan pita meter dengan satuan meter; (c) Kecepatan arus, pengukuran dilakukan dengan menggunakan *floating droudge* dengan satuannya adalah cm/detik; (d)

Kecerahan, pengukuran dilakukan dengan menggunakan *Secchi disk* dengan satuannya adalah meter (m).

Pengukuran untuk parameter kimia, meliputi (a) salinitas, pengukuran salinitas dilakukan dengan menggunakan alat refraktometer atau salinometer dengan satuan part per thousand (‰); sampel oksigen terlarut (DO), nitrat dan fosfat dianalisis di laboratorium.

Untuk parameter biologi diamati meliputi (a) Pengamatan biota pengganggu dan (b) biota lainnya yang terdapat di sekitar stasiun. Pemagaran disekeliling tanaman dengan jaring dilakukan untuk menghindari biota pengganggu yang ada di lokasi.

2. Analisis laboratorium DO, nitrat dan fosfat

Variable-variabel seperti (a) Oksigen terlarut (DO), dianalisis di laboratorium dengan menggunakan alat DO meter dengan metoda elektroda bersatuan mg/l; (b) Nitrat, dianalisis dengan menggunakan alat spektrofotometer bersatuan mg/l sehingga metode yang dipakai adalah *Brucine*, sedangkan (c) Orthofosfat, dianalisis dengan menggunakan alat spektrofotometer bersatuan mg/l sehingga metode yang dipakai adalah *Stannous chloride*.

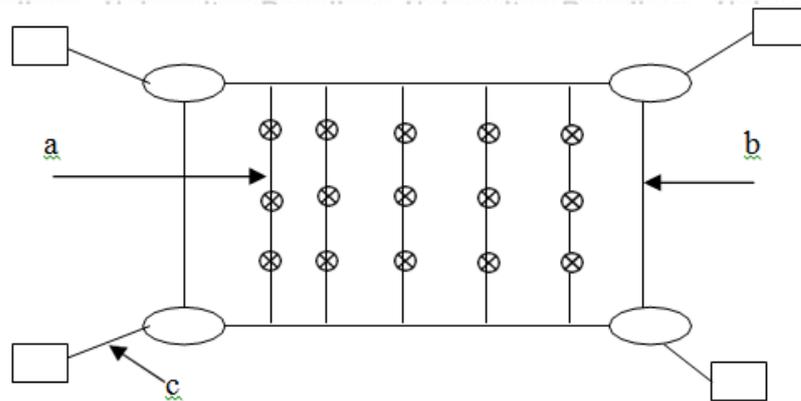
Selain itu juga dilakukan pengamatan spasial dengan menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam rangka mendapatkan bobot dan skor untuk menentukan kelas kesesuaian lahan. Proses yang dilakukan melalui tahapan penyusunan basis data spasial dan teknik tumpang susun (*overlay*) serta menentukan daya dukung atau daya tampung lahan dalam kawasan yang ditentukan.

Pada metode percobaan dilakukan :

1. Percobaan pertumbuhan rumput laut pada stasiun pengamatan

Percobaan pertumbuhan dilakukan dengan rakit (metode apung) untuk menumbuhkan atau membesarkan rumput laut. Kerangka rakit yang digunakan

dibuat dengan tali induk polyamide (PA) berukuran 2 x 10 meter menggunakan pemberat dan pelampung (gambar 4). Benih rumput laut dipotong dengan menggunakan pisau kemudian diikat pada tali ris. Benih rumput laut diikat pada tali nilon yang telah disimpul pada tali ris dengan jarak antar simpul 40 cm. Setelah benih diikat pada tali ris maka tali ris diikat pada tali induk dengan jarak antar tali ris satu dengan lainnya adalah 2 meter. Berat benih relatif sama yaitu 100 gram, setiap tali ris dipasang 20 ikat bibit rumput laut dimana terdapat 5 tali ris perakit, sehingga jumlah rumput laut adalah 100 ikat bibit per rakit. Jumlah rakit yang digunakan adalah tiga (3) rakit per stasiun, sehingga total rakit yang digunakan adalah 9 rakit dan total 300 ikat benih. Pertumbuhan rumput laut diamati setiap sepuluh (10) hari selama 2 bulan atau terdapat 6 hari pengamatan. Parameter yang diamati meliputi parameter pertumbuhan dan parameter kandungan rumput laut (*Eucheuma cottonii*). Parameter pertumbuhan yang diamati meliputi penambahan berat total rumput laut. Pada setiap hari pengamatan ditimbang 5 ikat rumput laut sampel per stasiun. Sedangkan parameter kandungan rumput laut yang diukur dalam penelitian ini adalah kandungan karaginan rumput laut. Pengambilan sampel dilakukan setiap 10 hari selama 2 bulan pada 3 stasiun atau terdapat 6 hari pengamatan sebanyak 3 sampel masing-masing seberat 1 kg basah secara acak per stasiun per hari pengamatan, selanjutnya sampel rumput laut dikeringkan sampai kira-kira mencapai derajat kekeringan 30%, kemudian dianalisis kandungan karaginan di laboratorium.



Gambar 4. Penanaman budidaya rumput laut dengan metode apung

Keterangan :

- | | | |
|---|----------------------|--------------------|
|  | = pemberat | a = tali ris |
|  | = pelampung | b = tali induk |
|  | = ikatan rumput laut | c = tali pelampung |

2. Analisis Karaginan

Penentuan konsentrasi karaginan dilakukan untuk setiap sampel percobaan, dengan menggunakan metode Ainsworth dan Blanshard (1980) dan Furia, (1981) dalam Iksan, (2005) dengan prosedurnya sebagai berikut :

- Sampel rumput laut *Eucheuma cottonii* dicuci dan dibersihkan dari pasir, kotoran dan bahan-bahan asing lainnya, kemudian direndam dalam air lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 2 jam.
- Setelah kering dimasukkan kedalam blender hingga halus, kemudian diayak untuk memisahkan bagian yang kasar dan yang halus.
- Sampel rumput laut ditimbang 10 gram untuk dipanaskan (diekstraksi) dengan air pada suhu 85-95°C dalam suasana agak basa (pH 8-9) selama 4 jam.
- Bubur rumput laut disaring melalui penyaring selulosa dalam kertas saring berlipat.
- Hasil yang diperoleh kemudian dipekatkan dengan cara pemanasan menjadi 50 ml.

- Isopropanol ditambahkan (sekitar 15 ml) dan dibiarkan semalam.
- Hasil ekstrak ini kemudian disaring dengan kain putih tipis atau dipindahkan ke kertas saring berlipat, lalu ditambahkan isopropanol 96% (sekitar 15 ml).
- Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 2 jam.
- Hasil pengeringan ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik. Berat hasil penimbangan dikurangi dengan berat wadah pada waktu kosong, maka diperoleh berat karaginan bersih (g).

3. Analisis Permasalahan

Analisis permasalahan dilakukan dengan mengidentifikasi masalah secara deskriptif untuk pengaruh terhadap kondisi ekologis perairan. Output dari analisis ini adalah merumuskan strategi apa yang sebaiknya dilakukan untuk keberlangsungan dalam membudidayakan rumput laut.

4.4. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah (1) data utama dan (2) data tambahan atau penunjang yang masing-masing terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan dan hasil analisis laboratorium. Sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi terkait seperti Dinas Perikanan dan Kelautan, (Propinsi dan Kabupaten); kantor Statistik (Propinsi dan Kabupaten), BEPPEDA (Propinsi dan Kabupaten), Bakosurtanal.

4.4.1 Pengumpulan Data Utama

a. Data Primer

Data primer yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah Pengumpulan data fisika, kimia dan biologi yang berkaitan dengan syarat- syarat pertumbuhan rumput laut. Pengumpulan data dari hasil percobaan budidaya,

pengamatan dan pengukuran dari pertumbuhan dan karaginan rumput laut.

b. **Data Sekunder**

Data sekunder yang dikumpulkan dalam penelitian ini antara lain Pengumpulan data peta yang menyajikan informasi tentang bentuk lahan perairan. Data curah hujan dari lembaga/instansi yang terkait data produksi rumput laut.

4.4.2 Pengumpulan Data Penunjang

a. **Data Primer**

Pengumpulan data keadaan umum kecamatan, Pengumpulan data sosial ekonomi masyarakat

b. **Data Sekunder**

Data monografi kecamatan, Laporan-laporan dinas perikanan dan kelautan, Kebijakan-kebijakan tentang rumput laut, Hasil-hasil penelitian tentang rumput laut baik jurnal maupun laporan-laporan.

4.5. Analisis Data

Pemilihan lokasi untuk pengembangan budidaya rumput laut merupakan hal yang penting karena lokasi budidaya yang tepat harus sesuai dengan kondisi ekologis di perairan laut tersebut, dimana pertumbuhan rumput laut sangat ditentukan oleh kondisi ekologi perairan. Penentuan kesesuaian suatu lokasi budidaya merupakan salah satu kondisi ekologi yang dilakukan dengan cara melihat keadaan biofisik dan kimia lokasi budidaya rumput laut dengan cara membandingkan hasilnya dengan baku mutu atau syarat tumbuh rumput laut yang dibudidayakan di daerah Mlandingan Situbondo.

Parameter-parameter biofisik lingkungann yang ada pada masing-masing lokasi cenderung akan bervariasi, oleh karena itu untuk melihat variasi tersebut

dalam mencapai tujuan penelitian maka perlu pengelompokan analisis data berdasarkan tujuan penelitian

4.5.1 Analisis Parameter Pertumbuhan

Analisis statistik, deskriptif, rata-rata, dan grafik. Analisis laju pertumbuhan harian rumput laut yang dibudidayakan dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut (Ditjen Budidaya, 2005) :

$$G = \left[\frac{W_t}{W_o} \right]^{1/t} \times 100 \%$$

Dimana :

G = Laju pertumbuhan rumput laut (%)

W_t = Bobot basah/kering rumput laut pada saat t hari (rata-rata akhir) (gr)

W_o = Bobot basah /kering rumput laut pada penanaman awal (rata-rata awal) (gr)

t = Lama penanaman/waktu pengujian.

4.5.2 Analisis Kandungan Karaginan

Analisis statistik, deskriptif, rata-rata, dan grafik. Penentuan kandungan karaginan dapat diukur dengan rumus sebagai berikut (Syaputra, 2005) :

$$\text{Karaginan (\%)} = \frac{\text{Berat karaginan}}{\text{Berat sampel uji}} \times 100\%$$

4.5.3 Analisis Spasial

Untuk menentukan kesesuaian lahan suatu wilayah perairan dalam pengembangan budidaya rumput laut secara optimal dan berkelanjutan yang menjamin kelestarian pesisir digunakan metode analisis spasial dalam melakukan analisis spasial ada beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu penyusunan basis data spasial dan teknik tumpang susun (*overlay*).

1. Penyusunan basis data

Penyusunan basis data spasial dimaksudkan untuk membuat peta tematik secara digital yang dimulai dengan peta dasar, pengumpulan data (kompilasi data) sampai tahap overlaying. Pada penelitian ini jenis data yang diambil meliputi ekologis perairan seperti suhu, salinitas, gelombang, pasang surut, arus, kecerahan dan substrat perairan. Berdasarkan data-data tersebut akan dibuat kontur pada masing-masing kriteria dengan bantuan *Extentiaon Gird Contur* sehingga terbentuk kontur selanjutnya kontur tersebut di *conver to polygon* yang menghasilkan tema itu sendiri. Hasil dari poligon atau *coverage* (layer) ini yang digunakan untuk proses overlay.

2. Proses Tumpang Susun (overlay)

Untuk menentukan pemetaan suatu kawasan yang sesuai dan tidak sesuai bagi pengembangan budidaya rumput laut di wilayah penelitian dilakukan operasi tumpang susun (*overlay*) dari setiap tema yang dipakai sebagai kriteria, menggunakan *Arc View 3.2*. Sebelum operasi tumpang susun ini dilakukan setiap tema dinilai tingkat pengaruhnya terhadap penentuan kesesuaian lahan. Pemberian nilai pada masing-masing tema ini menggunakan pembobotan (*weighting*). Setiap tema dibagi dalam beberapa kelas (yang disesuaikan dengan kondisi daerah penelitian) diberi skor mulai dari kelas yang berpengaruh hingga kelas yang tidak berpengaruh. Setiap kelas akan memperoleh nilai akhir yang merupakan hasil perkalian antara skor kelas tersebut dengan bobot dari tema dimana kelas tersebut berada. Penentuan kriteria, pemberian bobot dan skor ditentukan berdasarkan studi kepustakaan dan justifikasi yang berkompeten dalam bidang perikanan.

Proses pemberian bobot dan skor seperti diatas dilakukan melalui pendekatan indeks overlay model untuk memperoleh urutan kelas kesesuaian lahan. Model ini mengharuskan setiap *coverage* diberi bobot (*weight*) dan setiap

kelas dalam satu coverage diberi nilai. Hasil perkalian antara bobot dan skor yang diterima oleh masing-masing coverage tersebut disesuaikan berdasarkan tingkat kepentingannya terhadap penentuan kesesuaian lahan budidaya rumput laut.

Sebelum tahapan operasi tumpang susun dilakukan terlebih dahulu dibuat sebuah tabel kelas kesesuaian lahan untuk budidaya rumput laut yang memuat informasi kriteria selanjutnya dilakukan penskoran, bobot dan untuk menentukan kelas kesesuaian (Tabel 3).

Tabel 3. Matriks kesesuaian lahan (perairan) untuk budidaya rumput laut (*Eucheuma sp.*) dengan metode rakit apung.

Parameter	Skor (S)			Bobot (B) %
	Tidak sesuai	Sesuai	Sangat Sesuai	
	1	3	5	
1. Arus (cm/det)	<10 atau >40	10-20 atau 30-40	20-30	15
2. Kecerahan (cm)	<3	3-5	>5	10
3. Keterlindungan	terbuka	agak terlindung	terlindung	10
4. Suhu (°C)	<20 atau >30	20-24	24-28	5
5. Kedalaman (m)	<2 atau >15	1-2	2-15	5
6. Gelombang (cm)	>30	10-30	<10	5
7. Salinitas (ppt)	<28 atau >37	34-37	28-34	5
8. DO (mg/l)	<4 atau >7	6,1-7	4-6	5
9. Nitrat (mg/l)	<0,01 atau > 1,0	0,8-1,0	0,01-0,07	10
10. Phosphat (mg/l)	<0,01 atau > 0,30	0,21-0,30	0,10-0,20	10
11. Substrat	lumpur	pasir berlumpur	karang mati, makro alga, pasir	10
12. Pencemaran	tercemar	sedang	tidak ada	10

Sumber : Modifikasi dari Aslan (1998), DKP (2000) dan Ditjenkanbud (2005)

Hasil akhir dari analisis SIG melalui pendekatan indeks overlay model adalah diperolehnya rangking atau urutan kelas kesesuaian lahan untuk budidaya rumput laut. Kelas kesesuaian lahan dibedakan pada tingkat kelas dan didefinisikan sebagai berikut :

Kelas S1 : Tidak Sesuai, yaitu lahan atau kawasan yang tidak sesuai untuk budidaya rumput laut karena mempunyai faktor pembatas yang berat yang bersifat permanen.

Kelas S2: Sesuai bersyarat, yaitu apabila lahan atau kawasan mempunyai faktor pembatas yang agak serius atau berpengaruh terhadap produktifitas budidaya rumput laut. Didalam pengelolannya diperlukan tambahan masukkan teknologi dari tingkatan perlakuan.

Kelas S3 : Sangat Sesuai yaitu apabila lahan atau kawasan yang sangat sesuai untuk budidaya rumput laut tanpa adanya faktor pembatas yang berarti atau memiliki faktor pembatas yang bersifat minor dan tidak akan menurunkan produktifitasnya secara nyata.

Kelas kesesuaian lahan diatas dibedakan berdasarkan kisaran nilai indeks kesesuaiannya. Untuk mendapatkan nilai selang indeks pada setiap kelas kesesuaian ditentukan dengan cara membagi selang antara 3 bagian yang sama dari selisih nilai indeks overlay tertinggi dengan nilai indeks overlay terendah yang diperoleh.

Setelah diperoleh informasi kesesuaian lahan tersebut maka selanjutnya akan ditetapkan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) dimana merupakan salah satu sistem yang dikembangkan untuk sistem pengelolaan informasi yang dapat menunjang dan mengolah data dari berbagai variabel yang terkait dalam penentuan kebijaksanaan. Pemanfaatan teknologi Sistem Informasi Geografis yang didukung teknologi penginderaan jauh untuk pengembangan wilayah

pesisir dan laut merupakan pilihan yang tepat dan memerlukan ketersediaan data yang *up to date* yang akhirnya akan mempermudah dalam pengambilan keputusan.

4.5.4 Analisis Daya Dukung Lingkungan

Dalam menentukan pemanfaatan kawasan pesisir sebagai lahan budidaya rumput laut diperlukan sistem budidaya yang memperhitungkan daya dukung lingkungan perairan tempat berlangsungnya kegiatan budidaya dalam menentukan skala usaha atau ukuran unit usaha yang dapat menjamin kontinuitas dari kegiatan budidaya rumput laut.

Estimasi daya dukung lingkungan perairan akan menunjukkan berapa unit rakit yang boleh ditanam dalam luasan area yang telah ditentukan. Untuk menganalisis daya dukung lingkungan menggunakan pendekatan dari formulasi yang dikemukakan Soselisa (2006) yang *dimodifikasi* oleh Amarulah (2007) dimana untuk menduga daya dukung lingkungan adalah membandingkan luas suatu kawasan yang digunakan dengan luasan unit metode budidaya rumput laut. Dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Daya dukung} = \alpha \times \frac{\text{LKL}}{\text{LUM}}$$

Dimana : LKL : Luas Kapasitas kesesuaian lahan

LUM : Luasan unit metode

α : Koefisien budidaya efektif (60%)

4.5.5 Strategi Pengembangan Budidaya Rumput Laut

Dalam pengembangan budidaya rumput laut yang berkelanjutan maka dirumuskan suatu strategi yang sebaiknya dilakukan oleh masyarakat pembudidaya dan stakeholder lainnya yaitu berdasarkan analisis deskriptif kondisi ekologis wilayah perairan.

Analisis deskriptif ini untuk menggambarkan kondisi aktual berdasarkan

data biofisik atau uji kelayakan ekologis perairan untuk kesesuaian lahan yang ditunjukkan oleh laju pertumbuhan rumput laut dan kandungan karaginan di perairan Kecamatan Banyuputih serta daya dukung lahan yang mampu menampung budidaya rumput laut pada lokasi perairan tersebut. Strategi pengelolaan/pengembangan budidaya rumput laut ini untuk mengarahkan pada pemanfaatan lokasi budidaya rumput laut di perairan Kecamatan Banyuputih yang optimal serta meminimumkan kerusakan dan tekanan ekologis perairan dalam meningkatkan produksi rumput laut yang optimal demi pemenuhan kebutuhan masyarakat pembudidaya.

4.6. Jadwal Kegiatan Penelitian

Jadwal kegiatan penelitian yang berjudul Pemetaan Lahan Budidaya Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*) Ditinjau Dari Sisi Ekobiologis di Kecamatan Banyuputih Kabupaten Situbondo dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Jadwal Penelitian

Kegiatan	Bulan															
	Januari				Februari				Maret				April			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Persiapan (Proposal)	■															
Ujian Kelayakan		■														
Seminar Proposal			■													
Persiapan penelitian				■												
Perlakuan uji					■											
Uji laboratorium						■										
Penyusunan laporan							■									
Seminar hasil								■								
Ujian tesis									■							

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Lingkungan Perairan

Karakteristik fisik perairan berperan penting dalam menentukan kesesuaian wilayah untuk budidaya rumput laut dan saling berkaitan, dimana penelitian ini dilakukan melalui pendekatan ekologi untuk melaksanakan budidaya rumput laut di wilayah perairan Kecamatan Banyuputih.

Organisme laut memiliki syarat-syarat lingkungan agar dapat hidup dan tumbuh dengan baik. Semakin sesuai kondisi lingkungan perairan maka akan semakin baik pertumbuhan suatu organisme. Rumput laut merupakan salah satu organisme laut yang memerlukan habitat lingkungan untuk tumbuh dan berkembang biak. Pertumbuhan rumput laut sangat tergantung dari faktor-faktor oseanografi seperti parameter fisika, kimia dan biologi.

Penentuan lokasi untuk budidaya rumput laut dilakukan berdasarkan pengamatan karakteristik perairan sebagai syarat tumbuh rumput laut. Karakteristik perairan yang diamati meliputi kondisi ekologis perairan yang terdiri dari parameter fisika, kimia dan biologi perairan.

Secara umum kondisi perairan di daerah Kecamatan Banyuputih masih dalam kategori cukup baik untuk budidaya rumput laut.

5.1.1 Suhu

Suhu mempunyai peranan yang sangat penting bagi kehidupan dan pertumbuhan rumput laut. Suhu air dapat berpengaruh terhadap beberapa fungsi fisiologis rumput laut seperti fotosintesa, respirasi, metabolisme, pertumbuhan dan reproduksi (Dawes, 2014).

Hasil pengamatan suhu perairan di Kecamatan Banyuputih disajikan pada

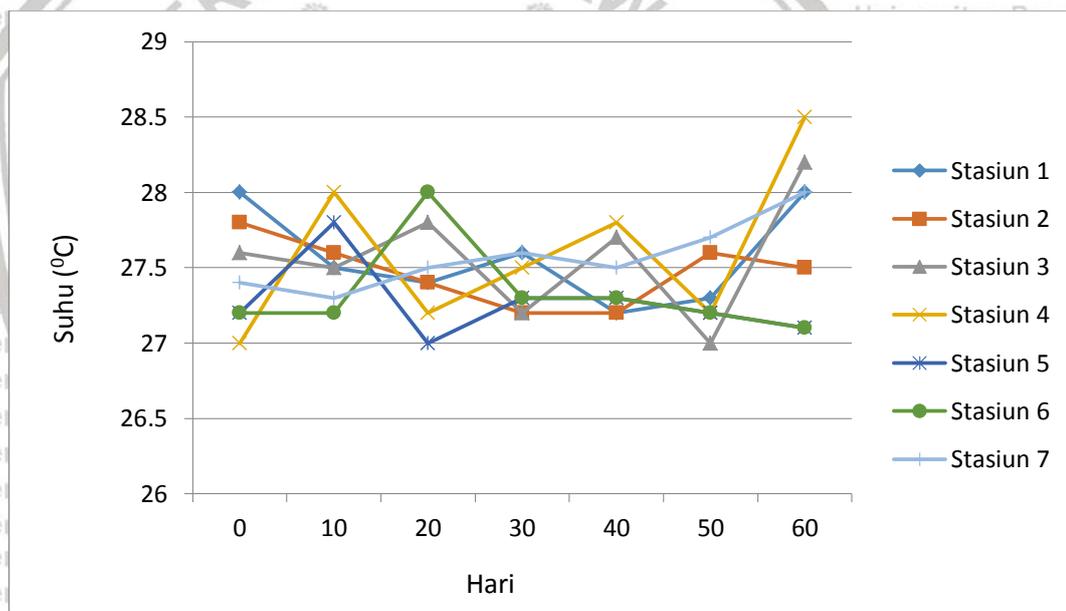
Tabel 5 berikut ini :

Tabel 5. Suhu perairan rata-rata di Kecamatan Banyuputih

Parameter	Stasiun						
	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7
Suhu (°C)	28,0±0,7	27,5±0,3	27,4±1,4	27,6±1,1	27,2±1,3	27,3±1,0	28,0±1,5

Kisaran suhu di perairan Kecamatan Banyuputih berkisar antara 27°C-28°C dengan rata-rata suhu perairan setiap stasiun (St) antara lain St.1 yaitu 28±0,7°C; St.2 yaitu 27,5±0,3°C; St.3 yaitu 27,4±1,4°C; St.4 yaitu 27,6±1,1°C; St.5 yaitu 27,2±1,3°C; St.6 yaitu 27,3±1,0°C dan St.7 yaitu 28,0±1,5°C (Tabel 5).

Sedangkan secara umum suhu perairan di masing-masing stasiun berfluktuasi tidak terlalu besar (Gambar 5).



Gambar 5. Sebaran Suhu Perairan di Kecamatan Banyuputih

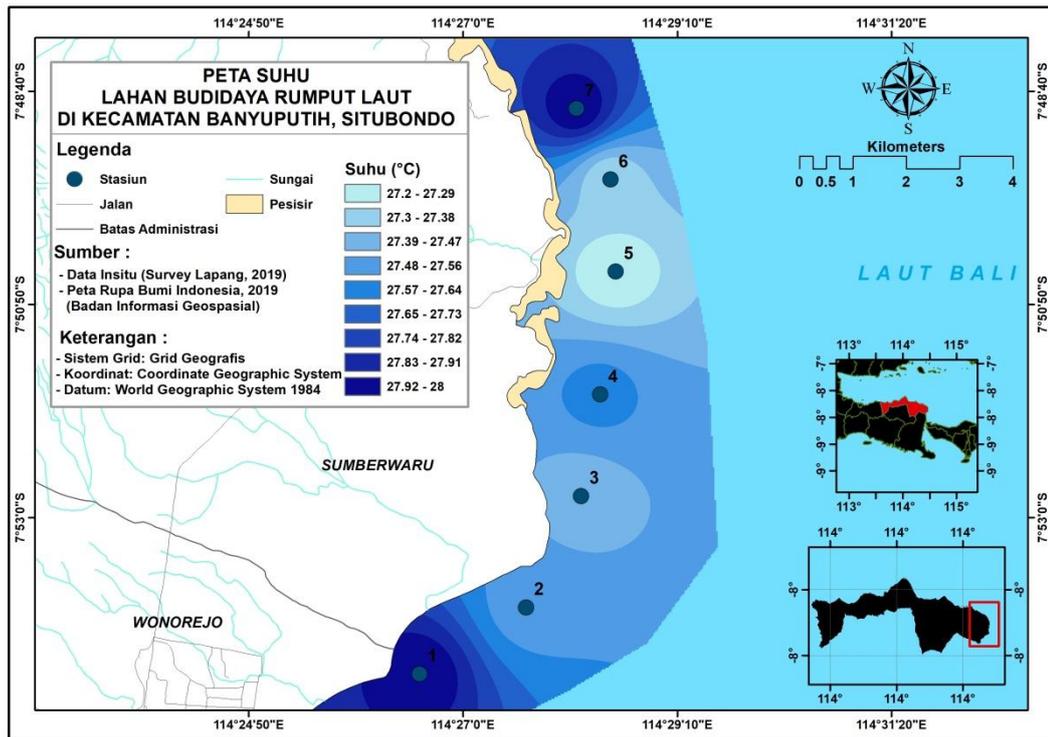
Grafik tersebut di atas menunjukkan bahwa suhu perairan pada setiap stasiun berfluktuasi tidak terlalu besar, dimana pada awal hingga hari ke-20 terlihat suhu relatif stabil dan terjadi peningkatan suhu pada hari ke-30 serta penurunan suhu pada hari ke-40 dan hari ke-50 namun terjadi peningkatan lagi pada hari ke-60. Hal ini disebabkan karena selisih waktu pengukuran pagi,

siang dan sore hari.

Fatmawati (2015) melakukan penelitian budidaya rumput laut *Eucheuma* sp di Kotabaru Kalimantan Selatan didapatkan kisaran suhu perairan 28-31^oC, sedangkan penelitian *Eucheuma cottonii* di Teluk Taiming Kotabaru yang dilakukan oleh Amarulah (2007) didapat kisaran suhu perairan 26-27^oC.

Selanjutnya penelitian rumput laut *Eucheuma cottonii* di Teluk Lhokseudu Propinsi NAD yang dilakukan Syahputra (2005) diperoleh kisaran suhu perairan 24-31^oC. Menurut Kadi dan Atmadja (1988) dari LIPI bahwa suhu yang dikehendaki pada budidaya *Eucheuma* berkisar antara 27^oC-30^oC. Berdasarkan kisaran suhu tersebut maka evaluasi suhu perairan di Kecamatan Banyuputih menunjukkan bahwa perairan tersebut layak untuk budidaya rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* dengan kisaran rata-rata 27-28^oC.

Peta tematik suhu perairan di kawasan perarian Kecamatan Banyuputih disajikan pada Gambar 6 terlihat bahwa suhu perairan makin dekat dengan pantai makin panas, hal ini disebabkan karena aktifitas seperti gelombang yang pecah di pantai akan membuat suhu semakin panas selain itu juga bahwa jika perairan makin dalam maka suhu semakin dingin. Pada peta tersebut dapat diketahui sebaran suhu perairan di lokasi studi dimana terdapat 5 kelas kisaran suhu berbeda. Suhu perairan terbaik untuk budidaya rumput laut *Eucheuma cottonii* adalah pada kelas kisaran suhu pertama sampai ketiga yaitu 27,0-28,2.



Gambar 6. Peta tematik suhu perairan Kecamatan Banyuputih

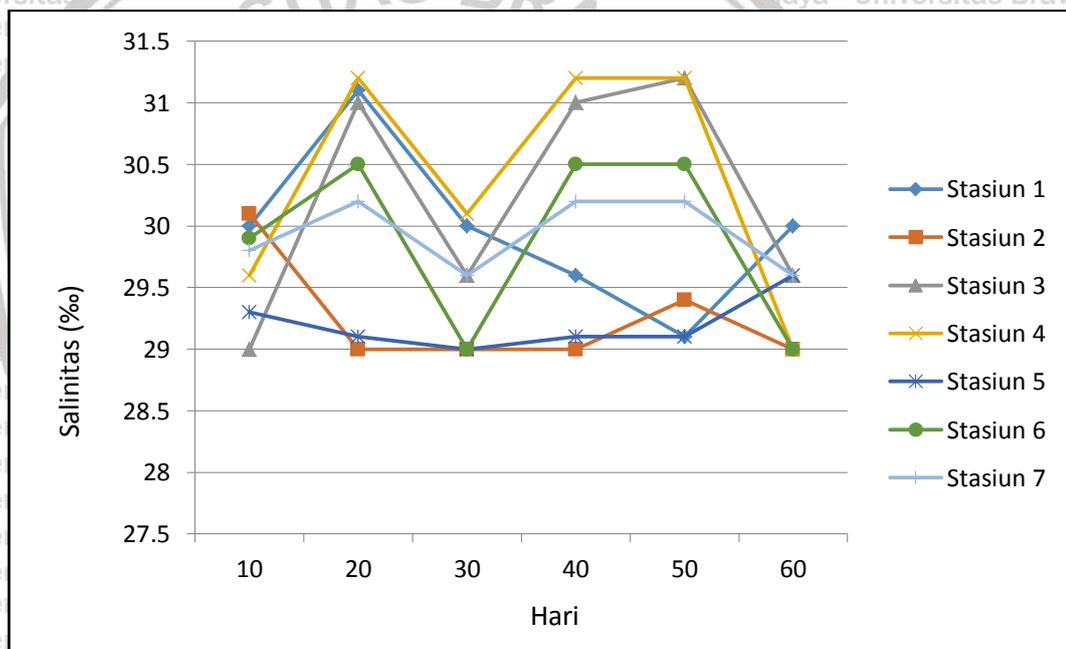
5.1.2 Salinitas

Parameter kimia lain yang sangat berperan dalam budidaya rumput laut adalah salinitas. Salinitas merupakan faktor yang penting bagi pertumbuhan rumput laut. Mekanisme osmoregulasi pada rumput laut dapat terjadi dengan menggunakan asam amino atau jenis-jenis karbohidrat. Kisaran salinitas yang rendah dapat menyebabkan pertumbuhan rumput laut menjadi tidak normal. Hasil pengukuran salinitas perairan di Kecamatan Banyuputih relatif berfluktuasi tidak terlalu jauh (Tabel 6).

Tabel 6. Salinitas perairan di Kecamatan Banyuputih

Parameter	Stasiun						
	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7
Salinitas (%)	30,0±0,8	30,1±0,6	29,0±0,7	29,6±0,8	29,3±0,2	29,9±0,9	29,8±0,6

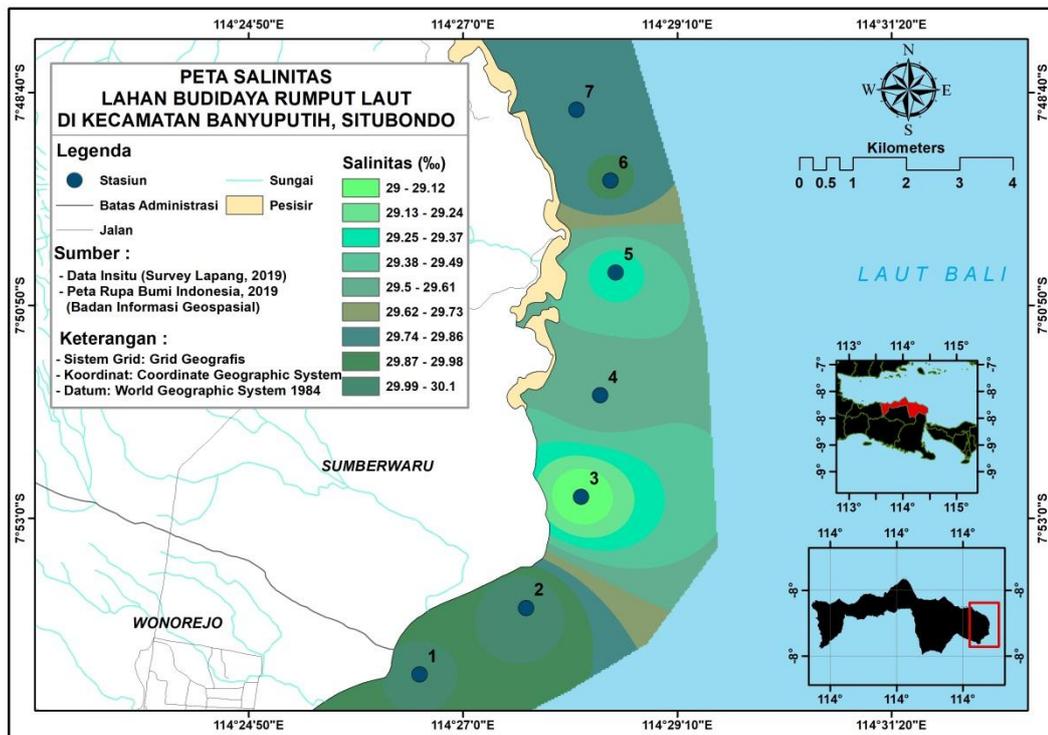
Kisaran salinitas perairan Kecamatan Banyuputih bervariasi yaitu antara 28-30 ppt dengan rata-rata salinitas setiap stasiun (St) antara lain St.1 yaitu $30,0 \pm 0,8$; St.2 yaitu $30,1 \pm 0,6$; St.3 yaitu $29,0 \pm 0,7$; St.4 yaitu $29,6 \pm 0,8$; St.5 yaitu $29,3 \pm 0,2$; St.6 yaitu $29,9 \pm 0,9$ dan St.7 yaitu $29,8 \pm 0,6$ ppt. Salinitas pada ke-tujuh stasiun relatif berfluktuasi tidak terlalu jauh, dimana pada stasiun 1, 2 dan 3 agak rendah dari stasiun 4, 5, 6 dan 7, hal ini diduga adanya limbah cair dari kegiatan pemukiman penduduk dan aktifitas lainnya karena lokasi stasiun berada dekat kawasan pelabuhan dan kawasan budidaya udang. Fluktuasi salinitas di perairan lokasi penelitian (Gambar 7).



Gambar 7. Salinitas Perairan di Kecamatan Banyuputih

Sebaran salinitas perairan Kecamatan Banyuputih pada peta tematik (Gambar 8) menunjukkan relatif bervariasi, namun pada umumnya salinitas perairan di Kecamatan Banyuputih masih dalam kisaran yang menunjang pertumbuhan rumput laut *Euचेuma cottonii*. Pada peta tematik terlihat bahwa

semakin jauh dari pantai salinitas makin tinggi hal ini diduga bahwa semakin dalam perairan maka akan terjadi evaporasi sehingga perairan semakin tinggi salinitasnya di tengah laut.



Gambar 8. Peta tematik salinitas perairan Kecamatan Banyuwangi

Berdasarkan hasil pengukuran terdapat perbedaan nilai kisaran salinitas namun masih berada dalam kisaran yang menunjang pertumbuhan rumput laut.

Menurut Mubarak (2015) bahwa salinitas perairan di Banyuwangi berkisar 23-34‰, sedangkan studi yang dilakukan oleh Anggadiredja *et al.* (2016) dari BPPT menunjukkan bahwa kisaran salinitas untuk pertumbuhan rumput laut *Euचेuma* sp berkisar 28-33‰. Doty (1985), menyatakan bahwa salinitas yang dikehendaki oleh rumput laut *Euचेuma* yaitu berkisar antara 29-34 ppt. Sedangkan Kadi dan Atmadja (1988) menyatakan bahwa kisaran salinitas untuk pertumbuhan rumput laut yaitu 30-34 ppt. Berdasarkan kisaran tersebut maka evaluasi secara keseluruhan terhadap salinitas dengan kisaran 28-30‰ di lokasi penelitian dapat dikatakan berada dalam batas kisaran untuk pertumbuhan rumput laut jenis

Eucheuma cottonii.

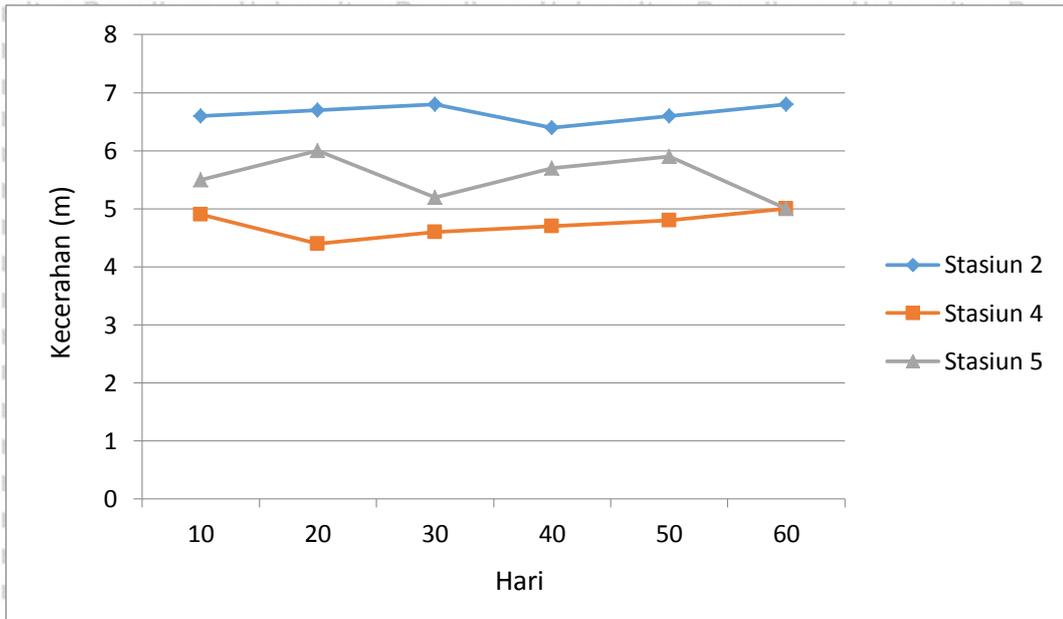
5.1.3 Kecerahan dan Kedalaman Perairan

Kecerahan perairan adalah suatu kondisi yang menunjukkan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Pada perairan alami kecerahan sangat penting karena erat kaitannya dengan aktifitas fotosintesa. Kecerahan merupakan faktor penting bagi proses fotosintesa dan produksi primer dalam suatu perairan. Seperti diketahui fotosintesa rumput laut sangat membutuhkan cahaya dan apabila aktifitas fotosintesa terganggu maka akan mengakibatkan pertumbuhan rumput laut yang tidak optimal. Kecerahan perairan di lokasi penelitian relatif tidak berfluktuasi (Tabel 7).

Tabel 7. Kecerahan perairan (m) di Kecamatan Banyuputih

Parameter	Stasiun						
	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7
Kecerahan (m)	-	6,6±0,2	-	4,9±0,5	5,5±0,5	-	-

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kecerahan perairan di lokasi penelitian berkisar antara 4,0-7,5 meter dengan rata-rata setiap stasiun antara lain St.2 yaitu 6,6±0,2; St.4 yaitu 4,9±0,5 dan St.5 yaitu 5,5±0,5 (Tabel 7). Pada stasiun 4 terlihat lebih rendah dibandingkan dengan stasiun 2 dan 5, diduga karena lokasi ini berada dekat kawasan budidaya udang dan kondisi substrat berlumpur sehingga ketika terjadi pengadukan akan menyebabkan adanya kekeruhan. Pada stasiun 2 dan 5 terlihat agak tinggi diduga karena dipengaruhi oleh kondisi perairan yang belum tercemar dan kondisi terumbu karang yang masih bagus. Kecerahan perairan relatif tidak berfluktuasi tinggi sepanjang waktu pengamatan namun memiliki kecenderungan meningkat selama waktu penelitian (Gambar 9).

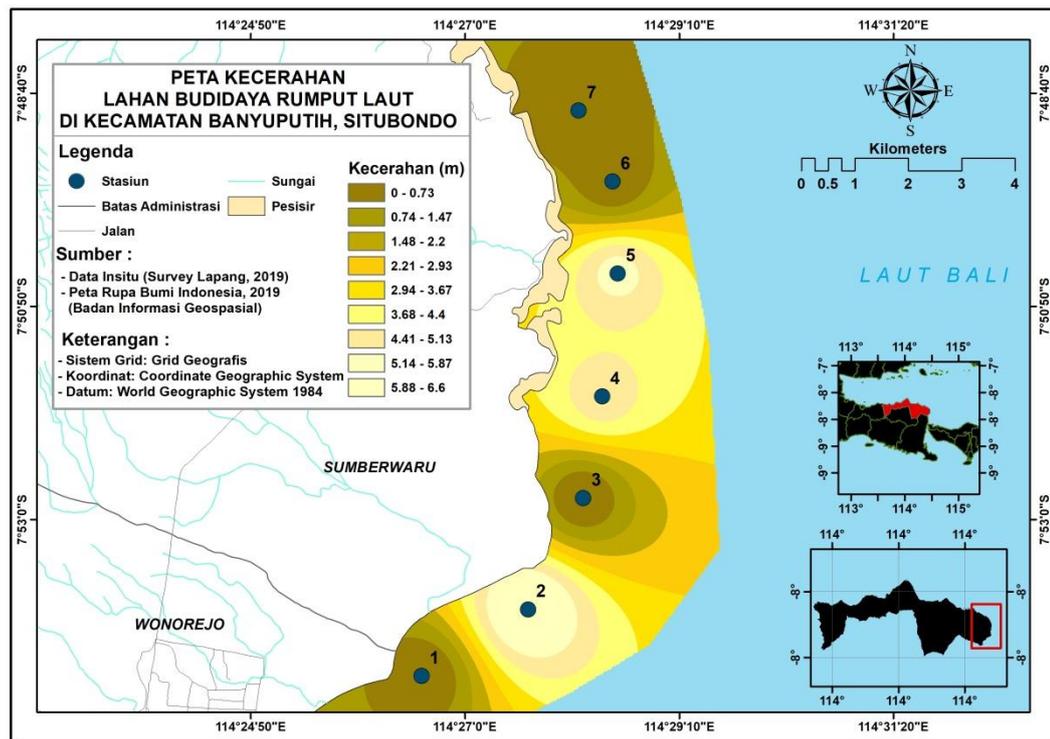


Gambar 9. Kecerahan Perairan di Kecamatan Banyuputih

Kecerahan perairan merupakan kebalikan dari kekeruhan. Kecerahan air memberikan petunjuk tentang daya tembus atau penetrasi cahaya ke dalam air laut Bird dan Benson (1987) menyatakan bahwa kecerahan untuk budidaya algae *Kappaphycus alvarezii* lebih besar dari 5 meter. Perairan yang keruh mempunyai banyak partikel-partikel halus yang melayang didalam air dan banyak partikel- partikel tersebut menempel pada *thallus*, sehingga dapat menghambat penyerapan makanan dan proses fotosintesis.

Peta tematik kecerahan di Kecamatan Banyuputih disajikan pada Gambar 10, terlihat bahwa semakin kearah laut lepas kecerahan semakin tinggi.

Kecerahan yang sesuai untuk budidaya rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan metode rakit apung dimulai pada perairan di kelas kisaran kecerahan kedua yaitu 1,33 meter.



Gambar 10. Peta tematik kecerahan perairan Kecamatan Banyuputih

Kedalaman perairan merupakan suatu kondisi yang menunjukkan kemampuan organisme untuk berinteraksi dengan cahaya (kedalaman tumbuh), kedalaman antara organisme (rumput laut) dengan substrat adalah jarak antara tanaman rumput laut dengan dasar perairan, sedangkan kedalaman perairan adalah jarak dari permukaan air hingga ke dasar perairan.

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran terhadap kedalaman tumbuh dan kedalaman antara organisme dengan substrat (dasar perairan). Berdasarkan hasil pengukuran maka kedalaman tumbuh rata-rata adalah 0,3 meter. Kondisi ini merupakan hal penting untuk diketahui karena berkaitan dengan faktor cahaya yang masuk ke perairan untuk proses fotosintesis. Untuk penanaman di dekat permukaan perairan, kedalaman saat penanaman disesuaikan terhadap permukaan air laut sehingga kedalaman penanaman tidak secara nyata mempengaruhi pertumbuhan rumput laut dan aspek pencahayaan (fotosintesis)

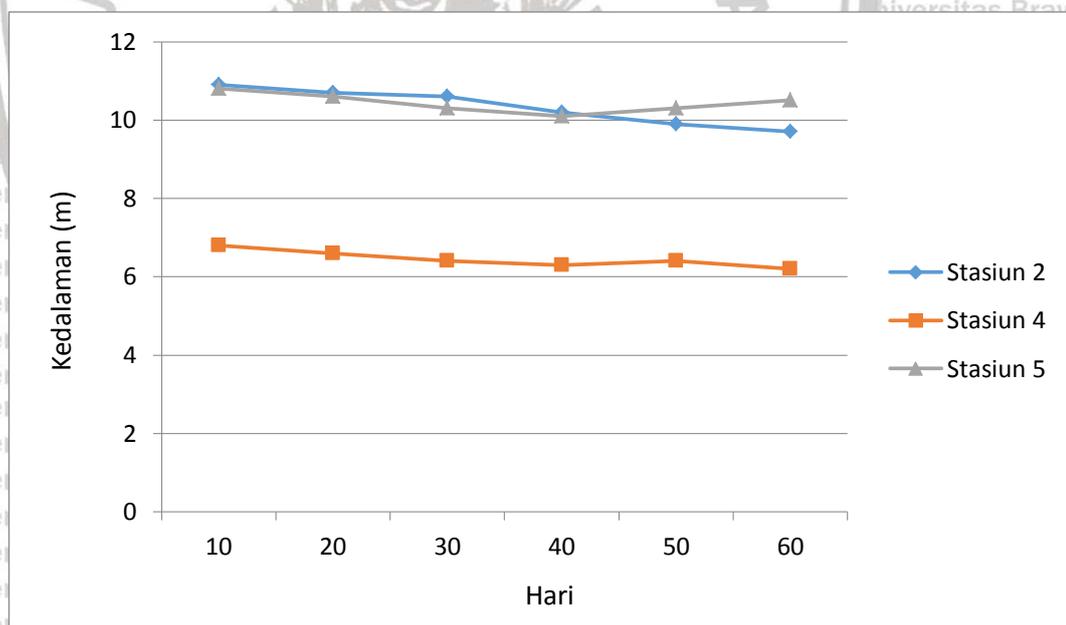
kecuali dari aspek suplai nutrisi (pengadukan). Menurut Indriani dan Sumiarsih (1999), bahwa kedalaman bagi pertumbuhan rumput laut adalah 0,3-0,6 meter.

Hasil pengukuran kedalaman antara organisme dengan substrat berkisar antara 4,2-12,0 meter dengan rata-rata yaitu stasiun 2 adalah $10,9 \pm 0,2$ stasiun 4 adalah $6,8 \pm 0,3$ m dan stasiun 5 adalah $10,8 \pm 0,4$ m (Tabel 8).

Tabel 8. Kedalaman perairan (m) di Kecamatan Banyuputih

Parameter	Stasiun						
	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7
Kedalaman (m)	-	$10,9 \pm 0,2$	-	$6,8 \pm 0,3$	$10,8 \pm 0,4$	-	-

Kedalaman perairan saat pengukuran relatif tidak berfluktuasi, hal ini diduga karena kondisi topografi pantai dan faktor fisika oseanografi. Berikut disajikan grafik kedalaman hasil pengukuran (Gambar 11).

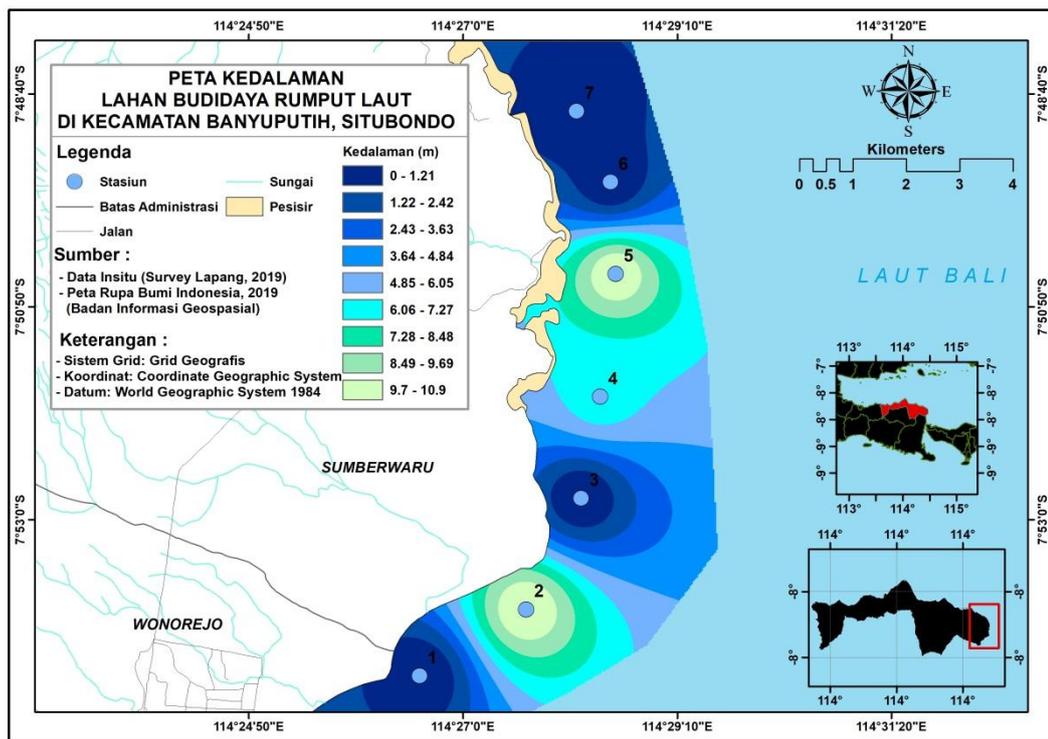


Gambar 11. Kedalaman Organisme Dengan Substrat

Kedalaman antara organisme dengan substrat merupakan hal yang penting untuk diketahui karena berkaitan dengan kondisi substrat perairan (berkarang, berlumpur, berpasir) dan nutrisi yang mendukung pertumbuhan

rumpun laut. Pada kondisi ini yang perlu diperhatikan adalah jarak antara organisme dengan substrat untuk menjaga agar tidak terjadi kekeruhan berkepanjangan yang menghambat pertumbuhan dari rumput laut tersebut. Dengan perkataan lain agar ada pengadukan yang mensuplai nutrisi bagi rumput laut tetapi tidak sampai suatu kekeruhan.

Kedalaman perairan di Kecamatan Banyuputih pada peta tematik bervariasi berdasarkan topografi pantai (Gambar 12). Pada hakekatnya keseluruhan perairan, bila ditinjau dari segi kedalaman dapat digunakan untuk budidaya rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan metode rakit, namun demikian yang diperlukan untuk terjaminnya suplai nutrisi adalah kedalaman yang masih memungkinkan adanya pengadukan yang membawa nutrisi untuk pertumbuhan rumput laut.



Gambar 12. Peta tematik kedalaman perairan Kecamatan Banyuputih

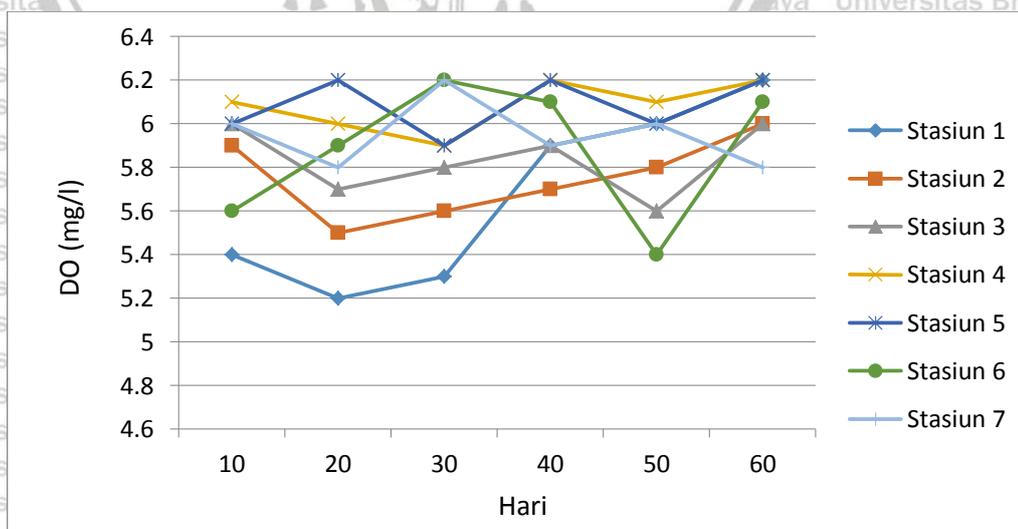
5.1.4 Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut merupakan salah satu faktor yang penting dalam kehidupan organisme untuk proses respirasi. Oksigen terlarut dalam air umumnya dari difusi oksigen, arus atau aliran air melalui air hujan dan fotosintesis. Kadar oksigen terlarut bervariasi tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi air dan tekanan atmosfer. Oksigen terlarut di Kecamatan Banyuputih relatif tidak berfluktuasi (Tabel 9).

Tabel 9. Oksigen terlarut (mg/l) di Kecamatan Banyuputih

Parameter	Stasiun						
	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7
DO (mg/l)	5,4±0,2	5,9±0,4	6,0±0,3	6,1±0,3	6,0±0,4	5,6±0,2	6,0 ±0,5

Hasil pengukuran oksigen terlarut berkisar antara 5,0-6,3 mg/l dengan rata-rata setiap stasiun antara lain St.1 adalah 5,4±0,2; St.2 adalah 5,4±0,2; St.3 adalah 6,0±0,3; St.4 adalah 6,1±0,3; St.5 adalah 6,0±0,4; St.6 adalah 5,6±0,2 dan St.7 adalah 6,0 ±0,5 (Tabel 9). Oksigen terlarut perairan Banyuputih saat pengukuran berfluktuasi tidak terlalu besar. Berikut disajikan grafik oksigen terlarut hasil pengukuran pada setiap stasiun (Gambar 13).



Gambar 13. Oksigen Terlarut

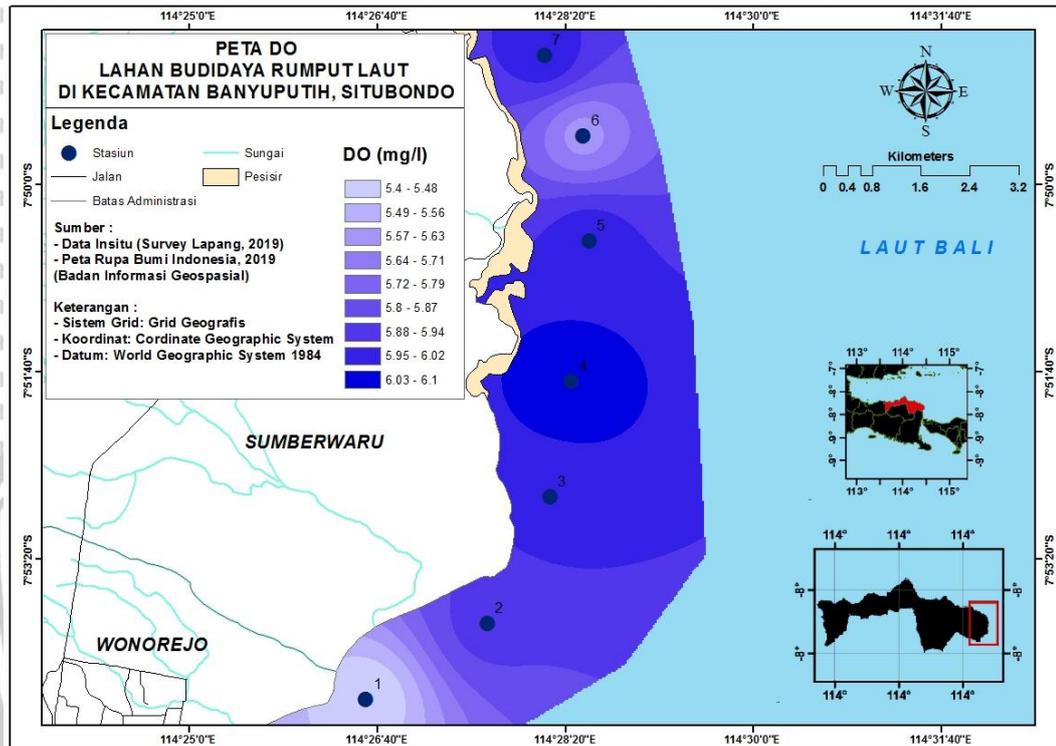
Hasil pengukuran oksigen terlarut di wilayah perairan lokasi penelitian ini dalam kondisi sangat bagus dan masih bersifat alami untuk budidaya rumput laut jenis *Eucheuma cottonii*, karena nilai oksigen terlarut terendah adalah 5 mg/l, sebab apabila oksigen terlarut lebih rendah dari 4 mg/l dapat diindikasikan perairan tersebut mengalami gangguan (kekurangan oksigen) akibat kenaikan suhu pada siang hari, malam hari akibat respirasi organisme air juga disebabkan oleh adanya lapisan minyak di atas permukaan air laut dan masuknya limbah organik yang mudah terlarut. Pernyataan tersebut di atas didukung juga oleh Standar Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut (Budidaya Perikanan) Kep- 02/MENKLH/I/88 yang diperbolehkan lebih besar dari 4 mg/l.

Berdasarkan grafik tersebut di atas dapat dilihat dengan jelas bahwa fluktuasi nilai oksigen antar titik sampel (stasiun) tidak terlalu besar, dimana pada hari ke-20 dan ke-50 agak lebih rendah jika dibandingkan dengan awal, hari ke-10, 30, 40 dan 60. Hal ini diduga karena dipengaruhi oleh pergerakan massa air, proses fotosintesis dan respirasi dari organisme laut termasuk fitoplankton dan algae lainnya. Menurut Effendi (2003), kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian (*diurnal*) dan musim tergantung pada pencampuran (*mixing*) dan pergerakan (*turbulence*) massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi, dan limbah (*effluent*) yang masuk ke badan air. Fluktuasi oksigen yang tidak terlalu besar dalam penelitian ini dipengaruhi oleh adanya pencampuran, aktifitas fotosintesis dan respirasi dari organisme laut lainnya.

Proses fotosintesis yang dilakukan oleh rumput laut jenis *Eucheuma sp* dapat memberikan sumbangan oksigen untuk organisme lainnya seperti ikan, sehingga dapat dikatakan tingginya oksigen pada wilayah perairan lokasi penelitian ini sebagai indikator bahwa perairan tersebut tidak tercemar dan dalam kondisi yang masih bersifat alami.

Peta tematik oksigen terlarut menunjukkan bahwa perairan Kecamatan

Banyuputih memiliki kandungan oksigen terlarut yang berfluktuasi tidak terlalu besar (Gambar 14), terlihat bahwa seluruh perairan yang diteliti memiliki kandungan oksigen terlarut yang sesuai untuk budidaya rumput laut *Eucheuma cottonii*.



Gambar 14. Peta tematik oksigen terlarut perairan Kecamatan Banyuputih

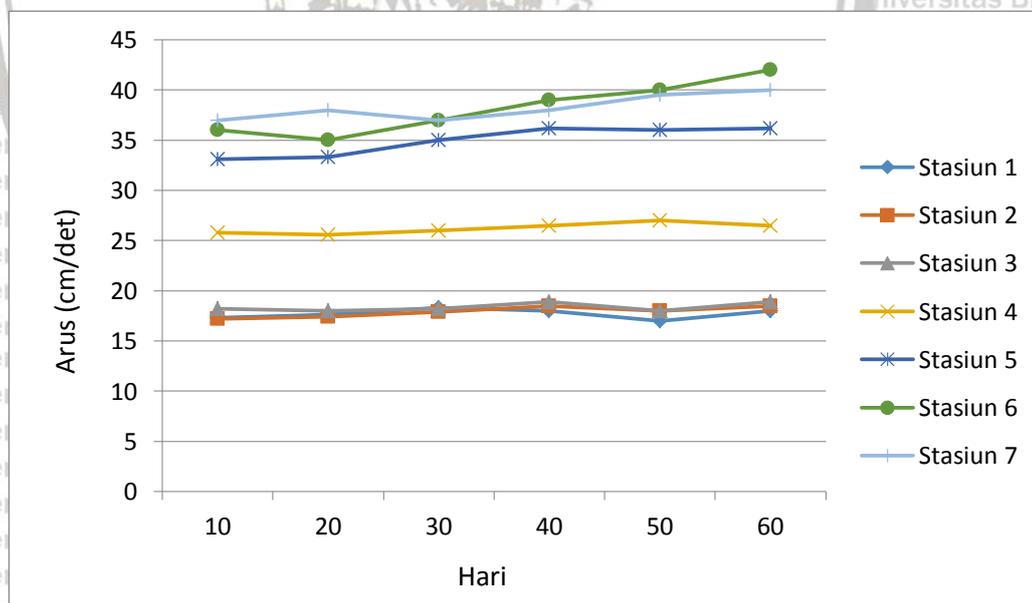
5.1.5 Arus

Arus merupakan salah satu faktor penting dalam pertumbuhan rumput laut dimana arus mempunyai peranan dalam transportasi unsur hara sebagai sumber makanan. Jika gerakan air yang bagus maka akan membawa nutrisi yang cukup dan dapat mencuci kotoran-kotoran halus yang menempel pada *thallus*. Sebaliknya dalam pengembangan usaha budidaya rumput laut perlu diperhatikan kondisi lokasi agar terlindung dari arus yang kuat. Kecepatan arus perairan kecamatan Banyuputih bervariasi (Tabel 10).

Tabel 10. Kecepatan arus di Kecamatan Banyuputih

Parameter	Stasiun						
	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7
Arus (cm/det)	17,3±1,0	17,2 ±1,1	18,2±1,2	25,8 ±1,7	33,1±1,8	36,0±2,5	37,0±2,2

Hasil pengukuran kecepatan arus di perairan Kecamatan Banyuputih berfluktuasi yaitu berkisar antara 16-37,55 cm/detik dengan rata-rata setiap stasiun antara lain St.1 yaitu 17,3±1,0; St.2 yaitu 17,2 ±1,1; St.3 yaitu 18,2±1,2; St.4 yaitu 25,8 ±1,7; St.5 yaitu 33,1±1,8; St.6 yaitu 36,0±2,5 dan St.7 yaitu 37,0±2,2 (Tabel 10). Kecepatan arus pada stasiun 1, 2, 3 dan 4 lebih rendah daristasiun 5, 6 dan 7 karena pada stasiun 5 berada dekat tanjung sedangkan stasiun 6 dan 7 berada di laut terbuka sehingga kecepatan arus lebih tinggi. Kecepatan arus yang terukur pada stasiun 1, 2, 3 dan 4 berfluktuasi tidak terlalu besar (Gambar 15).



Gambar 15. Kecepatan Arus di Perairan Kecamatan Banyuputih

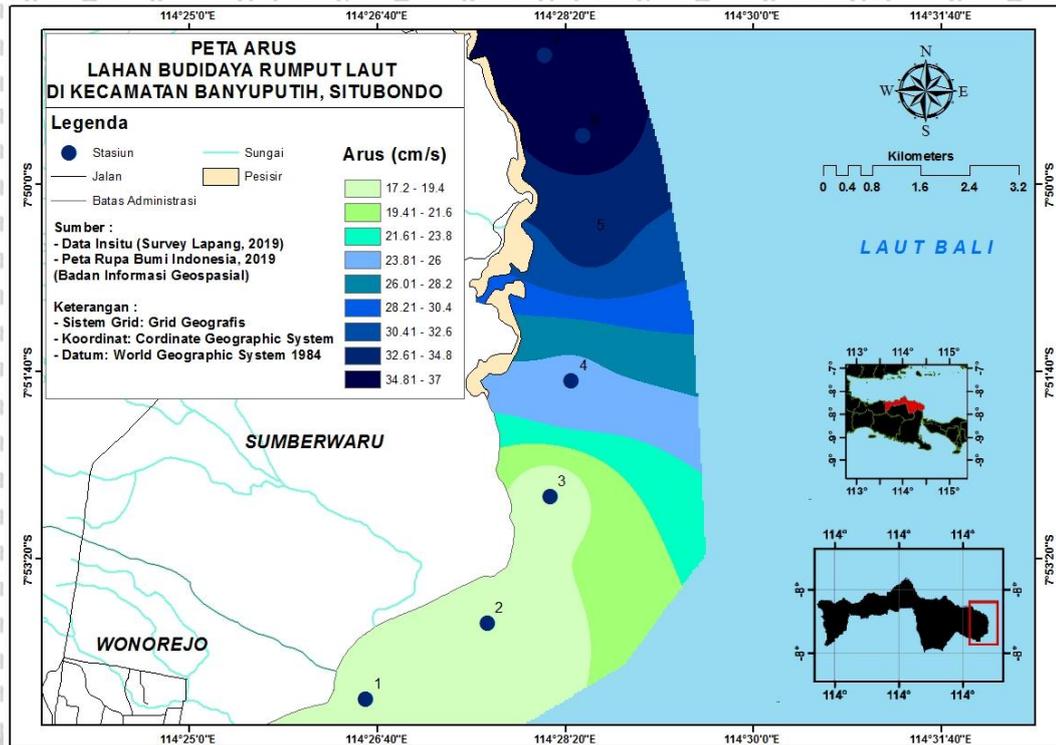
Kondisi arus perairan di wilayah penelitian ini masih dalam kondisi baik untuk budidaya rumput laut. Walaupun pengambilan sampel dilakukan saat memasuki musim kemarau, namun wilayah penelitian ini terlindung oleh karang

penghalang yang memanjang sejajar pantai yang menyebabkan arus tidak kuat dan juga kondisi wilayah yang tidak jauh pada Selat Bali sehingga daerah penelitian pada stasiun 1-4 aman bagi usaha budidaya rumput laut.

Kecepatan arus pada stasiun 5 lebih tinggi dari stasiun lain, hal ini diduga karena stasiun ini berada pada tanjung sehingga arus yang masuk dari arah Utara masih kuat atau lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya.

Berdasarkan grafik hasil pengukuran kecepatan arus pada Gambar 15 di atas, dapat dilihat bahwa adanya perbedaan kecepatan arus antar stasiun, namun perairan wilayah penelitian pada stasiun 1-4 layak untuk budidaya rumput laut jenis *Eucheuma* namun pada stasiun 5-7 tidak layak karena arus yang cukup besar, kecepatan arus yang masih dalam kisaran 16-27,55 cm/det yang dapat mendukung usaha budidaya rumput laut, bila mengacu kepada Apriyana (2006) kecepatan arus untuk budidaya *Eucheuma spinosum* di perairan Kecamatan Bluto adalah 13-29 cm/det. Kadi dan Atmadja (1988) yang menyatakan bahwa kecepatan arus yang baik untuk budidaya *Eucheuma* adalah 16-30 cm/detik. Mubarak (2015) menyatakan bahwa adanya arus air yang baik dapat menjamin tersedianya makanan yang tetap bagi rumput laut.

Arus perairan Kecamatan Banyuputih pada peta tematik (Gambar 16) menunjukkan kecepatan arus yang berfluktuasi cukup besar, hal ini disebabkan oleh kondisi perairan, gaya hidrologi dan pengaruh fisika oseanografi lainnya, namun demikian keseluruhan lokasi perairan studi ditinjau dari kecepatan arus masih sesuai untuk budidaya rumput laut *Eucheuma cottonii* yang menggunakan metode rakit apung.



Gambar 16. Peta tematik arus di perairan Kecamatan Banyuputih

5.1.6 Kandungan Nutrient

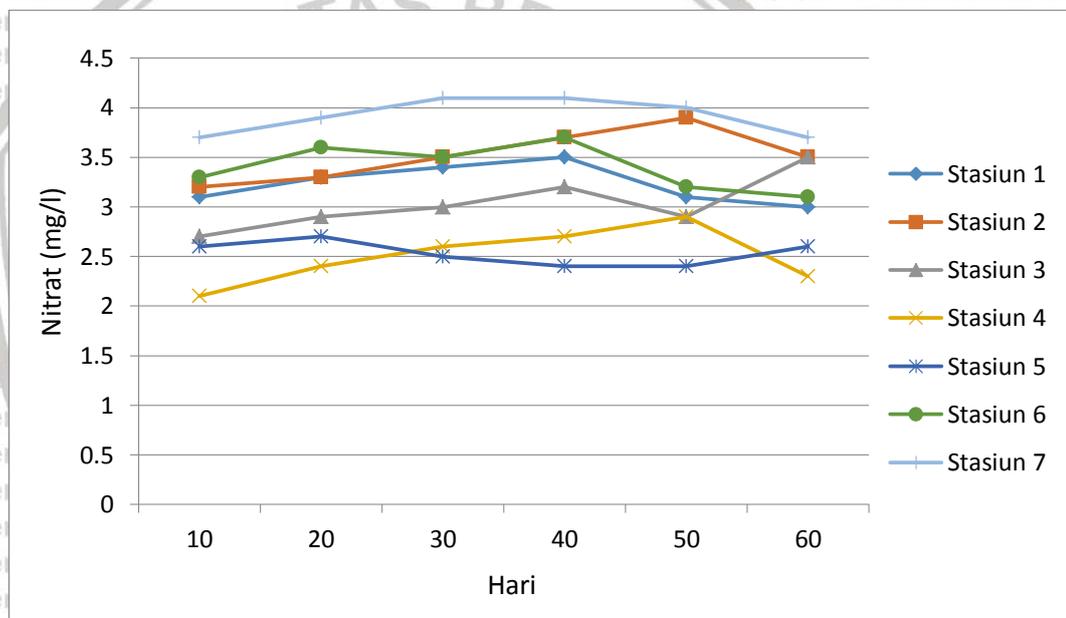
a. Nitrat

Nitrat di perairan laut, digambarkan sebagai senyawa mikronutrien pengontrol produktivitas primer di lapisan permukaan daerah eufotik. Kadar nitrat di daerah eufotik sangat dipengaruhi oleh transportasi nitrat didaerah tersebut, oksidasi amoniak oleh mikroorganisme dan pengambilan nitrat untuk proses produktivitas primer (Grasshoff *dalam* Hutagalung dan Dedy, 1994). Menurut Lee *et al.*, (1978) bahwa kisaran nitrat perairan berada antara 0,01-0,7 mg/l, sedangkan menurut Effendi (2003) bahwa kadar nitrat-nitrogen pada perairan alami hampir tidak pernah lebih dari 0,1 mg/l, akan tetapi jika kadar nitrat lebih besar 0,2 mg/l akan mengakibatkan eutrofikasi (pengayaan) yang selanjutnya menstimulir pertumbuhan algae dan tumbuhan air secara pesat. Kandungan nitrat di perairan Kecamatan Banyuputih bervariasi (Tabel 11).

Tabel 11. Nitrat perairan Kecamatan Banyuputih

Parameter	Stasiun						
	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7
Nitrat (mg/l)	3,1±1,2	3,2±1,4	2,7±0,9	2,1±0,6	2,6±0,8	3,3±1,6	3,7 ±2,2

Hasil pengukuran nitrat di perairan penelitian bervariasi antara 1,8–4,5 mg/l dengan rata-rata setiap stasiun antara lain St.1 yaitu 3,1±1,2; St.2 yaitu 3,2±1,4; St.3 yaitu 2,7±0,9; St.4 yaitu 2,1±0,6; St.5 yaitu 2,6±0,8; St.6 yaitu 3,3±1,6 dan St.7 yaitu 3,7 ±2,2 (Tabel 11). Hasil pengukuran kandungan nitrat pada masing-masing stasiun bervariasi (Gambar 17).

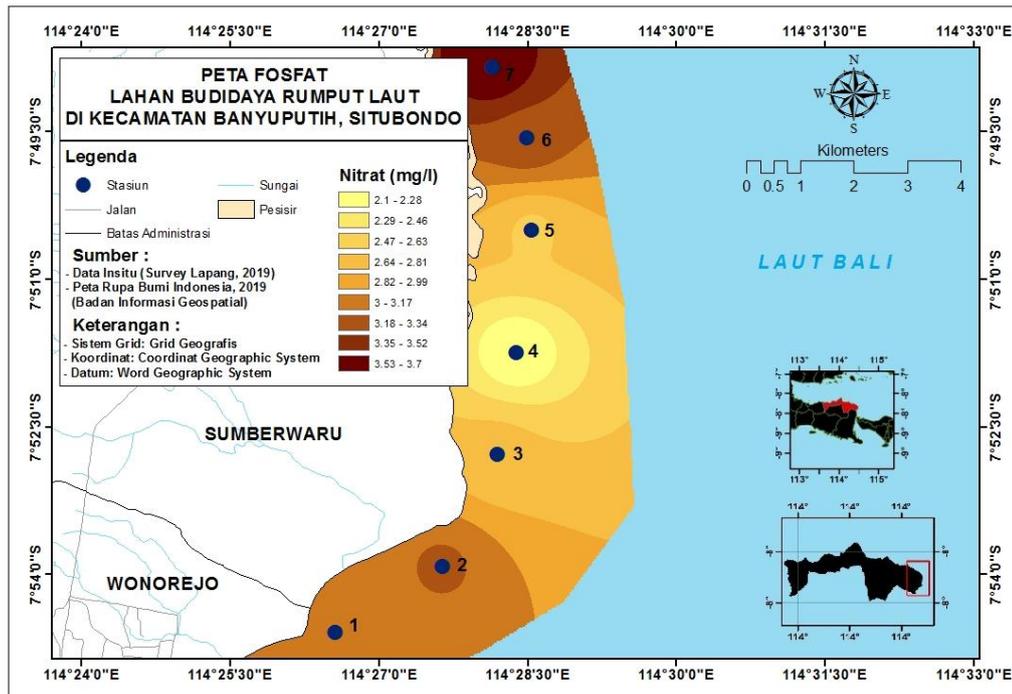


Gambar 17. Nitrat di Perairan Kecamatan Banyuputih

Berdasarkan grafik tersebut di atas maka dapat dilihat bahwa hasil pengukuran pada ketiga stasiun menunjukkan hasil yang bervariasi. Hal ini disebabkan karena wilayah penelitian berada tidak jauh dengan Selat Bali dan bagian selatan berada Laut Selatan yang merupakan pertemuan antara Selat Bali dan Laut Selatan sehingga suplai nitrat yang berasal daratan cukup tinggi. Suplai nitrat yang berasal dari daratan, dibawa oleh aliran air melalui sungai

dimana di lokasi penelitian banyak sungai-sungai kecil yang bermuara ke laut sehingga menyumbangkan nutrisi dan menyebar ke perairan wilayah penelitian.

Peta tematik kadar nitrat di perairan Kecamatan Banyuputih disajikan pada Gambar 18, terlihat bahwa seluruh perairan yang diteliti memiliki kandungan nitrat yang sesuai untuk budidaya rumput laut *Eucheuma cottonii*.



Gambar 18. Peta tematik nitrat di perairan Kecamatan Banyuputih

Nitrat merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan dan konsentrasi kadar karaginan rumput laut (Iksan, 2005), namun demikian menurut Anggoro, (1983) bahwa nitrat sebagai faktor pembatas jika konsentrasinya $<0,1$ ppm dan $>4,5$ ppm.

b. Fosfat

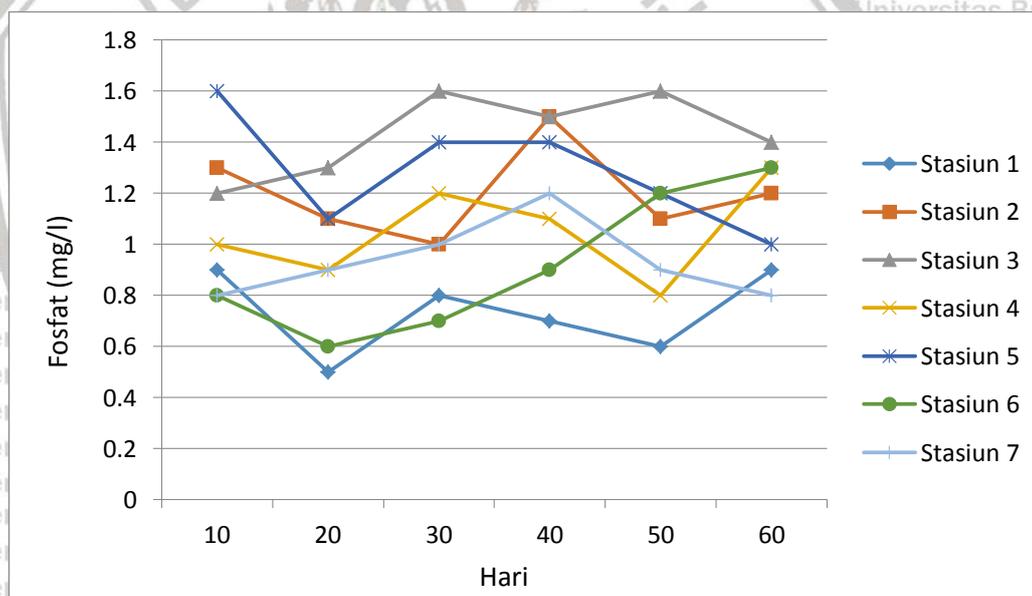
Orthofosfat merupakan nutrisi yang esensial bagi pertumbuhan suatu organisme perairan. Bertambahnya kedalaman, konsentrasi orthophosphat juga mengalami peningkatan (Dawes, 2014). Selanjutnya Romimoharto dan Juwana, (2005) menyatakan bahwa rendahnya konsentrasi ortofosfat di permukaan

perairan disebabkan karena penyerapan yang tinggi akibat tingginya produksi organik. Pada penelitian ini kandungan orthophosfat bervariasi (Tabel 12).

Tabel 12. Kandungan fosfat di perairan Kecamatan Banyuputih

Parameter	Stasiun						
	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7
Fosfat (mg/l)	0,9±0,6	1,3±1,1	1,6±0,5	1,3±0,4	1,6±0,3	0,9±0,2	0,8±0,5

Hasil pengukuran fosfat pada setiap stasiun di wilayah perairan bervariasi antara 0,33-1,99 mg/l dengan rata-rata setiap stasiun antara lain St 1 yaitu 0,9±0,6; St 2 yaitu 1,3±1,1; St 3 yaitu 1,6±0,5; St 4 yaitu 1,3±0,4; St 5 yaitu 1,6±0,3; St 6 yaitu 0,9±0,2 dan St 7 yaitu 0,8±0,5 (Tabel 12). Hasil pengukuran kandungan fosfat pada stasiun setiap stasiun bervariasi (Gambar 19)

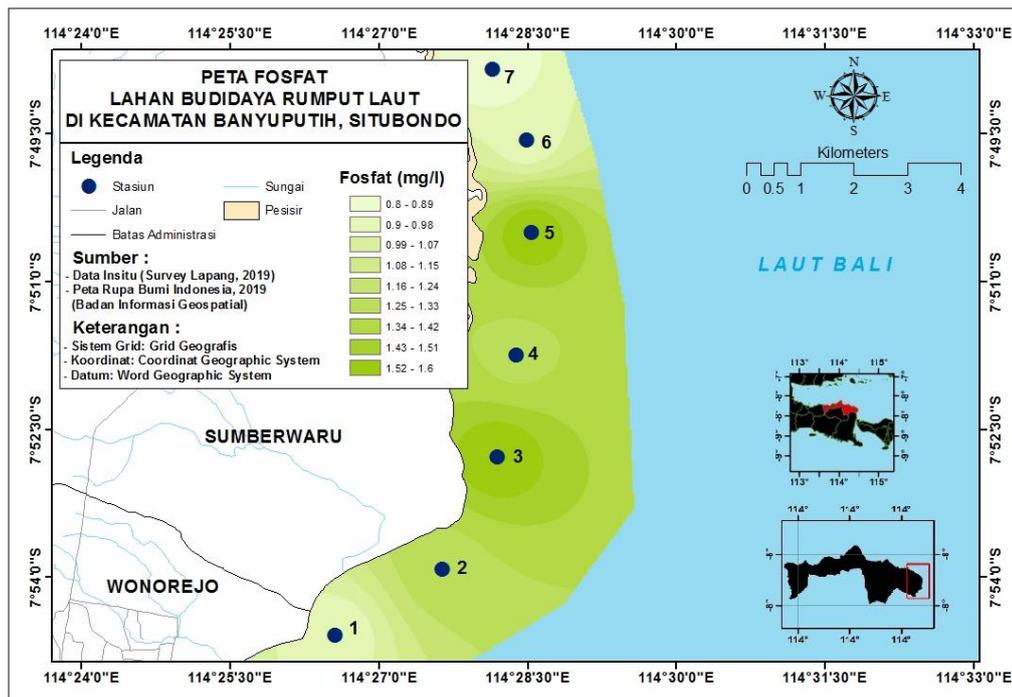


Gambar 19. Hasil Pengukuran Kandungan Fosfat

Berdasarkan grafik di atas terlihat bahwa hasil pengukuran kadar orthophosfat bervariasi pada ketiga stasiun. Hal ini disebabkan karena wilayah penelitian berada tidak jauh dengan Selat Bali dan bagian selatan berada Laut Selatan yang merupakan pertemuan antara Selat Bali dan Laut Selatan sehingga

suplai nutrisi fosfat yang berasal dari daratan cukup tinggi dan menyebar ke daerah penelitian karena banyak sungai-sungai kecil yang bermuara ke laut dimana nutrisi fosfat akan dibawa oleh aliran air sungai tersebut.

Peta tematik kandungan ortofosfat di perairan Kecamatan Banyuputih disajikan pada Gambar 20.



Gambar 20. Peta tematik phosfat di perairan Kecamatan Banyuputih

Penelitian di Kotabaru Kalimantan Selatan yang dilakukan oleh Fatmawati (1988) memperoleh nilai 0,01-0,51 mg/l, Apriyana (2006) dengan nilai fosfat 0,04-0,07 mg/l di perairan Kecamatan Bluto dan Wahyuningrum (2001) di perairan Teluk Lampung dengan nilai fosfat berkisar antara 0,226-1,065 mg/l.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar fosfat di perairan Kecamatan Banyuputih masih berada dalam kisaran dapat menunjang bagi pertumbuhan rumput laut. Menurut Wardoyo (1978) dalam Fatmawati (1998) bahwa nilai fosfat lebih besar dari 0,2 mg/l sangat baik.

5.1.7 Biota Pengganggu

Biota pengganggu (hama) merupakan salah satu hambatan dalam pengembangan budidaya rumput laut. Hama yang sering menyerang rumput laut dikelompokkan berdasarkan ukurannya yaitu hama mikro (*micro graze*) dan hama makro (*macro grazer*). Hama mikro umumnya berukuran kurang dari 2 cm dan melekat pada thallus tanaman seperti larva bulu babi dan larva teripang sedangkan hama makro umumnya berukuran lebih dari 2 cm seperti ikan baronang (*Siganus spp*) dan penyu hijau (*Chelonia midas*) (Anggadireja *et al.*, 2016).

Berdasarkan hasil pengamatan di perairan Kecamatan Banyuputih maka biota pengganggu adalah ikan-ikan baronang (*Siganus spp*) yang memakan thallus rumput laut dimana yang tertinggal hanya kerangka thallus berwarna putih sehingga akan mudah terserang penyakit. Hal ini terjadi pada saat rumput laut berumur 3 minggu (20 hari). Hasil pengamatan terhadap biota pengganggu selama penelitian (Tabel 13).

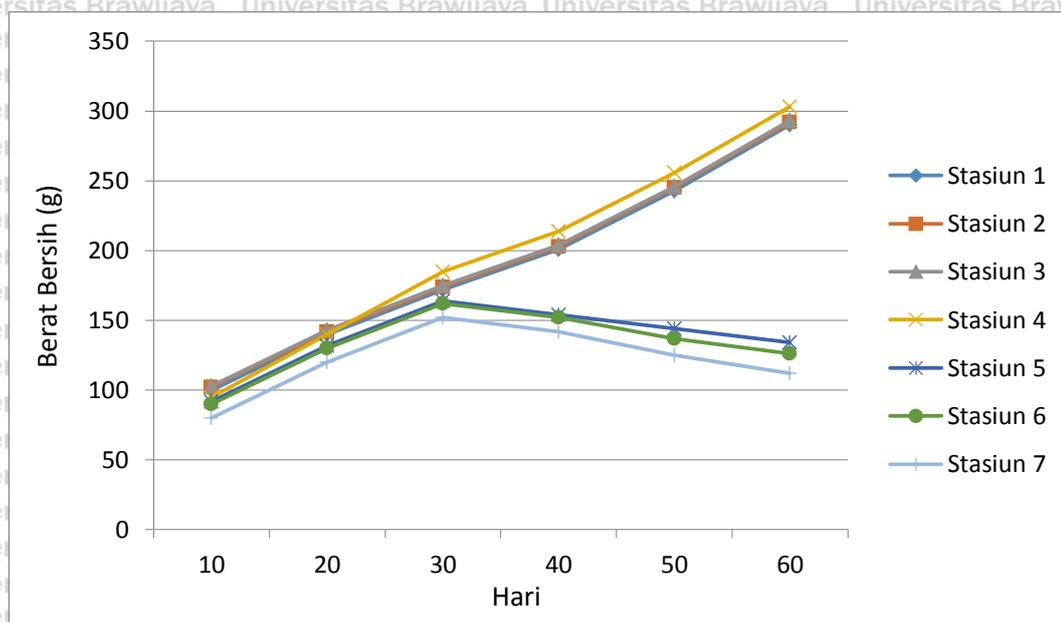
Tabel 13. Hasil pengamatan terhadap biota pengganggu

Hari	Biota Pengganggu		
	St 2	St 4	St 5
10	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
20	Ada	Tidak ada	Ada
30	Tidak ada	Tidak ada	Tidak Ada
40	Tidak ada	Ada	Ada
50	Ada	Tidak ada	Tidak Ada
60	Ada	Ada	Ada

5.2 Pertumbuhan Rumput Laut : Berat Basah

Berdasarkan hasil pengukuran maka laju pertumbuhan (pertambahan berat) rumput laut yang ditanam pada 3 (tiga) stasiun menunjukkan hasil yang bervariasi. Berat basah rumput laut saat pengamatan menunjukkan peningkatan

dari hari ke-10 sampai hari ke-60 (Gambar 21).



Gambar 21. Berat Basah Rumput Laut

Berat rumput laut yang menunjukkan peningkatan dari hari ke-10 sampai hari ke-60 pada stasiun 1-4, hal ini diduga karena faktor-faktor lingkungan yang mendukung diantaranya unsur hara yang cukup dan juga kecepatan arus yang relatif baik dimana terjadinya proses percampuran sehingga penyerapan zat hara oleh rumput laut terindikasi baik yang menyebabkan pertumbuhan cenderung meningkat, berbeda dengan stasiun 5-7 pertumbuhan menurun di duga karena arus yang tidak baik sehingga mengakibatkan penyerapan zat hara menjadi tidak normal.

Selain itu faktor-faktor lain seperti sinar matahari, suhu, salinitas, gelombang, oksigen juga memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan rumput laut. Laju pertumbuhan rumput laut pada stasiun 1-4 lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 5-7. Hal ini diduga karena kondisi lingkungan selain kecepatan arus, suhu, salinitas, gelombang, oksigen yang berfluktuasi juga tidak terjadi kekeruhan yang menghambat pertumbuhan. Sedangkan pada

stasiun 5-7 dengan kondisi substrat yang berkarang namun terdapat biota pengganggu yang memakan rumput laut sehingga menghambat pertumbuhan.

Hasil analisis statistik (Uji Dunn) menunjukkan bahwa pertumbuhan berat pada stasiun 1-4 berbeda nyata dengan stasiun 5-7. Berdasarkan rata-rata rangking maka stasiun 4 lebih tinggi dari stasiun lainnya, dengan demikian maka pertumbuhan berat terbaik adalah pada stasiun 4 (Lampiran 2)

5.3 Kandungan Karaginan

Rumput laut merupakan salah satu komoditas perikanan yang telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan makanan, industri dan lainnya.

Pemanfaatan rumput laut pada bidang industri didasarkan atas kandungan koloidnya yaitu agar, karaginan dan alginat. Karaginan didapatkan dari hasil ekstraksi alga merah (*Rhodophyceae*) yang memiliki tiga tipe karaginan yaitu kappa, iota dan lamda. Tipe karaginan yang dihasilkan oleh *Euचेuma cottonii* adalah kappa karaginan. Kandungan karaginan dari rumput laut berbeda-beda untuk setiap spesies dan juga untuk lokasi perairan yang berbeda.

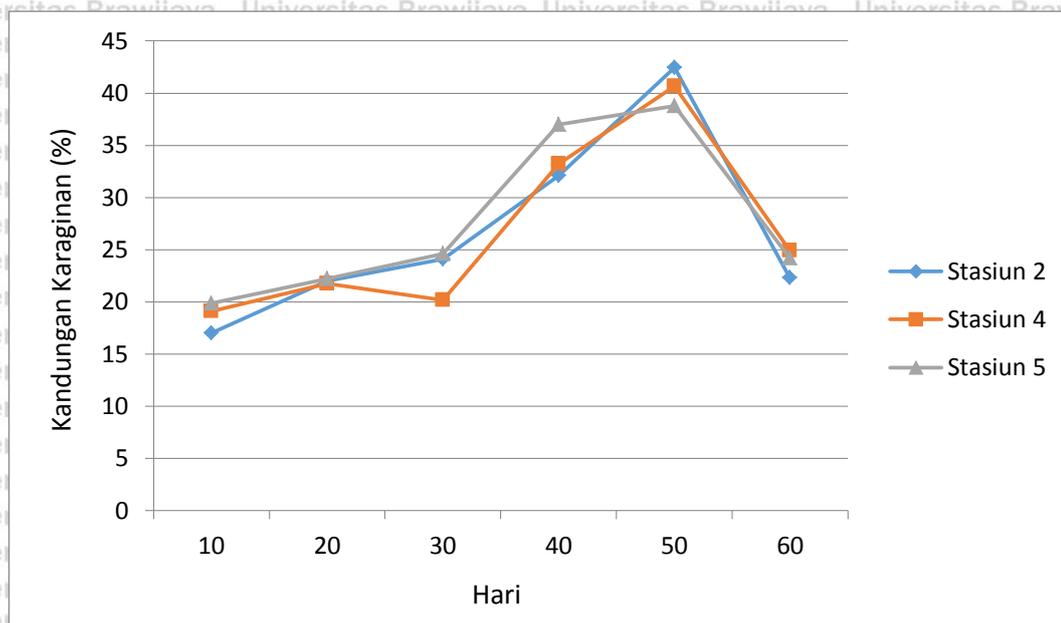
Berdasarkan hasil analisis kandungan karaginan rumput laut (*Euचेuma cottonii*) yang diukur pada hari ke-10 hingga hari ke-60 dari ke tiga lokasi penelitian bervariasi (Tabel 14).

Tabel 14. Hasil Pengukuran Kadar Karaginan Rumput laut *Euचेuma cottonii*

Hari	Kandungan Karaginan (%)		
	St 2	St 4	St 5
10 ya	17,03	19,12	19,88
20 ya	22,01	21,78	22,23
30 ya	24,11	20,19	24,61
40 ya	32,11	33,24	36,98
50 ya	42,43	40,67	38,76
60 ya	22,32	24,90	24,21

Hasil pengukuran kandungan karaginan pada setiap stasiun bervariasi berdasarkan hari pengamatan, dengan kandungan karaginan maksimum pada

hari ke-50 (Gambar 22).



Gambar 22. Hasil Analisis Kandungan Karaginan

Berdasarkan grafik di atas terlihat bahwa adanya kenaikan karaginan yang cukup baik dari hari ke 10 hingga hari ke 50, dan terjadi penurunan pada hari ke 60 untuk semua stasiun (stasiun 2, 4 dan 5). Kadar karaginan rumput laut yang ditanam pada stasiun 2, 4 dan 5 memberikan nilai karaginan yang berbeda-beda. Kadar karaginan tertinggi dengan nilai 41,55% pada kadar air 33,89% bobot kering yang terdapat pada stasiun 4, sedangkan kandungan karaginan pada stasiun 3 dan 5 masing-masing adalah 40,45 dengan kadar air 32,83% dan 39,00 dengan kadar air 34,50. Terjadinya kenaikan kandungan karaginan yang ada diduga karena kondisi lingkungan perairan seperti suhu, salinitas, kecerahan, pergerakan arus yang baik dan ketersediaan unsur hara yang mendukung pertumbuhan rumput laut terutama terhadap kandungan karaginan. Selain itu juga pertumbuhan rumput laut yang sudah cukup umur sehingga menghasilkan kadar karaginan yang tinggi. Kandungan karaginan di stasiun 4 lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 2 dan 5. Hal ini diduga karena kondisi

substrat berkarang-berpasir sehingga tidak terjadi kekeruhan dan tingkat kecerahan yang baik dapat mempercepat proses fotosintesa pada rumput laut.

Selain itu juga pergerakan arus yang cukup untuk proses difusi unsur hara sehingga mempercepat pertumbuhan dimana karaginan terbentuk pada dinding sel rumput laut terutama pada *thallus* yang cukup umur.

Pada stasiun 2 kondisi substrat berlumpur dan juga posoisi stasiun yang dekat dengan kegiatan budidaya udang sehingga akan terjadi pengadukan mengakibatkan kekeruhan dimana akan menghambat proses fotosintesa dan proses difusi unsur hara berkurang. Sedangkan pada stasiun 5 kondisi substrat berkarang sehingga tidak mudah terjadi kekeruhan dan tingkat kecerahan yang baik dapat mempercepat proses fotosintesa namun terdapat banyak biota pengganggu yang memakan *thallus* sehingga dapat mengganggu pertumbuhan.

Pada hari ke-60 terjadi penurunan kadar karaginan pada semua stasiun. Hal ini disebabkan karena pada hari ke-60 hal ini diduga dipengaruhi oleh asal *thallus* dan jenis bibit yang digunakan untuk budidaya dimana jenis bibit yang sesuai dengan lingkungannya akan menghasilkan kandungan karaginan yang tinggi. Selain itu juga diduga karena selulosa yang terbentuk sebagian karaginan akan berubah menjadi cadangan energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan keberadaanya diperairan.

Kadar karaginan rumput laut terbaik pada hari ke-50 jika dibandingkan dengan berat basah rumput laut yang puncaknya pada hari ke-60 hal ini disebabkan karena umur tanam yang cukup untuk mengasilkan kadar karaginan adalah pada hari ke-50, walaupun pertumbuhan rumput laut (pertumbuhan somatik) masih terus berkembang namun umur fisiologis (kandungan koloid) dari rumput laut tersebut sudah cukup untuk dipanen.

Hasil analisis statistik (ANOVA) menunjukkan bahwa kandungan karaginan tidak berbeda antar stasiun akan tetapi berbeda nyata pada tiap hari

pengamatan. Berdasarkan uji Dunncan maka pada hari ke-50 merupakan kandungan karaginan yang terbaik (Lampiran 3).

Menurut Apriyana (2006) bahwa selain faktor lingkungan, faktor internal juga berperan bagi pembentukan kandungan karaginan antara lain faktor umur. Pertumbuhan *thallus* dan jumlah cabang yang cukup umur akan menghasilkan karaginan dengan kadar tinggi. Menurut Rigney *dalam* Dawes, (2014) bahwa umur tanaman sangat berpengaruh terhadap kandungan kadar karaginan dan komposisi lainnya.

Kadar karaginan tertinggi pada penelitian ini adalah 40,00-41,55%. Beberapa penelitian kadar karaginan yang dilakukan di Indonesia menunjukkan hasil yang beragam pada lokasi untuk lokasi yang berbeda. Hasil penelitian kandungan karaginan rumput laut di perairan Kecamatan Banyuputih tergolong baik namun lebih rendah dibandingkan penelitian Syaputra (2005) sebesar 48% di Lhokseudu Aceh, Apriyana (2006) sebesar 68,35% di perairan Kecamatan Bluto dan Amarullah (2007) sebesar 52,11 di Teluk Tamiang.

Menurut Doty (1985) tentang CAY (standar kadar karaginan) bagi rumput laut sebesar 40%. Selanjutnya menurut Dawes, C.J (2014) bahwa kadar karaginan sangat dipengaruhi oleh kondisi setempat, dimana siklus hidup algae juga berperan dalam menentukan kualitas karaginan. Zaitsev (1969) *dalam* Syaputra (2005) menyatakan bahwa kandungan karaginan dari rumput laut sangat bervariasi tergantung spesies, tahap pertumbuhan dan kondisi lingkungan setempat.

5.4 Kesesuaian Lahan Budidaya Rumput Laut

Perairan laut di Kecamatan Banyuputih yang memiliki potensi sumberdaya alam untuk pengembangan budidaya laut, salah satu diantaranya adalah budidaya rumput laut. Untuk mendukung kegiatan tersebut perlu dilakukan

analisis kesesuaian lahan/lokasi dimana dalam menentukan lokasi budidaya rumput laut perlu diperhatikan beberapa persyaratan sebagai indikator yang mendukung kegiatan tersebut.

Dalam penelitian ini dilakukan suatu kajian secara ekologis sebagai salah satu indikator untuk menentukan tingkat kesesuaian lahan untuk budidaya rumput laut di perairan Kecamatan Banyuputih dengan membuat suatu peta kesesuaian lahan.

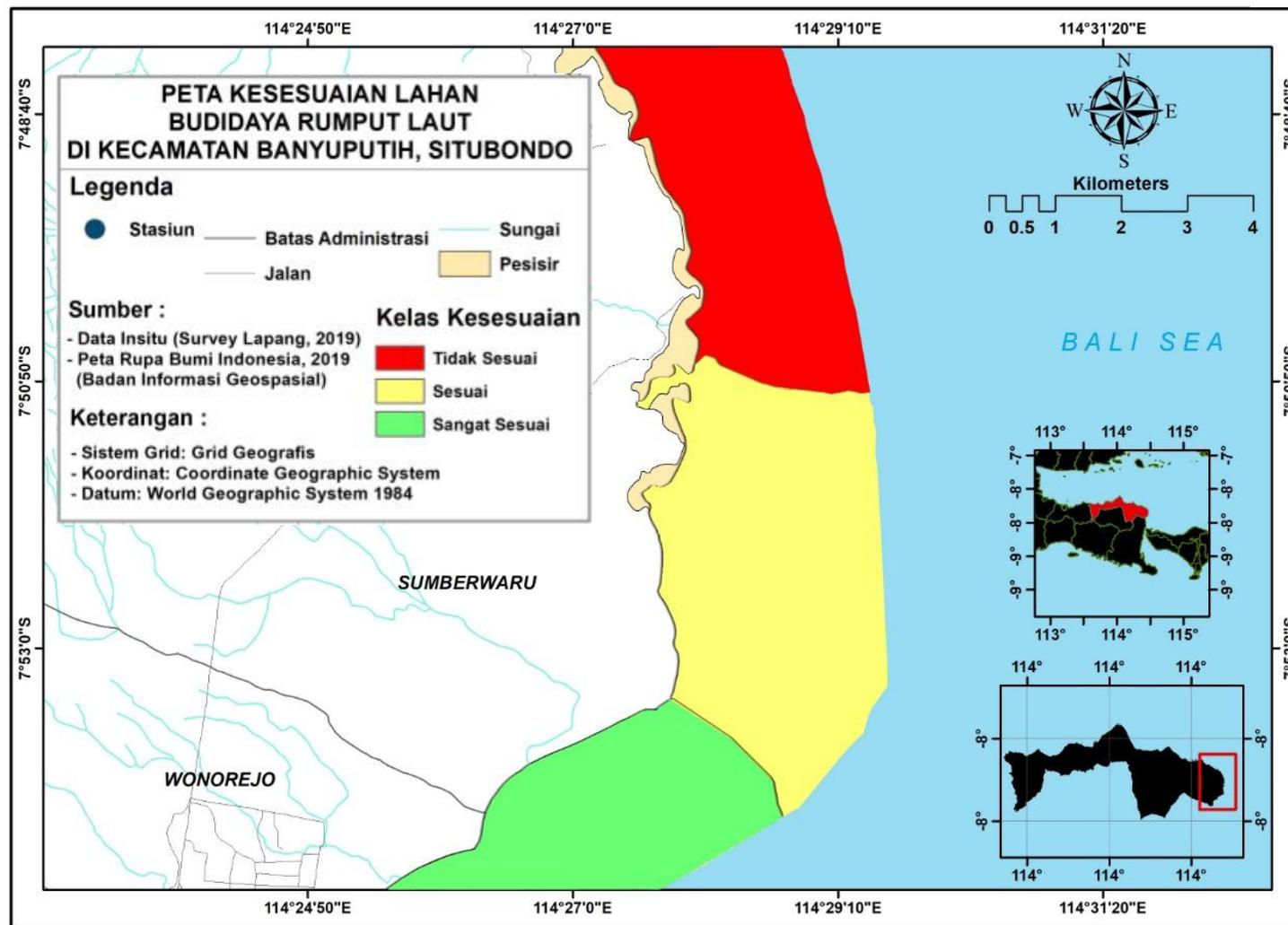
Analisis kesesuaian yang dilakukan, didasarkan atas faktor/parameter pembatas sesuai pemanfaatannya ditinjau dari aspek ekologis. Kriteria awal yang disusun umumnya dari prasyarat ekologis, selanjutnya hasil analisis SIG berupa lokasi dan luasan yang sesuai dengan kriteria yang dipersyaratkan yang pada akhirnya menentukan daya dukung lahan. Analisis ini dimaksudkan untuk menilai kelayakan atau kesesuaian lahan perairan Kecamatan Banyuputih. Hasil analisis dikelompokkan dalam tiga kategori yaitu tidak sesuai (S1), sesuai bersyarat (S2) dan sangat sesuai (S3).

Berdasarkan analisis spasial dengan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) maka akan diperoleh kelas kesesuaian lahan untuk budidaya rumput laut melalui beberapa tahapan antara lain : 1) menentukan nilai dari tiap parameter dengan membuat matriks yang memuat skor dan bobot; 2) data tiap parameter dimasukkan atau didigit kedalam peta sehingga akan diperoleh peta tematik; 3) dengan teknik tumpang susun (*overlay*) semua peta tematik yaitu tematik suhu, salinitas, kedalaman, kecerahan, DO, nitrat, fosfat, substrat maka diperoleh total nilai dari tiap parameter; 4) total nilai tersebut akan disesuaikan dengan *range* kelas kesesuaian yaitu kelas 1 (tidak sesuai) berkisar 275-355, kelas 2 (sesuai) berkisar 356-435 dan kelas 3 (sangat sesuai) berkisar 436-515.

Hasil evaluasi/analisis kesesuaian lahan memperlihatkan bahwa luas lahan untuk pengembangan budidaya rumput laut yang ditinjau dari parameter-

parameter pertumbuhan (ekologis perairan) dan kandungan karaginan menghasilkan tiga kategori kesesuaian lahan yaitu sangat sesuai adalah 340,80 ha, sesuai 440,35 ha dan tidak sesuai 720,97 ha. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada peta overlay kesesuaian lahan pada Gambar 23.





Gambar 23. Peta Kesesuaian Lahan Pertumbuhan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) di Kecamatan Banyuputih Tahun 2019

5.5 Daya Dukung Lingkungan

Perikanan budidaya merupakan kegiatan yang berpotensi menimbulkan dampak terhadap lingkungan akibat beban limbah yang dapat mengakibatkan pengkayaan nutrien, eutrofikasi, hypoxia, sedimentasi sehingga kegiatan budidaya harus dilakukan sesuai dengan kemampuan daya dukung lingkungan.

Dalam penelitian ini daya dukung lingkungan yang dikaji adalah daya dukung secara ekologis.

Menurut Scones (1993) dalam Bengen (2006) bahwa daya dukung ekologis adalah jumlah maksimum individu pada suatu lahan yang dapat didukung tanpa mengakibatkan kematian karena faktor kepadatan, serta terjadinya kerusakan lingkungan secara permanen.

Penentuan daya dukung lingkungan secara ekologis ini akan mempertimbangkan status pemanfaatan, dimana dalam analisa spasial dapat menghitung luasan dan kapasitas jumlah rakit maksimum dengan mempertimbangkan kawasan alur pelayaran serta mereduksi kawasan pelabuhan juga kawasan budidaya udang. Sasarannya adalah bahwa keberadaan budidaya rumput laut tidak boleh mengganggu alur pelayaran, membatasi akses nelayan dan kegiatan budidaya udang sehingga dapat dihindari munculnya konflik kepentingan antar pengguna perairan tersebut.

Pendugaan daya dukung lingkungan perairan di Kecamatan Banyuputih bagi pengembangan budidaya rumput laut dilakukan dengan 3 pendekatan yaitu luas areal budidaya rumput laut, jumlah maksimum rakit dan total produksi rumput laut.

Kebutuhan informasi perikanan budidaya berkaitan dengan distribusi spasial lokasi pengembangan budidaya yang dilengkapi dengan informasi daya dukung lingkungan perairan yang memuat data kapasitas produksi dari unit

pengembangan budidaya, maksimum jumlah rakit dan praktek budidaya yang sesuai dengan standar operasional serta kesepakatan jarak minimal antar unit budidaya.

Berdasarkan analisis spasial maka untuk menduga hal tersebut dapat dihitung sebagai berikut:

a. Luas Area Budidaya

Berdasarkan hasil *overlay* maka diperoleh luas lahan yang digunakan (sangat sesuai) untuk kegiatan budidaya rumput laut atau areal budidaya adalah 1.840,80 ha. Dalam pengembangan usaha budidaya perlu mempertimbangkan areal pemanfaatannya seperti arus lalulintas (pelayaran), jarak antar rakit dan perlindungan ekosistem lainnya seluas 110,32 ha (40% dari luas sangat sesuai).

Oleh karena itu berdasarkan pertimbangan tersebut maka ditentukan luas efektif lahan perairan untuk digunakan dalam kegiatan budidaya rumput laut adalah luas lahan sangat sesuai (340,80 ha) akan dikurangi dengan pemanfaatan lainnya (110,32 ha) dengan demikian maka luas lahan yang efektif untuk pengembangan budidaya rumput laut sebesar 230,48 ha (60% dari luas sangat sesuai).

b. Jumlah Rakit

Jumlah rakit untuk pengembangan budidaya rumput laut dengan mempertimbangkan luas rakit, jarak antar rakit dan arus pelayaran maka jumlah rakit dengan ukuran 10 x 2 meter yang dapat dioperasikan dalam luas lahan yang efektif adalah 50.223 unit seluas 230,48 ha.

c. Total Produksi Rumput Laut

Kapasitas produksi dari unit pengembangan budidaya rumput laut yang memuat maksimum jumlah rakit dan jumlah produksi dalam satu siklus panen

merupakan salah satu bagian dari daya dukung lingkungan. Dalam kajian ini, akan diprediksi hasil produksi rumput laut dalam 1 tahun dimana satu kali masa panen dapat dicapai dalam jangka waktu 2 bulan (berarti 1 tahun = 6 kali panen), namun perlu dipertimbangkan juga faktor lain yang memengaruhi kegagalan panen atau tidak melakukan budidaya pada musim-musim tertentu, sehingga selama satu tahun berarti 4 kali panen. Dengan demikian total produksi dalam luasan efektif adalah 65.075 ton/tahun.

Berdasarkan asumsi yang digunakan, maka jumlah rakit yang boleh dioperasikan sebanyak 10-15 rakit/ha pada luas perairan yang efektif untuk budidaya rumput laut yaitu 230,48 ha. Budidaya rumput laut dapat dikembangkan secara berkelanjutan jika sistem budidaya dipertahankan berada di bawah daya dukung lingkungan perairan.

Pengaturan operasional budidaya rumput laut harus mengacu pada kondisi daya dukung perairan, luas perairan yang layak dan tingkat produktivitas yang dapat dicapai. Daya dukung lingkungan tersebut merupakan tingkat maksimum (baik jumlah maupun volume) pemanfaatan, suatu sumberdaya alam atau ekosistem yang dapat diakomodasi oleh suatu kawasan pulau kecil atau zona sebelum terjadi penurunan kualitas ekologis.

Menurut Silver dan Sowles (1996) bahwa salah satu hambatan ikan budidaya adalah spesifikasi minimum ruang gerak untuk menghindari peluang transmisi penyakit antar unit budidaya dalam beberapa meter. Rumput laut merupakan salah satu organisme laut yang membutuhkan ruang dalam mendapatkan oksigen untuk proses respirasi, sirkulasi air yang baik sebagai penentu utama dalam daya dukung produksi. Berdasarkan konsep tersebut maka dalam membudidayakan rumput laut diperlukan penataan ruang untuk menghindari kompetisi dalam mendapatkan oksigen dan penyerapan unsur hara demi keberlanjutan usaha budidaya.

Pemanfaatan lahan yang melebihi daya dukung lingkungan akan berdampak pada jumlah produksi dan kualitas yang pada akhirnya mempengaruhi keberlanjutan budidaya itu sendiri.

5.6 Strategi Pengembangan Budidaya

Rumput Laut di Kecamatan Banyuputih dalam pengembangan budidaya rumput laut (*Eucheuma cottonii*) di kawasan perairan Kecamatan Banyuputih dilakukan melalui pendekatan secara deskriptif yang menggambarkan kondisi wilayah perairan dengan mempertimbangkan kondisi ekologis perairan dalam menyusun suatu strategi pengembangan budidaya rumput laut yang berkelanjutan maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai acuan untuk pengembangan budidaya rumput laut di perairan Kecamatan Banyuputih antara lain :

1. Pengelolaan Lingkungan Perairan Berbasis Ekologis

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi ekologis perairan di Kecamatan Banyuputih saat penelitian masih dalam batas toleransi untuk budidaya rumput laut. Namun berdasarkan pengalaman dari pembudidaya di daerah penelitian, bahwa pada saat musim hujan (bulan September-Januari) Kebanyakan pembudidaya memilih untuk tidak melakukan budidaya karena sering terjadi kegagalan panen; yang diduga disebabkan oleh terjadinya perubahan kondisi ekologis perairan seperti perubahan salinitas perairan, terutama di perairan dekat garis pantai.

Kondisi ekologis lainnya seperti DO, Nitrat dan orthophosfat berdasarkan hasil penelitian masih dalam batas toleransi untuk pertumbuhan rumput laut.

Kondisi ini perlu dipertahankan agar budidaya rumput laut dapat terus berkembang. Penataan/pengaturan rakit dan jarak tanam yang sesuai dengan daya dukung lingkungan, kiranya perlu juga dilakukan untuk memberikan

kesempatan/peluang yang sama besar bagi individu rumput laut dalam menyerap nutrisi di perairan.

Selain hal di atas, lingkungan pantai di Kecamatan Banyuputih memiliki karakteristik yang landai dengan sejumlah kegiatan seperti pelabuhan dan budidaya udang di perairan lautnya. Kegiatan ini dapat mempengaruhi kondisi kualitas perairan. Aktivitas pelabuhan dan budidaya udang menghasilkan limbah berupa limbah cair dan padat, namun dalam jumlah yang belum diketahui besarnya.

Dengan demikian dalam upaya mempertahankan kelestarian lingkungan, diperlukan adanya pengaturan pembuangan limbah (dari kegiatan pelabuhan, dan lain-lain) ke perairan laut yang tidak boleh melebihi kapasitas asimilasi lingkungan perairan Kecamatan Banyuputih. Sebaiknya sebelum limbah cair dialirkan ke laut, perlu melakukan proses penanganan limbah cair sebelum dialirkan ke laut dan melakukan penanganan atau daur ulang untuk limbah padat.

Dalam upaya mengembangkan kegiatan usaha budidaya rumput laut di Kecamatan Banyuputih, sebagaimana telah dikemukakan sebelumnya, perlu memperhatikan dan mempertahankan aspek biogeofisik dan kimiawi seperti suhu air, salinitas, arus, gelombang, oksigen terlarut, nitrat, fosfat yang ada sehingga mendukung keberlanjutan usaha budidaya rumput laut serta daya dukung lahan agar dampaknya tidak melebihi kapasitas fungsionalnya. Oleh karena itu konsep pengelolaan di perairan tersebut sebaiknya mengacu pada konsep pembangunan berkelanjutan yang berbasis ekologi sehingga usaha pengembangan budidaya rumput laut terus berkelanjutan.

Konsep pembangunan berkelanjutan dari dimensi ekologis adalah menjelaskan bagaimana mengelola semua kegiatan pembangunan yang ada di suatu wilayah, yang berhubungan dengan pesisir, agar total dampaknya

tidak melebihi kapasitas fungsionalnya bagi kehidupan manusia yang meliputi antara lain sebagai penerima limbah. Dengan demikian untuk pengembangan budidaya rumput laut di Kecamatan Banyuputih haruslah mengacu pada konsep pembangunan berkelanjutan yang berbasis dimensi ekologis dimana total dampak kegiatan budidaya rumput laut di daerah ini tidak melebihi kapasitas fungsionalnya bagi manusia di sekitarnya atau dengan perkataan lain kegiatan budidaya rumput laut yang ada tidak boleh atau dicegah menghasilkan limbah yang berbahaya bagi manusia yang ada disekitarnya.

Pembangunan berkelanjutan dalam dimensi ekologi memiliki prasyarat a) aktivitas harus didasari pada pertimbangan ekologi dan perencanaan spasial. Perencanaan penggunaan lahan merupakan puncak aktivitas yang sangat penting, b) kegiatan yang ada saat ini dan di masa mendatang harus terencana dan dikelola agar limbah yang dihasilkan dibawah kapasitas asimilasi lokal, c) sumberdaya alam yang dapat diperbaharui hendaknya tidak dieksploitasi melebihi kapasitas regenerasinya. Oleh karena itu pada pengembangan budidaya rumput laut di Kecamatan Banyuputih haruslah juga didasari pada ke tiga pertimbangan di atas.

2. Aspek Teknologi Dalam Budidaya Rumput Laut

Pada umumnya sistem budidaya rumput laut yang selama ini dilakukan oleh para petani pembudidaya di Kecamatan Banyuputih adalah metode tali panjang. Metode ini memiliki beberapa kelemahan yaitu pada saat terjadi arus dan gelombang tali-tali tempat penanaman rumput laut menjadi merapat dan bersentuhan sehingga bisa terjadi *thallus* rumput laut menjadi rusak bahkan tali-tali tersebut dapat menjadi putus. Hal ini akan berpengaruh pada kuantitas dan kualitas produksi rumput laut.

Selain kondisi eksisting tersebut di atas kualitas rumput laut di perairan Kecamatan Banyuputih berdasarkan hasil penelitian tergolong baik namun

masih rendah dibandingkan dengan perairan lainnya seperti di Lhokseudu Aceh, Kecamatan Bluto Kabupaten Sumenep dan Teluk Tamiang Kalimantan Selatan (subbab 5.3). Hal ini akan berpengaruh terhadap persaingan pasar, dimana secara teoritis harga rumput laut di kecamatan Banyuputih akan lebih rendah bandingan dengan di Lhokseudu Aceh, Kecamatan Bluto Kabupaten Sumenep dan Teluk Tamiang Kalimantan Selatan.

Untuk menjamin kontinyuitas kuantitas dan meningkatkan kualitas produksi rumput laut di Kecamatan Banyuputih maka diperlukan beberapa aspek teknologi dan teknik dalam budidaya rumput laut meliputi : 1) Metode budidaya:

Dalam mengembangkan budidaya di Kecamatan Banyuputih sebaiknya menggunakan metode rakit apung, Metode ini memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode penanaman dasar; seperti pemeliharaan yang mudah, tidak sulit dalam pengontrolan, serta adanya ruang untuk arus lalulintas pembudidaya. 2) Teknik pengaturan jarak antar rakit dan jarak tanam perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi kompetisi tidak merata dalam pengambilan nutrisi dan oksigen dari perairan oleh rumput laut. 3) Penanganan pada saat pemanenan dan pascapanen. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti, pemanenan sebaiknya dilakukan pada saat *thallus* berumur 7 minggu. Dengan demikian saat panen haruslah memperhatikan faktor umur karena umur juga berpengaruh terhadap kualitas rumput laut. Selain itu mutu rumput laut juga ditentukan oleh cara penanganan pascapanen. Tindakan yang harus dilakukan adalah penjemuran dibawah sinar matahari sampai kering baru di paking dan penyimpanannya di gudang atau tidak pada tempat yang lembab.

3. Penataan Kawasan Sesuai Daya Dukung Lingkungan/Lahan

Kondisi kawasan perairan laut Kecamatan Banyuputih yang memiliki aktivitas yang sedang berkembang diantaranya dengan adanya pelabuhan,

budidaya udang dan budidaya rumput laut. Dalam upaya pengembangannya maka diperlukan adanya penataan kawasan agar tidak terjadi konflik kepentingan dari masing-masing kegiatan.

Budidaya rumput laut yang selama ini dilakukan oleh masyarakat menggunakan metode tali panjang. Metode ini memiliki beberapa kelemahan yakni dapat menghambat arus lalu lintas pelayaran terutama pada saat kegiatan penanaman dan pemanenan rumput laut. Dengan demikian diperlukan adanya penataan kawasan dan metode budidaya yang sesuai untuk pengembangan budidaya rumput laut.

Berdasarkan hasil analisis kesesuaian dan daya dukung lahan menunjukkan bahwa jumlah rakit untuk pengembangan budidaya rumput laut dengan mempertimbangkan luas rakit, jarak antar rakit dan arus pelayaran maka jumlah rakit dengan ukuran 10 x 2 meter yang dapat dioperasikan dalam luas lahan yang efektif adalah 50.223 unit seluas 230,48 ha. (subbab 5.5).

Strategi yang diperlukan dalam penataan kawasan adalah berupa pembenahan keharmonisan antar ruang untuk berbagai kegiatan lainnya seperti budidaya udang, kawasan pelabuhan dan alur lalu lintas kapal serta budidaya rumput laut yang tuangkan dalam rencana tata ruang daerah. Pengembangan kawasan industri di Kecamatan Alak yang berdekatan dengan Kecamatan Banyuputih, dimana terletak lokasi industri seperti Pabrik Es Batu perlu pula diperhatikan pengelolaan limbahnya agar tidak mencemari lingkungan perairan yang berakibat pada kegiatan usaha budidaya rumput laut.

Selain hal-hal di atas juga diperlukan pembenahan kapasitas daya dukung lingkungan pada areal yang sesuai untuk budidaya rumput laut. Hasil pendugaan daya dukung lahan menunjukkan bahwa penempatan antar unit rakit adalah minimal 1 m. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi kompetisi dalam pengambilan nutrisi dan juga kebutuhan oksigen di perairan, selain itu juga

sirkulasi arus tetap lancar. Penataan jarak rakit tersebut juga bertujuan untuk arus lalulintas perahu saat penanaman bibit dan pemanenan rumput laut.

Pada strategi penataan kawasan budidaya rumput laut ini perlu juga dipertimbangkan dukungan penerapan teknologinya seperti teknologi budidaya yang digunakan. Khususnya bagi kegiatan budidaya rumput laut yang dilakukan secara intensif akan memungkinkan berdampak pada lingkungan perairan selain memiliki konsekuensi meningkatnya biaya operasional.

Penggunaan lahan yang efisien untuk pengembangan budidaya rumput laut diharapkan dapat mengalokasikan sumber daya budidaya pada lokasi yang dinilai layak dan tidak melebihi daya dukung lingkungan perairan, sehingga diharapkan memberikan peluang bagi keberlanjutan usaha budidaya. Oleh karena itu daya dukung ekologi harus diperhitungkan dalam mengembangkan usaha budidaya rumput laut.

Menurut Scones (1993) dalam Bengen (2006) bahwa daya dukung ekologis adalah jumlah maksimum individu pada suatu lahan yang dapat didukung tanpa mengakibatkan kematian karena faktor kepadatan, serta terjadinya kerusakan lingkungan secara permanen. Oleh karena itu, dalam penataan kawasan perairan dimana terdapat aktivitas budidaya rumput laut, pelabuhan, budidaya udang, lalulintas, dan kegiatan lainnya maka haruslah diperhatikan agar tidak melebihi daya dukung perairan.

6. PENUTUP

6.1 Kesimpulan

1. Hasil evaluasi terhadap parameter ekobiologis di wilayah perairan penelitian Kecamatan Banyuputih dapat dikategorikan memenuhi syarat untuk pengembangan budidaya rumput laut dengan metode rakit apung.
2. Hasil evaluasi/analisis kesesuaian lahan untuk pengembangan budidaya rumput laut di lokasi penelitian adalah sangat sesuai 340,80 ha, sesuai 440,35 ha dan tidak sesuai 720,97 ha.
3. Luas lahan yang efektif untuk pengembangan budidaya rumput laut adalah 230,48 ha. (60% dari luas sangat sesuai) dengan jumlah rakit yang boleh dioperasikan adalah 50.223 unit.
4. Strategi pengembangan budidaya rumput laut di kecamatan Banyuputih yang perlu diterapkan adalah mengacu pada pengelolaan lingkungan perairan berbasis ekologis, aspek teknologi dalam budidaya rumput laut dan penataan kawasan sesuai daya dukung lingkungan.

6.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian tentang metode dan teknis yang digunakan seperti jarak tanam, kedalaman tumbuh dan musim tanam yang berbeda di tempat yang sama untuk melihat mutu akhir karaginan dari rumput laut jenis *Eucheuma cottoni*.
2. Perlu adanya penyuluhan dan penataan ruang tentang pemanfaatan lahan yang tidak tumpang tindih sehingga tidak menimbulkan konflik pemanfaatan.
3. Perlu adanya kajian sosio-kultural masyarakat setempat karena secara

tidak langsung aktivitas manusia memberikan tekanan terhadap ekosistem pesisir dan laut.



DAFTAR PUSTAKA

Alaudin, 2010. Penentuan Lokasi Dan Estimasi Daya Dukung Lingkungan Untuk Budidaya Ikan Kerapu Sistem Keramba Jaring Apung di Perairan Padang Cermin, Lampung Selatan. [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 95 hal.

Anggadiredja, J., A.Zatnika., H. Purwoto dan S. Istini. 2016. *Rumput Laut, Pembudidayaan, Pengolahan dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial*. Penebar Swadaya Jakarta. 147 hal.

Anggoro, S. 1983. *Permasalahan Kesuburan Perairan Bagi Peningkatan Produksi di Tambak*. Universitas Diponegoro. Semarang.

Amarullah, 2007. Pengelolaan Sumberdaya Perairan Teluk Tamiang Kabupaten Kota Baru Untuk Pengembangan Budidaya Rumput Laut (*Euचेuma cotonii*) [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 136 hal.

Apriyana, D. 2006. Studi Hubungan Karakteristik Habitat Terhadap Kelayakan Pertumbuhan dan Kandungan Karagenan Alga *Euचेuma spinosum* di Perairan Kec. Bluto Kab. Sumenep [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 80 hal.

Aslan, L.M. 1998. *Budidaya Rumput Laut*. Penerbit Kanisius Yogyakarta. 97 hal.
Bengen, D. G dan A.S.W Rretraubun. 2006. *Menguak Realitas dan urgensi Pengelolaan Brbasis Eko-Sosio Sistem Pulau-Pulau Kecil*. Pusat Pembelajaran dan Pengembangan Pesisir dan Laut (P4L). 116 hal.

BPS Situbondo, 2017 Situbondo dalam Angka, Statistik Kabupaten Situbondo

Bird, K.T dan P. H. Benson. 1987. *Sea Weed Cultivation for Renewable Resources, Elsevier Amsterdam*. Oxfor New York Tokyo.

Dahuri, 2003. Paradigma Baru Pembangunan Indonesia Berbasis Kelautan. Jakarta

Dahuri, R; J. Rais; S.P. Ginting; dan M.J Sitepu. 2004. *Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Dan Lautan Secara Terpadu*. PT Pradnya Paramata. Jakrata. 328 hal

Dawes, C. J. 2014. *Marine Botany*. Jhon Wiley & Sons, Inc. 229 hal

Doty, M.S. 1985. *Biothechnological and Economic Approaches to Industrial Development Based on Marine Algae in Indonesian*. Makalah dalam Workshop on Marine Algae in Biotechnology. Jakarta

Ditjenkan, 2004. *Petunjuk teknis budidaya laut : rumput laut euचेuma cottonii spp.* Direrektorat Jenderal Perikanan Budidaya, Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 40 hal

Ditjenkan Budidaya, 2005. *Profil Rumput Laut Indonesia*. Direktorat Perikanan Budidaya, Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta

Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Penerbit Kanisius. 258 hal

Fatmawati, 2015. Studi Kesesuaian Budidaya Rumput Laut (*Eucheuma*) di Wilayah Perairan Laut Kab. Kota Baru Kalimantan Selatan. Tesis. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 146 hal.

Hartono, 1995. *Model Aplikasi Sistem Informasi Geografis Untuk Evaluasi Lahan dan Pemilihan Letak*. UGM. Yogyakarta. 175 hal

Hutagalung, H.P dan D. Setiapermana. 1994. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota*. P3-O LIPI. Jakarta

Iksan, 2005. Kajian Pertumbuhan, Produksi Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*), dan Kandungan Karaginan Pada Berbagai Bobot Bibit dan Asal Thallus Di Perairan Desa Guruaping Oba Maluku Utara. [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 86 hal.

Indriani dan Sumiarsih. 1992. *Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut*. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta

Kadi, A dan W.S. Atmajaya 1988. *Rumput Laut (Algae)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI. Jakarta. 71 hal.

Kamlasi, Yusuf., 2008. Kajian Ekologis dan Biologi untuk Pengembangan Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*) di Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang Propinsi Nusa Tenggara Timur [Tesis] Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. 73 hal.

Lee,C.D.,Wang,S.B dan Kuo,C.L.1978.*Benthic Macroinvertebrate and Fish as Biological Indicator of Water Quality With Referece on Water Polution Control in Developing Countries*.BangkokThailand 233-238

Mubarak. 2015. *Budidaya Rumput Laut. Materi Lokakarya Budidaya Laut di Denpasar*. Dirjen Perikanan dan UNDP/FAO. 12 hal.

Mubarak dan Wahyuni, I.S. 2015. *Percobaan budidaya Rumput Laut Eucheuma spinosum di Perairan Lorok Pacitan dan Kemungkinan Pengembangannya*. Buletin Penelitian Perikanan Vol.1 No. 2 Badan Litbang Pertanian Pusat penelitian dan Pengembangan Perikanan : 157-166.

Puslitbangkan,1991. *Budidaya Rumput Laut (Eucheuma sp) Dengan Rakit dan Lepas Dasar*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Badan Penelitian Pengembangan Pertanian. Jakarta. 9 hal.

Rachmansyah, 2004. Analisis Daya Dukung Lingkungan Perairan Teluk Awarange Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan Bagi Pengembangan Budidaya Bandeng Dalam Keramba Jaring Apung [Disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 274 hal.

Rahman, H.M.Y, 1999. *Kebijaksanaan Pengembangan Industri Rumput Laut dan Prospek Pemasaran Rumput Laut Indonesia. Makalah disampaikan pada Konsultasi Teknis Pengembangan Rumput Laut Lintas Sektor dan Sub Sektor, Tanggal 29 September 1999 di Jakarta.* Ditjen Perikanan Depaertemen Pertanian. P. 11.

Romimohtarto, K dan Juwana,S.2005.*Biologi Laut.*PT Djambatan. Jakarta 240 hal

Rustam, 2005. Analsis Dampak Kegiatan Pertambakan Terhadap Daya Dukung Kawasan Pesisir (Studi Kasus Tambak Udang di Kabupaten Barru Sulawesi Selatan [Disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 136 hal

Soegiarto,A; W.S Sulistijo; dan H. Mubarak. 1978. *Rumput Laut (Alga) Manfaat, Potensi dan Usaha Budidaya.* PT Pustaka Binaman Presindo. Jakarta

Sulistijo,1996. Perkembangan Budidaya Rumput Laut di Indonesia. *Dalam Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia.* Jakarta

Syaputra,Y. 2005. Pertumbuhan dan Kandungan Karaginan Budidaya Rumput Laut *Euचेuma cotonii* pada Kondisi Lingkungan yang Berbeda dan Perlakuan Jarak Tanam di Teluk Lhok. Seudu. [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 91 hal.

Temu, S; S.A.Kountul; B.C Contarius; S.Amareko; M. Widyatmika; A. Mahur; M.D Pua Upa dan F. Risamasu. 1999. *Pengaruh Aktifitas Manusia Terhadap Ekosistem Pantai di Nusa Tenggara Timur.* Makalah disampaikan dalam Lokakarya Hari lingkungan Hidup Sedunia.

Wardoyo, S.T.H. 1978. *Kriteria Kualitas Air Untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan.* PSLH-IPB. Bogor.

Zatnika, 1993. *Menyimak Pasang Surut Rumput Laut Indonesia.* Majalah Tehners 08 Tahun II. P 51-54.