

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu tentang Budidaya *Caulerpa lentillifera*

Penelitian tentang budidaya *Caulerpa lentillifera* sudah banyak dilakukan sebelumnya baik oleh peneliti dalam negeri maupun luar negeri (Tabel 1) dengan berbagai macam metode yang berbeda. Penelitian yang dilakukan meliputi pertumbuhan *Caulerpa lentillifera* dalam budidaya *Caulerpa lentillifera*; metode budidaya *Caulerpa lentillifera*; serta kandungan gizi *Caulerpa lentillifera*. Terdapat juga penggunaan limbah yang digunakan meliputi limbah tambak.

Pertumbuhan anggur laut dapat dipercepat dengan penambahan pupuk dalam air pemeliharaan anggur laut. Pertumbuhan dapat dipacu dengan penambahan unsur nitrogen (N) dan phosphate (P), karena kedua unsur tersebut merupakan nutrisi esensial bagi algae (Carpenter & Capone, 1983). Berbagai hasil penelitian menunjukkan penambahan pupuk N dan P dengan dosis tertentu di media budidaya anggur laut akan meningkatkan pertumbuhan dan mempercepat waktu panen (Deraxbudsarakom *et al*, 2003; Hiroyuki & Kadowaki, 2009; Huang, 2012). Penelitian tersebut menunjukkan penggunaan pupuk dengan Rasio N : P dan dosis yang berbeda, yang disesuaikan dengan kondisi perairan daerah penelitian.

Pengkayaan media budidaya dengan unsur N dan P berpengaruh pada kandungan klorofil pada rumput laut. Nitrogen merupakan unsur yang dibutuhkan dalam pembentukan klorofil (Riyono, 2006) dan bersama Phosphate menjadi bagian penting dalam proses fotosintesis (Lakitan, 2011). Kekurangan unsur N dan P terbukti dapat menghambat pertumbuhan dan menurunkan konsentrasi klorofil pada rumput laut (Yin *et al*. 2007), sehingga warna hijau pada algae akan cenderung memudar (Iglesias-Prieto *et al.*, 1992).

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Judul	Tahun	peneliti
1	Mixed culture system of shrimp and seaweeds	1985	Chang, X., Wang, N. C.
2	Effects of salinity and nutrients on the growth and chlorophyll fluorescence of <i>Caulerpa lentillifera</i>	2014	Guo. H., J. Yao., Z. Sun., D. Duan
3	Teknik Produksi Anggur Laut, (<i>Caulerpa lentillifera</i>)	2007	Hanafi, A.
4	Polikultur Rumput Laut Lawi-lawi (<i>Caulerpa</i> , sp) dengan Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i> . Linn) di Tambak	2012	Hasbullah, D., S. Raharjo., Jumriadi., Agusanty., Rimmer
5	Algae Intensive Cultivation Apparatus and Cultivation method	2009	Hiroyuki, K., S. Kadowaki
6	Effects of concentrations of nitrogen and phosphorus and different culture methods on the growth of <i>Caulerpa lentillifera</i>	2012	Huang, J. H
7	Proximate Composition, Total Phenolic Content, and Antioxidant Activity of Seagrape (<i>Caulerpa lentillifera</i>)	2011	Nguyen, V. T., J. P. Ueng., G. J. Tsai. 2011
8	Comparative production and nutritional value of “sea grapes” — the tropical green seaweeds <i>Caulerpa lentillifera</i> and <i>C. racemosa</i>	2013	Paul, N., A. N. Neveux., M. Magnusson., R. D. Nys
9	Budidaya lawi-lawi (<i>Caulerpa</i> sp.) di tambak sebagai upaya diversifikasi budidaya perikanan	2012	Putra, N. S. S., Jumriadi, M. A. Rimmer., S. Raharjo
10	Nutritional Evaluation of Tropical Green Seaweeds <i>Caulerpa lentillifera</i> and <i>Ulva reticulata</i>	2006	Ratana, P., A. Chirapart
11	Pengaruh metode tanam yang berbeda terhadap pertumbuhan anggur laut (<i>Caulerpa lentillifera</i>)	2014	Suputra, N. R. M. 2014
12	Effects of Salinity and Light Intensity on the Growth of <i>Caulerpa lentillifera</i>	2011	Wang, P. Y.

2.2 Limbah Budidaya Ikan/Udang

Air limbah memuat pakan yang tidak termakan dan feses ikan yang berkontribusi pada pencemaran nutrisi pada daerah yang dekat dengan tambak dan karamba. Masalah pencemaran ini menyebabkan pendangkalan badan air. Selain itu, limbah nitrogen (misalnya amonia dan nitrit) dapat menurunkan kualitas air karena menyebabkan racun bagi organisme. Para pembudidaya memiliki

kewajiban untuk mengatur pencemaran nutrisi karena kualitas air yang rendah dan padat tebar yang tinggi dapat menyebabkan berjangkitnya penyakit dan menurunkan produktivitas tambak (Naylor *et al.*, 2000).

Limbah ini, di satu sisi, dapat berdampak negatif terhadap lingkungan yang berdekatan karena pelepasan limbah ke daerah sekitarnya. Di sisi lain, limbah budidaya dapat digunakan untuk irigasi dan pupuk tanaman darat dan mengurangi penggunaan pupuk dalam lahan pertanian. Limbah budidaya juga digunakan untuk menumbuhkan mikroalga, yaitu *Chlorella* sp., *Scenedesmus* sp., *Monoraphidium* sp., *Spirulina* sp. (Cabrera *et al.*, 2014; Utomo *et al.*, 2005).

Mikroba mendekomposisi bahan organik dalam sistem sehingga menyebabkan peningkatan nilai TAN (*Total Ammonia Nitrogen*) dan nitrit, keduanya berbahaya bagi ikan bahkan pada konsentrasi rendah. Kehadiran TAN dalam sistem dapat berubah menjadi nitrit, nitrat dan gas nitrogen. Pembentukan gas nitrogen dianggap diabaikan di kolam budidaya perikanan. Bakteri hadir dalam air dan sedimen melakukan transformasi nitrogen melalui nitrifikasi dan denitrifikasi. Baik TAN dan nitrat dapat diasimilasi oleh fitoplankton yang hadir dalam kolom air. Fitoplankton ini dapat dikonsumsi oleh organisme budidaya. Di kolam air tenang TAN cenderung terakumulasi dalam sistem karena tidak cukupnya aktivitas nitrifikasi (Crab *et al.*, 2007).

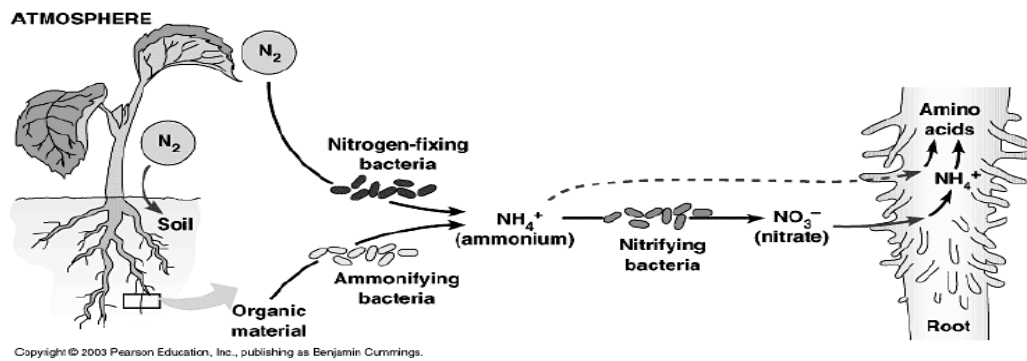
2.2.1 Ammonia Terlarut

Ammonia merupakan senyawa dalam bentuk gas, pada tanah kering akan mudah menguap. Sebaliknya pada tanah yang lembab dan basah ammonia akan terlarut dalam air dan membentuk ion ammonium (NH_4^+). Selanjutnya ion ammonium digunakan oleh bakteri dan tumbuhan untuk sintesa asam amino.

Proses terbentuknya ammonia di perairan disebabkan oleh menumpuknya sisa-sisa pencernaan, organisme mati dan sisa-sisa pakan yang mengendap didasar perairan kemudian didekomposisi oleh mikroorganisme dan jamur. Kemudian ammonia akan di ubah menjadi nitrit dan nitrat dengan bantuan nitrifikasi oleh bakteri dan akan mengikat nitrogen selama siklus nitrogen berlangsung (Susilowati, 2003).

Bentuk Nitrogen yang dapat digunakan oleh tanaman adalah ion nitrat (NO_3^-) dan ion amonium (NH_4^+). Ion-ion ini kemudian membentuk material kompleks seperti asam-asam amino dan asam-asam nukleat yang dapat langsung diserap dan digunakan oleh tanaman tingkat tinggi. Menurut Rosmarkam dan Yuwono (2002) pada pH tanah yang rendah ion nitrat lebih cepat diserap oleh tanaman dibandingkan ion amonium, pada pH tanah yang tinggi ion amonium diserap oleh tanaman lebih cepat dibandingkan ion nitrat dan pada pH netral kemungkinan penyerapan keduanya berlangsung seimbang. Fungsi nitrogen bagi pertumbuhan tanaman adalah memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman. Tanaman yang tumbuh pada tanah yang cukup N, berwarna lebih hijau. Selain itu Nitrogen berfungsi dalam pembentukan protein.

Ion amonium yang tidak berbahaya adalah dalam bentuk nitrogen. Kondisi pada pH tinggi (suasana basa) akan menyebabkan ion amonium menjadi amonium hidroksida yang tidak berdisosiasi dan bersifat racun. Seperti pada Gambar 2, ion amonium yang terserap oleh tumbuhan akan digunakan untuk sintesa asam amino dengan proses pembentukan protein pada tumbuhan untuk proses tumbuh.



Gambar 1. Penyerapan ammonium (NH_4^+) pada tumbuhan (Wijoyo, 2007).

2.2.2 Mineralisasi

Mineralisasi adalah proses perombakan N-organik menjadi N-anorganik yang terdiri dari proses aminisasi dan amonifikasi dalam kondisi anaerob. Nitrifikasi adalah proses perombakan amonia menjadi nitrit kemudian nitrat dengan bantuan bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter* dalam kondisi aerob. Menurut Badjoeri dan Lukman (2010), proses perombakan bahan organik oleh bakteri heterotrofik di laboratorium telah terjadi dalam waktu 1-2 hari, serta proses nitrifikasi dan denitrifikasi berlangsung selama 2-6 hari.

Penebaran udang yang tinggi menyebabkan tingginya kebutuhan pakan buatan yang pada akhirnya dapat menyebabkan tingginya konsentrasi nitrogen dan fosfat dalam air tambak. Pakan udang yang tidak dikonsumsi oleh udang, feses dan sisa metabolisme udang merupakan sumber nitrogen di tambak udang intensif (Burford and Williams, 2001). Selain itu, proses mineralisasi bahan organik dalam sedimen tambak juga berperan sebagai sumber nutrisi terlarut di tambak udang intensif. Karena budidaya udang vaname sistem super intensif masih tergolong baru, maka informasi mengenai kualitas air selama masa pemeliharaan udang masih kurang tersedia (Fahrur *et al.*, 2014). Sedimen bukan hanya berperan sebagai nutrisi di tambak dimana input nutrisi yang tidak dimanfaatkan oleh udang terakumulasi, namun sedimen tambak juga berperan dalam transport

nutrient sedimen ke masa air tambak melalui proses mineralisasi bahan organik oleh aktifitas mikrobiologi melalui siklus nutrien. Proses mineralisasi bahan organik sedimen menghasilkan nutrien yang dimanfaatkan oleh phytoplankton serta dapat mempengaruhi kualitas air tambak (Undu *et al.*, 2014).

2.2.3 Mekanisme Penyerapan Nutrien

Ukuran dasar ketersediaan suatu zat hara bagi pengambilan oleh panjang akar tertentu adalah kadar zat hara tersebut dalam larutan tanah pada permukaan akar. Pada gilirannya kadar ini tergantung pada tingkat awal zat hara dalam tanah dan perubahan-perubahan dalam kadar pada permukaan akar yang dapat terjadi sebagai suatu akibat pengambilan air dan zat-zat hara.

Tumbuhan memerlukan air dan mineral. Air dan mineral ini diserap dari dalam tanah menggunakan akar. Pengambilan zat-zat ini dilakukan secara difusi dan osmosis. Difusi merupakan perpindahan molekul atau ion dari daerah berkonsentrasi tinggi ke daerah berkonsentrasi rendah. Sedangkan osmosis adalah perpindahan air dari larutan berkonsentrasi rendah ke larutan berkonsentrasi tinggi melalui selaput semi permeabel. Osmosis berkaitan dengan beberapa keadaan sel tumbuhan. Berdasarkan jalur yang ditempuh air dan garam mineral yang masuk ke akar, pengangkutan air dan garam mineral dibedakan menjadi simplas dan apoplas. Simplasa adalah bergeraknya air dan mineral lewat jalur dalam sel, yaitu sitoplasma sel dengan jalan menembus membran plasma. Sedangkan apoplas adalah bergeraknya air lewat jalur luar sel atau lewat dinding-dinding sel (Garno, 2004).

Pengangkutan air dan hasil fotosintesis dalam tubuh tumbuhan melibatkan osmosis, transport aktif dan difusi fasilitasi. Transport aktif merupakan pengangkutan zat-zat menembus membran impermeabel dan melawan gradien konsentrasi, dengan bantuan energi dari ATP dan protein kotranspor. Difusi

fasilitasi adalah pengangkutan molekul atau ion-ion menembus membrane sepanjang gradien konsentrasi oleh sistem pembawa tanpa bantuan ATP.

Unsur hara makro lainnya yaitu adalah kalium (K) yang berfungsi sebagai katalisator dalam pembentukan protein, pembelahan sel dan karbohidrat serta mengaktifkan enzim (Hadisuwito, 2007). Apabila tanaman mengalami defisiensi unsur K, maka proses fotosintesis menurun, sedangkan proses respirasi tanaman akan meningkat. Fungsi unsur hara mikro antara lain sebagai mempengaruhi proses oksidasi dan reduksi, membantu mengatur kadar asam, sebagai katalisator (stimulan), mempengaruhi nilai osmotik, membantu pertumbuhan dan mempengaruhi penyerapan unsur hara (Sudarmi, 2013).

Menurut Wijoseno (2011), salah satu unsur yang berperan penting dalam proses fotosintesis adalah Mn (mangan). Unsur ini berfungsi sebagai aktivator enzim dalam proses terang fotosintesis. Semakin banyak jumlah Mn dalam media kultur, maka akan semakin meningkatkan laju fotosintesis sehingga kualitas produk yang dihasilkan akan semakin baik.

2.2.4 Aplikasi Limbah dalam Budidaya *Caulerpa lentilifera*

Limbah adalah bahan buangan yang dihasilkan dari suatu proses atau kegiatan manusia, tidak digunakan lagi dalam proses atau kegiatan tersebut, dan tidak memiliki atau sedikit sekali nilai ekonominya. Limbah dapat dimanfaatkan sebagai pupuk untuk menstimulasi pertumbuhan fitoplankton. Limbah yang berasal dari kegiatan budidaya udang berasal dari sisa pakan, feses, organisme yang mati, dan padatan terlarut yang terbawa bersamaan dengan proses masuknya air ke tambak (Garno, 2004).

Hanya 25% dari total pakan yang diberikan pada udang yang menghasilkan biomassa (daging) udang yang dipanen. Diperkirakan sebesar 77% nitrogen dan 85% fosfor dalam pakan udang yang terbuang (larut dalam air tambak). Limbah

organik yang terbuang ini dapat menyebabkan ledakan plankton (blooming fitoplankton) dan masalah kekurangan oksigen pada perairan. Pada saat digenangi air, bahan organik tersebut akan terurai pada kondisi anaerob sehingga dapat menghasilkan gas beracun, seperti H₂S dan NH₃ yang membahayakan kehidupan udang yang dibudidayakan (Libriyanto, 2008).

Limbah padat dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk tumbuh sebagai pupuk organik karena tumbuhan membutuhkan NH₄⁺ dan NH₃⁻ dalam pembentukan asam aminonya. Limbah padat tambak udang merupakan limbah organik yang tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh mikroalga. Mikroalga membutuhkan NH₄⁺, NO₃⁻, dan PO₄³⁻ (Amini dan Syamdidi, 2006) dalam media untuk pertumbuhannya sehingga bahan organik yang terdapat dalam limbah harus diubah terlebih dahulu menjadi bahan anorganik. Dekomposisi bahan organik pada limbah dapat dilakukan melalui proses perendaman (Utomo *et al.*, 2005; Chalid *et al.*, 2010; Alamsjah *et al.*, 2011) dan fermentasi limbah dengan bakteri.

Pupuk organik yang berasal dari tanah harus didiamkan semalaman sampai mengendap, kemudian diambil lapisan bagian atas untuk digunakan sebagai pupuk (Chalid *et al.*, 2010). Pupuk organik yang berasal dari kotoran ayam harus diendapkan selama seminggu, kemudian disaring menggunakan plankton net untuk digunakan sebagai pupuk (Utomo *et al.*, 2005). Sedangkan pada penelitian Hadisuito (2007), pupuk kandang menghasilkan C organik (4,36), N total (0,81), Kalium (2,18 ppm) Mangan (119 ppm) yang dapat memberikan nutrisi untuk pertumbuhan rumput laut. Cairan rumput laut *Gracilaria sp.* akan difermentasi dengan bakteri *Bacillus subtilis*. Fermentasi adalah perubahan bahan organik menjadi bentuk lain dengan memanfaatkan bantuan mikroba. Mikroba melakukan proses fermentasi dengan cara mengubah bahan organik kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana (Alamsjah *et al.*, 2011).

Bahan organik yang terdapat dalam limbah padat tambak udang akan mengalami proses mineralisasi, nitrifikasi, dan pelarutan fosfat untuk berubah menjadi bahan anorganik. Mineralisasi adalah proses perombakan N-organik menjadi N-anorganik yang terdiri dari proses aminisasi dan amonifikasi dalam kondisi anaerob. Nitrifikasi adalah proses perombakan amonia menjadi nitrit kemudian nitrat dengan bantuan bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter* dalam kondisi aerob. Menurut Badjoeri dan Lukman (2010), proses perombakan bahan organik oleh bakteri heterotrofik di laboratorium telah terjadi dalam waktu 1-2 hari, serta proses nitrifikasi dan denitrifikasi berlangsung selama 2-6 hari.

Pelarutan fosfat adalah proses mineralisasi senyawa P-organik menjadi P-anorganik dan meningkatkan fosfat tersedia. Mikroba pelarut fosfat dapat menghasilkan enzim fosfatase dan asam-asam organik. Bakteri yang dapat melarutkan fosfat adalah *Bacillus mycoides*, *Pseudomonas cepaceae*, dan *P. maleii* (Setiawati *et al.*, 2014).

2.3 Biologi

2.3.1 Klasifikasi dan Morfologi Anggur Laut *Caulerpa lentillifera*

Caulerpa lentillifera (Gambar 2) umumnya dikenal sebagai anggur Laut, *Green Caviar*, Lelato, Ararusip, Lato dan Umi-budo. *Caulerpa lentillifera* adalah jenis dari rumput laut, tanaman ini merupakan organisme multiseluler, dimana berasal dari genus *Caulerpa* dan family *Caulerpaceae*. Anggur laut ini biasanya digunakan sebagai sayuran, dan sangat populer di pasar internasional karena nilai gizinya yang tinggi (Hanafi, 2007). *Caulerpa lentillifera* memiliki kandungan gizi yang baik serta memiliki kandungan asam-asam amino, khususnya asam-asam amino esensial yang dibutuhkan bagi manusia yang dapat dilihat pada Tabel 2. *Caulerpa lentillifera* memiliki mineral, vitamin, asam-asam lemak dan senyawa aktif caulerpenyne (Ratana dan Chirapart, 2006).

Klasifikasi anggur laut adalah sebagai berikut (Agardh, 1878).

Kingdom : Plantae
Division : Chlorophyta
Class : Bryopsidophyceae
Order : Bryopsidales
Family : Caulerpaceae
Genus : *Caulerpa*
Species : *C. lentillifera*

Tabel 2. Kandungan *C.lentillifera* dan Kandungan Asam Amino Esensial

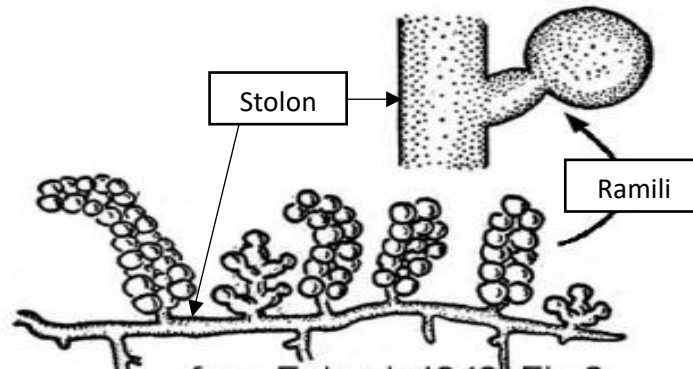
Kandungan tiap 100 g		Kandungan Asam-Asam Amino Esensial	
Protein	12,49 g	Treonin	0,79 g
Lemak	0,86 g	Valin	0,87 g
Serat	3,17 g	Lisin	0,82 g
Abu	24,21 g	Isoleusin	0,62 g
Karbohidrat	59,27 g	Leusin	0,99 g
Kadar Air	25,31 g	fenilalanin	0,61 g

Sumber : Ratana dan Chirapart, 2006.



Gambar 2. *Caulerpa lentillifera* (Ratana dan Chirapart, 2006)

Ciri khas dari rumput laut jenis *Caulerpa lentillifera* adalah thallus membentuk stolon, dan ramili. Ramili membentuk bulatan-bulatan kecil merapat teratur menutupi setiap percabangan sepanjang ± 5 cm. Stolon tidak begitu besar, sekitar diameter 1-2 mm berwarna hijau tua (Atmadja *et al.*, 1996). Bagian-bagian dari anggur laut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagian-Bagian Anggur Laut (Maulida, 2007)

Caulerpa lentillifera tumbuh dengan akar menancap pada substrat pasir atau menempel pada batu. Jenis ini dikonsumsi secara lokal di sebagian pesisir pantai wilayah Indonesia, namun belum dimanfaatkan secara ekonomis dan meluas seperti halnya di Filipina dan hasil budidaya di tambak (Wang, 2011). *Caulerpa lentillifera* memiliki nilai gizi yang baik bagi tubuh. Anggur laut ini biasanya di pakai untuk makanan tambahan seperti salad dan campuran bahan makanan lainnya seperti Gambar 4.



Gambar 4. Aneka Olahan *Caulerpa lentillifera* Segar (Jean, 2010)

Caulerpa lentillifera mempunyai nilai nutrisi yang tinggi, yaitu protein, karbohidrat, serat kasar, vitamin dan mineral . Zat-zat tersebut sangat baik untuk dikonsumsi sehari-hari karena mempunyai fungsi dan peran penting untuk menjaga dan mengatur metabolisme tubuh manusia.

Dinding sel tumbuhan dipisahkan oleh dinding sel yang transparan. Dinding sel adalah struktur di luar membran plasma yang membatasi ruang bagi sel untuk membesar. Dinding sel merupakan ciri khas yang dimiliki tumbuhan, bakteri, fungi (jamur), dan alga, meskipun struktur penyusun dan kelengkapannya berbeda. Menurut Yin (2007), dinding sel menyebabkan sel tidak dapat bergerak dan berkembang bebas, layaknya sel hewan. Namun demikian, hal ini berakibat positif karena dinding-dinding sel dapat memberikan dukungan, perlindungan dan penyaring (filter) bagi struktur dan fungsi sel sendiri. Dinding sel mencegah kelebihan air yang masuk ke dalam sel. Dinding sel terbuat dari berbagai macam komponen, tergantung golongan organisme. Pada tumbuhan, dinding-dinding sel sebagian besar terbentuk oleh polimer karbohidrat (pektin, selulosa, hemiselulosa, dan lignin sebagai penyusun penting) (Paul *et al.*, 2013).

2.3.2 Habitat dan Sebaran *Caulerpa lentillifera*

Caulerpa lentillifera tumbuh dalam suhu yang hangat yaitu sekitar 25°C, terdapat pada laguna dangkal di seluruh dunia. Tumbuhan ini tumbuh di reruntuhan karang dan batu dan juga tumbuh di dasar laut berpasir atau berlumpur. Anggur laut ini tidak dapat bertahan hidup di air tawar. Penanaman biasanya dilakukan dengan tangan.

Caulerpa lentillifera banyak ditemukan di zona pasang surut, tumbuh didasar berpasir yang berlumpur, tetapi juga sering tumbuh epifitik pada sela-sela padang Halimeda opunitia. Kadang alga ini ditemukan juga di zona subtidal dan tumbuh menempel pada sela-sela karang (Winarno, 1997). Pemanenan dimulai sekitar dua bulan setelah tanam pertama dan kemudian anggur laut ditarik keluar dari dasar berlumpur (FAO, 2012). Suhu optimal berkisar antara 25°C sampai 30°C. Panen dilakukan setiap dua minggu setelah mencapai ukuran minimal 8 cm.

Setelah dipanen tanaman ini dicuci secara menyeluruh dalam air laut, untuk menyingkirkan pasir dan lumpur. Kemudian dipilah-pilah dan dikemas.

Kesuburan lokasi tanaman sangat ditentukan oleh adanya gerakan air yang berupa arus dan ombak. Karena gerakan air merupakan alat pengangkut zat makanan yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman. Arus dan ombak merupakan alat yang baik bagi massa air sehingga menjadi homogen. Massa air yang homogen akan menghindari perbedaan yang tajam pada kelarutan oksigen, suhu, salinitas dan lain-lain. Di samping itu gerakan air juga merupakan alat pembersih terhadap sedimen dan epiphyt yang menumpuk pada tanaman (Anggadiredja, 2006).

2.4 Pertumbuhan *Caulerpa lentillifera*

Pertumbuhan adalah perubahan ukuran panjang atau berat dalam waktu tertentu. Menurut Kurniasih (2008), pertumbuhan mutlak adalah ukuran rata-rata hewan dan tumbuhan pada umur tertentu yaitu panjang atau berat yang dicapai dalam suatu periode waktu tertentu dihubungkan dengan panjang atau berat pada awal periode tersebut.

Pertumbuhan merupakan suatu ciri fundamental dari seluruh makhluk hidup. Pertumbuhan sering diartikan secara sederhana sebagai suatu penambahan ukuran, tetapi harus hati-hati dalam menggunakan definisi yang kurang lengkap ini. Sebagai contoh, ukuran sel tumbuhan mungkin menjadi lebih besar pada saat menyerap air melalui osmosis, tetapi proses ini kemungkinan akan kembali ke ukuran asal dan oleh karenanya tidak bisa diartikan sebagai pertumbuhan yang sebenarnya (Wisman, 2009).

Pertumbuhan *Caulerpa lentillifera* dimulai dari penyerapan nutrisi pada stolon yang kemudian akan memanjang dan membentuk ramili yaitu bulatan-

bulatan kecil yang menyerupai buah anggur. Menurut Hanafi (2007), *Caulerpa lentillifera* atau anggur laut tidak memiliki akar karena berbentuk thallus sehingga stolon berfungsi sebagai penempel atau penancap di substrat berpasir atau berbatu dimana akan lebih mudah untuk membersihkan lumpur yang menempel pada ramillinya dengan bantuan arus atau aliran air. Pertumbuhan anggur Laut dapat dipercepat dengan penambahan pupuk dalam air pemeliharaan anggur laut. Pertumbuhan dapat dipacu dengan penambahan unsur Nitrogen (N) dan Posphate (P), karena kedua unsur tersebut merupakan nutrien esensial bagi algae (Carpenter & Capone, 1983). Berbagai hasil penelitian menunjukkan penambahan pupuk N dan P dengan dosis tertentu di media budidaya anggur laut akan meningkatkan pertumbuhan dan mempercepat waktu panen (Deraxbudsarakom *et al*, 2003; Hiroyuki & Kadowaki, 2009; Huang, 2012). Setiap penelitian menunjukkan penggunaan pupuk dengan Rasio N : P dan dosis yang berbeda, yang disesuaikan dengan kondisi perairan daerah penelitian. Hasil pengamatan menunjukkan penambahan nitrat 0,05-4,0 mmol/l dan fosfat sebesar 0,01-0,4 mmol/l. Anggur Laut yang dibudidayakan pada kondisi tersebut dapat dipanen dalam waktu 6 minggu dengan peningkatan bobot sebanyak 150 %. Kondisi tersebut menunjukkan jumlah nutrien yang terkandung cukup untuk memenuhi kebutuhan anggur Laut.

2.5 Kualitas Air

Kualitas air diperlukan dalam proses budidaya, dimana kualitas air menentukan hasil produksi kedepannya. Suhu air merupakan salah satu parameter kualitas perairan yang memegang peranan penting di dalam kehidupan dan pertumbuhan biota perairan. Suhu berpengaruh langsung pada organisme perairan terutama di alam proses fotosintesis tumbuhan akuatik, proses

metabolisme, dan siklus produksi. Suhu air yang baik dan layak untuk usaha budidaya laut (ikan) berkisar antara 27°C-32°C (Mayunar *et al.*, 1995).

Penurunan salinitas akibat masuknya air tawar dari sungai dapat menyebabkan pertumbuhan rumput laut menurun. Menurut Hui (2014), kisaran salinitas yang baik bagi pertumbuhan rumput laut adalah 30-35 ppt. Menurut Dawes (1981) salinitas perairan untuk budidaya rumput laut berkisar antar 28-34 ppt, sedangkan menurut Soegiarto *et al.*, (1978) kisaran salinitas yang baik untuk rumput laut adalah 32-35 ppt. Apabila salinitas berada di bawah 30 ppt maka akan merusak rumput laut yang ditandai dengan timbulnya warna putih di ujung-ujung tanaman.

Kecerahan perairan menunjukkan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kecerahan adalah kandungan lumpur, padatan tersuspensi, plankton dan bahan-bahan terlarut lainnya. Perairan yang memiliki kecerahan yang rendah pada cuaca normal memberikan suatu indikasi banyaknya partikel yang terlarut dan tersuspensi ke dalam perairan. Keadaan tersebut dapat mengurangi laju fotosintesis sehingga dapat mengganggu laju pernapasan hewan akuatik. Menurut Mayunar dan Imanto (1995) mensyaratkan budidaya perikanan dan konservasi biota laut, kecerahan sebaiknya >3m, kecerahan yang ideal untuk lokasi budidaya laut dengan system keramba jaring apung >3m.

Derajat keasaman (pH) adalah tingkat keasaman perairan, sangat penting bagi kegiatan budidaya ikan karena nilai yang ekstrim dapat merusak permukaan insang akhirnya dapat menyebabkan kematian. Nilai pH dapat dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis, suhu serta buangan industri dan rumah tangga. Nilai pH laut biasanya berkisar antara 7,5-8,5. Nilai pH yang optimal untuk budidaya ikan adalah

6,5-8,5 (Beveridge, 1996). Perairan yang bersifat asam ($\text{pH} < 5$) atau bersifat alkali ($\text{pH} > 11$) dapat menyebabkan kematian dan tidak terjadinya reproduksi pada ikan.

Nitrogen dalam air laut terdiri atas bermacam-macam senyawa, namun yang bersifat racun terhadap ikan dan organisme lainnya hanya ada 3, yaitu amonia (NH_3N), nitrit NO_2N , dan nitrat (NO_3N). Senyawa nitrogen biasanya berasal dari atmosfer, sisa makanan, organisme mati, dan hasil metabolisme hewan akutik lainnya. Dari ketiga senyawa tersebut yang paling bersifat toksik pada ikan adalah amonia dan nitrit sedangkan nitrat hanya bersifat toksik pada konsentrasi tinggi.