

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

#### 2. 1. Biologi *Gracilaria gigas* Harv.

Rumput laut termasuk tumbuhan tingkat rendah (Cryptogamae). Dilihat dari segi morfologinya, rumput laut belum memperlihatkan adanya perbedaan antara batang, daun dan akar. Secara keseluruhan, tanaman ini mempunyai morfologi yang menyerupai akar, batang, serta daun dan disebut sebagai *thalus* (Laode, 1998).

*Gracilaria gigas* termasuk dalam kelas Rhodophyceae, yang mempunyai pigmen utama chlorophyll a, caroten, phycoerythrin dan phycocyanin. Ciri-ciri umum *G. gigas* adalah thalus berbentuk bulat silindris atau gepeng, percabangan sederhana sampai yang rimbun, di atas percabangan umumnya bentuk thalus agak mengecil, warna thalus beragam mulai dari warna coklat kehitaman, merah kecoklatan, sampai kuning kehijauan dan substansi thalus menyerupai gel atau lunak seperti tulang rawan (Laode, 1998; Anonim, 1991).

*G. gigas* ini banyak dijumpai pada daerah pantai yang agak dangkal, substrat pasir atau campuran pasir dengan lumpur. Selain itu kondisi perairan harus jernih dengan ombak dan arus yang tidak terlalu besar (Afrianto dan Liviawati, 1989). Berdasarkan survei jenis rumput laut ini banyak terdapat di perairan Jepara, Karimun Jawa, Nusa Dua Bali, Tanjung Benoa, Pulau Seribu, serta Kangenan dan Madura (Atmaja, 1996; Susanto, 1999).

Klasifikasi rumput laut jenis *Gracilaria gigas* menurut Dawes (1981) adalah sebagai berikut :

- Filum : Rhodophyta
- Kelas : Rhodophyceae
- Sub Kelas : Floridiophycidae
- Ordo : Gigartinales
- Famili : Gracilariaceae
- Genus : Gracilaria
- Spesies : *Gracilaria gigas* Harv

Perkembangbiakan makroalga mempunyai tiga macam pola reproduksi antara lain : reproduksi seksual, aseksual dan fragmentasi. Reproduksi seksual pada makroalga dicirikan dengan adanya gametofit dan sporofit. Pada tingkat seluler reproduksi seksual dapat berupa plasmogami (penyatuan plasma) dan karyogami (penyatuan nucleus atau inti sel) (Laode, 1998). Reproduksi aseksual berupa pembentukan suatu individu baru melalui perkembangan spora, pembelahan sel dan fragmentasi. Pemiakan dengan spora berupa pembentukan gametofit dari tetraspora yang dihasilkan dari tetrasporofit. Fragmentasi terjadi pada alga yang multiseluler seperti *G. gigas*, potongan halusny mempunyai kemampuan berkembang meneruskan pertumbuhan (Laode, 1998).

Faktor lingkungan yang sangat berpengaruh pada kehidupan pertumbuhan maupun reproduksi *G. gigas* antara lain : cahaya, suhu, kadar garam, gerakan air, zat hara (nitrat dan fosfat) (Lobban, 1997).

Spektrum cahaya yang digunakan dalam fotosintesis berkisar 350 nm-700 nm. (Lobban, 1997). Faktor penentu utama pada cahaya yang masuk ke perairan adalah kedalaman air dan tingkat kecerahan (Anonim, 1991). Menurut Laode (1998), kuantitas cahaya berpengaruh terhadap pertumbuhan serta produksi spora. Dengan adanya cahaya, pembelahan sel dalam pembentukan spora dapat terangsang. Salah satu diantara sumber-sumber cahaya selain sinar matahari adalah lampu TL (Fluoresen). Menurut Guillard (1973) dalam Santika (1995), pada percobaan-percobaan untuk alga umumnya menggunakan lampu TL, karena lampu TL mempunyai pancaran sinar yang masih setara dengan sinar matahari.

Suhu air laut yang baik untuk pertumbuhan *G. gigas* berkisar antara 20-28°C (Anonim, 1991). Menurut Laode (1998), bahwa *G. gigas* tumbuh pada suhu 18-30°C dengan suhu optimal 20-28°C.

Faktor salinitas air laut sangat penting bagi pertumbuhan rumput laut, hal ini berhubungan dengan tekanan osmose di dalam sel-sel algae. Salinitas yang baik untuk pertumbuhan *G. gigas* berada pada kisaran antara 8-25‰ (Susanto dan Munasi, 1994; Erawati, 1987), sedangkan menurut Laode (1998) salinitas optimum untuk pertumbuhan *Gracilaria* berkisar antara 15-25‰.

Gerakan air sangat mempengaruhi ketersediaan makanan, pertumbuhan epifit dan pengendapan. Pergerakan air pada medium yang menggenang sangat penting untuk kehidupan alga. Hal ini dapat dilihat pada percobaan kultur alga dimana rata-rata pertumbuhan yang diukur dalam medium menggenang lebih rendah dibandingkan dengan medium diaerasi. Keuntungan dari pengaruh aerasi pada kultur

alga adalah pengangkutan unsur hara berlangsung lebih baik, menghindari terjadinya penimbunan debu pada thalus, dan perubahan kualitas air yang mendadak dapat dihindari dengan adanya massa air yang homogen (Aslan, 1998).

Rumput laut umumnya hidup pada kisaran pH 6-9, sedangkan pH optimal bagi pertumbuhan *Gracilaria sp* berkisar antara 7,5-8,0 (Anonim, 1991). Menurut Laode (1998) pH optimal untuk pertumbuhan *Gracilaria sp* berkisar antara 6,8-8,2.

Berkaitan dengan tanaman, Jacob dan Uexkull (1990) menjelaskan bahwa nutrisi adalah setiap substansi yang diserap oleh tanaman, yang dapat meningkatkan perkembangan pada tahap-tahap tertentu dari pertumbuhan, meningkatkan hasil tumbuhan baik kualitas maupun kuantitasnya. Nutrien penting bagi rumput laut diantaranya adalah Nitrat dan Fosfat. Patadjai (1994), menambahkan bahwa pasokan unsur N dan P penting untuk menunjang proses metabolisme dan untuk pembentukan cadangan makanan, karena konsentrasi N dan P yang rendah di air laut sering kali menjadi faktor nutrisi pembatas.

## **2. 2. Tetes Tebu Sebagai Limbah Pada Industri Gula Tebu**

Pabrik gula tebu umumnya bertujuan mengolah nira tebu menjadi kristal gula.

Menurut Apacible (1989), prinsip dasar pembuatan gula tebu adalah sebagai berikut :

1. Proses pengambilan nira dari batang tebu. Proses ini bertujuan untuk memeras nira dari batang tebu.
2. Proses pemurnian gula. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang terkandung dalam nira.

3. Penguapan.
4. Pengkristalan dan pengeringan.
5. Pemisahan

Proses pembuatan gula tebu selalu diikuti oleh hasil lain seperti blotong, tetes, saringan lumpur dan abu perapian. Perbandingan dari semua itu dapat digambarkan sebagai berikut : dari 100 metrik ton tebu akan menghasilkan 11,2 ton bahan gula; 5,0 ton blotong; 2,7 ton tetes ; 3,0 ton lumpur dan 0,3 ton abu perapian.

### **2. 3. Pemanfaatan Tetes Tebu Sebagai Pupuk dan Penyerapannya**

Pemupukan bertujuan untuk menambah jumlah zat hara yang ada pada media sehingga ketersediaannya meningkat dan tanaman bisa memanfaatkannya untuk memacu laju pertumbuhan. Pupuk merupakan bahan yang diberikan pada media, penanaman supaya secara langsung dapat menambah zat-zat makanan bagi tanaman yang tersedia di dalam media tanam (Santika, 1995).

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Balai Penelitian dan Pengembangan Industri di Semarang menunjukkan bahwa, air limbah hasil olahan dari industri gula tebu mengandung unsur hara yang dapat digunakan sebagai penyubur tanaman.

Menurut Indranada (1986) zat-zat anorganik yang terkandung dalam limbah, dan dapat digunakan sebagai penyubur tanaman antara lain adalah Kalium, Kalsium, Tembaga, Besi, Sulphur, Magnesium, Nitrogen dan Fosfor.

Zat-zat hara tersebut mempunyai fungsi yang spesifik pada tanaman, adapun fungsinya antara lain sebagai berikut :

1. Kalium (K) sangat mudah diserap oleh tanaman dan bersifat mobil. Pada bagian-bagian tanaman yang menyelenggarakan pertumbuhan lebih banyak didapat kalium. Menurut Dwidjoseputro (1994), bahwa Kalium mempunyai peranan penting sebagai katalisator, terutama dalam pembentukan protein. Fungsi kalium selain untuk pembentukan protein dan karbohidrat, juga dapat meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit dan menguatkan batang kayu tanaman (Mulyani, 1994).
2. Besi (Fe) merupakan unsur mikro yang dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman dan memegang peranan sebagai ko-enzim di dalam berbagai proses seperti pada peristiwa pernapasan.
3. Tembaga (Cu) suatu mikro elemen yang mempunyai peranan dalam proses oksidasi-reduksi.
4. Nitrogen (N), kekurangan nitrogen mengakibatkan daun tidak tampak hijau segar, melainkan agak kekuning-kuningan. Menurut Dwidjoseputro (1994), kegunaan nitrogen bagi tanaman antara lain sebagai penyusun klorofil daun, protein, dan merangsang pertumbuhan vegetatif.
5. Fosfor (P), dalam air laut terutama sebagai ion ortofosfat ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ). Fosfor merupakan ikatan pirofosfat dari Adenintrifosfat (ATP) yang kaya akan energi dan merupakan bahan baku bagi proses biokimia serta berperan dalam transportasi energi metabolik dalam sel hidup (Patadjai, 1994).

6. Seng (Zn), suatu mikroelemen yang penting dalam mengaktifkan beberapa enzim. Kekurangan Zn mengakibatkan kerdil pada ujung tanaman dan akhirnya menghambat pertumbuhannya.
7. Kalsium (Ca) dalam tanaman berfungsi untuk menguatkan dinding sel dan mempergiat pembelahan sel-sel di meristem. Menurut Indranada (1986), kalsium berguna untuk memperbaiki struktur tanaman.
8. Magnesium (Mg) berfungsi sebagai pembentuk klorofil ( $C_5H_7O_5N_4Mg$ ), bila kekurangan magnesium dapat mengakibatkan klorosis.

Unsur hara masuk ke dalam tubuh tanaman dalam bentuk ion, baik sebagai kation maupun anion. Ion-ion dalam media dan dalam tubuh tanaman akan mengalami pertukaran. Hal ini dikarenakan perbedaan muatan, antara kation-kation dan anion-anion yang ada di dalam tubuh dengan yang ada di media. Kemampuan untuk saling menarik atau saling menolak ini, juga dikarenakan adanya tenaga dinamik pada setiap ion tersebut (Dwidjoseputro, 1994; Indihastuti, 1994).

Peristiwa masuknya unsur hara ini dapat terjadi secara difusi maupun osmosis. Difusi merupakan fenomena penyebaran molekul-molekul suatu zat dari konsentrasi pekat ke konsentrasi encer. Penyebaran ini terjadi sampai konsentrasinya sama. Osmosis merupakan peristiwa difusi yang melalui celah-celah sekat permiabel, maupun semi permiabel (Dwidjoseputro, 1994). Dinding sel umumnya terdiri dari selulosa, yang bersifat permeabel. Hal ini juga terjadi pada Rhodophyta, bahwa komponen terbesar dari dinding sel adalah sellulosa, dan yang lainnya adalah polisakarida seperti agar dan karagenan (Harold dan Claire, 1987).

#### 2.4. Pertumbuhan Makroalga

Pertumbuhan tanaman sering didefinisikan sebagai penambahan ukuran, berat, dan atau jumlah sel. Ukuran tanaman sebagai indikator pertumbuhan dapat dilihat secara satu dimensi (misalnya dengan mengukur tinggi dan berat tanaman), dua dimensi (mengukur total luas permukaan daun) dan tiga dimensi, misalnya dengan mengukur volume akar (Lakitan, 1995).

Pertumbuhan makroalga dapat dilihat dengan mengamati penambahan ukuran bibit. Cepat atau lambatnya pertumbuhan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang bersifat internal maupun eksternal. Faktor internal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan antara lain adalah jenis, bagian thalus dan umur. Faktor eksternal yang berpengaruh antara lain adalah keadaan fisika kimia yang dapat berubah menurut ruang dan waktu, penanganan bibit dan metode budidaya (Sadhori, 1992).

Menurut Lakitan (1995), berat tanaman sebagai indikator pertumbuhan dapat dilakukan dengan dua pendekatan, yakni berdasarkan berat basah atau berat kering. Berat basah merupakan berat tanaman pada saat tanaman masih hidup dan ditimbang secara langsung sesaat setelah dipanen, sebelum tanaman menjadi layu akibat kehilangan air. Berat kering tanaman merupakan biomassa tanaman setelah dikeringkan sampai mencapai berat yang konstan. Berat kering tanaman lazim diperoleh dengan cara mengeringkan tanaman yang baru dipanen dengan oven selama 24-48 jam pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  -  $80^{\circ}\text{C}$ .

## 2.5. Hipotesis

Air limbah industri gula tebu mengandung unsur hara yang dapat digunakan sebagai pupuk pada tanaman dan sifatnya yang cair dapat langsung digunakan untuk pemupukan pada budidaya rumput laut (Mahida, 1993; Author1990). Konsentrasi nitrogen dan fosfor yang rendah pada air laut sering kali menjadi faktor nutrisi pembatas, sehingga salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah dengan penambahan pasokan unsur nitrogen dan fosfor yang terkandung di dalam tetes tebu untuk menunjang pertumbuhan rumput laut (Patadjai, 1994). Menurut Samudra (1985) dalam Nurhayani (1998) pemupukan dengan NPK kadar 150 ppm dapat meningkatkan pertumbuhan *G. confervoides* yang ditanam dalam bak-bak percobaan. Sedangkan menurut Nungky (1996), pemupukan dengan 75 ml/l tetes tebu pada alga akan dapat menghasilkan pertumbuhan yang relatif lebih baik dibanding alga tanpa pupuk yang ditanam dalam bak-bak percobaan.

Siti Aslamyah (1998) mengatakan bahwa pupuk anorganik NPK 15% memberikan laju pertumbuhan rumput laut *C. racemosa* paling baik dibandingkan dengan jenis pupuk anorganik lain. Menurut Lingga (1986), hal yang perlu diperhatikan dalam pemberian pupuk pada tanaman adalah dosis optimal yang dapat diberikan, sehingga pertumbuhan dan perkembangan alga berada pada tingkat yang maksimal. Dari uraian di atas dapat diduga bahwa konsentrasi tetes tebu yang berbeda akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan rumput laut *G. gigas* dan semakin tinggi konsentrasi sampai batas tertentu akan semakin meningkatkan pertumbuhan.