

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Klasifikasi dan Morfologi

*Gracilaria* sp adalah rumput laut penghasil agar-agar dari kelas Rhodophyceae (ganggang merah), famili Gracilariaceae. Sedangkan agar-agar adalah hydrophylic colloid atau senyawa polysacharida yang diekstraks dari ganggang merah (Rhodophyceae) yang tidak larut dalam air dingin tetapi larut dalam air panas Struktur utama agar-agar adalah Agarobiose yang terdiri dari ikatan  $\beta$  (1-4) D-galactose dan  $\alpha$  (1-3) 3,6 –anhydro-galactose secara bergantian atau terbentuk dari rangkaian ikatan 1,3 b-D galaktopiranosa dan ikatan 1,4–3,6 anhidro-a-galaktopiranosa (Istini dan Zalnika, 2009).



**Gambar 2.** Rumput laut *Gracilaria gigas* (sumber : Fikri,2018).

Menurut Sinulingga (2006), secara taksonomi *Gracilaria gigas* dapat di klasifikasikan ke dalam:

Divisi :*Rhodophyta*

Kelas :*Rhodophyceae*

Subkelas :*Florideophycidae*

Ordo :*Gigartinales*

Family :*Gracilariaceae*

Genus :*Gracillaria*

Spesies :*Gracillaria gigas* (Harvey)

Agar-agar menjadi sangat penting karena memiliki fungsi sebagai zat pengental, pengemulsi, penstabil dan pensuspensi yang banyak digunakan dalam berbagai industri seperti industri makanan, minuman, farmasi, biologi dan lain lain. Sebagian besar agar-agar digunakan dalam industri makanan dalam bentuk jely ,ice cream, makanan kaleng (daging dan ikan) dan roti, permen manisan, peme selai (Anggadiredja, dkk., 2006).

Proses fotosintesis rumput laut menghasilkan beberapa zat penting dan mempunyai nilai ekonomis tergantung dari spesiesnya, antara lain *floridin starch*, *mannoglycerate* dan *floridosida*. Lebih spesifik lagi dikenal dengan polisakarida berupa agar-agar dan keraginan. *Gracilaria gigas* digolongkan pada kelompok agarofit karena dapat menghasilkan agar. Habitat asli dari rumput laut *Gracilaria gigas* adalah di perairan pantai. Secara alami, Menurut Hendrajat, dkk (2010), *Gracilariasp.* Termasuk rumput laut yang bersifat euryhaline, sifat tersebut dapat terlihat dari kemampuan hidupnya pada perairan brsalinitas 15-30 ppt, dengan begitu *Gracilaria sp* dapat di budidayakan di daerah pantai atau tambak.

Menurut Mubarak dkk. (1990) pada rumput laut dikenal dua tipe proses reproduksi. Tipe pertama yaitu reproduksi seksual yang terdiri dari tiga tipe yakni haplobiontik, diploid dan diplonbiontik. Haplobiontik yaitu hanya satu individu kehidupan bebas yang terlibat dalam daur hidup. Haplobiontik diploid atau disingkat Hd, dalam hal ini individu yang melakukan daur hidup adalah diploid, dan diplobiontik yaitu gamet dihasilkan oleh gametofit dan spora dihasilkan oleh sporofit diploid. Pertemuan antara dua gamet (jantan dan betina) akan membentuk zigot yang kemudian berkembang menjadi sporofit. Individu baru inilah yang mengeluarkan spora dan berkembang melalui meiosis dalam sporogenesis menjadi gametofit. Tipe reproduksi kedua yaitu reproduksi aseksual, yakni pembentukan suatu individu baru rumput laut melalui pembelahan sel dan fragmentasi (Anggadiredja 2006). Dengan demikian pada dasarnya proses perkembangbiakan rumput laut dibedakan atas seksual (generatif) antara gamet

jantan dengan gamet betina, dan aseksual (vegetatif) dengan cara konjugatif dan spora. Selain itu, *Gracilaria gigas* juga mengandung beberapa pigmen (pikoeritrin r, klorofil a, karoten b, pikosianin r) yang terkandung dalam dinding selnya (Yunizal 2002). Selain itu *Gracilaria gigas* juga mempunyai kandungan vitamin B12, kolesterol dan beberapa sterol, protein sebagai antikoagulan dan ekstrak lipid larut air sebagai anti-inflammatory.

Istilah agarofit digunakan bagi kelompok rumput laut penghasil agar, diantaranya yaitu *Gracilaria* spp. dan *Gelidium* spp. yang diperdagangkan untuk keperluan industri didalam negeri maupun untuk diekspor. Secara umum, rumput laut memiliki komponen utama karbohidrat (gula atau *vegetable gum*), protein, lemak, dan abu yang merupakan mineral. Jenis agarofit yang sudah banyak dibudidayakan adalah dari jenis *Gracilaria* spp., diantaranya yaitu *G. eucheumoides*, *G. spinosum*, *G. arcuata*, *G. coronopifolia*, *G. foliifera*, *G. verrucosa* (Raikar *et al* 2001). Selain itu pada beberapa lokasi di Indonesia juga telah dibudidayakan jenis *Gracilaria gigas*. Wilayah pengembangan budidaya *Gracilaria gigas* meliputi daerah Sulawesi Selatan, Lombok Barat dan Pantai Utara Jawa (Angka & Suhartono 2000).

## **2.2 Habitat *Gracilaria gigas***

Menurut Hendrajat, *et al* (2010). *Gracilaria sp.* termasuk rumput laut yang bersifat euryhaline, sifat tersebut dapat terlihat dari kemampuan hidupnya pada perairan bersalinitas 15-30ppt, dengan begitu *Gracilaria sp.* dapat dibudidayakan di daerah pantai atau tambak.

Rumput laut telah banyak dibudidayakan oleh petani rumput laut di perairan laut di kawasan pesisir. Salah satu dari jenis rumput laut yang dapat dibudidayakan dan dimanfaatkan sebagai bahan baku industri adalah *Gracilaria sp.* Jenis rumput laut ini sangat mudah untuk dibudidayakan dengan kondisi lingkungan yang berbeda dengan kondisi perairan di laut, seperti tambak. Kondisi perairan habitat asli rumput laut memiliki kualitas yang cukup baik alam mendukung kehidupannya. Sementara kondisi tambak memiliki kualitas air yang fluktuatif dan beragam tingkat kesuburannya dan *Gracilaria sp* dapat mentolerir

kondisi lingkungan yang tidak sesuai dengan kondisi lingkungan aslinya. Rumput laut dari genus ini dapat mentolerir salinitas terendah 15 g/L dan tertinggi 50 g/L (Rukmi 2012).

Karena memiliki kemampuan menyerap dan menyimpan air menjadikan rumput laut sangat potensial digunakan pada bidang pertanian, terutama pada lahan dengan ukuran partikel tanah yang cukup besar kurang dapat menahan air. Air yang ada dalam tanah akan berinfiltrasi, bergerak ke bawah melalui rongga tanah, akibatnya tanah kekurangan air. Kondisi ini apabila terus menerus dapat mematikan tanaman (Haryanti *et al.*, 2008).

Alamsjah *et al.* (2010), menyatakan bahwa perkembangan budidaya rumput laut *Gracilaria sp.* Di tambak wilayah Indonesia terdapat di daerah Sulawesi Selatan, Jawa Timur dan Nusa Tenggara Barat. Jenis yang dibudidayakan adalah *Gracilaria gigas*, *G. verrucosa* dan *G.lichenoides*. Salah satu jenis alga merah yang banyak ditemukan di perairan Indonesia adalah *Gracilaria gigas* dan merupakan penghasil agar

### **2.3 Ekologi Rumput Laut**

*Gracilaria* ini menjadi pemegang peranan kunci dalam rantai makanan, menentukan kualitas perairan tambak dan menentukan struktur komunitas dalam ekosistem (sistem hubungan timbal balik yang kompleks antara makhluk hidup dengan lingkungan biotik dan abiotik yang bersama-sama membentuk suatu sistem ekologi) perairan, selain itu rumput laut *Gracilaria* sendiri merupakan sumber daya laut yang disamping bermanfaat sebagai bahan baku makanan sehat juga berperan penting dalam mengendalikan kualitas perairan tambak yakni sebagai faktor penentu dinamika oksigen perairan tambak. Kemampuan rumput laut dalam memperbaiki kualitas lingkungan perairan tambak telah terbukti dapat memberikan banyak manfaat terhadap perairan tambak, diantaranya sebagai faktor pemacu (*forcing function*) untuk menjaga kualitas air tambak agar tetap kondusif dalam pertumbuhan (Kartono dkk.,2008).Rumput laut tumbuh hampir di seluruh bagian hidrosfir sampai batas kedalaman 200 meter. Di kedalaman ini syarat hidup untuk tanaman air masih memungkinkan. Jenis rumput laut ada yang hidup

di perairan tropis, subtropis, dan di perairan dingin. Di samping itu, ada beberapa jenis yang hidup kosmopolit seperti *Ulva lactuca*, *Hypnea musciformis*, *Colpomenia sinuosa*, dan *Gracilaria gigas*. Rumput laut hidup dengan cara menyerap zat makanan dari perairan dan melakukan fotosintesis. Jadi pertumbuhannya membutuhkan faktor-faktor fisika dan kimia perairan seperti gerakan air, temperatur, kadar garam, nitrat, dan fosfat serta pencahayaan sinar matahari (Amalia dkk., 2013).

## **2.4 Budidaya Rumput Laut *Gracilaria gigas***

### **2.4.1 Pengadaan, Pemilihan dan Pemeliharaan Bibit**

Bibit rumput laut yang baik untuk dibudidayakan adalah *monospesies*, muda, bersih dan segar. Zalnika (2009) menyatakan bibit yang baik dicirikan dengan *thalus* yang baik (muda, keras dan segar), warna agak gelap (coklat kecoklatan), usia minimal 2 minggu. Kualitas dan kuantitas produksi budidaya rumput laut sangat ditentukan oleh bibit rumput lautnya, sehingga kegiatan penyediaan bibit harus direncanakan dan memperhatikan sumber perolehan. Syahputra (2005) menjelaskan bahwa pemilihan bibit dalam budidaya rumput laut merupakan hal yang sangat penting. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut : (1). Bibit yang berupa stek dipilih dari tanaman yang segar, dapat diambil dari tanaman yang tumbuh secara alami ataupun dari tanaman bekas budidaya. Selain itu, bibit harus baru dan masih muda, (2). Bibit unggul memiliki ciri bercabang banyak, (3). Bibit sebaiknya dikumpulkan dari perairan pantai sekitar lokasi usaha budidaya dalam jumlah yang sesuai dengan luas area budidaya, (4). Pengangkutan bibit harus dilakukan dengan hati-hati dan cermat, dimana bibit harus tetap dalam keadaan basah ataupun terendam air, (5). Sebelum ditanam, bibit dikumpulkan pada tempat tertentu seperti dikeranjang atau jaring yang bermata kecil.

Sulistijo (2002) menyatakan bahwa rumput yang baik adalah bercabang banyak dan rimbun, tidak terdapat penyakit bercak putih dan mulus tanpa ada cacat terkelupas. Bibit rumput laut yang terpilih tidak lebih dari 24 jam penyimpanan ditempat kering dan harus terlindung dari sinar matahari juga

pencemaran (terutama minyak) dan tidak boleh direndam air laut dalam wadah. Zalnika (2009) menyatakan saat yang baik untuk penebaran maupun penanaman bibit adalah pada saat cuaca teduh (tidak mendung) dan yang paling baik adalah pagi hari atau sore hari menjelang malam.

Tahap pemeliharaan dilakukan seminggu setelah penanaman, bibit yang ditanam harus diperiksa dan dipelihara dengan baik melalui pengawasan yang teratur dan berkelanjutan. Bila kondisi perairan kurang baik, seperti ombak yang keras, angin serta suasana perairan yang dipengaruhi musim hujan atau kemarau, maka perlu pengawasan 23 hari sekali, sedangkan hal lain yang penting diperhatikan adalah menghadapi serangan predator dan penyakit (Zalnika, 2009).

#### **2.4.2 Sistem budidaya**

Metode lepas dasar adalah metode budidaya dengan menggunakan tali panjang yang dibentangkan. Metode budidaya ini banyak diminati oleh masyarakat karena alat dan bahan yang digunakan lebih tahan lama, dan mudah untuk didapat. Teknik budidaya rumput laut dengan metode ini adalah menggunakan tali sepanjang 1-2 meter yang pada kedua ujungnya di tali di bagian diameter waring,. Pada setiap kedalaman diberi pemberat berupa batu. Pada saat pemasangan tali utama harus diperhatikan arah arus pada posisi sejajar atau sedikit menyudut untuk menghindari terjadinya belitan tali satu dengan lainnya. Bibit rumput laut sebanyak 50-100 gram diikat pada sepanjang tali dengan jarak antar titik lebih kurang 20 cm.

Menurut Sutjiptorahadi, (1996) bahwa pada metode lepas dasar pertumbuhan *Eucheuma cottonii* sangat tergantung dari kualitas perairan dan jarak ikat tanam yang diterapkan. Semakin kecil jarak ikat tanam maka akan memberikan suatu keuntungan pada daya ikat antar bibit pada saat adanya gelombang laut. Hal ini diperjelas oleh pernyataan Rusman, (2009) bahwa pertumbuhan bibit *Eucheuma cottonii* pada jarak tanam yang rendah dengan metode lepas dasar berpengaruh positif terhadap pertumbuhan bibit. Teknik yang dipakai oleh para pembudidaya di perairan tambak adalah teknik metode lepas dasar.

Menurut Anwar dan Abdul (1999) dalam Iksan (2005) menyatakan bahwa kedalaman tanam yang menggunakan rakit apung yaitu dengan kedalaman 30 cm menunjukkan pertumbuhan harian yang paling tinggi sebesar 3,59% perhari. Penanaman rumput laut *Gracilaria sp* dengan menggunakan berat bibit dan jarak tanam yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata secara statistik terhadap produksi, produksi tertinggi pada rumput laut yang ditanam dengan berat bibit 50 g dan jarak tanam 30 cm serta berat bibit 100 g dan kedalaman tanam 10 cm (590,27 g/m) (Irawati, 2011). Kedalaman tanam 20 cm menurut Indriani dan Sumiarsih (1999), untuk metode rakit, sedangkan untuk metode lepas dasar bibit diikat pada jarak 30 cm.

Aslan (1998) menyatakan rumput laut tumbuh dengan proses penyerapan secara aktif dan pasif. Terjadinya penyerapan aktif pada rumput laut karena transpirasi secara langsung dan di pengaruhi oleh lingkungan. Sedangkan penyerapan pasif adalah penyerapan yang terjadi karena adanya transpirasi cepat yang merupakan respon balik oleh rumput laut terhadap lingkungan, cahaya, salinitas, suhu dan oksigen terlarut.

### **2.4.3 Pertumbuhan 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, *thallus* (bibit) dan umur. Sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh antara lain lingkungan atau oseanografi, bobot bibit, jarak tanam dan teknik penanaman (Kamlasi, 2008). Pertumbuhan rumput laut menunjukkan adanya pertumbuhan besar, panjang serta cabang. Hal ini dikarenakan adanya pertumbuhan dari sel-sel yang menyusun rumput laut tersebut. Perbanyakan sel-sel dapat terjadi karena pembelahan pada sel-sel yang menyusun rumput laut. Proses pembelahan sel ini dimulai dengan pembelahan intinya yang selanjutnya terjadi pembelahan plasma atau pembelahan sel. Laju pertumbuhan rumput laut yang dianggap cukup menguntungkan adalah 3% penambahan berat per hari.

## 2.5 Kedalaman dan Kecerahan

Kedalaman pada lokasi perairan adalah 4,6 -5,1 m, sedangkan pengamatan terhadap hasil pengukuran pada kecerahan adalah 2,1 -2,4 m. Kecerahan perairan yang ideal adalah lebih dari 1 m. Air keruh (biasanya mengandung lumpur) dapat menghalangi tembusnya cahaya matahari didalam air sehingga proses fotosintesis terganggu, sedangkan Kedalaman yang baik untuk pertumbuhan rumput laut adalah 0,3-0,6 m (Ditjenkanbud, 2008).

## 2.6 Kualitas Agar

Kualitas rumput laut tidak hanya dipengaruhi oleh teknik budidaya, tetapi juga dipengaruhi oleh umur tanam dan kondisi perairan (McHugh, 2003). Rumput laut dikatakan bermutu jika rendemen agarnya tinggi. Rendemen agar pada *Gracilaria gigas* yang dibudidayakan di tambak hampir tiga kali lipat lebih tinggi dibandingkan di laut. Menurut FAO (1987), tinggi rendahnya rendemen agar dipengaruhi oleh spesies rumput laut, iklim, dan usia panen. Berdasarkan BSN (1998) rumput laut *Gracilaria gigas* dikatakan baik jika kandungan agarnya lebih dari 25%. Agar merupakan polisakarida yang terakumulasi dalam dinding sel rumput laut penghasil agar yang dipengaruhi oleh musim (Armisen & Galatas, 2000).

## 2.7 Agar dan Kandungan Agar

Agar merupakan senyawa poligalaktosa yang diperoleh dari pengolahan rumput laut jenis *agarophyte*. Agar-agar disebut sebagai gelosa atau gelosa bersulfat, dengan rumus molekul  $(C_6H_{10}O_5)_n$  atau  $(C_6H_{10}O_5)_nH_2SO_4$ . Selain mengandung polisakarida sebagai senyawa utama, agar-agar juga mengandung kalsium dan mineral lainnya. Kandungan kalsium ini cukup tinggi dibandingkan dengan mineral-mineral lain (Angka dan Suhartono, 2000). Agar-agar yang sangat bermanfaat bagi kesehatan kita, karena serat yang terkandung di dalamnya. Salah satu fungsi serat adalah untuk membersihkan usus, dengan cara memperlancar metabolisme. Dengan lancarnya metabolisme, tubuh akan menjadi lebih sehat, fungsi alat-alat pencernaan berjalan dengan baik, sehingga tubuh lebih bugar,



sehat dan tidak mudah sakit. Rumput laut *Gracilaria* adalah bahan pangan berkhasiat yang memiliki banyak kandungan yang sangat baik dan diperlukan tubuh (Soeriyadi R, 2001).

Pengolahan agar-agar dari *Gracilaria gigas* masih jarang dilakukan, padahal sangat mudah dilakukan secara sederhana yaitu secara skala rumah tangga dan skala industri. Proses ekstraksi agar dapat dilakukan melalui tahapan yaitu pencucian dan pembersihan, disortasi, pemucatan, pemasakan (ekstraksi), penghancuran, pemucatan, penyaringan, pendinginan, pencetakan, pengepresan, pengeringan, pemanasan dan perhitungan rendemen agar (Ayuningtyas, 2011).

## **2.8 Hama dan Penyakit**

Organisme pengganggu pada rumput laut yaitu bulu babi (*Diadema setosum*), bulu babi duri pendek (*Tripneustes sp*), ikan-ikan herbivora antara lain baronang (*Siganus sp*), ikan kerapu (*Epinephelus sp*), bintang laut (*Protoreaster nodusus*), penyu hijau (*Chelonia mydas*). Penyakit yang sering timbul pada rumput laut, khususnya jenis *Eucheumasp.* biasa disebut ice-ice yang menyebabkan tanaman menjadi tampak memutih. Ini disebabkan terjadinya perubahan lingkungan yang ekstrim (arus, suhu dan kecerahan) sehingga memudahkan bakteri hidup (Imardjono *et al.* , 1989 ;Kaas & Perez, 1990;Hurtado &Agbayani,2000)

Ice-ice adalah penyakit yang banyak menyerang tanaman rumput laut jenis *Gracilaria gigas*. Pertama kali dilaporkan pada tahun 1974 di Philipina, ditandai dengan timbulnya bintik/bercak-bercak pada sebagian thallus yang lama kelamaan kehilangan warna dan berangsur-angsur menjadi putih dan mudah terputus. Penyakit ice-ice timbul karena adanya mikroba yang menyerang tanaman rumput laut yang lemah Largo *et al.*,(1995)

## 2.9 Pengaruh Kedalaman Terhadap Pertumbuhan

Kedalaman adalah jarak antara kedalaman bibit awal tanaman rumput laut yang satu dengan yang lain pada setiap tali rentang yang di gantung pada penurunan tali ris tertentu. Berbagai kedalaman dan berat bibit awal berhubungan dengan persatuan luas 1 Ha, Semakin dalam perairan maka intensitas cahaya semakin berkurang sehingga proses fotosintesis tidak optimal. Menurut Sujatmiko dan Wisman (2003) rumput laut yang berada di permukaan relatif lebih banyak mendapatkan cahaya matahari dibandingkan rumput laut yang berada di bagian yang lebih dalam. Insan dan Widyartini (2004) menambahkan intensitas cahaya yang diterima semakin kecil, maka proses fotosintesis terhambat dan pertumbuhan tidak optimal.

Prinaningrum,dkk. (2001) mengemukakan bahwa pertumbuhan rumput laut *Gracilaria gigas* sangat dipengaruhi oleh berbagai kedalaman bibit awal setelah empat minggu tiba dimana, semakin dalam diturunkan tali ris gantung maka semakin dalam pergerakan air yang membawa unsur hara sehingga pertumbuhan rumput laut semakin meningkat. Pada kedalaman 10-30 cm dan 20-200 cm, pertumbuhan rumput laut masih berlangsung cukup baik (Sulistijo dan Atmadja, 1996).

## 2.10 Unsur Hara

Rumput laut atau alga sebagaimana tanaman berklorofil lainnya memerlukan unsur hara sebagai bahan baku untuk proses fotosintesis. Untuk menunjang pertumbuhan diperlukan ketersediaan unsur hara dalam perairan. Masuknya material atau unsur hara ke dalam jaringan tubuh rumput laut adalah dengan jalan proses difusi yang terjadi pada seluruh bagian permukaan tubuh rumput laut. Bila difusi makin banyak akan mempercepat proses metabolisme sehingga akan meningkatkan laju pertumbuhan. Proses difusi dipengaruhi oleh faktor lingkungan terutama oleh adanya gerakan air (Doty dan Glenn 1981).

Unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan termasuk *fitoplankton* dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu *makronutrien*, dibutuhkan dalam jumlah banyak dan *mikronutrien*, dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit. Yang termasuk

makro nutrien yang dibutuhkan oleh alga adalah sulfat, potasium, kalsium, magnesium, karbon, nitrogen, dan fosfor. Sulfat dibutuhkan untuk sintesis protein berupa ikatan sulfat dan produksi polisakarida sulfat (karaginan).

## **2.11 Kualitas Air**

### **2.11.1 Suhu**

Suhu perairan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mempelajari gejala-gejala fisika air laut pada perairan yang dapat mempengaruhi kehidupan hewan dan tumbuhan pada suatu perairan. Kemampuan adaptasi rumput laut *Gracilaria gigas* terhadap suhu bervariasi, tergantung dimana rumput laut tersebut hidup sehingga dimungkinkan akan tumbuh subur pada daerah yang sesuai dengan suhu pertumbuhannya. Menurut Indriani dan Sumiarsih (2003), rumput laut tumbuh dan berkembang dengan baik pada perairan yang memiliki kisaran suhu 26-33°C.

### **2.11.2 Derajat Keasaman (pH)**

Pemilihan lokasi untuk budidaya *Gracilaria gigas*, harus memperhatikan faktor biologis, fisika dan kimiawi. Salah satu faktor kimiawi tersebut adalah pH. Pertumbuhan rumput laut memerlukan pH air laut optimal yang berkisar antara 6-9 (Zatnika, 2009).

### **2.11.3 Salinitas**

Salinitas untuk pertumbuhan *G. gigas* yang optimal berkisar 32-33 ppt, oleh sebab itu lokasi budidaya harus jauh dari limpahan air tawar atau muara sungai. Salinitas di perairan laut hampir tidak ada perbedaan yang ekstrim kecuali salinitas disekitar sungai dan daerah limpahan air tawar yang besar. Lokasi budidaya *G. gigas* harus terhindar dari fluktuasi salinitas yang tinggi, karena dapat mempengaruhi proses fisiologisnya, termasuk dalam laju fotosintesis *G. gigas* (Dawes *et al.* 1999).