

PENGARUH KOMBINASI PUPUK NPK DAN TSP TERHADAP PERTUMBUHAN, KADAR AIR DAN KLOOROFIL a *Gracilaria verrucosa*

THE INFLUENCED OF NPK AND FERTILITER COMBINATION ON THE GROWTH, WATER CONCENTRATION AND CHLOROPHYLL a OF *Gracilaria verrucosa*

Moch. Amin Alamsjah, Wahyu Tjahjaningsih dan Anugraheny Widaratna Pratiwi

Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga
Kampus C Mulyorejo – Surabaya, 60115 Telp. 031-5911451

Abstract

Gracilaria verrucosa is one of the most potential seaweed and consist of a high economy value. *G. verrucosa* had been succed cultivated in pond and it produces gel (Lewmanomont, 1995). *Gracilaria* cultivation in pond generally needs a wide area, easily infected by moss and shellfish so that obstructs *Gracilaria*'s growth, even decreases it's quality (Aslan, 1998). One of the solution to solve the problem above is cultivate another seaweed *G. verrucosa* indoor using the combination of NPK and TSP.

NPK and TSP are used to increase growth and formation of chlorophyll a which used to fotosintesis process (Anggadiredja dkk., 2006). The absortion of hara element will add nutrient and influenced to the *G. verrucosa*'s quality and quantity. This research uses water concentration measuring because gel content measuring is relatively expensive. The goal of this research is knowing the influence of NPK and TSP to *G. verrucosa*'s growth, water concentration and quantity of chlorophyll a.

The result of *G. verrocosa* shows that daily growth heavy of *G. verrocosa* in D treatment extremely different ($p < 0,05$) with A, B, C, E and F treatments. The best daily growth heavy of *G. verrocosa* is in D treatment and the lowest daily growth heavy of *G. verrocosa* is in A treatment. The result growth length shows that in D treatment extremely different ($p < 0,05$) with A, B, C, E and F treatment. The best growth length is in D treatment and the lowest growth length is in A treatment. The result *G. verrucosa*'s water concentration shows that in C, D and E treatment extremely different ($p < 0,05$) with A, B and F treatment. The best water concentration is in C, D and E treatment. The lowest water concentration is in A, B and F treatment. The result chlorophyll a quantity shows that in B, C, D E and F treatment extremely different ($p < 0,05$) with A treatment. The best *G. verrucosa*'s chlorophyll a quantity is in B, C, D, E and F treatment. The lowest *G. verrucosa*'s chlorophyll a quantity is in A treatment. The conclusion of this research is the combination of NPK and TSP in *G. verrucosa* seaweed cultivation extremely affect the growth, water concentration and chlorophyll a *G. verrucosa* with the best dose is 2 g/l and the ratio NPK and TSP is 50%:50%.

Key words : fertilizer, growth, water concentration, chlorophylla, *Gracilaria verrucosa*

Pendahuluan

Glicksman (1978) dalam Atmadja dkk. (1996) menyatakan bahwa makroalga atau rumput laut merupakan salah satu sumberdaya laut yang sangat potensial. Terdapat sekitar 18.000 jenis rumput laut di seluruh dunia dan 25 jenis diantaranya memiliki nilai ekonomi tinggi. Indonesia terdapat 555 jenis rumput laut dan empat jenis diantaranya dikenal sebagai komoditas ekspor, yaitu *Euchema* sp., *Gracilaria* sp., *Gelidium* sp. dan *Sargasum* sp.

Hoyle (1973) dalam Atmadja dkk. (1996) menyatakan bahwa rumput laut *Gracilaria* sp. merupakan tumbuhan yang mempunyai toleransi terhadap perubahan kondisi lingkungan serta dapat tumbuh pada perairan yang tenang. Chen dan Shang (1980) dalam Atmadja dkk. (1996) menyatakan bahwa

rumpuit laut *Gracilaria* sp. di tambak berhasil dibudidayakan sejak tahun 1962 di Taiwan yang terdiri dari 5 jenis, yaitu *Gracilaria confervoides*, *G. gigas*, *G. chorda*, *G. lichenoides* dan *G. compressa*. Sulistijo dan Atmadja (1993) dalam Atmadja dkk. (1996) 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 *G. verrucosa* dan merupakan penghasil agar (Lewmanomont, 1995). Keunggulan lain dari *Gracilaria* adalah tersedia sepanjang tahun. Hal ini menjadikan *Gracilaria* berpotensi baik untuk ekspor

(Anastasia dan Afianto, 2008). Produksi rumput laut *G. verrucosa* dari tambak dapat mencapai minimal 1 ton kering/ha/periode tanam (4-6 minggu). Pada musim hujan pertumbuhan rumput laut *G. verrucosa* lambat, sehingga tidak dapat berproduksi secara optimal.

Potensi perkembangan budidaya rumput laut *G. verrucosa* di tambak cukup besar, dari luas areal tambak di Indonesia seluas 450.000 ha dan diperkirakan seluas 2 % yang dekat dengan pantai, yaitu sekitar 9.000 ha merupakan area tambak yang potensial untuk budidaya *G. verrucosa* dengan produksi sekitar 6 ton/ha/tahun (Atmadja dkk., 1996). Produksi rumput laut *Gracilaria* kering di Jawa Timur mengalami peningkatan setiap tahun. Pada tahun 2005 menghasilkan 324,2 ton, tahun 2006 sebesar 1497,5 ton dan tahun 2007 sebesar 1572,9 ton. Rata-rata kebutuhan rumput laut *Gracilaria* kering sebesar 15.000 ton/tahun (Harris, 2008). Budidaya *Gracilaria* di tambak pada umumnya memerlukan lahan yang luas, mudah teresang hama (lumut dan kerang-kerangan), sehingga menghambat pertumbuhan dan bahkan menurunkan kualitas *Gracilaria* (Aslan, 1998). Oleh karena itu, diperlukan suatu alternatif metode budidaya yang lain agar dapat memperkecil kendala tersebut.

Pada penelitian ini, budidaya rumput laut *G. verrucosa* indoor menggunakan kombinasi pupuk NPK dan TSP. Pupuk NPK dan TSP berguna untuk memacu pertumbuhan, pembentukan klorofil a dan kandungan air. Penggunaan kombinasi pupuk NPK dan TSP diharapkan dapat melengkapi unsur hara yang diperlukan, sehingga dapat diserap oleh rumput laut guna menunjang pertumbuhan. Metode budidaya indoor seperti ini lebih menguntungkan, karena pengontrolan kualitas air lebih mudah, bebas dari predator dan panen mudah dilakukan. Pertumbuhan dan pembentukan klorofil a yang optimal, akan menentukan kualitas dan kuantitas *G. verrucosa* (Anggadiredja dkk., 2006). Penyerapan unsur hara akan menambah nutrisi dan kandungan agar. Semakin tinggi nutrisi dan kandungan agar maka kandungan air semakin rendah. Menurut Istiani dkk. (1985) menyatakan bahwa agar digunakan dalam industri makanan (stabilizer, emulsifier) dan kosmetik (pembuatan masker, *hand body* dan lulur). Pada penelitian ini digunakan pengukuran kadar air, karena pengukuran kandungan agar relatif mahal. Pengukuran kadar air perlu dilakukan, karena kadar air dapat mempengaruhi mutu bahan pangan (Andriani, 2007). Penelitian untuk mengetahui pengaruh kombinasi pupuk

NPK dan TSP terhadap pertumbuhan, kadar air dan klorofil a *G. verrucosa* dilatarbelakangi dari uraian di atas.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari kombinasi pupuk NPK dan TSP terhadap pertumbuhan, kadar air dan jumlah klorofil a pada *G. verrucosa*.

dasar bagi penelitian berikutnya.

Materi dan Metodologi Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium berukuran 50 x 10 x 15 cm³ 24 unit, tandon air laut, selang aerasi, batu aerasi, pompa aerasi, pompa air berdaya 5 Watt, timbangan digital, spektrofotometer, refraktometer, termometer, lampu *fluorescent* 40 Watt (FL40SD, Toshiba) 2 buah, tali, pH indikator universal, *round cuvet*, plastik hitam, pipa PVC, tabung reaksi, gelas ukur, pipet 2,5 ml dan oven.

Gracilaria verrucosa

G. verrucosa yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari tambak rumput laut *G. verrucosa* di Desa Pulokerto, Kecamatan Kraton, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.

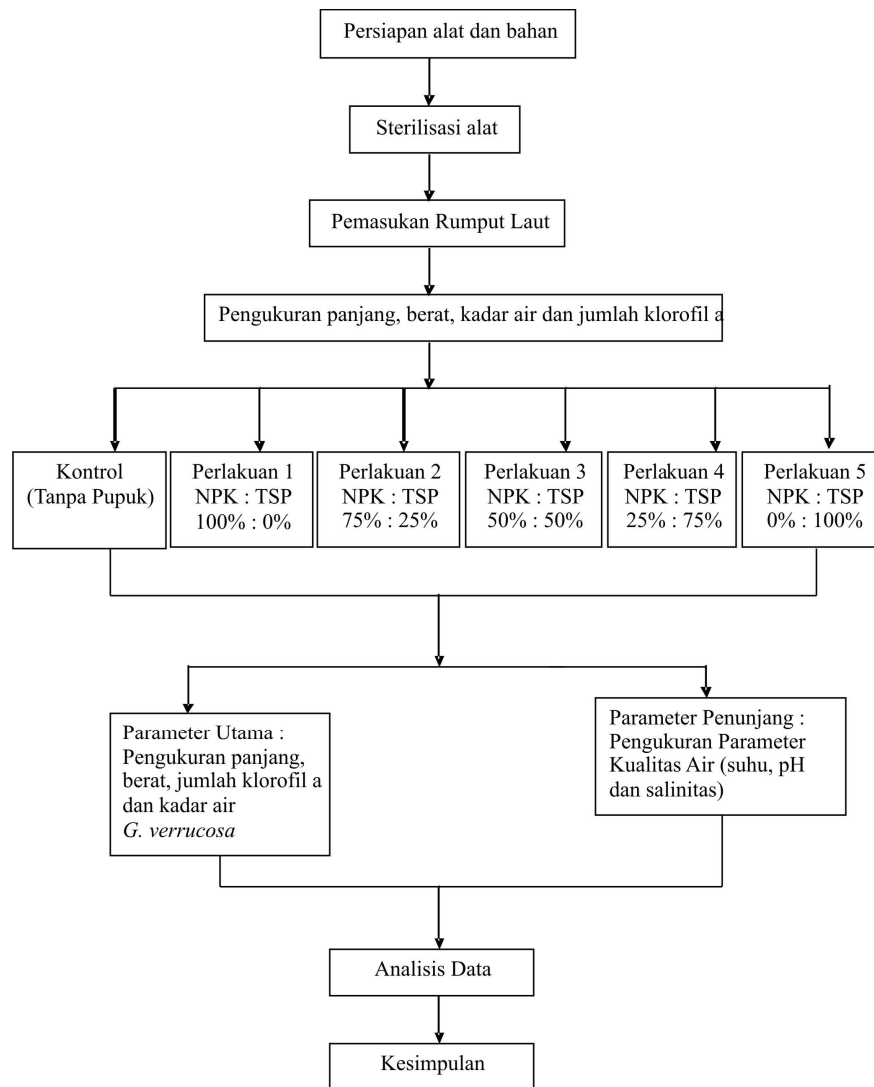
Media Penelitian

Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah air laut setinggi 10 cm dari dasar akuarium atau kurang lebih empat liter. Rumput laut yang dibudidayakan harus selalu terendam air atau berada di bawah permukaan air minimal 10 cm dari permukaan air (Juneidi, 2004). Air laut berasal dari perairan Tanjung Perak Surabaya, dengan kedalaman 10 m. Salinitas air laut media adalah 30 ‰. Media penelitian dijaga tetap optimum dan setiap tiga hari sekali dilakukan penggantian air laut sebanyak 100 %, dengan cara membersihkan bagian yang kotor kemudian menggantinya dengan air laut bersih (Villares *et al.*, 1999).

Pupuk NPK dan TSP

Pupuk NPK yang digunakan dalam penelitian ini adalah pupuk NPK Phonska yang diproduksi oleh PT. Petrokimia Gresik, terdiri dari unsur nitrogen (N) 15 %, fosfat (P₂O₅) 15 %, kalium (K₂O) 15 % dan sulfur (S) 10 %. Pupuk TSP yang digunakan dalam penelitian ini adalah SP-36 Petrokimia Gresik yang diproduksi oleh PT. Gresik Cipta Sejahtera yang mengandung fosfat (P₂O₅) 18 %.

Penelitian pendahuluan dilaksanakan pada tanggal 7 Juni 2008 sampai 19 Juni 2008 dan 1 September 2008 sampai 2 Oktober 2008. Tujuan dari penelitian pendahuluan yang



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

pertama adalah mengadaptasikan *G. verrucosa* dalam akuarium, menentukan ukuran *G. verrucosa* sesuai dengan laju pertumbuhan terbaik dari hasil penelitian pendahuluan dan menentukan laju pertumbuhan terbaik antara metode apung dan tenggelam. Metode budidaya rumput laut *G. verrucosa* yang terbaik pada penelitian pendahuluan adalah metode tenggelam. Tujuan dari penelitian pendahuluan yang kedua adalah menentukan dosis terbaik dari perlakuan pupuk NPK dan TSP. Dosis pupuk yang digunakan adalah 0,002 g/l; 0,02 g/l; 0,2 g/l; 2 g/l dan 20 g/l. Dosis pupuk terbaik yang diperoleh pada penelitian pendahuluan adalah 2 g/l. Dosis pupuk yang digunakan dalam penelitian pendahuluan ini adalah NPK :

TSP dengan perbandingan 100% : 0%; 75% : 25%; 50% : 50%; 25% : 75% dan 0% : 100%.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental dengan rancangan penelitian menggunakan Percobaan Rancangan Acak Lengkap dengan enam perlakuan dan empat ulangan :

- A : perlakuan tanpa pupuk (kontrol)
- B : perlakuan pupuk NPK : TSP dengan perbandingan 0% : 100% = 0 g : 2 g
- C : perlakuan pupuk NPK : TSP dengan perbandingan 25% : 75% = 0,5 g : 1,5 g
- D : perlakuan pupuk NPK : TSP dengan perbandingan 50% : 50% = 1 g : 1 g
- E : perlakuan pupuk NPK : TSP dengan perbandingan 75% : 25% = 1,5 : 1,5 g

F : perlakuan pupuk NPK : TSP dengan perbandingan 100% : 0% = 2 g : 0 g

Model matematika untuk Rancangan Acak Lengkap menurut Kusniningrum (1990) adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan : i = 1,2,3,...,t (t = banyaknya perlakuan, n = banyaknya ulangan)
j = 1,2,3,...,n

dengan Y_{ij} = nilai pengamatan pada perlakuan ke-I ulangan ke-j

μ = nilai tengah umum

τ_i = pengaruh perlakuan ke-i

ε_{ij} = pengaruh acak (kesalahan percobaan) pada perlakuan ke-I ulangan ke-j

Kusniningrum (1990) menyatakan bahwa ulangan adalah frekuensi suatu macam, perlakuan yang dicobakan dalam suatu percobaan. Hubungan antara perlakuan dengan ulangan adalah :

$$t(n-1) \geq 15$$

Persiapan Alat - Alat Penelitian

Alat-alat yang akan digunakan dicuci dengan air tawar sampai bersih, kemudian direndam klorin 12 % dengan dosis 1,5 ppm dan dikeringkan dibawah sinar matahari (Khasani, 2008). Kemudian pada masing-masing wadah percobaan diisi air laut yang telah diendapkan sehari semalam setinggi 10 cm dari dasar wadah percobaan.

Persiapan Pupuk Perlakuan

Pupuk NPK dan TSP yang digunakan ditimbang sesuai dengan perlakuan kombinasi. Masing-masing perlakuan kombinasi mempunyai dosis yang berbeda. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan didapatkan dosis pupuk terbaik sebanyak 2 g/l. Pupuk NPK dan TSP ditimbang dengan perbandingan 100% : 0%; 75% : 25%; 50% : 50%; 25% : 75% dan 0% : 100%. Pemberian pupuk dilakukan 3 hari sekali bersamaan dengan pergantian air 100% dan berlangsung selama 35 hari pemeliharaan.

Persiapan Rumput Laut *G. verrucosa*

Rumput laut *G. verrucosa* yang ditanam harus berkualitas baik agar rumput laut dapat tumbuh sehat. Anggadireja dkk. (2006) menyatakan bahwa bibit *G. verrucosa* yang baik adalah thallus muda bercabang banyak, tidak

terdapat luka atau terkelupas akibat terserang penyakit *ice-ice*, segar, berwarna coklat atau hijau dan seragam. Kemudian, thallus dipotong dengan ukuran 5 cm. Selanjutnya thallus diikat menggunakan tali pada batu karang yang berfungsi sebagai tempat perlekatan dan diletakkan di dasar wadah percobaan.

Pelaksanaan Penelitian

Sistem budidaya yang digunakan pada penelitian ini adalah sistem sirkulasi. Sirkulasi menggunakan pompa. Pemasangan pompa pada bagian ujung wadah percobaan, di bagian ujung pompa tempat air keluar, disambung menggunakan selang dan pipa. Tujuan pemasangan selang dan pipa adalah untuk menyalurkan air dari pompa ke dalam wadah percobaan bagian ujung. Penelitian mulai dilaksanakan setelah *G. verrucosa* dan pupuk dimasukkan ke dalam wadah percobaan, lampu *fluorescent* dipasang dan pompa air mengalir. Kemudian pada bagian atas sampai bawah, ditutup menggunakan plastik hitam. Diagram alir penelitian terdapat pada Gambar 5.

Parameter Utama

Parameter utama yang diukur dalam penelitian ini adalah pertumbuhan (berat dan panjang), penghitungan jumlah klorofil a dan kadar air *G. verrucosa*. Pertumbuhan diukur setiap 7 hari sekali dari awal sampai akhir penelitian, sedangkan penghitungan jumlah klorofil a dan kadar air diukur pada awal penelitian dan akhir penelitian. Susanto *et al.* (2001) menyatakan bahwa data pertumbuhan rumput laut diukur 7 hari sekali.

a. Pengamatan Pertumbuhan *G. verrucosa*

Pengamatan pertumbuhan adalah ukuran panjang dan berat pada suatu waktu tertentu, dalam hal ini digunakan untuk mengetahui pertambahan panjang dan berat benih rumput laut *G. verrucosa* selama 35 hari.

Daily Growth Rate (DGR)

Daily Growth Rate (DGR) adalah laju pertumbuhan harian rumput laut, digunakan untuk mengetahui pertambahan berat bibit rumput laut. Menurut Raikar *et al.* (2001) *Daily Growth Rate* (DGR) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$DGR \text{ (berat)} = \frac{(\ln W_t - \ln W_o)}{t} \times 100 \%$$

Keterangan :

DGR = persentase berat rata-rata individu per hari

$\ln W_t$ = $\ln$ berat rata-rata pada waktu ke-t

$\ln W_o$ = $\ln$ berat rata-rata awal

t = waktu

Pertumbuhan panjang

Menurut Mukti (2007), rumus pertumbuhan nisbi adalah :

$$h = \frac{Lt - Lo}{Lo} \times 100\%$$

Keterangan :

h : pertumbuhan nisbi (%)

Lt : panjang pada akhir penelitian (cm)

Lo : panjang pada awal penelitian (cm)

Pengukuran panjang rumput laut yaitu, mengukur dengan benang, setelah itu meletakkan benang di atas penggaris. Pengukuran dengan benang bertujuan untuk mencegah rumput laut tidak putus. Pengukuran berat pada rumput laut adalah berat kering. Sebelum ditimbang rumput laut dihisap pada kertas, bertujuan agar kandungan air hilang. Timbangan yang digunakan adalah timbangan digital, tiga angka di belakang koma.

b. Penghitungan Jumlah Klorofil a

Pengukuran jumlah klorofil a menggunakan spektrofotometer 1200 V Cole Pomer. Pengukuran jumlah klorofil a dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Prosedur pengukuran klorofil a menurut Mackinney (1941) dan Hoffman and Werner (1966) dalam Alamsjah *et al.* (2006) adalah rumput laut dikeringkan dalam suhu kamar selama satu minggu, setelah itu direndam dengan metanol 96 % dalam tabung reaksi dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu kamar.

Persons and Strickland (1968) dalam Hendiarti dkk. (2005) menyatakan bahwa pengukuran pada ekstrak pigmen dilakukan pada panjang gelombang 665, 645 dan 630 nm. Rumus penghitungan klorofil a sebagai berikut :

$$\text{Klorofil } a = 11.6 (\text{Abs } 665) - 1.31 (\text{Abs } 645) - 0.14 (\text{Abs } 630)$$

Menurut Lobban (1988), setelah nilai absorban diketahui, selanjutnya nilai absorban dimasukkan ke dalam rumus di bawah ini :

$$\mu\text{mol klorofil dalam ekstrak} =$$

$$\frac{\mu\text{g klorofil dalam absorban}}{\text{berat molekul klorofil}}$$

Berat molekul klorofil a adalah 894.

Larutan rendaman metanol dan rumput laut sebanyak 2,5 ml dimasukkan ke *round cuvet*, kemudian diletakkan di spektrofotometer. Pengukuran dengan spektrofotometer dimulai dengan kalibrasi yang bertujuan untuk menetralkan nilai absorban agar tidak terpengaruh dengan pengukuran sebelumnya. Selanjutnya, dengan memutar angka 665 nm pada spektrofotometer akan dapat diketahui nilai absorban. Setelah itu dikalibrasi dan

memutar angka 645 nm, dilanjutkan dengan kalibrasi lagi dan memutar angka 630 nm pada spektrofotometer. Pengukuran ketiga nilai absorban di atas dapat diketahui langsung melalui *print out*.

c. Penghitungan Kadar Air

Menurut Robi'in (2007) prosedur kerja penghitungan kadar air dengan menggunakan oven adalah :

1. Persiapan alat dan bahan
2. Wadah ditimbang dan ditentukan beratnya (M1) sebelum dioven
3. Sampel ditimbang dengan wadah dan ditentukan beratnya (M2) sebelum dioven
4. Sampel dan wadah dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100°C selama 3 jam
5. Sampel dan wadah didinginkan (30 menit) setelah dioven, kemudian ditentukan beratnya (M3)

Menurut Robi'in (2007) menghitung kadar air, dinyatakan dalam persen dengan rumus :

$$KA = \frac{(M2-M3)}{(M2-M1)} \times 100\%$$

Keterangan :

KA = kadar air (%)

M1 = berat wadah sebelum dioven (g)

M2 = berat wadah + sampel sebelum dioven (g)

M3 = berat wadah + sampel setelah dioven (g)

Pengukuran kadar air rumput laut pada penelitian ini menggunakan rumput laut setengah kering. Pengeringan rumput laut cukup diangin-anginkan saja.

Parameter Penunjang

Pengukuran parameter penunjang lainnya adalah suhu yang diukur dengan termometer, pH dengan indikator universal, salinitas dengan refraktometer. Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari.

Analisis Data

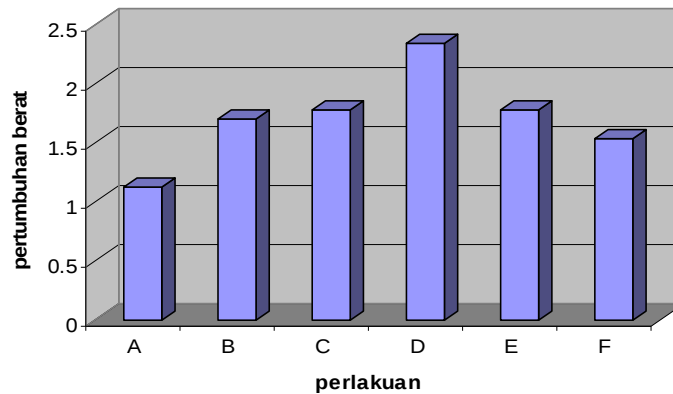
Data dianalisis dengan Analisis Varian (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Apabila ada perbedaan diantara perlakuan dilanjutkan uji jarak beganda Duncan ((*Duncan Multiple Range Test*) (Kusriningrum,1990).

Hasil dan Pembahasan

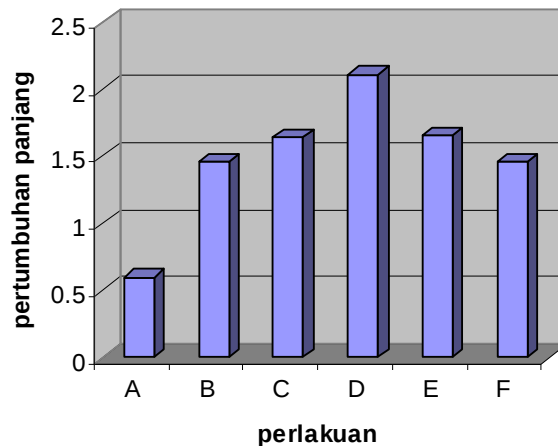
Pertumbuhan *G. verrucosa*

Pertumbuhan adalah pertambahan ukuran panjang atau berat dalam suatu waktu (Effendie,1997).

Pertumbuhan berat harian *G. verrucosa*



Gambar 2. Pertumbuhan berat *G. verrucosa* selama 35 hari (Ket : A : (kontrol) B :(NPK : TSP = 0% : 100%), C : (NPK : TSP = 25% : 75%),D : (NPK : TSP =50% : 50%), E : (NPK : TSP = 75% : 25%), F: (NPK : TSP = 100% : 0%)



Gambar 3. Pertumbuhan panjang *G. verrucosa* selama 35 hari (Ket : A : (kontrol) B :(NPK : TSP = 0% : 100%), C : (NPK : TSP = 25% : 75%),D : (NPK : TSP =50% : 50%), E : (NPK : TSP = 75% : 25%), F: (NPK : TSP = 100% : 0%)

Pertumbuhan berat harian adalah pertambahan ukuran berat harian *G. verrucosa* selama 35 hari. Hasil penghitungan Anova menunjukkan kombinasi pupuk NPK dan TSP berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pertumbuhan berat harian *G. verrucosa*. Hasil tersebut dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan yang menunjukkan bahwa pertumbuhan berat harian *G. verrucosa* terbaik pada perlakuan D (NPK:TSP=50%:50%) yang berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan perlakuan A (tanpa pupuk) ,B (NPK:TSP=0%:100%), C (NPK:TSP=25%:75%), E (NPK:TSP=75%:25%) dan F (NPK:TSP=100%:0%). Pertumbuhan berat harian *G. verrucosa* terendah pada perlakuan A (tanpa pupuk).

Tabel 1. Pertumbuhan berat harian *G. verrucosa* pada setiap perlakuan selama penelitian 35 hari.

Perlakuan	Rata-rata pertumbuhan berat harian (%/hari)
A (tanpa pupuk)	1,12 ^d
B (NPK : TSP = 0%:100%)	1,70 ^{bc}
C (NPK : TSP = 25%:75%)	1,77 ^b
D (NPK : TSP = 50%:50%)	2,34 ^a
E (NPK : TSP = 75%:25%)	1,78 ^b
F (NPK : TSP = 100%:0%)	1,53 ^c

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pertumbuhan berat harian *G. verrucosa* yang berbeda nyata ($p<0,05$)

Grafik pertumbuhan berat harian rumput laut *G. verrucosa* pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2.

Pertumbuhan panjang *G. verrucosa*

Pertumbuhan panjang adalah pertambahan ukuran panjang *G. verrucosa* selama 35 hari. Hasil penghitungan Anova menunjukkan kombinasi pupuk NPK dan TSP berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap pertumbuhan panjang *G. verrucosa*. Hasil tersebut dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan yang menunjukkan bahwa pertumbuhan panjang *G. verrucosa* terbaik pada perlakuan D (NPK:TSP=50%:50%) yang berbeda nyata ($p<0,05$) dengan perlakuan A (tanpa pupuk), B (NPK:TSP=0%:100%), C

(NPK:TSP=25%:75%, E (NPK:TSP=75%:25%) dan F (NPK:TSP=100%:0%). Pertumbuhan panjang *G. verrucosa* terendah pada perlakuan A (tanpa pupuk). Cara penghitungan Anova dan uji jarak berganda Duncan laju pertumbuhan panjang dapat dilihat pada Lampiran 11.

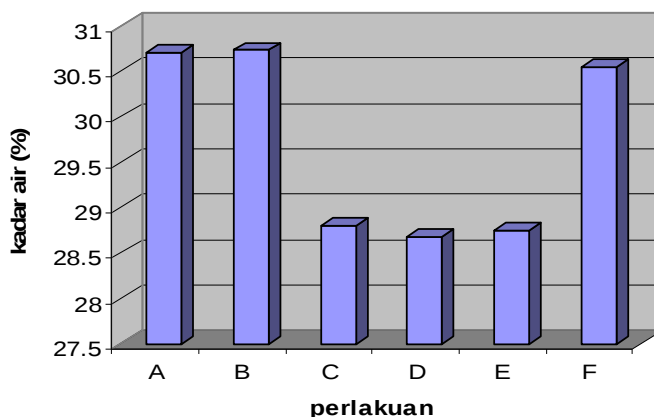
Tabel 2. Pertumbuhan panjang *G. verrucosa* pada setiap perlakuan selama penelitian 35 hari.

Perlakuan	Rata-rata pertumbuhan panjang (%)
A (tanpa pupuk)	0,60 ^b
B (NPK : TSP = 0%:100%)	1,46 ^b
C (NPK : TSP = 25%:75%)	1,64 ^b
D (NPK : TSP = 50%:50%)	2,11 ^a
E (NPK : TSP = 75%:25%)	1,65 ^b
F (NPK : TSP = 100%:0%)	1,46 ^b

Tabel 3. Kadar air dan *gel strength* *G. verrucosa* pada setiap perlakuan selama penelitian 35 hari.

Perlakuan	Rata-rata kadar air (%)	<i>Gel strength</i> (g/cm ²)
A (tanpa pupuk)	30,70 ^b	779,64
B (NPK : TSP = 0%:100%)	30,73 ^b	768,05
C (NPK : TSP = 25%:75%)	28,80 ^a	801,01
D (NPK : TSP = 50%:50%)	28,68 ^a	802,36
E (NPK : TSP = 75%:25%)	28,75 ^a	801,58
F (NPK : TSP = 100%:0%)	30,55 ^b	781,32

Keterangan: : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan kadar air *G. verrucosa* yang berbeda nyata ($p<0,05$)



Gambar 4. Kadar air *G. verrucosa* selama 35 hari (Ket : A : (kontrol) B :(NPK : TSP = 0% : 100%), C : (NPK : TSP = 25% : 75%), D : (NPK : TSP = 50% : 50%), E : (NPK : TSP = 75% : 25%), F: (NPK : TSP = 100% : 0%)

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pertumbuhan panjang *G. verrucosa* yang berbeda nyata ($p<0,05$)

Grafik pertumbuhan panjang rumput laut *G. verrucosa* pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3.

Kadar air *G. verrucosa*

Hasil penghitungan Anova menunjukkan kombinasi pupuk NPK dan TSP berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap kadar air *G. verrucosa*. Hasil tersebut dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan yang menunjukkan bahwa kadar air terbaik pada perlakuan C (NPK:TSP=25%:75%), D (NPK:TSP=50%:50%) dan E (NPK:TSP=75%:25 %) yang berbeda nyata ($p>0,05$) dengan perlakuan A (tanpa pupuk), B (NPK:TSP=0%:100%) dan F (NPK:TSP=100%:0%).

Selain kadar air dan kandungan agar, kualitas rumput laut juga dapat dilihat dari *gel strength*. *Secretariat of The Pacific Community* (2007) menyatakan bahwa kualitas dari rumput laut dapat dilihat dari kandungan agar tinggi, *gel strength* tinggi dan kadar air rendah. Data *gel strength* di atas diperoleh dari konversi penyusutan kadar air dan *gel strength* yang ada pada tambak rumput laut di Desa Pulokerto, Kecamatan Kraton, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Hasil wawancara dengan Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Pasuruan, menyatakan bahwa *gel strength* lebih dari 800 g/cm² dinyatakan baik dan dapat diterima oleh pabrik, yaitu Agar Sehat Makmur Lestari.

Grafik kadar air rumput laut *G. verrucosa* pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 4.

Klorofil a *G. verrucosa*

Hasil penghitungan Anova menunjukkan kombinasi pupuk NPK dan TSP berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap jumlah klorofil a *G. verrucosa*. Hasil tersebut dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan yang menunjukkan bahwa klorofil a terbaik pada perlakuan D (NPK:TSP=50%:50%), perlakuan B (NPK:TSP=0%:100%), C (NPK:TSP=25%:75%), E (NPK:TSP=75%:25%) dan F (NPK:TSP=100%:0%) yang berbeda nyata ($p>0,05$) dengan perlakuan A (tanpa pupuk). Cara penghitungan Anova dan uji jarak

berganda Duncan laju pertumbuhan berat dapat dilihat pada Lampiran 21.

Tabel 4. Jumlah klorofil a *G. verrucosa* pada setiap perlakuan selama penelitian 35 hari.

Perlakuan	Rata-rata jumlah klorofil a (µg/ml)
A (tanpa pupuk)	0,001397 ^b
B (NPK : TSP = 0%:100%)	0,001565 ^a
C (NPK : TSP = 25%:75%)	0,001936 ^a
D (NPK : TSP = 50%:50%)	0,001966 ^a
E (NPK : TSP = 75%:25%)	0,001965 ^a
F (NPK : TSP = 100%:0%)	0,001744 ^a

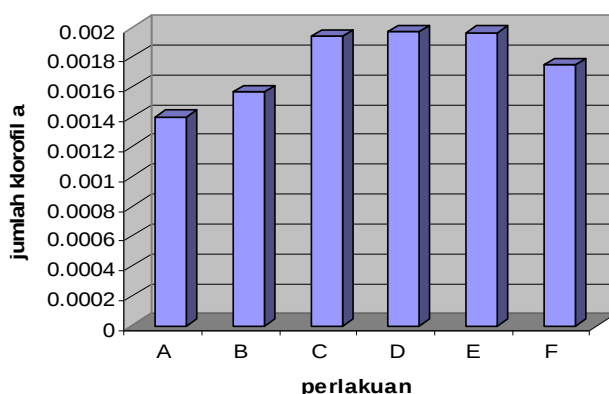
Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan jumlah klorofil a *G. verrucosa* yang berbeda nyata ($p<0,05$)

Grafik jumlah klorofil a rumput laut *G. verrucosa* pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 5.

Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian adalah suhu, salinitas dan pH. Hasil pengamatan selama penelitian pada setiap perlakuan dan ulangan menunjukkan bahwa suhu berkisar antara 29-31 °C, pH berkisar antara 6-7 dan salinitas relatif konstan, yaitu 30 ‰. Hasil pengukuran rata-rata kualitas air dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data rata-rata kualitas air budidaya *G. verrucosa*

Perlakuan	Suhu (°C)	pH	Salinitas (‰)
A (tanpa pupuk)	29,17	7	30
B (NPK : TSP = 0%:100%)	31,33	6,17	30
C (NPK : TSP = 25%:75%)	31	6,33	30
D (NPK : TSP = 50%:50%)	31	6,17	30
E (NPK : TSP = 75%:25%)	30,67	6,17	30
F (NPK : TSP = 100%:0%)	31,33	6,17	30
Kontrol Tambak	30,5	6,5	30



Gambar 5. Jumlah klorofil a *G. verrucosa* selama 35 hari (Ket : A : (kontrol) B : (NPK : TSP = 0% : 100%), C : (NPK : TSP = 25% : 75%), D : (NPK : TSP = 50% : 50%), E : (NPK : TSP = 75% : 25%), F : (NPK : TSP = 100% : 0%))

Pupuk merupakan bahan yang mengandung sejumlah nutrisi yang diperlukan bagi rumput laut. Pemupukan adalah upaya pemberian nutrisi pada tanaman yang berfungsi untuk kelangsungan hidupnya (Sutejo, 2002 dalam Silea dan Masitha, 2006). Penggunaan pupuk NPK dan TSP umumnya hanya dilakukan pada tanaman yang hidup di darat, dimana tanah adalah sebagai media tumbuh. Pemupukan pada tanaman yang hidup di perairan masih jarang dilakukan, sebab perairan laut sebagai media tumbuh memberikan cukup nutrisi bagi pertumbuhan tanaman. Upaya meningkatkan produksi tanaman tidak cukup hanya dengan mengandalkan lingkungan yang bersifat alami. Rumput laut sebagai tanaman yang hidup di perairan membutuhkan nutrisi pada jumlah yang cukup dan seimbang guna mencapai produksi yang optimal. Pemupukan pada rumput laut diperlukan agar produksi dapat ditingkatkan. Sulitjo (1985) dalam Silea dan Masitha (2006) menyatakan bahwa dengan laju pertumbuhan berat 2% per hari dalam waktu 35 hari, rumput laut sudah dapat dilakukan pemanenan.

Rumput laut memerlukan adanya unsur hara, baik unsur hara makro maupun unsur hara mikro. Sutejo (2002) dalam Silea dan Masitha (2006), mengemukakan bahwa selama pertumbuhan, rumput laut memerlukan unsur hara esensial (makro dan mikro). Jika salah satu unsur hara tidak tersedia, maka dapat menyebabkan pertumbuhan, perkembangan serta produksi rumput laut terhambat.

G. verrucosa memerlukan nutrisi dari air laut untuk tumbuh. Unsur utama yang banyak dibutuhkan adalah nitrat dan fosfat. Kedua unsur tersebut sering digunakan sebagai pupuk. Hasil dari penelitian kombinasi pupuk

NPK dan TSP terhadap penambahan berat dan panjang *G. verrucosa* menunjukkan bahwa perlakuan D (NPK:TSP=50%:50%) memberikan pengaruh terbaik yang berbeda nyata dengan perlakuan A (tanpa pupuk), B (NPK:TSP=0%:100%), C (NPK:TSP=25%:75%), E (NPK:TSP=75%:25%) dan F (NPK:TSP=100%:0%). Hal ini ditunjang oleh kandungan N pada perlakuan D (NPK:TSP=50%:50%) dengan uji nitrogen memberikan hasil tertinggi (Lampiran 29). Indriani dan Sumiarsih (2003) dalam Sahabuddin dan Tangko (2008) menyatakan bahwa adanya kenaikan pertumbuhan pada minggu ke-0 sampai minggu ke-5 karena sel dan jaringan thallus masih muda sehingga memberikan pertumbuhan yang optimal.

Hendrajat (2008) menyatakan bahwa adanya kenaikan pertumbuhan menunjukkan bahwa pertumbuhan rumput laut sudah memasuki tahap perpanjangan sel, karena tersedianya unsur hara yang cukup untuk pertumbuhan.

Jumlah nitrogen yang tinggi berpengaruh terhadap pertumbuhan (berat dan panjang) rumput laut. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Novizan (2000) dalam Latif (2008) bahwa pupuk nitrogen di dalam perairan menyebabkan tanaman tumbuh subur, sehingga produksinya akan meningkat. Selain itu, nitrogen merupakan komponen yang sangat penting untuk pertumbuhan thallus rumput laut (Anggadireja dkk, 2006). Selain unsur N, rumput laut juga membutuhkan unsur fosfat (P) untuk pertumbuhannya. Hal ini seperti yang diungkapkan oleh Lingga dan Marsono (2007), bahwa fosfat merupakan komponen yang sangat penting untuk merangsang pertumbuhan

thallus, mempercepat dan memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa. Phospat menyebabkan laju pertumbuhan menjadi tinggi. Hal ini berkaitan dengan peranan phospat sebagai sumber nutrisi bagi pertumbuhan rumput laut yang mudah terurai dan diserap tanaman (Odom, 1996 dalam Latif, 2008). Khul (1974) dalam Susanto (2001) menjelaskan bahwa phospat sangat penting dan diperlukan oleh alga untuk pembentukan energi (ATP). Meskipun pada uji phospat (P) menunjukkan bahwa perlakuan D (NPK:TSP=50%:50%) memberikan hasil tertinggi kedua, tetapi jumlah phosfat yang ada pada perlakuan D (NPK:TSP=50%:50%) sudah dapat memberikan pengaruh yang baik untuk pertumbuhan (panjang dan berat) *G. verrucosa*.

Hasil uji P tertinggi terdapat pada perlakuan B (NPK:TSP=0%:100%). Hal ini terjadi karena pupuk TSP yang digunakan pada penelitian ini adalah SP-36 yang mengandung unsur phospat sebanyak 18 % jauh lebih tinggi dari jumlah phospat yang terkandung pada pupuk NPK Phonska sebanyak 15 %. Hasil dari penelitian kombinasi pupuk NPK dan TSP terhadap pertumbuhan berat dan panjang *G. verrucosa* terendah pada perlakuan A (tanpa pupuk), karena tidak diberi kombinasi pupuk NPK dan TSP sebagai unsur hara tambahan. Hal ini akan menyebabkan pertumbuhan (berat dan panjang) *G. verrucosa* tidak optimal, karena tidak adanya unsur hara tambahan yang dibutuhkan rumput laut. Air laut memiliki kandungan unsur hara yang terbatas (tidak mencukupi untuk kebutuhan tanaman air) dan harus dilengkapi dengan penambahan unsur N dan P sehingga sesuai kebutuhan (Yufdy dan Jumberi, 2002). Keuntungan penggunaan pupuk majemuk, seperti NPK dan TSP adalah lebih lengkap dan seimbang kandungan unsur haranya, efisien penggunaannya dan efisien waktu, sehingga aplikasi di lapangan dapat memungkinkan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi rumput laut *G. verrucosa* (Peni dkk., 2006).

Salah satu parameter untuk menentukan kualitas dari rumput laut, yaitu dengan pengukuran kadar airnya. Kadar air maksimal untuk *G. verrucosa* adalah 30 % (Poncomulyo, 2006). Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air pada jaringan thallus *G. verrucosa*. Kadar air pada rumput laut merupakan komponen yang penting karena berhubungan dengan mutu rumput laut (Atmadja, 2007). Rumput laut yang memiliki kadar air yang tinggi harga jualnya lebih rendah jika dibandingkan dengan rumput laut berkadar air rendah.

Hasil dari penelitian kombinasi pupuk NPK dan TSP terhadap kadar air *G. verrucosa* menunjukkan bahwa perlakuan D (NPK:TSP=50%:50%) memberikan pengaruh terbaik yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan C (NPK:TSP=25%:75%) dan E (NPK:TSP=75%:25%). Hal ini disebabkan karena kombinasi pupuk NPK dan TSP pada perlakuan D (NPK:TSP=50%:50%), C (NPK:TSP=25%:75%) dan E (NPK:TSP=75%:25%) terdapat kombinasi pupuk NPK dan TSP yang mempengaruhi peningkatan pertumbuhan *G. verrucosa* yang menyebabkan sel pada *G. verrucosa* membesar atau bertambah. Pembesaran sel pada *G. verrucosa* menyebabkan tekanan air keluar dari jaringan thallus *G. verrucosa*, karena air paling cepat keluar dari suatu sel jika terjadi tekanan. Hal ini didukung oleh pendapat Widyastuti, Dewi dan Haryono (2007) yang menyatakan bahwa pembesaran sel pada tanaman akibat adanya penambahan unsur hara. Unsur hara ini menyebabkan sel mengalami pertumbuhan. Air yang paling banyak keluar pada penelitian ini adalah pada perlakuan D (NPK:TSP=50%:50%), sehingga kadar air terbaik ada pada perlakuan ini.

Kadar air mempunyai hubungan dengan tekanan turgor dalam jaringan tanaman dan akan berpengaruh pada proses fotosintesis. K^+ berperan dalam banyak proses fisiologis dan biokimia tanaman dan diserap secara aktif dengan penyerapan yang tinggi dengan adanya transfer energi oleh ATP-ase, sedangkan K^+ konsentrasi tinggi akan menghambat mekanisme transport aktif dan berakibat pada turgor sel. Jaringan muda sangat memerlukan K^+ untuk memelihara turgor sel untuk pembesaran sel. Pada jaringan muda turgor sel sangat sensitif terhadap status K^+ . K^+ dalam sel stomata ikut mengendalikan membuka dan menutupnya stomata, stomata membuka bila kadar K^+ di dalam sel stomata tinggi dan menutup bila kadar K^+ rendah. Pada siang hari akan berlangsung fotosintesis, yang menghasilkan energi untuk mendorong peningkatan penyerapan K^+ yang akhirnya akan meningkatkan konsentrasi K^+ dan menaikkan tekanan turgor. Turunnya turgor menyebabkan jumlah kadar air yang masuk ke dalam jaringan tanaman meningkat, sehingga tanaman menjadi layu dan mudah terserang hama dan penyakit (Romimohtarto, 2007). Menurut pendapat Harben & Kuvart (1996) dalam Hafara (2007), yang menyatakan K^+ penting untuk fotosintesis dan pengangkutan gula, efisiensi penggunaan air (berhubungan dengan kadar air) dan menjaga kualitas tanaman. Unsur K^+ ini dipenuhi dari

pupuk NPK, karena kalium (K) diserap dalam bentuk ion K^+ (Lingga dan Marsono, 2007).

Pembentukan klorofil memerlukan nitrogen dalam jumlah yang cukup dan seimbang, karena nitrogen merupakan komponen utama dalam penyusunan klorofil (Gardner *et al.*, 1985, dalam Fahrurrozi dkk., 2006). Pembentukan klorofil a *G. verrucosa* dipenuhi melalui pemberian kombinasi pupuk NPK dan TSP. Pada penelitian ini, kebutuhan *G. verrucosa* akan cahaya matahari digantikan oleh lampu *fluorescent* dengan penyinaran 12 jam terang dan 12 jam gelap sebagaimana penelitian untuk kultur makro alga yang dilakukan secara *indoor* (Alamsjah *et al.*, 2006).

Menurut Aslan (1998) bahwa untuk pertumbuhan dan perkembangan rumput laut sangat diperlukan kualitas cahaya serta zat hara yang cukup seperti nitrat dan fosfat. Hal ini diperlukan sebagai bahan dasar penyusunan protein dan pembentukan klorofil dalam proses fotosintesis. Semakin banyak jumlah klorofil pada tanaman, maka proses fotosintesis semakin optimal. Nitrogen merupakan elemen penting untuk pembentukan klorofil, bila mineral ini dalam jumlah yang terbatas thallus akan nampak berwarna kekuningan dan kecepatan fotosintesis akan menurun.

Hasil dari penelitian kombinasi pupuk NPK dan TSP terhadap jumlah klorofil a *G. verrucosa* menunjukkan bahwa perlakuan D (NPK:TSP=50%:50%) memberikan pengaruh terbaik yang berbeda nyata dengan perlakuan A (tanpa pupuk) dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan B (NPK:TSP=0%:100%), C (NPK:TSP=25%:75%), E (NPK:TSP=75%:25%) dan F (NPK:TSP=100%:0%).

Hal ini disebabkan karena pada perlakuan D (NPK:TSP=50%:50%) kombinasi pupuk unsur N dan P sudah terpenuhi secara seimbang, di mana unsur N berperan dalam pembentukan klorofil. Hal ini didukung oleh pendapat Kalff (2002) dalam Ekayanti (2004), yang menyatakan nitrogen (N) berperan dalam pembentukan klorofil yang berguna untuk proses fotosintesis. Selain adanya penambahan pupuk, pembentukan klorofil juga ditunjang dengan adanya cahaya matahari, yang pada penelitian ini telah digantikan oleh lampu *fluorescent* dengan penyinaran 12 jam terang dan 12 jam gelap. Kebutuhan cahaya pada budidaya *indoor* *G. verrucosa* sudah terpenuhi dengan penggunaan lampu *fluorescent*. Hal ini didukung oleh pendapat Mollet *et al.* (1995) yang menyatakan prinsip budidaya *G. verrucosa* dalam kondisi *indoor* menggunakan fotoperiod 12 jam terang dan 12 jam gelap.

Patadjai (2007) dalam Latif (2008) menyatakan kurangnya cahaya yang masuk ke dalam perairan menyebabkan proses fotosintesis terhambat dan berpengaruh terhadap jumlah klorofil. Selain itu jumlah cahaya sangat berpengaruh dalam proses fotosintesis karena dapat memacu aktivitas pembelahan sel, sehingga terjadi proses pelebaran dan perpanjangan dimana pada akhirnya rumput laut cenderung mengalami pertumbuhan (Geider, 1992 dalam Latif, 2008). Hasil dari penelitian kombinasi pupuk NPK dan TSP terhadap jumlah klorofil a *G. verrucosa* terendah pada perlakuan A (tanpa pupuk), karena tidak diberi kombinasi pupuk NPK dan TSP sebagai unsur hara tambahan.

Suhu merupakan faktor fisika yang penting (Romimohtarto, 1985). Suhu air dalam akuarium budidaya *G. verrucosa* selama penelitian berkisar antara 29-31°C yang masih berada pada kisaran optimal untuk budidaya *G. verrucosa*, dimana kisaran suhu optimal untuk *G. verrucosa* berkisar antara suhu 20-30°C. Stabilitasnya suhu dapat disebabkan karena penggunaan tutup plastik pada akuarium untuk mencegah fluktuasi suhu yang ekstrim. Apabila temperatur kurang dari 20°C pertumbuhan rumput laut akan terganggu (Luning, 1990).

Salinitas air laut dalam akuarium budidaya *G. verrucosa* selama penelitian adalah 30 ‰. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Luning (1990), yang mengatakan bahwa salinitas yang sesuai untuk *G. verrucosa* adalah 15-30 ‰. Syafruddin (1993) dalam Latif (2008) mengatakan bahwa penurunan dan peningkatan salinitas di atas batas optimum tidak menyebabkan kematian, tetapi mengakibatkan rumput laut kurang elastis, mudah patah dan pertumbuhannya akan terhambat. Salinitas di perairan dipengaruhi oleh penguapan dan jumlah curah hujan. Salinitas tinggi terjadi jika curah hujan yang turun di suatu perairan kurang, yang menyebabkan penguapan tinggi. Stabilitasnya salinitas selama budidaya *G. verrucosa* karena tidak ada tambahan air tawar ke dalam media hidup *G. verrucosa*, di mana media hidupnya adalah air laut.

Derajat keasaman (pH) air selama budidaya *G. verrucosa* berkisar antara 6-7, di mana pH optimal untuk pertumbuhan *G. verrucosa* berkisar antara 6-9 (Luning, 1999). Air laut mempunyai kemampuan untuk mencegah perubahan pH, karena mempunyai sistem penyangga terhadap perubahan yang drastis. (Romimohtarto, 1985). Kondisi kualitas air pada penelitian ini masih berada pada kisaran optimal sehingga dapat disimpulkan

masih layak dan sesuai kebutuhan hidup *G. verrucosa*.

Kesimpulan

Kombinasi pupuk NPK dan TSP pada budidaya rumput laut *G. verrucosa* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan (berat dan panjang), kadar air dan klorofil a *G. verrucosa* dengan dosis terbaik 2 g/l dengan perbandingan NPK dan TSP sebesar 50% : 50%.

Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang model bak pembudidayaan dan kandungan agar pada rumput laut dari jenis *G. verrucosa* maupun jenis rumput laut yang lain.

Daftar Pustaka

- Alamsjah, M. A., F. Ishibashi, H. Kitamura and Y. Fujita. 2006. The Effectiveness of *Ulfa fasciata* and *U. pertusa* (Ulvaes, Chlorophyta) as Algicidal Substances on Harmful Algal Bloom Species. Japan. p. 326.
- Anam, M. S. 2007. Petunjuk Budidaya Polikultur Rumput Laut, Bandeng dan Udang di Tambak. Ketahanan Pangan dan Penyuluhan Pertanian. Pasuruan. hal. 9 – 10.
- Andayani, S. 2005. Manajemen Kualitas Air Jurusan Budidaya Perairan. Universitas Brawijaya. Malang. 50 hal.
- Andriani, D. 2007. Pengolahan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Menjadi Tepung ATC (Alkali Treated Carrageenophyte) dengan Jenis dan Konsentrasi Larutan Alkali yang Berbeda. <http://www.unhas.ac.id>. 12/8/2008. 11 hal.
- Anggadireja, J. T., A. Zatinika., H. Purwoto., S. Istini. 2006. Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta. hal. 40 – 47.
- Aslan, L. M. 1998. Rumput Laut. Kanisius. Jakarta. hal. 13-37.
- Atmadja, W. S., A. Kadi., Sulistjo. dan Rachmaniar. 1996. Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut di Indonesia. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta. hal. 120 – 152.
- Atmadja, W. S., 2007. Apa Rumput Laut Sebenarnya. Kelompok Studi Rumput Laut UNIDP. <http://www.coremap.org>. 10/07/2008. 8 hal.
- Chen, J. X. 1994. *Gracilaria* Culture in China. <http://www.fao.org>. 12/6/2008. 7 pp.
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2008. Rumput Laut Lezat dan Menyehatkan. <http://www.dkp.go.id>. 14/03/2009. 2 hal.
- Ekayanti, A. 2004. Pengaruh Pemberian Pupuk NPK Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan *Chorella vulgaris*. Prodi Bilogi MIPA Intitut Teknologi Surabaya. hal. 10 – 15.
- Fahrurrozi, N. Setyowati, Sarjono. Efektifitas Penggunaan Ulang Mulsa Plastik Hitam Perak Dengan Pemberian Pupuk Nitrogen Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Cabai. <http://www.resources.unpad.ac.id>. 10/07/2008. 8 hal.
- Govindjee and J. Whitmarsh. 1995. The Photosynthetic Process. <http://www.life.uiuc>. 15/7/2008. 27 pp.
- Hafara, A. Potasium. <http://www.hafara.com>. 29/01/2009. 2 hal.
- Harris. 2008. Revitalisasi Budidaya Rumput Laut Di Jawa Timur. Departemen Perikanan dan Kelautan Provinsi Tingkat I. Surabaya. hal. 3.
- Hendrajat, E. A. 2008. Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* Pada Dosis Saponin Yang Berbeda Dalam Bak Terkontrol. Seminar Nasional Kelautan IV, 24 April 2008. Surabaya. 4 hal.
- Hendiarti, N., A. Darmawan., M. Frederik., R. Andiasuti. 2005. Pengukuran Karakteristik Biologi – Kimia Perairan Pulau Nipah Dengan Data Satelit Inderaja dan Pengukuran In-Situ. <http://www.oc.its.ac.id>. 10/07/2008. 6 hal.
- Istiani, S., A. Zatinika dan Suhaimi. 1985. Manfaat dan Pengolahan Rumput Laut. <http://www.rumputlaut.org>. 14/03/2009. 21 hal.
- Juneidi, W. A. 2004. Rumput Laut, Jenis dan Morfologi. <http://www.smkn1nabire.com>. 10/07/2008. 56 hal.
- Kamla, Y. 2006. Pengembangan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) di Kabupaten Kupang Nusa Tenggara Timur. <http://www.damandiri.go.id>. 15/7/2008. 12 hal.
- Khasani, I. 2008. Teknologi Corong Tingkatkan Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Larva Udang Galah Hingga 95 %. <http://www.bsn.or.id>. 23/09/2008. 2 hal.
- Kimball, J. W. 1983. Biologi Edisi Kelima. Institut Pertanian Bogor. Bogor. hal. 173 – 189.
- Kusriningrum, R. 1990. Dasar Perencanaan Percobaan dan Rancangan Acak Lengkap. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga. Surabaya. hal. 1 - 143.

- Latif, I. 2008. Pengaruh Pemberian Pupuk terhadap Pertumbuhan, Produksi dan Kandungan Karagenan Rumput Laut *Kappaphycus striatum*. <http://www.unhas.com>. 20/01/2009. 2 hal.
- Lewmanomont, K. 1995. A Review Paper on The Taxonomy of *Gracilaria* in Asian Countries. <http://www.fao.org>. 12/06/2008. 11 p.
- Landau, M. 1991. Introduction to Aquaculture. Canada. P. 320.
- Lingga, P. dan Marsono. 2007. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya. Jakarta. hal. 8 – 38.
- Lawlor, D. W. 1993. Photosynthesis. 2nd Edition. Longman Group UK Limited. London. p. 9-23.
- Lobban, C. S., D. J. Chapman and B. P. Kremer. 1988. Spectrophotometric and Fluorometric Chlorophyll Analysis. Cambridge University Press. New York. p. 35 – 38.
- Luning, K. 1990. Seaweeds Their Environment, Biogeography and Ecophysiology. John Wiley & Sons. New York. p. 328.
- Mackinney, G. 1941. Absorption of Light by Chlorophyll Solutions. <http://www.jbc.org>. 30/07/2008. 8 p.
- Marindro, 2007. Metode Pengelolaan Kualitas Air Tambak 03 - Pemupukan Air Tambak. <http://www.marindro.blogspot.com>. 18/02/2009. 2 hal.
- Mollet, J.C. M.C. Verduz and H. Morvan. 1995. Improved Protoplast Yield and Cell Wall Regeneration in *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenfuss (Gracilaridae, Rhodophyta). France. p. 2 – 4.
- Mukti, A.T. 2007. Perbandingan Pertumbuhan dan Perkembangan Gonad Ikan Mas *Cyprinus carpio* linn (Diploid dan Tetraploid). Berkala Penelitian Hayati : 13 (27-32). 6 hal.
- Nawawi, G. 2001. Fungsi dan Manfaat Tanah dan Pupuk. <http://www.smk.com>. 10/07/2008. 47 hal.
- Paramandhika, I. D. G. A. 2004. Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Laju Sintasan (*Survival Rate*) Larva Kerapu Macan (*Epenephelus fuscoguttatus*). Institut Teknologi Surabaya. Surabaya. hal. 20 – 21.
- Peni, T. Mardi dan S. Riyanto. 2008. Pupuk Tunggal dan Pupuk Majemuk. <http://www.wikipedia.com>. 08/07/2008. 2 hal.
- Poncomulyo, T., H. Maryani., L. Kristiani. 2006. Budidaya dan Pengolahan Rumput Laut. Agromedia. Jakarta. hal. 14 – 15.
- Pranoto, H., R. Sarjimin. 2000. Penggunaan Microwave Oven Untuk Pengukuran Kadar Air Agregat Dan Beton Kasar. <http://www.petra.com>. 10/08/2008. 2 hal.
- Purwakusuma, W. 2007. Kebutuhan Cahaya. <http://www.O-Fish.com>. 08/07/2008. 2 hal.
- Rahardjo, U. 2003. Klorofil. <http://www.untungsuccess.com>. 10/08/2008. 2 hal.
- Raika, S. V., M. Iima and Y. Fujita. 2001. Effect of Temperature, Salinity and Light Intensity on The Growth of *Gracilaria* spp. (Gracilridae, Rhodophyta) from Japan, Malaysia and India. Japan. p. 4.
- Robi'in. 2007. Perbedaan Bahan Kemasan dan Periode Simpan dan Pengaruhnya Terhadap Kadar Air Benih Jagung dalam Ruang Simpan Terbuka. <http://www.pertanian.com>. 10/08/2008. 9 hal.
- Rosana, N dan Wahopid. 2005. Pola Distribusi Suhu Permukaan Laut dan Sebaran Klorofil a untuk Menentukan Sebaran Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) pada Bulan Juli di Jawa Tengah. Jurnal Perikanan, 2 : 14 – 24 .
- Romimohtarto, K. 1985. Kualitas Air Dalam Budidaya Laut. <http://www.abdulkadirsalam.com>. 01/01/2009. 7 hal.
- Romimohtarto, K. 2007. Kualitas Air Dalam Budidaya Laut. <http://www.abdulkadirsalam.com>. 01/01/2009. 10 hal.
- Sahabuddin dan A. M. Tangko. 2008. Pengaruh Jarak Lokasi Budidaya Dari Garis Pantai Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Karagenin Rumput Laut *Eucheuma cottoni*. Seminar Nasional Kelautan IV, 24 April 2008. Surabaya. 4 hal.
- Secretariat of The Pacific Community. 2007. Seaweed Quality Manual Solomon Islands. A Practical Guide for Seaweed Farmers, Buying Agents, Fisheries Officer and Exporters. <http://www.bluesquid.net>. 20/01/2009. 21 pp.
- Silea, J dan L. Masitha. 2006. Penggunaan Bionik Pada Tanaman Rumput Laut (*Eucheuma* Sp).

- <http://www.perikanan.com>.
10/08/2008. 6 hal.
- Subandi, A. 2007. Metabolisme.
<http://www.aansma1.com>. 10/08/2008.
2 hal.
- Susanto, A. B., Sarjito, A. Djunaedi dan Safuan.
2001. Studi aplikasi Teknik Semprot
Dengan Penambahan Nutrien Dalam
Budidaya Rumput Laut *Gracilaria*
verrucosa (Huds) papenf.
<http://www.pandu.dhs.org>. 10/08/2008.
8 hal.
- Taw, N. 1993. Seaweed (*Gracilaria*) Farming
Trials in Sorsogon, The Philippines.
<http://www.fao.org>. 21/01/2009. 10 hal.
- Tubalawony, S. 2008. Kajian Klorofil A Dan
Nutrien Serta Interelasinya Dengan
Dinamika Mass Air Di Perairan Barat
Sumatera Dan Selatan Jawa Sumbawa
2008. <http://www.wikipedia.com>.
08/07/2008. 2 hal.
- Villares, R., X. Puente and A. Carballeria. 1999.
Nitrogen and Phosphorus in *Ulva* sp in
The Galician Rias Bajas (Northwest
Spain) : Seasonal Fluctuations and
Influence on Growth.
<http://www.ieo.es>. 08/06/2008. 4 pp.
- Widyastuti, T., S.S Dewi dan Haryono. 2007.
Dasar-Dasar Agronomi.
<http://www.fp.elcom.umy.ac.id>.
14/03/2009. 78 hal.
- Yufdy, M.P dan Jumberi, A. Pemanfaatan Hara
Air Laut Untuk Memenuhi Kebutuhan
Tanaman. <http://www.harnesting.com>.
28/01/2009. 10 hal.
- Yuwono, N.W. 2006. Pupuk Fosfor.
<http://www.nasih.ugm.ac.id>.
10/07/2008. 2 hal.