

PERFORMANCE OF SEAWEED GROWTH (*Kappapicus alvarezii*) TISSUE CULTURE RESULTS WITH IMMERSION OF NPK FERTILIZER AND TSP



Sinung Rahardjo^{1,a,*}, Ratna Suharti^{1,b}, Deby Tiara Sandi^{1,c}, Hani Handayani^{2,d}

¹Aquaculture Technology Study Program, Jakarta Technical University of Fisheries Jakarta, Indonesia.

²Aquaculture Departmen, Faculty of Agriculture and Animal Science, University of Muhammadiyah Malang, Indonesia

^asinungrahardjo25@gmail.com ^br_suharti@yahoo.com ^cdebytiara52@gmail.com

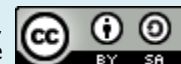
^dhandayani@umm.ac.id

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Keywords: <i>Kappapicus alvarezii</i> Kultur Jaringan Pupuk NPK/TSP Pertumbuhan</p>	<p><i>Kappapicus alvarezii</i> is an important economic commodity of seaweed to be developed in Indonesia. In the context of its development, seeds from tissue culture are needed. The aim of this research is to examine the growth of seaweed by immersing NPK, TSP and combination fertilizers between NPK + TSP on absolute weight, Specific Growth Rate (SGR) and morphological growth including talus length and seaweed talus diameter. This research was conducted from March 2 to May 15, 2020 in the waters of Sumberkencono Village, Wongsorejo Sub-District, Banyuwangi District, East Java. This study uses <i>Kappaphycus alvarezii</i> seaweed seedlings from tissue culture results from the Situbondo Brackish Aquaculture Fisheries Center, and uses treatment fertilizers, namely NPK fertilizer with 15% Nitrogen (N) composition, Phosphate (PO₄) 15%, and Potassium (K) 15% at a dose of 2 g.l⁻¹ and TSP fertilizer with an element composition of Phosphate 18% at a dose of 2 g.l⁻¹, as well as a combination of NPK fertilizer 1 g.l⁻¹ and TSP 1 g.l⁻¹ soaked for 15 minutes and control or without soaking. From the results of the research, obtained weight growth of seaweed by immersing NPK + TSP obtained good growth (Absolute Weight 57.48 grams, SGR 7.21%, thalus length 8.5 cm, diameter 6.52 mm), then NPK treatment (Weight Absolute 37.80 grams, SGR 6.13%, Talus length 8.1 cm, diameter 6.43 mm), TSP treatment (Absolute Weight 31.6 grams, SGR 5.69%, Talus length 7.9 cm, diameter 6.36 mm) followed by control (Absolute Weight 24.8 grams, SGR 5.10%, Talus length 7.6 cm, diameter 6.32 mm).</p>
<p>How to cite:</p>	

Rahardjo S, Suharti R, Sandi D.T, Handayani H. 2022. Performance Of Seaweed Growth (*Kappapicus Alvarezii*) Tissue Culture Results With Immersion of NPK Fertilizer and TSP. *IJOTA*,(.....):
DOI:

Copyright © 2022, Rahardjo *et al.*
This is an open access article under the CC-BY-SA license



1. Introduction

Rumput laut merupakan salah satu komoditas utama budidaya perikanan dengan peluang pasar yang luas, baik pasar lokal maupun internasional (Anggadiredja dkk., 2011). KKP (2015) menyatakan bahwa kondisi rumput laut yang diproduksi di Indonesia belum maksimal. Hal tersebut dapat terlihat dari rendahnya produktivitas rumput laut di Indonesia dengan produktivitas rumput laut kering di Indonesia hanya sebesar 1,14 ton.km⁻¹. Angka tersebut merupakan angka terendah dibandingkan produktivitas di negara lain yang mencapai 4,55 ton/km di kepulauan Solomon dan produktivitas rumput laut sebesar 1,61 ton.km⁻¹ di Tanzania, India dan Filipina. Rendahnya produktivitas rumput laut yang dihasilkan Indonesia diduga disebabkan oleh rendahnya laju pertumbuhan rumput laut. Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi rumput laut yaitu dengan penambahan pupuk. Pemupukan pada tanaman-tanaman yang hidup di perairan masih sangat jarang dilakukan sebab perairan (laut) sebagai media tumbuh dipandang senantiasa memberikan cukup nutrisi bagi pertumbuhan tanaman. akan tetapi dalam rangka meningkatkan produksi tanaman tidak cukup hanya dengan mengandalkan lingkungan yang bersifat alami.

Pupuk merupakan bahan yang mengandung sejumlah nutrisi yang diperlukan bagi tanaman. Pemupukan adalah upaya pemberian nutrisi kepada tanaman guna menunjang kelangsungan hidupnya (Sutejo, 2002). Rumput laut (*K. alvarezii*) sebagai tanaman yang hidup di perairan juga membutuhkan sejumlah nutrisi pada jumlah yang cukup dan seimbang guna mencapai produksi yang optimal. Untuk itu, perlakuan pemupukan pada komoditas ini sangat perlu agar produksi dapat ditingkatkan dari produksi yang biasa dihasilkan pada keadaan alami dan mengantisipasi kendala dalam pertumbuhan rumput laut.

2. Material and methods

2.1 Material

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri sarana pemeliharaan, bibit dan alat ukur kualitas air dan pertumbuhan. Alat yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Spesifikasi	Kegunaan
1	Tali utama	Tali PE Ukuran 10 mm	Sebagai tali bingkai/frame konstruksi
2	Tali ris	Tali PE ukuran 4 mm	Sebagai tali jalur untuk mengikat tali titik
3	Tali titik	Tali PE ukuran 2 mm	Sebagai pengikat bibit rumput laut
4	Tali jangkar	Tali PE ukuran 10 mm	Tali pengikat jangkar pada konstruksi
5	Jangkar	Berat 50kg	Penyangga konstruksi
6	Bambu	Diameter : 10 cm Panjang : 5 m	Sebagai bingkai konstruksi dan pelampung utama
7	Jangka sorong	Merk : Kenmaster Ketelitian 0,02 mm	Mengukur panjang dan diameter talus
8	Timbangan digital	Merk : Quattro FEJ Ketelitian 1 g Kapasitas 5000 g	Menimbang berat
9	Refraktometer	Merk : Atago; Ketelitian : 1 g/l	Mengukur salinitas
10	pH meter	Merk : SCHOTT Insument Ketelitian : 0,01	Mengukur pH
11	<i>Secchi disk</i>	Bentuk : lingkaran Diameter : 30 cm Ketelitian : 5 cm Kapasitas :30 m Bahan : Besi dengan tali PE ukuran 2 mm	Mengukur kecerahan air dan kedalaman
11	Termometer	Merk : Termometer alkohol Ketelitian : 1 °C Kapasitas : 100 °C	Mengukur suhu
13	Testkit	Merk : HACH DR/850 Ketelitian: 0,1 mg/l	Mengukur kandungan nitrat dan fosfat
14	Sikat gigi	Merk : Pepsodent	Membersihkan rumput laut
15	Botol semprot	Volume 0,5 L	Membersihkan rumput laut
16	Botol sampel	Diameter 3 cm; Tinggi 17 cm	Untuk mengambil sampel air

Sementara itu bahan yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Bahan	Spesifikasi	Kegunaan
1	Rumput laut hasil kultur jaringan	Berat : 25 g	Sebagai bahan pengamatan
2	Pupuk NPK	Produksi: PT.Petrokimia Gresik Kandungan : Nitrogen (N) 15% fosfat (P ₂ O ₅) 15% Kalium (K ₂ O) 15%	Sebagai pupuk perlakuan
3	Pupuk TSP	Produksi : PT. Gresik Cipta Sejahtera Kandungan : fosfat (P ₂ O ₅) 18%..	Sebagai pupuk perlakuan

2.2 Method

Penelitian ini menggunakan metode rancangan percobaan rancangan acak lengkap (RAL). Rancangan ini merupakan rancangan untuk percobaan lapangan yang paling sederhana, dengan teknik perancangannya dengan cara acak dan menggunakan tali titik sebagai pembeda antar perlakuan dengan perbedaan warna masing-masing NPK (Biru), NPK+TSP (Hijau), TSP (Orange), Kontrol (Merah). Adapun data pengamatan yang akan dilakukan yaitu performa pertumbuhan yang diamati meliputi Pertumbuhan mutlak, Laju pertumbuhan spesifik dan kesesuaian kualitas air. Kegiatan ini dilakukan menjadi 9 ulangan. Adapun pelaksanaan kegiatan penelitian yaitu :

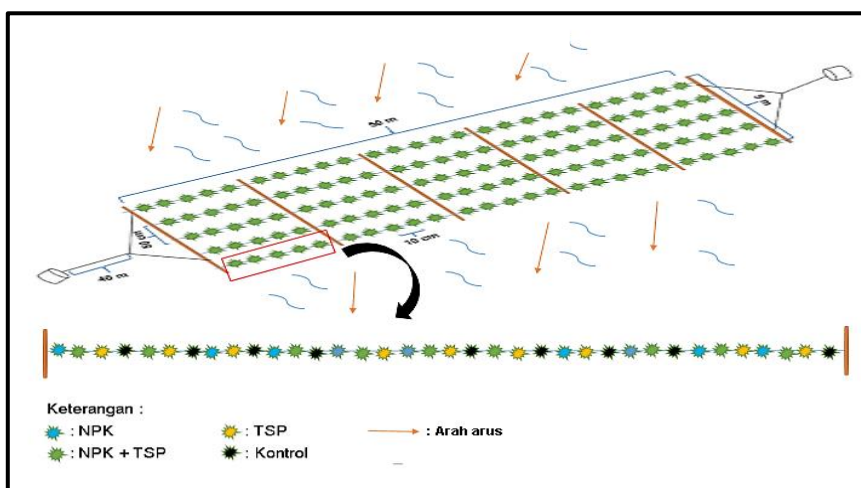
Perlakuan A : Perendaman dengan Pupuk NPK 2 g.l^{-1} (Fendi dkk, 2019)

Perlakuan B : Perendaman dengan Pupuk NPK 1 g.l^{-1} + TSP 1 g.l^{-1}

Perlakuan C : Perendaman dengan Pupuk TSP 2 g.l^{-1} (Abida & Firman, 2010)

Perlakuan D : Tanpa perendaman (Kontrol)

Pupuk dengan dosis yang sesuai perlakuan dilarutkan dalam ember plastik yang berisi 10 L air laut. Bibit rumput laut yang telah disiapkan dimasukkan dan dibiarkan terendam dalam larutan pupuk selama 15 menit. Lama perendaman dilakukan mengacu terhadap penelitian (Aliyas dkk, 2019). Penelitian menggunakan 36 titik rumput laut. Adapun Rancangan Penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Prosedur Kerja

a. Persiapan wadah budidaya dengan metode *Longline*.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam persiapan wadah budidaya metode Longline adalah sebagai berikut : Persiapan metode longline dengan penyusunan tali utama sehingga membentuk segi empat pada setiap sudut dipasang pelampung utama dan penambahan pelampung pembantu di sisi tengah guna untuk mempertahankan ukuran konstruksi. Tali ris bentang diikatkan ke tali utama dengan jarak 100-200 cm. Pada setiap tali ris bentang dipasang tali titik dengan jarak antar titik 20 cm. Setelah itu konstruksi diapungkan dipermukaan air dan ditambatkan dilokasi menggunakan pemberat jangkar dengan panjang tali jangkar 3 kali kedalaman perairan disetiap ujung sudut dan pelampung pembantu.

b. Persiapan bibit rumput laut

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam persiapan bibit rumput laut adalah sebagai berikut : Bibit rumput laut kultur jaringan yang berasal dari unit kultur jaringan BPBAP Situbondo dengan masa adaptasi outdoor minimal 30 hari. Melakukan seleksi bibit dengan kriteria: memiliki cabang yang banyak, tidak terdapat bercak, tidak terdapat tumbuhan penempel (epifit) dan bebas dari penyakit. Melakukan penimbangan bibit dengan perlakuan yang dilakukan. Melakukan

transportasi bibit menggunakan *styrofoam* yang dapat menampung rumput laut. Bibit yang sudah tiba di lokasi, langsung ditebar didalam wadah dengan perlahan agar bibit tidak patah.

c. Perendaman Bibit Rumput Laut

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam perendaman bibit rumput laut adalah sebagai berikut : Perendaman rumput laut dilakukan didalam wadah dimana wadah diisi air laut dan dimasukan dengan masing-masing pupuk perlakuan. Setelah itu bibit dimasukan kedalam ember berisikan air yang sudah diberikan pupuk dengan lama perendaman 15 menit.

d. Pengikatan Bibit Rumput Laut

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pengikatan bibit rumput laut adalah sebagai berikut : Bibit diikat pada tali titik yang berjarak 25-30 cm dengan berat 20 - 50 g setiap titiknya (Fadilah, 2015). Pengikatan bibit dengan cara simpul pita dan sedikit longgar. Pengikatan bibit dilakukan didarat dan bibit dijaga dalam keadaan basah atau lembab

e. Perawatan Rumput Laut

Adapun langkah-langkah yang dilakukan selama perawatan rumput laut adalah sebagai berikut : Mengontrol rumput laut setiap hari untuk membersihkan rumput laut dari kotoran. Mengontrol kondisi wadah budidaya rumput laut yang kendur maupun jaring yang bolong. Mengontrol rumput laut yang patah maupun yang terkena penyakit. Menjaga kebersihan rumput laut dari benda lain (lumpur dan kotoran) yang menempel perlu diperhatikan dan mengatasi serangan bulu babi dengan cara mengambil dan membuangnya.

f. Monitoring Kualitas Air

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam memonitoring kualitas air adalah sebagai berikut : pengukuran kualitas air dilakukan rutin setiap hari, dua kali sehari yaitu pagi (08.00) dan siang (12.00) dengan parameter yang diamati yaitu suhu, kecerahan, salinitas, pH, dan Kecepatan arus. Adapun metode pengukuran kualitas air yaitu sebagai berikut :

- Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer alkohol.
- Kecerahan diukur dengan *secchi disk*. Pengukuran salinitas dilakukan dengan menggunakan refraktometer.
- Kecepatan arus diukur dengan alat *current drougue* . Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan *schott instruments*.
- Pengukuran nitrat dan fosfat menggunakan alat HACH Colorimeter DR/850.

g. Monitoring Pertumbuhan

Sampling dilakukan setiap 7 hari sekali dengan cara mengambil sampel 10% dari total rumput laut, Adapun sampling dilakukan dengan cara menimbang rumpun rumput laut, menghitung thallus dan mengukur diameter thallus dengan menggunakan jangka sorong. Mencatat hasil pengukuran dengan form yang sesuai dengan parameter pengukuran.

2.3 Analysis Data

a. Bobot Mutlak

Untuk menghitung pertumbuhan mutlak dapat menggunakan rumus (Effendie, 2000 dalam Pratama dkk., 2017)

$$G = W_t - W_o$$

dimana G = Pertumbuhan Mutlak (g), W_o = Berat bibit awal (g), W_t = Berat bibit pada hari ke-t (g)

b. Laju Pertumbuhan Harian

Laju pertumbuhan harian atau (*Specific Growth Rate*). Untuk menghitung Laju pertumbuhan harian dapat menggunakan rumus menurut Fogg (1975) dalam Fikri dkk (2015) :

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t} \times 100\%$$

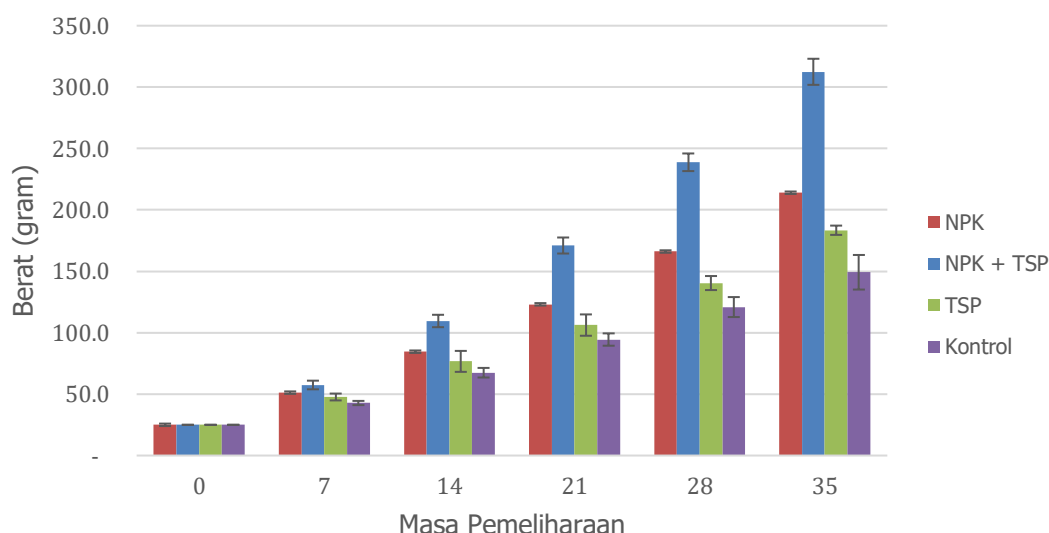
dimana SGR = Pertumbuhan spesifik harian (%), W_o = Berat bibit awal (g), W_t = Berat bibit pada hari ke-t (g), t = Lama waktu pemeliharaan (hari).

Data dianalisis menggunakan aplikasi *software* IBM SPSS Statistic version 22 dengan metode analisis One Way Anova dan dilanjutkan oleh uji Duncan yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan yang nyata bobot penanaman terhadap pertumbuhan rumput laut *K. alvarezii* hasil kultur jaringan. Selain itu data kualitas air dianalisis menggunakan analisis deskriptif, yaitu dengan membandingkan dengan SNI 7672 : 2011 ataupun literatur kualitas air budidaya rumput laut.

3. Results and Discussion

3.1. Bobot mutlak rumput laut

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan (A) perendaman dengan NPK diperoleh bobot mutlak berkisar antara 26,22 – 47,89 gram, untuk perlakuan (B) perendaman dengan NPK + TSP menghasilkan bobot mutlak berkisar antara 32,44 – 71,44 gram, dan pada perlakuan (C) perendaman dengan TSP 22,67 – 43 gram sedangkan Kontrol menghasilkan bobot mutlak berkisar 17,78 – 28,33 gram. Kecenderungan pertumbuhan bobot mutlak tertinggi diperoleh pada perlakuan NPK+TSP, dilanjutkan dengan perlakuan NPK, disusul dengan perlakuan TSP dan yang terendah yaitu Kontrol. Adapun bobot mutlak rumput laut disetiap sampling dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bobot Mutlak Rumput Laut

Berdasarkan Gambar 2, didapatkan bahwa bobot mutlak rumput laut setiap sampling dari masing-masing perlakuan relatif meningkat. Hal ini sesuai oleh pendapat Amiluddin (2017) bahwa secara umum bobot basah rumput laut pada kondisi yang normal dari waktu ke waktu terus mengalami peningkatan dan secara nyata dimulai pada minggu kedua hingga panen. Peningkatan bobot mutlak rumput laut cenderung berbeda disetiap perlakuan. Perbedaan pertumbuhan bobot rumput laut tersebut disebabkan oleh ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan bagi pertumbuhan

rumpun laut. Pada perlakuan D (Kontrol) bobot mutlak rumput laut relatif lebih rendah dari perlakuan dengan perendaman pupuk. Hal ini diduga akibat unsur hara yang digunakan diperoleh hanya dari lingkungan, sementara pada perlakuan A (NPK), B (NPK+TSP) dan perlakuan C (TSP), unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan selain diperoleh dari lingkungan, juga diperoleh dari perlakuan pemupukan. Hal ini didukung dengan pendapat Umasugi & Abdussabar (2019) bahwa jika tanaman diberi pupuk, maka unsur hara yang dibutuhkan oleh rumput laut tersedia optimal, sehingga dapat membantu dalam pertumbuhan yang menyebabkan sel semakin bertambah dan menyebabkan bobot rumput laut meningkat. Persentase peningkatan bobot mutlak rumput laut dengan perlakuan TSP (43,00 gram) yaitu meningkat 51,78% dibandingkan dengan kontrol (28,33 gram), meningkat 69,04% dari perlakuan NPK (47,89 gram) dan perolehan peningkatan bobot tertinggi yaitu NPK + TSP (73,67 gram) dengan persentase peningkatan 160% dari kontrol.

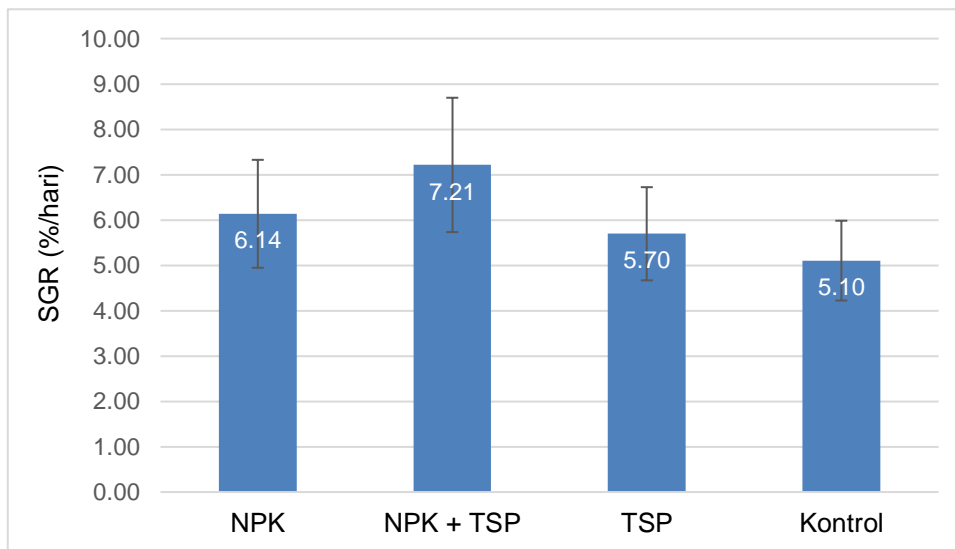
Pada perlakuan dengan parameter bobot mutlak dilakukan uji hasil penghitungan ANOVA perlakuan perendaman rumput laut dengan menggunakan pupuk NPK, kombinasi antara pupuk NPK+TSP dan pupuk TSP serta tanpa perendaman pupuk, masing-masing berbeda signifikan ($p < 0,05$) terhadap bobot mutlak. Hasil tersebut dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan yang menunjukkan bahwa pertumbuhan berat harian rumput laut terbaik yaitu pada perlakuan B (NPK+TSP) yang berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan perlakuan A (NPK), C (TSP), dan D (tanpa pupuk). Pertumbuhan rata-rata berat terendah pada perlakuan D (tanpa pupuk). Hasil tersebut dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan untuk menunjukkan perbedaan nyata terkecil terhadap bobot mutlak rumput laut terbaik. Dari hasil uji nyata terkecil (Duncan), bobot mutlak rumput laut terdapat perbedaan nyata antara masing-masing perlakuan dan kontrol. Dengan perolehan unggul NPK+TSP (57,48 g), NPK (37,80 g), TSP (31,69 g), Kontrol (24,844 g).

Pupuk mengandung unsur hara yang merupakan nutrisi yang sangat penting bagi tumbuhan, termasuk rumput laut. Rumput laut memperoleh unsur hara melalui proses difusi pada seluruh permukaan batang atau thalusnya. Unsur hara tersebut digunakan rumput laut sebagai bahan baku proses fotosintesis yang kemudian dipakai untuk membentuk jaringan tubuhnya sehingga terjadi pertumbuhan. Maka dari itu rumput laut sangat memerlukan nutrisi untuk pertumbuhan. Selain itu, rumput laut membutuhkan macam-macam komposisi nutrisi untuk melakukan pertumbuhan seperti makronutrien seperti N & P (Harrison & Hurd, 2001). Rumput laut diduga berhasil menyerap unsur hara yang terdapat pada larutan pupuk saat dilakukan perendaman. Dibuktikan dengan perbedaan pertumbuhan rumput laut dengan perendaman pupuk dan tidak dengan perlakuan perendaman pupuk. Rumput laut yang diberikan perlakuan perendaman maka unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan rumput laut tersedia dalam jumlah yang optimal karena adanya tambahan unsur hara yang terkandung dalam pupuk selain yang diperoleh dari alam. Kesuburan rumput laut juga dipengaruhi oleh kandungan nitrat, fosfat (Majid, 2018), dan kandungan Kalium (Harrison & Hurd, 2001). Nitrogen (N) berperan dalam merangsang pertumbuhan, dimana kekurangan N dapat menghambat adanya pertumbuhan karena dapat memperlambat proses fotosintesis. Sedangkan fosfat (P) berperan penting pada tanaman sebagai faktor pembatas dalam proses fotosintesis, dimana jika kekurangan unsur fosfat dapat menyebabkan pertumbuhan kerdil, jumlah tunas sedikit dan lambatnya pertumbuhan (Kushartono dkk., 2009). Selain itu, fosfat dapat berperan dalam meningkatkan aktifitas tanaman untuk proses metabolisme (Majid, 2018). Serta kalium (K) digunakan oleh sel-sel tanaman selama proses asimilasi energi yang dihasilkan oleh proses fotosintesis (Kushartono dkk., 2012; Setiaji dkk., 2012). Sedangkan pada perlakuan D tanpa perendaman pupuk, unsur hara yang diperoleh semata-mata berasal dari unsur-unsur yang larut dalam perairan, sehingga pertumbuhan rumput laut bergantung sepenuhnya pada kesuburan perairan.

Perbedaan bobot mutlak pada rumput laut pada setiap perlakuan perendaman, diduga karena perbedaan kandungan nutrisi yang diserap oleh rumput laut ketika proses perendaman. Nilai bobot mutlak yang tertinggi yaitu diperoleh oleh rumput laut yang direndam oleh kombinasi pupuk NPK+TSP dimana rumput laut menyerap komponen nutrisi yang lengkap dan seimbang unsur haranya seperti N, P dan K untuk pertumbuhan rumput laut dibandingkan perlakuan perendaman hanya dengan pupuk NPK atau pupuk TSP.

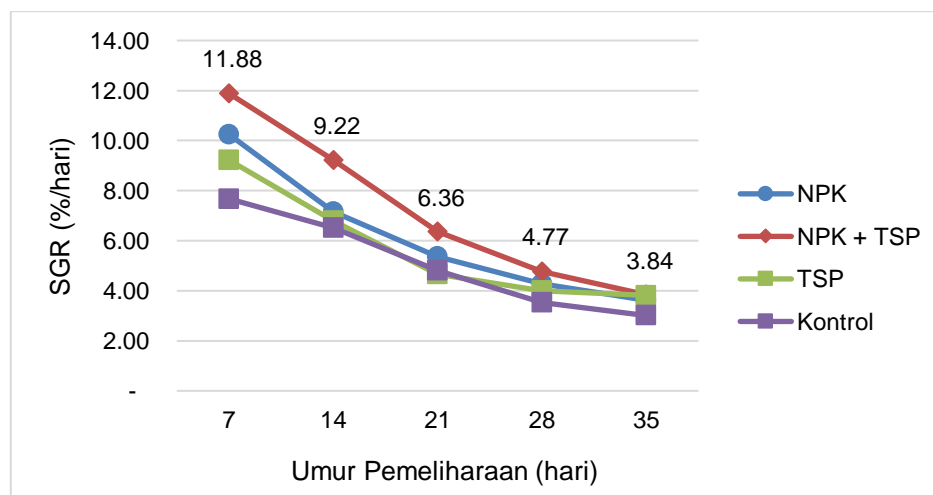
3.2. Spesifik Growth Rate

Laju pertumbuhan spesifik rumput laut setiap perlakuan, disajikan selama sampling pengamatan pertumbuhan rumput laut, Adapun kisaran SGR yang diperoleh pada perlakuan (A) perendaman dengan pupuk NPK berkisar antara 3,62 – 10,25%. Pada perlakuan (B) perendaman dengan pupuk kombinasi NPK+TSP diperoleh nilai SGR yaitu 3,71 – 11,88%. SGR pada perlakuan (C) perendaman dengan pupuk TSP diperoleh 3,82 – 9,22% %/hari serta SGR yang diperoleh pada rumput laut kontrol atau tanpa perlakuan yaitu 3,54 – 9,76%. Kecenderungan SGR tertinggi diperoleh pada perlakuan NPK+TSP, dilanjutkan dengan perlakuan NPK, disusul dengan perlakuan TSP dan yang terendah yaitu Kontrol. Adapun laju pertumbuhan spesifik yang diamati dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai SGR Rumput Laut

Terjadinya perbedaan laju pertumbuhan spesifik dimasing-masing perlakuan diduga akibat perlakuan perendaman dengan menggunakan pupuk yang diberikan pada setiap perlakuan sudah terserap dan digunakan rumput laut untuk menumbuhkan jaringan baru. Namun pada rumput laut yang tidak diberi perlakuan, SGR relatif rendah akibat tidak adanya perlakuan perendaman pupuk yang menyebabkan tidak adanya penyerapan unsur hara tambahan dan hanya mengandalkan unsur hara dari lingkungan perairan.



Gambar 4. Nilai SGR Rumput Laut

Hasil SGR yang didapatkan cenderung berbeda disetiap pertumbuhan dan pada setiap sampling pertumbuhan masing-masing rumput laut cenderung menggambarkan grafik menurun. Penurunan laju pertumbuhan spesifik diduga akibat cepatnya terjadi kejenuhan pembelahan sel. Rumput laut yang telah mengalami proses adaptasi terhadap penyerapan unsur hara yang berasal dari perendaman pupuk maupun tanpa perendaman masing-masing mengalami fase pertumbuhan yang cepat dan kemudian terjadi penurunan kemampuan pertumbuhan sel menyebabkan pertumbuhan lambat. Hal ini didukung oleh pernyataan Asni (2015), bahwa pertumbuhan rumput laut akan meningkat sampai suatu saat pertumbuhan tersebut terhenti. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan dan pembesaran sel sudah sampai pada batas tertinggi pada kondisi optimumnya yang menyebabkan pertumbuhan menjadi lambat. Selain itu SGR pada rumput laut diduga karena sudah terjadinya pengurangan nutrisi dari proses pemupukan hal ini diduga bahwa nutrisi sudah terpakai untuk pertumbuhan. Hal ini dilihat pada grafik SGR yang sudah semakin menurun, diduga pada sampling ke-4 kandungan cadangan nutrisi dari pemupukan sudah berkurang.

Hasil penghitungan ANOVA perlakuan perendaman rumput laut dengan menggunakan pupuk NPK, kombinasi antara pupuk NPK+TSP dan pupuk TSP serta tanpa perendaman pupuk, masing-masing berbeda signifikan ($p < 0,05$) terhadap SGR. Hasil tersebut dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan yang menunjukkan bahwa pertumbuhan berat harian rumput laut terbaik yaitu pada perlakuan B (NPK+TSP) yang berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan perlakuan A (NPK), C (TSP), dan D (tanpa pupuk). Pertumbuhan rata-rata berat terendah pada perlakuan D (tanpa pupuk).

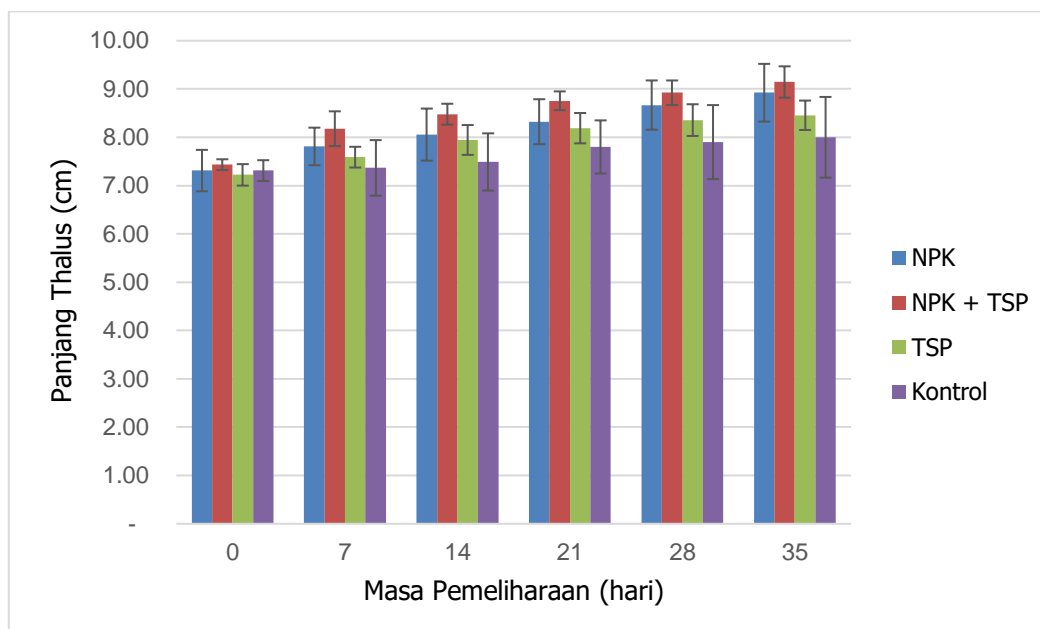
Dari hasil uji nyata terkecil (Duncan), SGR rumput laut terdapat perbedaan nyata yaitu pada perlakuan NPK+TSP dan perlakuan NPK. Namun pada perlakuan TSP dengan kontrol tidak terdapat perbedaan nyata. Hal tersebut terbukti pada grafik, dimana grafik SGR antara perlakuan TSP dengan Kontrol berhimpitan. Hal ini diduga bahwa SGR antara kontrol dengan perlakuan TSP tidak berbeda jauh. Hal tersebut diduga bahwa pertumbuhan TSP cenderung lambat karena pada perendaman TSP, nutrisi seperti Nitrogen tidak terkandung didalamnya. Hal tersebut membuat perolehan nitrogen hanya diperoleh dari perairan dimana kandungan Nitrogen sangat terbatas di perairan. Maka dari itu pertumbuhan rumput laut terhambat.

3.3. Morfologi Rumput Laut

Adapun morfologi rumput laut yang diamati meliputi panjang thallus dan diameter thallus.

a. Panjang Thallus

Untuk melakukan pengamatan pertumbuhan panjang thallus dilakukan dengan pengukuran panjang thallus utama. Diperoleh rata-rata panjang thallus pada awal penebaran atau pengamatan ke-1 yaitu dengan kisaran 7,2 – 7,4 cm. Pada pengamatan ke-2 hingga panen panjang thallus cenderung meningkat, dimana rata-rata panjang thallus utama pada pengamatan ke-6 diperoleh thallus utama yang lebih panjang yaitu pada perlakuan NPK + TSP (9,2 cm), NPK (8,9 cm), TSP (8,5 cm) dan tanpa perlakuan (8,0 cm). Adapun pertumbuhan panjang thallus utama setiap pengamatan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Panjang Thalrus Rumput Laut

Hasil pengukuran panjang thallus utama pada minggu pertama mengalami percepatan pertumbuhan. Pertumbuhan semakin pesat hingga pada minggu ke-4 dan cenderung melambat disetiap perlakuan yaitu pada minggu ke-5. Pertumbuhan panjang thallus pada rumput laut cenderung cepat dengan perubahan panjang thallus yang semakin meningkat. Kenaikan pertumbuhan panjang thallus yang meningkat menunjukkan pertumbuhan rumput laut sudah memasuki tahap perpanjangan sel, karena tersedianya unsur hara yang cukup untuk pertumbuhan. Hal ini berkaitan dengan peranan fosfat sebagai sumber nutrisi bagi pertumbuhan rumput laut. Fosfat mudah terurai dan diserap tumbuhan, sehingga mampu merangsang percepatan pertumbuhan thallus dan memperkuat thallus muda menjadi thallus dewasa. Hal ini sesuai dengan pendapat Sari dkk. (2012) bahwa fosfat merupakan sumber nutrisi yang mampu merangsang percepatan pertumbuhan panjang thallus. Namun pada pengamatan minggu terakhir, terjadinya perlambatan terhadap pertumbuhan panjang thallus utama tersebut diduga disebabkan oleh pertumbuhan thallus utama yang telah mencapai maksimum, pertumbuhan rumput laut lebih condong untuk memperluas dan memperbanyak thallus baru yang tumbuh di cabang thallus utama sehingga terjadi perubahan bobot yang lebih menonjol ketimbang perubahan panjang thallus. Hal ini sesuai dengan pernyataan Salisbury dan Ross (1992), bahwa pertumbuhan jaringan muda lebih diarahkan kepada pembelahan dan pembesaran sel.

Perbedaan pertumbuhan panjang thalus antar perlakuan diduga karena dilakukannya perlakuan perendaman dengan pupuk yang berbeda dimana nutrisi dapat diserap oleh thallus dan dipergunakan untuk pertumbuhan. Salah satu nutrisi yang dapat mendorong percepatan panjang thallus yaitu fosfat. Adapun hasil uji kandungan fosfat pada setiap pupuk perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji kandungan fosfat pupuk perlakuan

Kandungan Fosfat pada larutan pupuk (mg.l^{-1})		
NPK	NPK + TSP	TSP
2,2	3,4	0,62

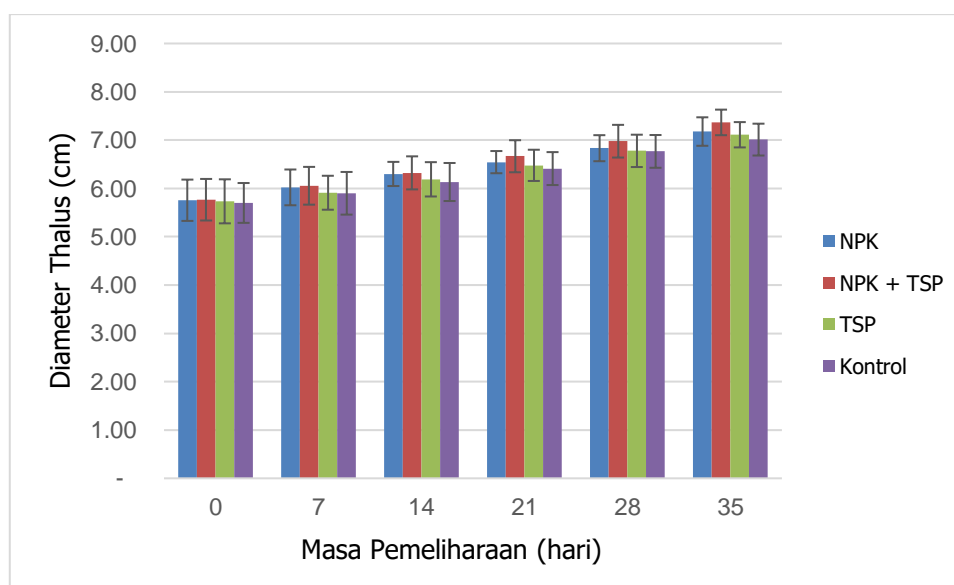
Dari hasil uji kandungan fosfat terhadap pupuk yang digunakan sebagai perlakuan, diindikasikan bahwa perlakuan perendaman dengan menggunakan pupuk NPK+TSP mengandung fosfat tertinggi yaitu 3,4 mg/l , disusul oleh perlakuan pupuk NPK 2,2 mg.l^{-1} dan TSP 0,62 mg.l^{-1} .

Hal ini terbukti oleh pertumbuhan panjang thallus yang diperoleh selama penelitian yaitu perolehan panjang thallus tertinggi pada perlakuan perendaman pemupukan dengan NPK+TSP, disusul dengan perendaman NPK dan perendaman TSP dan pertumbuhan panjang thallus terendah yaitu tanpa perlakuan, hal ini disebabkan bahwa nutrisi yang diterima oleh thallus rumput laut hanya diperoleh dari perairan yang dimana fosfat merupakan mikronutrien yang keberadaannya terbatas di perairan.

Dari hasil penghitungan ANOVA pertumbuhan panjang thallus terhadap perlakuan perendaman rumput laut dengan menggunakan pupuk NPK, kombinasi antara pupuk NPK+TSP dan pupuk TSP serta tanpa perendaman pupuk, masing-masing tidak terdapat perbedaan secara signifikan ($p < 0,05$) dimana nilai probabilitas $0,64 > 0,05$ terhadap panjang thallus. Hasil uji nyata terkecil (Duncan), pertumbuhan thallus rumput laut kontrol (tanpa perlakuan) berbeda nyata terhadap panjang thallus rumput laut dengan masing-masing perlakuan perendaman. Namun pada perlakuan perendaman dengan pupuk NPK dan TSP tidak berbeda nyata terhadap panjang thallus utama, demikian dengan perlakuan perendaman dengan NPK+TSP dimana terdapat perbedaan nyata dengan perlakuan pemberian pupuk NPK, TSP dan Kontrol (tanpa perlakuan). Hal tersebut terbukti dengan pertumbuhan panjang thallus utama dengan grafik meningkat, namun terjadi perbedaan tingkat pertumbuhan dimana diduga karena dilakukannya perlakuan perendaman terhadap rumput laut sebelum dilakukannya penanaman.

Diameter Thallus

Diperoleh rata-rata diameter thallus pada awal penebaran atau pengamatan ke-1 yaitu dengan kisaran 5,70 – 5,77 mm. Pada pengamatan ke-2 hingga panen panjang thallus cenderung meningkat, dimana rata-rata diameter thallus utama pada pengamatan ke-6 diperoleh diameter thallus utama yang terbaik yaitu pada perlakuan NPK + TSP (7,37 mm), NPK (7,18 mm), TSP (7,11 mm) dan tanpa perlakuan (7,01 mm). Adapun pertumbuhan diameter thallus utama setiap pengamatan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diameter Thallus

Dari hasil pengukuran panjang thallus utama pada minggu pertama mengalami pertumbuhan namun percepatan pertumbuhan lebih pada pengukuran ke-4 dan ke-5. Pada minggu pertama rumput laut cenderung lebih fokus untuk memanjangkan *thallus* utama. Hal ini sesuai dengan pendapat Rozaki dkk., (2013). Pada awal pemeliharaan sel pada rumput laut diduga memfokuskan untuk melakukan perpanjangan sel hal ini berhubungan dengan bertambah panjangnya thallus utama. Namun pada minggu ke-5 dan ke-6 saat mendekati panen, pertumbuhan diameter rumput laut relatif cepat. Hal ini diduga bahwa sel pada rumput laut melakukan pertumbuhan merata ke bobot rumput laut. Dimana terjadinya perbesaran diameter thallus utama dan untuk pertumbuhan percabangan. Sehingga akan terjadi perubahan bobot yang lebih menonjol ketimbang panjang

thallus. Hal ini sesuai dengan pendapat Kasim & Asnani., (2016) bahwa pertumbuhan pada minggu ke-4 hingga panen, pertumbuhan rumput laut lebih dominan ke pertumbuhan bobot dan penambahan diameter.

Perbedaan perolehan diameter thallus terhadap masing-masing perlakuan diduga karena pengaruh perlakuan perendaman pupuk. Adapun kandungan nutrisi yang berperan dalam perbesaran diameter yaitu nitrogen dan fosfat. Nitrat dan fosfat menjadi kunci dalam pertumbuhan rumput laut sedangkan nitrogen merupakan faktor pembatas utama nutrisi untuk pertumbuhannya. Fosfat juga salah satu nutrisi penting dalam penyusunan formasi biomolekul seperti asam amino, protein, dan fosfolipid. Namun demikian, peran yang paling penting adalah transfer energi yang difasilitasi oleh ATP dan komponen energi tinggi lainnya dalam proses fotosintesis dan respirasi. Kadar fosfat yang tinggi dapat memacu laju pertumbuhan rumput laut dan meningkatkan produksi karaginan (Martins *et al.*, 2011).

Dari hasil uji fosfat yang terkandung pada setiap perlakuan pupuk, fosfat tertinggi diperoleh oleh pupuk NPK+TSP ($3,4 \text{ mg.l}^{-1}$), pupuk NPK ($2,2 \text{ mg.l}^{-1}$) dan TSP ($0,62 \text{ mg.l}^{-1}$). sedangkan untuk kandungan nitrogen disetiap pupuk, pada label kemasan pupuk tertera kandungan nitrogen, dimana pada pupuk NPK (15%) namun pada pupuk TSP, tidak terdapat kandungan Nitrogen namun unsur yang terkandung pada pupuk TSP terdapat kandungan fosfat yang menyebabkan diameter thallus pada perlakuan pemupukan dengan pupuk TSP masih lebih unggul dari kontrol (tanpa perendaman). Dari hasil pertumbuhan diameter thallus lebih cepat pada perlakuan dengan pemupukan NPK+TSP hal ini diduga bahwa kandungan nutrisi pada pupuk kombinasi lebih lengkap dan memacu pertumbuhan diameter thallus, disusul dengan perlakuan pemupukan NPK dimana nutrisi yang terkandung cukup untuk perkembangan diameter thallus.

hasil penghitungan ANOVA diameter thallus terhadap perlakuan perendaman rumput laut dengan menggunakan pupuk NPK, kombinasi antara pupuk NPK+TSP dan pupuk TSP serta tanpa perendaman pupuk, masing-masing tidak terdapat perbedaan secara signifikan ($p < 0,05$) dimana nilai probabilitas $0,915 > 0,05$ terhadap panjang thallus. Hasil tersebut dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan untuk menunjukkan perbedaan nyata terkecil terhadap diameter thallus utama rumput laut terbaik. Hasil uji nyata terkecil (Duncan), diameter thallus rumput laut tidak berbeda nyata antara masing-masing perlakuan dan kontrol. Maka dari itu pertumbuhan bobot diperkirakan disebabkan oleh pertumbuhan panjang thallus dengan pertumbuhan percabangan thallus yang rimbun. Adapun perbedaan penampakan sampel rumput laut setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 7.

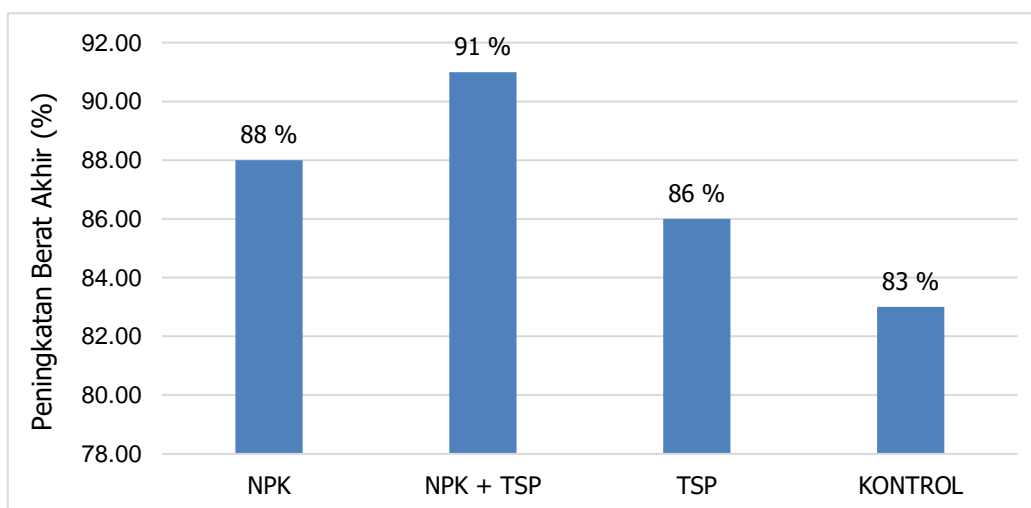


Gambar 7 . Pertumbuhan rumput laut : (a) Sampling 1 (7 hari), (b) Sampling 2 (14 hari), (c) Sampling 3 (21 hari), (d) Sampling 4 (28 hari)

Berdasarkan penampakan rumput laut persampling, terdapat perbedaan penampakan persamplingnya. Antara samplin-1 dan sampling ke-2 dimana terdapat perbedaan panjang yang relatif tampak sedangkan pada sampling ke-3 dan ke-4, masing-masing rumput laut lebih rimbun. Dimana pertumbuhan bobot diduga disebabkan oleh pertumbuhan panjang thallus dan kerimbunan cabang pada masing-masing rumput laut.

Panen

Proses penanaman rumput laut yaituhingga usia pemeliharaan 35 hari dengan perolehan rata-rata pertumbuhan berat rumput laut dengan per Adapun rumput laut yang dipanen, selanjutnya dilakukan penimbangan akhir, adapun persentasi pertumbuhan rumput laut akhir dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Persentase Peningkatan Berat Rumput Laut Saat Panen

Diperoleh rata-rata perolehan panen dengan masing-masing penebaran bibit rumput laut 25 gram diperoleh pertumbuhan panen tertinggi yaitu pada perlakuan NPK+TSP (312 gram), NPK (214 gram;), TSP (183 gram;) dan Kontrol (149 gram; 83%). Hal tersebut membuktikan bahwa pertumbuhan pada perlakuan NPK+TSP lebih baik dari setiap perlakuan dengan perolehan jumlah panen tertinggi. Adapun persentasi pertumbuhan dari awal tebar yang diperoleh masing-masing perlakuan yaitu NPK+TSP 91% , NPK 88% dan TSP 86%.

4. Conclusion

Perlakuan perendaman rumput laut dengan menggunakan pupuk NPK dan TSP serta dengan perendaman pupuk kombinasi NPK+TSP berpengaruh nyata terhadap bobot mutlak dengan rata-rata bobot mutlak masing-masing berturut sesuai dengan perlakuan terbaik yaitu : NPK+TSP (57,48 g), NPK (37,80 g), TSP (31,69 g), Kontrol (24,844 g). Perlakuan perendaman juga berpengaruh nyata terhadap SGR namun pada uji beda nyata terkecil dengan Duncan perlakuan TSP tidak berbeda nyata dengan kontrol dengan rata-rata SGR masing-masing berturut sesuai dengan perlakuan terbaik yaitu : NPK+TSP (7.21%), NPK (6,13%), TSP (5,69%) dan Kontrol (5,10%). Namun perlakuan perendaman rumput laut dengan menggunakan pupuk NPK dan TSP serta dengan perendaman pupuk kombinasi NPK+TSP tidak berpengaruh nyata terhadap Panjang dan Diameter.

5. Acknowledgement

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Balai Budidaya Air Payau Situbondo yang telah memberikan bantuan dalam penyediaan bibit rumput laut *Kappapicus alvarezii* hasil kultur jaringan dan Ibu Wiwin Mukti yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian di Kelompok budidaya rumput Laut di Desa Sumberkencono, Kec. Wongsorejo, Kab. Banyuwangi.

References

- Andi Parenrengi, Mat Fahrur, Makmur, dan Sri Redjeki Hesti Mulyaningrum. 2016. Seleksi Rumput Laut *Kappaphycus Striatum* Dalam Upaya Peningkatan Laju Pertumbuhan Bibit Untuk Budidaya. *Jurnal Riset Akuakultur* 11 (3), 235-248.
- Anggadiredja, T., Widodo, M.A., Arafah, A., Zatinika, A., Kusnowirjono, S., Indrayani, I., Makmun, D., Samila., & Hadi, S. 2011. *Kajian strategi pengembangan industri rumput laut dan pemanfaatannya secara berkelanjutan*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). Asosiasi Petani dan Pengelola Rumput Laut Indonesia (ASPPERLI) dan Indonesia Seaweed Society (ISS).
- Harrison, P.J. and C.L. Hurd, 2001. Nutrient physiology of seaweeds: Application of concepts to aquaculture. *Cah. Biol. Mar.*, 42: 71-82.
- Kasim, M & Asnani. 2012. Penentuan musim reproduksi generative dan preferensi perekatan spora rumput laut *Euचेuma cottoni*. *Ilmu Kelautan*, 17 (4) (2012), pp. 209-216 (in Indonesian)
- KKP. 2015. *Analisis Data Pokok Kementerian Kelautan dan Perikanan*. Pusat Data, Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan
- Kushartono, E. W., Suryono, & MR, E. S. (2009). Aplikasi Perbedaan Komposisi N, P dan K pada Budidaya *Euचेuma cottonii* di Perairan Teluk Awur, Jepara. *Ilmu Kelautan*, 14 (3), 164–169
- Majid A., 2018. Pertumbuhan Rumput Laut (*Euचेuma Cottonii*) Pada Kedalaman Yang Berbeda Di Teluk Ekas, Kecamatan Jerowaru, Lombok Timur Seaweed Growth. Universitas Mataram
- Martins, A.P., Junior, O.N., Colepicolo, P., & Yokoya, N.S. (2011). Effects of Nitrate and Phosphate Availabilities on Growth, Photosynthesis and Pigment and Protein Contents in Colour Strains of *Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacqu.) J.V. Lamour. (*Gigartinales, Rhodophyta*). *Rev. Bras. Farmacogn.*, 21(2), 1-18
- Pratama, B. Jonata, Yayuk Nurmiaty dan Niar Nurmauli. 2017. Pengaruh Dosis Pupuk NPK Majemuk Susulan Saat Awal Berbunga (R1) pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* Vol. 17 (2): 138-144
- Salisbury, F. B. and C. W. Ross. 1992. *Plant Physiology*. Wadsworth Publ. Co, USA. 432p.
- Setiaji, K., Gunawan Widi Santosa dan Sunaryo. 2012. Pengaruh Penambahan NPK Dan Urea Pada Media Air Pemeliharaan Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut *Caulerpa racemosa* var. *uvifera*. *Journal of Marine Research*, vol. 1, no. 2, pp. 45-50.
- Sutedjo, M.M., 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Jakarta : Rineka Cipta. Amiluddin (2017)
- Umasugi & Abdussabar (2019). Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Dengan Konsentrasi Yang Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan Rumput Laut (*Euचेuma cottonii*) di Perairan Desa Batuboy Kecamatan Namlea. *Jurnal Agribisnis Perikanan* 2 (2), 291-298.