

**PEMANFAATAN LIMBAH BUDIDAYA IKAN BAWAL BINTANG *Trachinotus blochii* (Lacepede, 1801) DAN BONGGOL PISANG *Musa paradisiaca* L. var. *sapientum* SEBAGAI PUPUK UNTUK MEDIA PEMELIHARAAN RUMPUT LAUT *Kappaphycus alvarezii* (Doty, 1985) SECARA *IN VITRO***

(Skripsi)

Oleh

**PUTRI YULIA  
1514111082**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

## ABSTRACT

**THE UTILIZATION OF POMPANO FISH *Trachinotus blochii* (Lacepede, 1801) REARING WASTE AND BANANA HUMP *Musa paradisiacal* L. var. *sapientum* AS FERTILIZER FOR SEAWEED *Kappaphycus alvarezii* (Doty, 1985) CULTURED *IN VITRO***

By

**PUTRI YULIA**

Generally, fertilizers for seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) cultivation are chemical fertilizers, such as PES (provasoli enriched seawater), which are expensive. Liquid organic fertilizer (LOF) from pompano fish (*Trachinotus blochii*) rearing waste and banana hump (*Musa paradisiaca* L. var. *sapientum*) can be an alternative to substitute PES. The fermentation of waste from pompano fish rearing added by banana hump can be used as an organic liquid fertilizer for seaweed because it has high nutrition. The purpose of this research was to study the effect of liquid organic fertilizer (LOF) from pompano fish waste and banana hump on seaweed growth and compared it to the growth of seaweed using PES fertilizer *in vitro*. The experiment used a completely randomized design that had 4 treatments (PES in a concentration of 20 ml/l, LOF in the concentration of 1.75, 3.50, and 7.00 ml/l) equipped with 3 replications each. The seaweed parameters measured included growth in length and weight, thallus diameter, and specific growth rate, then analyzed using analysis of variance. The results showed that the effect of PES and LOF in various concentrations was not significantly different ( $P > 0.05$ ) on the growth of length and weight, thallus diameter, and specific growth rate so that this LOF could be applied to seaweed cultivation *in vitro* and substituting PES.

**Keywords:** *Pompano fish rearing waste, banana hump, liquid organic fertilizer, Kappaphycus alvarezii seaweed*

## ABSTRAK

### PEMANFAATAN LIMBAH BUDIDAYA IKAN BAWAL BINTANG *Trachinotus blochii* (Lacepede, 1801) DAN BONGGOL PISANG *Musa paradisiaca* L. var. *sapientum* SEBAGAI PUPUK UNTUK MEDIA PEMELIHARAAN RUMPUT LAUT *Kappaphycus alvarezii* (Doty, 1985) SECARA *IN VITRO*

Oleh

PUTRI YULIA

Pada umumnya pupuk untuk budidaya rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) adalah pupuk kimia, seperti PES (*Provasoli Enriched Seawater*), yang harganya relatif mahal. Pupuk organik cair dari limbah budidaya ikan bawal bintang (*Trachinotus blochii*) dan bonggol pisang (*Musa paradisiaca* L. var. *sapientum*) dapat menjadi alternatif pengganti PES. Fermentasi dari limbah budidaya ikan bawal bintang yang ditambahkan bonggol pisang dapat digunakan sebagai pupuk cair organik untuk rumput laut karena memiliki nutrisi yang tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh pupuk organik cair (POC) dari limbah ikan bawal bintang dan bonggol pisang terhadap pertumbuhan rumput laut dan membandingkannya dengan pertumbuhan rumput laut yang menggunakan pupuk PES secara *in vitro*. Percobaan yang dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap yang memiliki 4 perlakuan (pupuk PES dengan konsentrasi 20 ml/l, LOF dengan konsentrasi 1,75, 3,50, dan 7,00 ml/l), dan masing-masing dileng-kapi dengan 3 ulangan. Parameter rumput laut yang diukur meliputi pertumbuhan panjang dan berat, diameter talus, dan laju pertumbuhan, kemudian dianalisis menggunakan analisis varian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh pupuk PES dan POC dalam berbagai konsentrasi tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap pertumbuhan panjang dan berat, diameter talus, dan laju pertumbuhan, sehingga pupuk organik cair tersebut dapat diaplikasikan untuk budidaya rumput laut secara *in vitro* dan menggantikan pupuk PES.

**Kata Kunci:** *Limbah budidaya ikan bawal bintang, bonggol pisang, pupuk organik cair, rumput laut Kappaphycus alvarezii*

**PEMANFAATAN LIMBAH BUDIDAYA IKAN BAWAL BINTANG (*Trachinotus blochii* (Lacepede, 1801) DAN BONGGOL PISANG *Musa paradisiaca* L. var. *sapientum* SEBAGAI PUPUK UNTUK MEDIA PEMELIHARAAN RUMPUT LAUT *Kappaphycus alvarezii* (Doty, 1985) SECARA *IN VITRO***

Oleh

**PUTRI YULIA**

**Skripsi**

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar  
**SARJANA PERIKANAN**

pada

Jurusan Perikanan dan Kelautan  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

Judul Penelitian : **PEMANFAATAN LIMBAH BUDIDAYA IKAN BAWAL BINTANG *Trachinotus blochii* (Lacepede, 1801) DAN BONGGOL PISANG *Musa paradisiaca* L. var. *sapientum* SEBAGAI PUPUK UNTUK MEDIA PEMELIHARAAN RUMPUT LAUT *Kappaphycus alvarezii* (Doty, 1985) SECARA *IN VITRO***

Nama Mahasiswa : *Putri Yulia*

No. Pokok Mahasiswa : 1514111082

Program Studi : Budidaya Perairan

Jurusan : Perikanan dan Kelautan

Fakultas : Pertanian



**Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.**  
NIP. 197008151999031001

*Limin Santoso*  
**Limin Santoso, S.Pi., M.Si.**  
NIP. 197703272005011001

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

**Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.**  
NIP. 196402151996032001

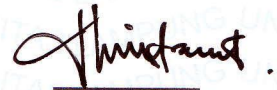
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

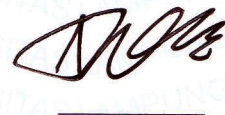
**Ketua : Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.**



**Sekretaris : Limin Santoso, S.Pi., M.Si.**



**Penguji  
Bukan Pembimbing : Dr. Supono, S.Pi., M.Si.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP. 19611020198631002


Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 8 Agustus 2019

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana/ Ahli Madya), baik di Universitas Lampung maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan naskah, dengan naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini serta sanksi lainnya yang sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Bandar Lampung, 14 Agustus 2019

METERAI  
TEMPEL  
13BB7ADF094493000  
6000  
ENAM RIBU RUPIAH  
  
Putri Yulia  
NPM.1514111082

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 21 Juli 1997 di Seputih Mataram, Kecamatan Bandar Mataram, Lampung Tengah. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, putri pasangan Bapak Tris Hadi Suwarso dan Ibu Dwi Pujiani. Penulis menempuh jenjang pendidikan dasar di SDS 01 Gula Putih Mataram (2003-2009), pendidikan menengah pertama di SMP 01 Sugar Group (2009-2012), dan melanjutkan pendidikan menengah atas di SMAS Sugar Group (2012-2015).

Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui Jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2015. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Avertebrata Akuatik (2016-2017), Oseanografi (2016-2017 dan 2017-2018), Fisiologi Reproduksi Hewan Air (2017-2018), Limnologi (2017-2018), serta Plankton dan Tanaman Air (2017-2018). Selain itu, penulis pernah menjadi tutor Forum Ilmiah Mahasiswa (2016-2017 dan 2017-2018), Duta Fakultas Pertanian (2016-2017), anggota Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) bidang Penelitian dan Pengembangan (2016-2017), dan menjadi Sekretaris Umum Himapik (2017-2018).



Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Panaragan Jaya, Tulang Bawang Barat, Lampung pada Bulan Januari-Maret 2017 dan pada Juli-Agustus 2018 penulis melaksanakan Praktik Umum di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung dengan judul “Pembenihan Bawal Bintang (*Trachinotus Blochii*) di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Desa Hanura, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung”.

## SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Budidaya Ikan Bawal Bintang *Trachinotus blochii* (Lacepede, 1801) dan Bonggol Pisang *Musa paradisiaca L. var. sapientum* (Steenis, 2003) sebagai Pupuk untuk Media Pemeliharaan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty, 1985) secara *In Vitro*”. Penulis menyusun laporan penelitian ini dalam rangka untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- (2) Orang tua, adikku Haditya dan Berlian, serta keluarga besar yang selalu mendoakan dan memberi dukungan sertasemangat selama penelitian.
- (3) Ir. Siti Hudaidah, M.Sc. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- (5) Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan membimbing dengan penuh kesabaran dari awal sampai akhir penyusunan skripsi.
- (6) Limin Santoso, S.Pi., M.Si. selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan masukan selama penelitian serta penyusunan skripsi.
- (7) Dr. Supono, S.Pi., M.Si. selaku dosen penguji yang telah sabar dan banyak

memberikan masukan selama penyusunan skripsi.

- (8) Rara Diantari, S.Pi., M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan nasihat, bimbingan, dan motivasi selama menjalani studi di Jurusan Perikanan dan Kelautan.
- (9) Balai Besar Perikanan Budidaya Laut yang telah memberikan izin tempat pengambilan limbah ikan guna penelitian.
- (10) Dosen-dosen Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan motivasi selama menjalani perkuliahan dan penelitian.
- (11) Mas Ngadiman Bambang dan Ibu Dwi yang telah membantu dalam memberikan fasilitas selama proses penelitian.
- (12) Saudara Dian Sanjaya yang telah banyak membantu dan memotivasi selama penelitian dan penyelesaian skripsi.
- (13) Sahabat-sahabatku tersayang Hanisa, Hestya, Virgia, dan Yulia Erda yang telah memberikan semangat dalam setiap kegiatan.
- (14) Teman-teman Budidaya Perairan angkatan 2015 yang telah membantu selama proses penelitian dan penyelesaian skripsi.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di masa mendatang.

Bandar Lampung, Agustus 2019  
Penulis,

Putri Yulia

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	v
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang dan Masalah .....	1
B. Tujuan Penelitian .....	3
C. Kerangka Pemikiran .....	3
D. Hipotesis .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	8
A. Klasifikasi Rumput Laut ( <i>Kappaphycus alvarezii</i> ) .....	8
B. Kultur Jaringan .....	9
C. Faktor Pertumbuhan ( <i>Kappaphycus alvarezii</i> ) .....	10
1. Suhu .....	10
2. Salinitas .....	10
3. pH .....	10
4. <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) .....	11
5. Nutrien .....	11
D. Penggunaan Limbah Budidaya Perikanan sebagai Pupuk Organik .....	13
E. Penggunaan Bonggol Pisang sebagai Pupuk Organik .....	14
F. Penggunaan Molase sebagai Pupuk Organik .....	16
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	19
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	19
B. Alat dan Bahan Penelitian .....	19
C. Metode .....	21
D. Pelaksanaan .....	22
1. Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) .....	22
2. Pemeliharaan Talus Rumput Laut <i>K. alvarezii</i> .....	23
3. Pengamatan dan Pencatatan Data .....	26

E. Pengamatan .....	27
1. <i>Survival Rate</i> (SR).....	27
2. Pertambahan Bobot Talus .....	27
3. Laju Pertumbuhan (LP).....	28
4. Pertambahan Panjang Talus .....	28
5. Pertambahan Diameter Talus .....	29
6. Analisis Data .....	29
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	30
A. Pupuk Organik Cair (POC) .....	30
B. Pertumbuhan.....	35
1. Pertambahan Panjang Talus .....	36
2. Pertambahan Bobot Talus .....	37
3. Pertambahan Diameter Talus .....	38
4. Laju Pertumbuhan (LP) dan <i>Survival Rate</i> (SR).....	40
C. Kualitas Air .....	43
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b> .....	47
A. Simpulan .....	47
B. Saran .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jenis dan kandungan zat hara beberapa kotoran ternak padat dan cair.....	14
2. Kandungan unsur hara dan nisbah MOL bonggol pisang.....	15
3. Komposisi kimiawi tetes tebu.....	16
4. Alat yang digunakan untuk mengukur kualitas air.....	19
5. Alat dan bahan yang digunakan pada pembuatan POC.....	20
6. Alat dan bahan yang digunakan untuk kultur jaringan.....	20
7. Kandungan unsur hara limbah ikan bawal bintang.....	30
8. Hasil analisis kandungan N, P, dan K pada POC dan limbah budidaya ikan.....	33
9. Rerata pertambahan panjang talus <i>K. alvarezii</i> yang dikultur selama 21 hari dengan pupuk PES dan POC.....	36
10. Rerata pertambahan bobot talus <i>K. alvarezii</i> yang dikultur selama 21 hari dengan pupuk PES dan POC.....	38
11. Rerata pertambahan diameter talus <i>K. alvarezii</i> yang dikultur selama 21 hari dengan pupuk PES dan POC.....	39
12. Rerata laju pertumbuhan talus <i>K. alvarezii</i> yang dikultur selama 21 hari dengan pupuk PES dan POC.....	40
13. Nilai kualitas air pada media pemeliharaan rumput laut <i>K. alvarezii</i> .....	43
14. Nilai parameter kualitas air nitrat dan fosfat.....	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran penelitian .....	5
2. Rumput laut <i>K. alvarezii</i> .....	8
3. Bonggol pisang raja ( <i>Musa paradisiaca</i> L. var. <i>sapientum</i> ).....	15
4. Skema tata letak wadah kultur .....	21
5. Pengukuran panjang dan diameter talus.....	26
6. Pupuk organik cair .....	32
7. Panjang total talus <i>K. alvarezii</i> yang dipelihara selama 21 hari .....	36
8. Pertambahan bobot talus <i>K. alvarezii</i> yang dipelihara selama 21 hari .....	37
9. Pertambahan diameter talus <i>K. alvarezii</i> yang dipelihara selama 21 hari....	39
10. Morfologi rumput laut.....	41
11. Kondisi talus yang mengalami kematian akibat stress .....	42

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Proses pembuatan pupuk organik cair (POC) .....	55
2. Dokumentasi kegiatan penelitian .....	56
3. Hasil analisis unsur hara pada pupuk organik cair .....	57
3. Data pengamatan pertambahan bobot (mg) <i>K. alvarezii</i> yang dipelihara selama 21 hari .....	58
4. Data pengamatan pertambahan panjang (mm) <i>K.alvarezii</i> yang dipelihara selama 21 hari .....	58
5. Data pengamatan pertambahan diameter (mm) <i>K.alvarezii</i> yang selama 21 hari .....	59
6. Data laju pertumbuhan (LP) talus <i>K. alvarezii</i> .....	59
7. Data tingkat kelulushidupan (%) talus <i>K. alvarezii</i> yang dipelihara selama 21 hari .....	60
8. Data kualitas air <i>K. alvarezii</i> yang dipelihara selama 21 hari.....	60
9. Analisis pertambahan bobot, panjang, diameter, dan laju pertumbuhan rumput laut <i>K. alvarezii</i> .....	61
10.Pembuatan larutan stok PES .....	64



## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang dan Masalah

Pemerintah Indonesia saat ini sedang mengembangkan budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty, 1985) untuk meningkatkan perekonomian nelayan dan menjadi sumber pendapatan negara. Jenis rumput laut yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah *Kappaphycus alvarezii* dan *Gracilaria* sp. Adapun *K. alvarezii* banyak dibudidayakan karena permintaan pasar yang tinggi, namun produksi global rumput laut ini hanya mampu memenuhi 63,37% dari total produksi dunia (World Wildlife Fund, 2014).

Salah satu permasalahan yang dihadapi para pembudidaya rumput laut adalah ketersediaan bibit rumput laut yang berkualitas. Menurut Mulyaningrum *et al.* (2013), bibit rumput laut yang berkelanjutan dan berkualitas merupakan salah satu permasalahan dalam kegiatan budidaya rumput laut. Anggadiredja *et al.* (2008) juga menerangkan bahwa petani rumput laut menggunakan bibit dari indukan yang sama dan berulang-ulang sehingga mengalami penurunan kualitas. Bibit rumput laut yang biasa digunakan oleh pembudidaya tidak diketahui umurnya dengan jelas. Bibit tersebut hanya merupakan pucuk muda dari talus, akan tetapi sel-sel rumput laut yang berusia lebih tua menyebabkan kualitasnya semakin menurun.

Alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memproduksi bibit hasil kultur jaringan. Kultur jaringan merupakan metode untuk memperbanyak bagian tanaman (pada rumput laut adalah talus) serta menumbuhkannya dalam wadah tertutup dengan kondisi aseptik sehingga bagian tersebut dapat bergenerasi menjadi tanaman lengkap seperti induknya (Gunawan, 1987). Akan tetapi, proses kultur jaringan membutuhkan waktu yang lama.

Pada proses kultur jaringan, faktor penting yang harus diperhatikan adalah kebutuhan nutrisi untuk mempercepat pertumbuhan rumput laut. Sumber nutrisi untuk meningkatkan pertumbuhan rumput laut dapat berasal dari pupuk. Salah satu pupuk kimia yang banyak digunakan untuk kultur jaringan rumput laut adalah pupuk PES, namun harga jual pupuk PES relatif mahal sehingga diperlukan alternatif pupuk pengganti untuk meningkatkan produksi rumput laut *K. alvarezii*. Alternatif pengganti pupuk kimia tersebut dapat berupa pupuk organik yang berasal dari limbah budidaya ikan dan bonggol pisang. Pupuk organik dapat dijadikan alternatif pengganti pupuk kimia karena harga jual pupuk kimia yang semakin mahal (Lim & Vimala, 2012).

Limbah budidaya ikan dan bonggol pisang memiliki potensi sebagai bahan utama pupuk organik cair karena memiliki nutrisi dan kandungan mikroorganisme yang dibutuhkan. Menurut Gunawan & Subhan (2012), diketahui bahwa limbah budidaya ikan dari sistem KJA dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik melalui proses fermentasi. Hasil analisis nutrisi dari limbah KJA tersebut didapatkan kandungan N sebesar 3,22% dan P sebesar 0,93%. Bahan utama yang digunakan selain limbah budidaya ikan adalah bonggol pisang. Bonggol pisang digunakan

sebagai bahan utama dalam pembuatan pupuk organik cair karena memiliki kandungan mikrobial, yaitu *Bacillus* sp., *Aeromonas* sp., dan *Aspergillus niger* (Kesumaningwati, 2015). Bonggol pisang juga memiliki kandungan mineral yang dibutuhkan dalam pembuatan pupuk (Tabel 2). Mengingat potensi limbah budidaya dapat digunakan sebagai pupuk, maka diperlukan penelitian untuk membandingkan penggunaan pupuk PES dan pupuk organik cair dari limbah ikan serta bonggol pisang terhadap pertumbuhan *K. alvarezii* secara *in vitro*.

## **B. Tujuan Penelitian**

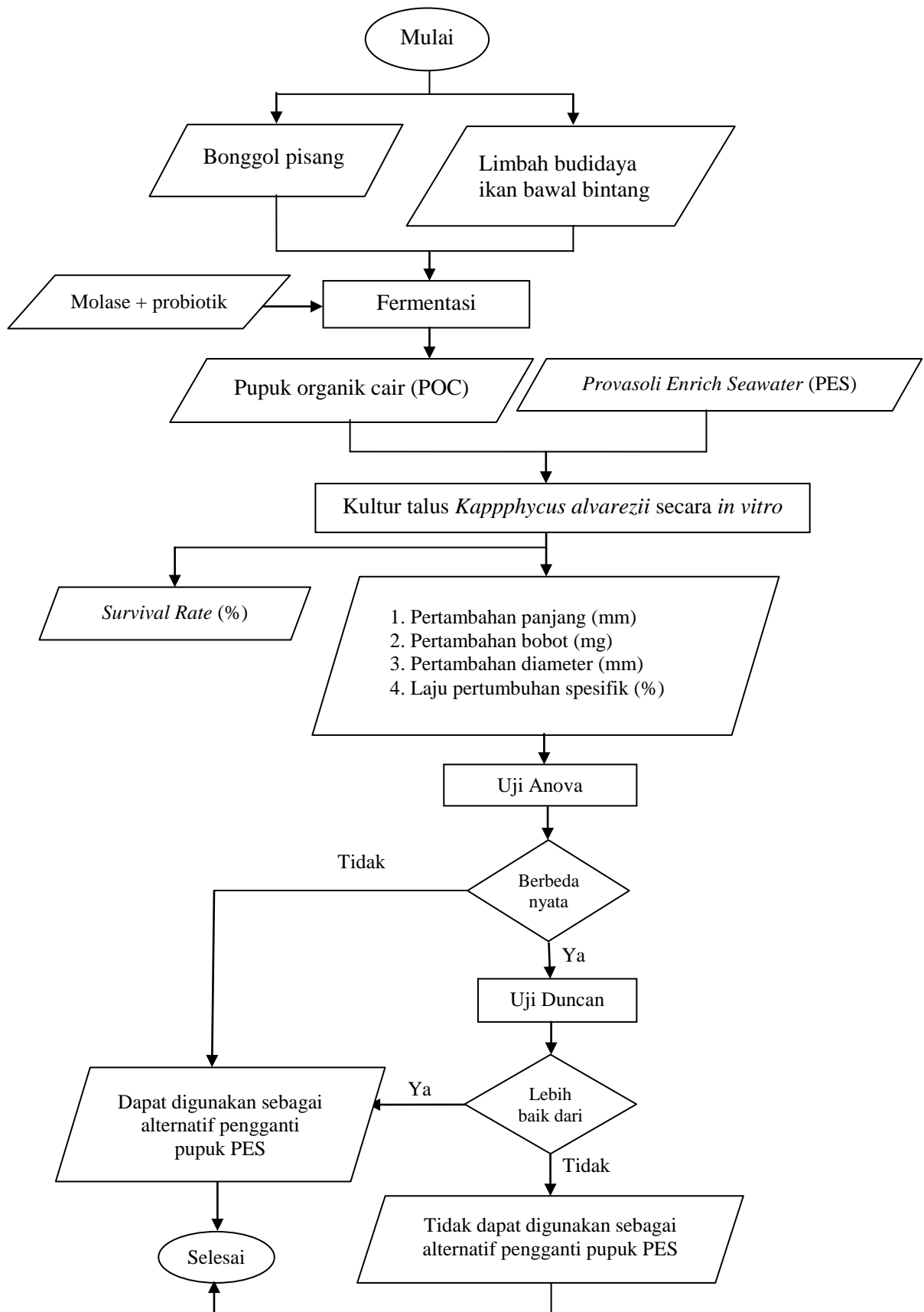
Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh pemberian pupuk organik cair dari limbah budidaya ikan bawal bintang dan bonggol pisang pada dosis yang berbeda serta PES terhadap pertumbuhan *K. alvarezii* yang dikultur secara *in vitro*.

## **C. Kerangka Pemikiran**

Kultur rumput laut *Kappaphycus alvarezii* membutuhkan sumber nutrisi untuk menunjang pertumbuhannya. Salah satu sumber nutrisi didapatkan dari pupuk. Pupuk yang banyak digunakan oleh para pembudidaya adalah pupuk kimia yang harganya relatif mahal sehingga diperlukan alternatif lain yang murah. Pupuk organik cair merupakan salah satu alternatif sumber nutrisi yang sebagian atau seluruh bahannya bersifat organik yang bisa didapatkan dari alam. Pupuk organik/bahan organik memiliki fungsi kimia yang penting, yaitu sebagai penyedia hara makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S) dan mikro (Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn, dan Fe), meskipun jumlahnya relatif sedikit (Suriadikarta & Simanungkalit, 2006).

Limbah budidaya ikan bawal bintang digunakan pada penelitian merupakan bahan yang dapat dimanfaatkan untuk membuat pupuk organik cair karena memiliki N dan P yang cukup tinggi, yaitu masing-masing sebesar 1,32% dan 0,74%. Selain limbah budidaya ikan bawal bintang, bahan lainnya yang digunakan adalah mola-se, probiotik, dan bonggol pisang. Proses pembuatan pupuk organik cair ini dilakukan secara anaerob melalui proses fermentasi. Proses fermentasi dilakukan selama 14 hari. Setelah itu, pupuk disaring untuk memisahkan antara cairan dengan endapannya dan pupuk organik cair tersebut dapat digunakan sumber nutrisi pada pemeliharaan rumput laut.

Pemeliharaan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dilakukan secara *in vitro* menggunakan pupuk PES dan pupuk organik cair selama 21 hari. Data pertumbuhan rumput laut dianalisis menggunakan analisis ragam (anova) untuk menentukan apakah pengaruh antar perlakuan tersebut berbeda nyata terhadap pertumbuhan *K. alvarezii*. Apabila terdapat perbedaan pengaruh antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji Duncan untuk menentukan perlakuan yang terbaik. Parameter pertumbuhan rumput laut yang diamati meliputi penambahan panjang, bobot, diameter, dan laju pertumbuhan spesifik. Untuk lebih jelasnya, alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar1. Skema alur penelitian.

#### **D. Hipotesis**

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

$H_0 : \mu_0 = 0$  : Pengaruh pemberian pupuk organik pada berbagai dosis dan PES berbeda nyata terhadap pertambahan panjang *K. alvarezii* yang dikultur secara *in vitro*.

$H_1 : \mu_0 \neq 0$  : Minimal ada satu pengaruh perlakuan pemberian pupuk yang berbeda nyata terhadap pertambahan panjang *K. alvarezii* yang dikultur secara *in vitro*.

$H_0 : \mu_0 = 0$  : Pengaruh pemberian pupuk organik pada berbagai dosis dan PES berbeda nyata terhadap pertambahan bobot *K. alvarezii* yang dikultur secara *in vitro*.

$H_1 : \mu_0 \neq 0$  : Minimal ada satu pengaruh perlakuan pemberian pupuk yang berbeda nyata terhadap pertambahan bobot *K. alvarezii* yang dikultur secara *in vitro*.

$H_0 : \mu_0 = 0$  : Pengaruh pemberian pupuk organik pada berbagai dosis dan PES berbeda nyata terhadap pertambahan diameter *K. alvarezii* yang dikultur secara *in vitro*.

$H_1 : \mu_0 \neq 0$  : Minimal ada satu pengaruh perlakuan pemberian pupuk yang berbeda nyata terhadap pertambahan diameter *K. alvarezii* yang dikultur secara *in vitro*.

$H_0 : \mu_0 = 0$  : Pengaruh pemberian pupuk organik pada berbagai dosis dan PES berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik *K. alvarezii* yang dikultur secara *in vitro*.

$H_1 : \mu_0 \neq 0$  : Minimal ada satu pengaruh perlakuan pemberian pupuk yang berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik *K. alvarezii* yang dikultur secara *in vitro*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Klasifikasi Rumput Laut

Klasifikasi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* menurut Doty (1985) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Filum : Rhodophyta

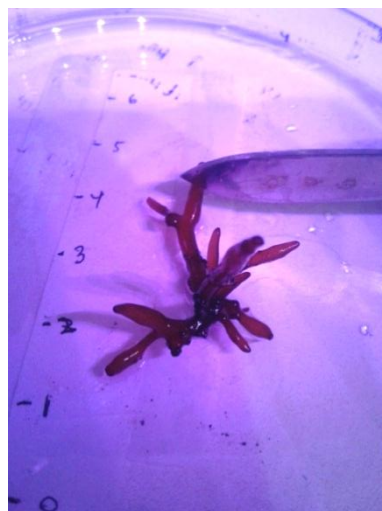
Kelas : Rhodophyceae

Ordo : Gigartinales

Famili : Solieriaceae

Genus : *Euchema*

Spesies : *Euchema cottonii* (*Kappaphycus alvarezii*)



Gambar 2. Rumput laut *Kappaphycus alvarezii*.



## **B. Kultur Jaringan**

Kultur jaringan merupakan salah satu cara perbanyakan tumbuhan dengan cara mengisolasi bagian tanaman yang dipelihara pada media yang mengandung nutrisi dan zat pengatur tumbuh. Proses kultur jaringan dilakukan secara aseptik dalam wadah tertutup dan memberikan kemungkinan bagi sumber eksplan untuk beregenerasi menjadi tanaman utuh (Harahap, 2010). Efektivitas penggunaan teknik kultur jaringan untuk seleksi rumput laut secara *in vitro* tergantung dari tersedianya metode yang efisien untuk menginduksi terbentuknya kalus serta dapat meregenerasikannya menjadi tanaman lengkap (plantlet) (Mythli *et al.*, 1997).

Perkembangbiakan rumput laut umumnya melalui dua cara, yaitu secara vegetatif dengan talus dan secara generatif dengan spora (Anggadiredja *et al.*, 2006). Teknik kultur jaringan rumput laut dikembangkan secara vegetatif, yaitu melalui teknik kultur talus (Suryati *et al.*, 2007; Mulyaningrum *et al.*, 2013) dan kultur spora (Suryati *et al.*, 2009; Luhan & Sollesta, 2010), serta secara generatif melalui embriogenesis somatik (Kumar *et al.*, 2007). Teknik kultur talus dilakukan dengan memotong eksplan talus 0,5 - 2 cm dan dikultur secara *in vitro* sampai terbentuk cabang talus baru (Titlyanov *et al.*, 2006). Teknik kultur spora dilakukan dengan cara mengisolasi *carpospore* pada talus dan dikultur secara *in vitro* sampai terbentuk cabang pada *carpospore* (Luhan & Sollesta, 2010). Teknik embriogenesis somatik dilakukan dengan cara menginduksi kalus pada potongan talus dan dikultur secara *in vitro* dan diregenerasikan sampai menjadi plantlet (Sulistiani & Yani, 2014).

### **C. Faktor Pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii***

Faktor yang mempengaruhi keberhasilan kultur rumput laut secara *in vitro* adalah lingkungan, kualitas bibit, metode budidaya, ketersediaan nutrisi, dan kepadatan atau bobot awal dalam pemeliharaan. Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut *Kappaphycus alvarezii*, yaitu suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, dan nutrisi yang tersedia.

#### **1. Suhu**

Menurut Bulboa & Paula (2005) serta Thirumaran & Anantharaman (2009), rumput laut *K. alvarezii* yang dibudidayakan secara *in vitro* pada suhu kurang dari 20°C akan mengalami kematian, sedangkan pada suhu 21 - 30°C rata-rata pertumbuhan hariannya sekitar 5 - 6%.

#### **2. Salinitas**

Salinitas merupakan parameter yang penting untuk menunjang pertumbuhan rumput laut. Ambas (2006) menyatakan bahwa rumput laut dapat tumbuh dengan baik pada perairan bersalinitas 30 - 37 ppt. Selanjutnya, menurut Pongmasak *et al.* (2008) salinitas di luar kisaran 32 - 34 ppt akan menyebabkan rendahnya pertumbuhan dan cepatnya proses penuaan (*aging process*). Akan tetapi, menurut (Parenti *et al.*, 2011), salinitas yang baik untuk budidaya *K. alvarezii* berada pada kisaran 28 - 35 ppt.

#### **3.pH**

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor kimia yang menentukan pertumbuhan *K. alvarezii*. Tinggi rendahnya pH dipengaruhi oleh senyawa yang ter-

dapat pada air seperti CO<sub>2</sub>, konsentrasi garam-garam karbonat, dan proses dekomposisi bahan-bahan organik di dasar perairan (Sutika, 1989). Menurut Kusnendar (2002), pH yang optimum untuk pertumbuhan rumput laut *K. alvarezii* berkisar antara 7,5 - 8.

#### **4. Dissolved Oxygen (DO)**

Rumput laut memerlukan oksigen untuk proses respirasi yang diperoleh dari perairan. Marisca (2013) menyatakan bahwa oksigen yang terdapat di perairan dapat berasal dari difusi udara yang diakibatkan oleh angin, aerasi, hasil fotosintesis tumbuhan air seperti rumput laut, dan suplai air baru atau pergantian air yang kadar oksigennya lebih besar. Selanjutnya, Kordi & Tancung (2007) menyatakan bahwa konsentrasi minimum yang masih bisa diterima sebagian besar organisme air yang dibudidayakan untuk dapat hidup dengan baik adalah 5 mg/l. Oleh karena itu, konsentrasi oksigen yang baik adalah 5 - 7 mg/l.

#### **5. Nutrien**

Rumput laut membutuhkan nutrien untuk menunjang pertumbuhannya. Nutrien merupakan unsur yang diperlukan tumbuhan sebagai energi yang digunakan untuk menunjang pertumbuhan dan menyusun komponen sel (Pujihastuti, 2011). Salah satu sumber nutrien adalah pupuk. Pupuk memiliki kandungan nutrien, yaitu N, P, dan K. Menurut Poerwowidodo (1996), unsur hara nitrogen, fosfor, dan kalium serta unsur mikro yang terkandung dalam pupuk organik cair akan meningkatkan aktivitas fotosintesis tumbuhan sehingga meningkatkan karbohidrat yang dihasilkan sebagai cadangan makanan.

Salisbury & Ross (1995) menyatakan bahwa pupuk organik cair mengandung nitrogen yang menyusun protein, asam nukleat, dan klorofil. Selain itu, pupuk mengandung unsur hara mikro, antara lain unsur Mn, Zn, Fe, S, B, Ca, dan Mg. Unsur hara mikro berperan sebagai pengatalis dalam proses sintesis protein dan pembentukan klorofil. Menurut Dwidjoseputro (1994), kekurangan salah satu dari zat-zat tersebut mengakibatkan klorosis pada tumbuhan. Unsur nitrogen pada pupuk organik cair berperan sebagai penyusun protein, sedangkan fosfor dan kalsium berperan dalam memacu pembelahan jaringan meristem dan merangsang pertumbuhan akar dan perkembangan daun. Tingkat penyerapan unsur hara dan air oleh tanaman sampai batas optimumnya akan digunakan untuk pembelahan, perpanjangan, dan diferensiasi sel.

Fosfor (P) merupakan unsur hara esensial tanaman. Fungsi penting fosfor bagi tanaman yaitu untuk membantu dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer dan penyimpanan energi, pembelahan dan pembesaran sel, serta proses-proses di dalam tanaman lainnya (Winarso, 2005). Aslan (1998), mengungkapkan kandungan fosfat pada budidaya rumput laut antara 0,10 - 0,20 mg/l. Laju pertumbuhan kebanyakan organisme air tidak mengalami hambatan apabila terdapat fosfat minimal 0,01 mg/l.

Kalium merupakan unsur kedua terbanyak setelah nitrogen dalam tanaman. Kalium mengatur kegiatan membuka dan menutupnya stomata. Pengaturan stomata yang optimal akan mengendalikan transpirasi tanaman dan meningkatkan reduksi karbondioksida yang akan diubah menjadi karbohidrat. Kadar K yang dibutuhkan tanaman 4 - 6 kali besar dibandingkan dengan P, Ca, Mg, dan S (Parnata, 2004).

#### **D. Penggunaan Limbah Budidaya Perikanan sebagai Pupuk Organik**

Budidaya perikanan saat ini menerapkan sistem budidaya intensif hingga super intensif. Semakin intensifnya pemberian pakan, maka akan meningkatkan besaran limbah kegiatan budidaya yang dihasilkan. Limbah hasil budidaya dapat menyebabkan pencemaran lingkungan budidaya maupun eutrofikasi yang diakibatkan oleh pelepasan nitrogen (N) dan fosfor (P) dari pakan yang berkualitas rendah. Kandungan N dan P merupakan unsur penting yang terdapat dalam formulasi pakan untuk pertumbuhan ikan. Kedua unsur ini diperlukan juga bagi pertumbuhan ganggang di perairan. Di perairan tawar, P merupakan unsur hara pembatas dan ortofosfat yang tersedia untuk tumbuhan (Kibria *et al.*, 1997). Secara keseluruhan, N adalah tipe limbah yang dominan berbentuk amoniak dalam ekskresi yang besarnya tergantung pada besaran *intake* protein atau ketidaktepatan formula pakan yang menyebabkan sintesis protein tidak seimbang (Lazzari & Baldisseroto, 2008). Selain limbah budidaya, beberapa kotoran ternak juga dapat digunakan sebagai pupuk dalam bentuk cair maupun padatan. Beberapa kandungan N, P, K pada kotoran ternak dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis dan kandungan zat hara pada beberapa kotoran ternak padat dan cair

No.	Nama ternak dan bentuk kotorannya	Nitrogen (%)	Fosfor (%)	Kalium (%)
1.	Kuda –padat	0,55	0,30	0,40
2.	Kuda – cair	1,40	0,02	1,60
3.	Kerbau – padat	0,60	0,30	0,34
4.	Kerbau – cair	0,50	0,15	1,50
5.	Sapi – padat	0,40	0,20	0,10
6.	Sapi – cair	0,50	1,00	1,50
7.	Kambing – padat	0,60	0,30	0,17
8.	Kambing – cair	1,50	0,13	1,80
9.	Domba – padat	0,75	0,50	0,45
10.	Domba – cair	1,35	0,05	2,10
11.	Babi – padat	0,95	0,35	0,40
12.	Babi – cair	0,40	0,10	0,45
13.	Ayam – padat dan cair	1,00	0,80	0,40
14.	Ikan*	1,26	4,37	0,36

Sumber : Lingga (1991); \*Indriani *et al.* (2013)

### **E. Penggunaan Bonggol Pisang sebagai Pupuk Organik**

Bonggol pisang mengandung gizi yang cukup tinggi dengan komposisi yang lengkap, yaitu karbohidrat (66%), protein, air, dan mineral-mineral penting (Munadjim, 1983). Menurut Sukasa *et al.* (1996), bonggol pisang memiliki kandungan pati 45,40% dan kadar protein 4,35%. Selain itu, bonggol pisang mengandung mikrobia pengurai bahan organik. Mikrobia pengurai tersebut terletak pada bonggol pisang bagian luar maupun bagian dalam (Suhastyo, 2013).



Gambar 3. Bonggol pisang raja (*Musa paradisiaca L. var. sapientum*).

Menurut Kesumangniwati (2015), kompos tandan kosong kelapa sawit dengan dekomposer MOL bonggol pisang memiliki kualitas kimia yang baik meliputi pH 8,59; rasio C/N 31,48; N total 1,78 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,41%; dan K<sub>2</sub>O 1,59%. Dekomposisi kompos menggunakan dekomposer MOL bonggol pisang memiliki pH, rasio C/N, nitrogen total, fosfor, dan kalium yang lebih tinggi dibandingkan dengan kompos yang menggunakan dekomposer probiotik (Tabel 2).

Tabel 2. Kandungan unsur hara dan nisbah MOL bonggol pisang

No.	Kandungan unsur hara	Satuan	Kadar
1.	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	3.087,00
2.	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	1.120,00
3.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg/l	439,00
4.	K <sub>2</sub> O	mg/l	574,00
5.	Ca	mg/l	700,00
6.	Mg	mg/l	800,00
7.	Cu	mg/l	6,80
8.	Zn	mg/l	65,20
9.	Mn	mg/l	98,30
10.	Fe	mg/l	0,09
11.	C-Org	%	1,06
12.	C/N	-	2,20

Sumber : Suhastyo, *et al.* (2013)

## F. Penggunaan Molase sebagai Pupuk Organik

Tetes tebu merupakan sumber karbon dan nitrogen bagi ragi yang terdapat pada proses fermentasi. Prinsip fermentasi adalah proses pemecahan senyawa organik menjadi senyawa sederhana yang melibatkan mikroorganisme. Mikroorganisme ini berfungsi untuk menjaga keseimbangan karbon (C) dan nitrogen (N) yang menjadi faktor penentu keberhasilan dalam fermentasi. Fungsi tetes tebu dalam proses fermentasi adalah sebagai zat aditif sebagai sumber nutrisi bagi mikroba. Tetes tebu (molase) merupakan sumber nutrisi bagi *Sacharomyces cereviceae* dalam proses fermentasi untuk merombak material organik (Wijaya, 2008).

Khamir memerlukan unsur nitrogen dalam jumlah yang banyak selama proses fermentasi (Wijaya, 2008). Tetes tebu mengandung komponen nitrogen yang digunakan untuk menambah kandungan unsur hara agar proses fermentasi berlangsung dengan sempurna. Selain itu, tetes tebu mengandung karbohidrat dalam bentuk gula yang tinggi (64%) dan berbagai nutrisi yang diperlukan mikroorganisme (Wijaya, 2008).

Tabel 3. Komposisi kimiawi tetes tebu

No.	Unsur	Kisaran (%)	Rata-rata (%)
1.	Air	17,00 – 25,00	20,00
2.	Sukrosa	30,00 – 40,00	35,00
3.	Dekstrosa (glukosa)	4,00 – 9,00	7,00
4.	Laevulosa (fruktosa)	5,00 – 12,00	9,00
5.	Bahan pereduksi lain	1,00 – 5,00	3,00
6.	Karbohidrat lain	2,00 – 5,00	4,00
7.	Abu	7,00 – 15,00	12,00
8.	Unsur nitrogen	2,00 – 6,00	4,50
9.	Unsur bukan nitrogen	2,00 – 8,00	5,00
10.	Lilin, sterol, fofolipid	0,10 -1,00	0,40
11.	Kalsium	-	0,66
12.	Fosfor	-	0,40

Sumber : Paturau (1982)



Fungsi unsur-unsur yang terdapat pada molase, yaitu:

1. Kalium (K) sangat mudah diserap oleh tanaman dan bersifat motil. Kalium memiliki fungsi sebagai katalisator dalam pembentukan protein dan karbohidrat, serta dapat meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit dan menguatkan batang kayu tanaman (Dwidjoseputro, 1994; Mulyani & Kartasapoetra, 2002).
2. Besi (Fe) merupakan unsur mikro yang dibutuhkan dalam tanaman dan berfungsi sebagai koenzim.
3. Tembaga (Cu) merupakan mikroelemen yang berfungsi dalam proses oksidasi-reduksi.
4. Nitrogen (N), fungsi nitrogen bagi tanaman, yaitu sebagai penyusun klorofil daun, protein, dan merangsang pertumbuhan vegetatif (Dwidjoseputro, 1994).
5. Fosfor (P), dalam air laut berupa ion ortofosfat ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ). Fosfor merupakan ikatan pirofosfat dari adenintrifosfat (ATP) yang kaya akan energi dan berfungsi dalam transportasi energi metabolik dalam sel hidup (Patadjai, 1994).
6. Seng (Zn), merupakan mikroelemen yang berfungsi dalam mengaktifkan beberapa enzim. Kekurangan Zn mengakibatkan ujung tanaman kerdil dan menghambat pertumbuhannya.
7. Kalsium (Ca), berfungsi untuk menguatkan dinding sel dan membantu dalam pembelahan sel-sel di meristem. Menurut Indranada (1986), kalsium berfungsi untuk memperbaiki struktur tanaman.
8. Magnesium (Mg) berfungsi sebagai pembentuk klorofil. Kekurangan Mg dapat mengakibatkan klorosis pada tumbuhan.

Unsur hara yang masuk ke dalam tubuh tanaman berbentuk ion. Ion dalam media dan dalam tubuh tanaman akan mengalami pertukaran karena perbedaan muatan antara anion dan kation dalam tubuh tumbuhan dan pada media. Kemampuan untuk saling menarik dan menolak ini disebabkan adanya tenaga dinamik pada setiap ion tersebut (Dwidjoseputro, 1994).

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat

Pembuatan pupuk organik cair dilakukan selama 14 hari pada tanggal 22 Desember 2018 - 04 Januari 2019. Pemeliharaan talus rumput laut dilakukan selama 21 hari pada tanggal 19 Maret - 08 April 2019 di Laboratorium Budidaya Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Uji kimiawi limbah budidaya ikan dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Adapun uji kimiawi pupuk organik cair dilakukan di UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi, Universitas Lampung.

#### B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4, 5, dan 6.

Tabel 4. Alat yang digunakan untuk mengukur kualitas air

No.	Alat	Ukuran/ketelitian	Kegunaan
1.	pH meter	-	Untuk mengukur pH pada media kultur
2.	DO meter	0,01 mg/l	Untuk mengukur DO pada media kultur
3.	Termometer	0,001 °C	Untuk mengukur suhu pada media kultur
4.	Refraktometer	1 ppt	Untuk mengukur salinitas

Tabel 5. Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan pupuk organik cair

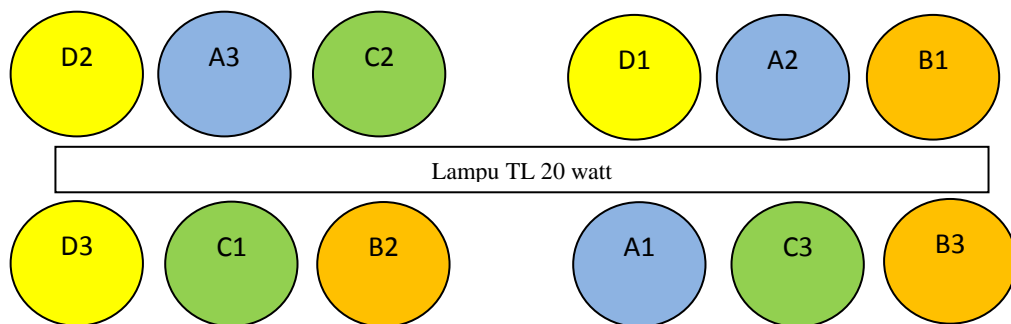
No.	Alat dan Bahan	Jumlah/satuan/ukuran	Kegunaan
A. Alat			
1	Peralatan aerasi	1	Untuk <i>supply</i> oksigen
2	Blender	1	Untuk menghaluskan bonggol pisang
3	Pisau	1	untuk memotong bahan yang digunakan
4	Ember	1	Untuk tempat fermentasi pupuk
5	Plastik	1	fermentasi berlangsung
6	Tali rafia	1	Untuk mengikat plastik
7	Saringan kain	1	Untuk memisahkan endapan dengan cairan
B. Bahan			
1	Bonggol pisang	2000 ml	Bahan yang digunakan
2	Limbah budidaya ikan	500 ml	Bahan yang digunakan
3	Probiotik	500 ml	Bahan yang digunakan
4	Molase	500 ml	Bahan yang digunakan
5	Air laut steril	1500 ml	Sebagai pelarut bahan yang digunakan

Tabel 6. Alat dan bahan yang digunakan dalam kultur jaringan

No.	Alat dan Bahan	Jumlah	Kegunaan
A. Alat			
1	Botol kultur 500 ml	12	Untuk tempat kultur rumput laut
2	Gelas ukur	1	Untuk mengukur volume larutan yang digunakan
3	Peralatan aerasi	1	Untuk <i>supply</i> oksigen
4	<i>Laminar air flow</i>	1	Untuk tempat melakukan inisiasi, inokulasi, dan mengganti media
5	Timbangan digital	1	Untuk mengukur bobot rumput laut
6	Jangka sorong	1	Untuk mengukur panjang dan diameter talus
7	Pinset	1	Untuk mengambil talus dari media
8	Pisau	1	Untuk memotong talus
9	Cawan petri	1	Untuk tempat memotong talus
10	Sarung tangan karet	1	Untuk mencegah terjadinya kontaminasi
11	Rak kultur	1	Untuk tempat melakukan kultur
12	Baskom	2	Untuk tempat meletakkan talus yang telah dipotong dan dicuci
13	Lampu TL 20 watt	1	Untuk sumber pencahayaan
14	Autoklaf	1	Untuk tempat sterilisasi alat dan bahan yang digunakan
15	Tabung Erlenmeyer	1	Untuk tempat mencampurkan larutan dan media yang digunakan
B. Bahan			
1	Talus <i>Kappaphycus alvarezii</i>	36 buah	Sebagai tanaman uji
2	Pupuk PES	20 ml/liter	Sebagai sumber nutrisi rumput laut
3	Pupuk organik cair	1,75; 3,5; dan 7 ml/liter	Sebagai sumber nutrisi rumput laut
4	Alkohol 70%	500 ml	Sterilisasi alat
5	Air laut steril	1600 ml	Sebagai pelarut media yang digunakan
6	Akuades	1000 ml	Sebagai pelarut media yang digunakan
7	Betadine 1%	80 ml	Sebagai antibiotik

### C. Metode

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan eksplan yang didapatkan dari Seameo Biotrop. Kultur *Kappaphycus alvarezii* dilakukan dalam skala laboratorium dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Tata letak perlakuan dan ulangan disusun menggunakan aplikasi *Group Maker* seperti yang tertera pada Gambar 4.



Gambar 4. Tata letak botol kultur secara acak.

Perlakuan dalam penelitian ini adalah pemberian pupuk organik cair (POC) dengan dosis yang berbeda dan pupuk PES sebagai perlakuan kontrol. Dosis PES yang digunakan berdasarkan uji coba yang sudah dilakukan di BBPBL Lampung yaitu 20 ml/ℓ dan dosis tersebut biasa digunakan untuk kultur jaringan rumput laut *K. alvarezii*.

Adapun perlakuan dosis pupuk organik yang diberikan beserta kontrol adalah:

Perlakuan A = Pupuk PES sebagai kontrol sebanyak 20 ml/ℓ

Perlakuan B = POC sebanyak 1,75 ml/ℓ

Perlakuan C = POC sebanyak 3,5 ml/ℓ

Perlakuan D = POC sebanyak 7 ml/ℓ

Penentuan dosis pupuk dan frekuensi pergantian media mengacu pada Nurfebriani *et al.*(2015), yaitu dosis pupuk organik cair yang mempengaruhi pertumbuhan talus rumput laut sebesar 3,5 ml/ℓ. Dosis POC berbanding lurus dengan semakin gelapnya warna talus. Adapun frekuensi pergantian media pemeliharaan dilakukan setiap seminggu sekali.

#### **D. Pelaksanaan**

##### **1. Cara Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC)**

Adapun proses pembuatan sampel pupuk organik cair sebagai berikut:

- a. Bonggol pisang sebanyak 2 kg dirajang hingga mencapai ukuran  $\pm 0.5 - 1$  cm lalu di-*blender* hingga halus. Bonggol pisang yang sudah halus diambil sebanyak 2 liter dan dimasukkan ke dalam ember.
- b. Limbah budidaya ikan sebanyak 500 ml ditampung ke dalam ember dengan volume 25 liter kemudian ditambahkan 500 ml probiotik untuk mempercepat proses pengolahan limbah organik dan molase sebanyak 500 ml (10% dari volume sampel yang akan difermentasikan).
- c. Ember ditutup rapat menggunakan plastik, diikat menggunakan tali rafia, dan ditutup menggunakan penutup. Fermentasi dilakukan selama 14 hari dan pengadukan dilakukan setiap hari setiap 12 jam.

## **2. Pemeliharaan Talus Rumput Laut *K. alvarezii***

Tahapan yang dilakukan dalam melakukan pemeliharaan talus *K. alvarezii* mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Maidie *et al.* (2017) dan Sulistiani *et al.* (2011), yaitu :

### **2.1 Sterilisasi dan Preparasi Alat**

Tahapan sterilisasi dan preparasi alat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Botol kultur bervolume 500 ml tahan panas disiapkan sebanyak 12 buah dan dicuci menggunakan sabun cair kemudian dibilas dengan air mengalir dan dikeringkan.
- b. Gelas ukur, cawan petri, dan 12 buah gelas kultur yang telah dikeringanginkan, disterilisasi kering menggunakan autoklaf pada temperatur 121°C selama 15 menit.
- c. Preparasi atau penyiapan media kultur berupa air laut steril (SSW) bersalinitas 35 ppt dilakukan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C tekanan uap 1,5 kg/cm<sup>2</sup> selama 15 menit.

### **2.2 Pembuatan Media**

Tahapan pembuatan media adalah sebagai berikut:

- a. Pupuk PES dan POC diambil dengan menggunakan mikropipet, kemudian masing-masing bahan dilarutkan dalam air laut steril dan dihomogenkan dengan menggunakan *hot plate* dan *stirrer*, kemudian disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C, tekanan uap 1,5 kg/cm<sup>2</sup> selama 15 menit.
- b. Masing-masing larutan stok disimpan dalam botol penyimpanan dan diberi label, dan disimpan dalam rak khusus untuk penyimpanan dan ditempatkan

pada ruangan bersuhu 25°C, agar larutan stok yang telah dibuat tidak rusak dan tahan lama. Cara pembuatan larutan stok PES dapat dilihat pada Lampiran 10.

### 2.3 Inisiasi

Inisiasi adalah pengambilan eksplan dari bagian tanaman yang dikultur secara *in vitro*. Tahapan inisiasi adalah sebagai berikut:

- a. Rumput laut *K. alvarezii* yang berasal dari Seameo Biotrop dicuci dengan air laut steril hingga partikel-partikel dan kotoran yang menempel pada rumput laut hilang terbilas.
- b. Pemotongan talus mencapai ukuran 1 cm menggunakan pisau steril dan diletakkan dalam baskom bersih berisi air laut steril sebanyak 36 eksplan rumput laut *K. alvarezii*. Menurut Tiwa *et al.* (2013), berat awal rumput laut yang akan dibudidayakan berpengaruh terhadap pertumbuhannya, di mana bibit dengan awalnya lebih kecil akan memberikan hasil pertumbuhan yang lebih cepat karena tidak terjadi persaingan antara talus dalam mendapatkan makanan.
- c. Tahap pencucian dan pemotongan eksplan dilakukan di dalam *laminar air flow*.
- d. Eksplan direndam dalam larutan yang mengandung *povidone iodine* 1% selama 3 - 4 menit. Setelah itu, eksplan dibilas 3 - 4 kali dengan air laut steril (Sulistiani & Yani, 2014).



## 2.4 Penanaman Eksplan (Inokulasi)

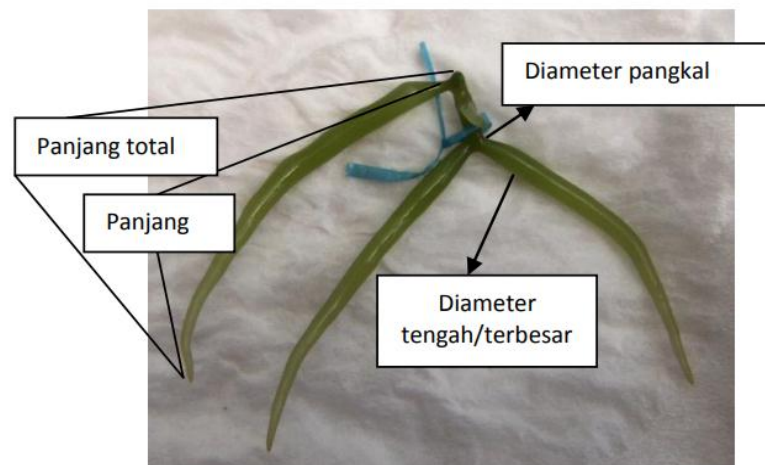
Tahapan penanaman eksplan yang dilakukan meliputi :

- a. Eksplan yang telah disterilisasi siap untuk ditanam dalam media kultur. Proses inokulasi dilaksanakan pada ruangan steril untuk mencegah kontaminasi mikroba yang dapat menghambat pertumbuhan eksplan dalam media kultur.
- b. Eksplan diambil dengan menggunakan pinset steril. Setiap botol kultur yang telah berisi media kultur dengan volume 500 ml dimasukkan 3 eksplan dan diberi aerasi.
- c. Botol-botol berisi eksplan tersebut diletakkan pada rak yang disusun dengan pencahayaan lampu TL 1500 lux. Durasi terang gelap yang digunakan adalah 12 jam terang dan 12 jam gelap. Pergantian media dilakukan setiap seminggu sekali. Hal ini untuk mencegah kekurangan nutrisi. Pergantian media dilakukan sebanyak 100%. Apabila terjadi pemutihan eksplan dan kekeruhan media, maka harus segera diambil tindakan penyelamatan dengan membuang eksplan yang mati, dan sesegera mungkin menggantinya dengan media yang baru. Namun, eksplan yang kurang dari atau sama dengan 50% bagian jaringannya yang mengalami pemutihan masih mampu diselamatkan dengan cara membuang bagian yang memutih, dan sisanya yaitu jaringan yang masih sehat dapat tetap diinokulasi.

### 3. Pengamatan dan Pencatatan Data

Tahapan pengamatan dan pencatatan data yang dilakukan meliputi :

- a. Pengukuran kualitas air dilakukan seminggu sekali, meliputi suhu, pH, dan salinitas. Monitoring DO, fosfat, dan nitrat dilakukan pada awal pemeliharaan dan akhir pemeliharaan.
- b. Pengamatan yang dilakukan dengan mengambil data sampling bobot biomassa, panjang total talus individu, diameter talus, dan jumlah individu setiap seminggu sekali. Untuk lebih jelasnya, morfometrik rumput laut *K. alvarezii* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengukuran panjang dan diameter talus  
Sumber: Marisca (2013)

## **E. Pengamatan**

Parameter yang diamati pada penelitian ini, yaitu :

### **1. *Survival Rate* (SR)**

Tingkat kelangsungan hidup atau *survival rate* (SR) merupakan perbandingan antara jumlah total individu rumput laut yang hidup pada akhir percobaan ( $N_t$ ) dengan jumlah total individu rumput laut yang ditebar pada awal percobaan ( $N_o$ ).

Kelangsungan hidup rumput laut dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Effendie, 1997) :

$$SR = \left( \frac{N_t}{N_o} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

SR = Kelangsungan hidup (%)

$N_t$  = Jumlah rumput laut yang hidup pada hari ke-t (individu)

$N_o$  = Jumlah rumput laut pada awal pemeliharaan (individu)

### **2. Pertambahan Bobot Talus**

Untuk menghitung pertumbuhan mutlak tanaman uji digunakan persamaan sebagai berikut (Effendie, 1997) :

$$BM = W_t - W_o$$

Keterangan:

BM = Bobot mutlak (mg)

$W_t$  = Bobot akhir (mg)

$W_o$  = Bobot awal (mg)

### 3. Laju Pertumbuhan (LP)

Laju pertumbuhan dihitung berdasarkan hasil pengukuran panjang talus dengan persamaan sebagai berikut (Yong *et al.*, 1996):

$$LP = \left[ \frac{(Wt)^{\frac{1}{t}}}{(Wo)} - 1 \right] \times 100\%$$

Keterangan :

LP = Laju pertumbuhan (% berat basah/ hari)

Lt = Panjang setelah t hari (mm)

Lo = Panjang awal (mm)

t = Waktu pengamatan (hari)

### 4. Pertambahan Panjang Talus

Data panjang total talus diperoleh dengan mengambil individu dan mengukurnya menggunakan jangka sorong setiap minggu. Panjang total talus diukur mulai dari pangkal utama talus hingga ujung talus (Gambar 5). Pertambahan panjang talus dapat diukur dengan menghitung selisih panjang atau panjang total pada waktu t dengan panjang total awal, seperti persamaan sebagai berikut (Marisca, 2013):

$$\Delta L = Lt - Lo$$

Keterangan :

$\Delta L$  = Pertambahan panjang talus atau panjang total talus (mm)

Lt = Panjang atau panjang total pada waktu t (mm)

Lo = Panjang atau panjang total awal (mm)

## 5. Pertambahan Diameter Talus

Pertumbuhan rumput laut dapat diukur pula dari nilai pertambahan diameter talus rumput laut. Pengukuran diameter talus ini dilakukan pada bagian terbesar talus (Gambar 5). Pertambahan diameter talus didapatkan dari selisih diameter akhir dengan diameter awal, seperti persamaan sebagai berikut (Marisca, 2013):

$$\Delta D = D_t - D_o$$

Keterangan:

$\Delta D$  = Pertambahan diameter pangkal atau tengah (terbesar) talus (mm)

$D_t$  = Diameter pangkal atau tengah (terbesar) talus pada waktu t (mm)

$D_o$  = Diameter pangkal atau tengah (terbesar) talus awal (mm)

## 6. Analisis Data

Parameter yang diuji secara statistik adalah laju pertumbuhan harian rumput laut, pertambahan bobot, diameter talus, dan panjang total talus rumput laut. Data tingkat kelangsungan hidup rumput laut, kualitas air, nitrat, fosfat, dan dianalisis secara deskriptif. Data laju pertumbuhan spesifik, pertambahan bobot, diameter talus, dan panjang total talus rumput laut *K. alvarezii* yang diperoleh dianalisis ragam menggunakan *analysis of variance* (anova) dan uji lanjut Duncan pada derajat kepercayaan 5%. Sebelum dilakukan analisis ragam, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas untuk mengetahui data menyebar secara normal dan homogen. Apabila uji anova menunjukkan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ), maka dilakukan uji wilayah Duncan untuk mengetahui perbedaan nilai rata-rata antar perlakuan.

## **V. SIMPULAN DAN SARAN**

### **A. Simpulan**

Pengaruh pemberian pupuk PES (*Provasoli Enrich Seawater*) dan pupuk organik cair dalam berbagai dosis tidak berbeda nyata terhadap pertambahan panjang, bobot, diameter, panjang, dan laju pertumbuhan spesifik talus rumput laut *K. alvarezii* secara *in vitro* sehingga pupuk organik cair dari limbah budidaya ikan bawal bintang dan bonggol pisang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti pupuk PES.

### **B. Saran**

Pupuk organik cair dari limbah budidaya ikan bawal bintang dan bonggol pisang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas produksi rumput laut serta dapat dijadikan acuan pengembangan ilmu pengetahuan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ambas, I. 2006. *Potensi Pemanfaatan dan Prospek Pengembangan Budidaya Rumput Laut di Indonesia*. Badan Pengembahan Ekspor Nasional. Departemen Perdagangan dan Koperasi, Jakarta. 13 hal.
- Anggadiredja, J.T., Zatnika, A., Purwoto, H., & Istini, S. 2006. *RumputLaut, Pembudidayaan, Pengolahan, dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial*. Penebar Swadaya, Jakarta. 47 hlm.
- Anggadiredja, J.T., Zatnika, A., Purwoto, H., & Istini, S. 2008. *Rumput Laut*. Penebar Swadaya, Jakarta. 47 hlm.
- Apriwulandari, I., Nuraini, Y., & Kusuma, Z. 2012. Aplikasi pupuk kandang sapi dan pupuk nitrogen untuk memperbaiki kualitas entisol bagi jagung manis. *The Indonesian Green Technology Journal* 1(2): 41-48.
- Aslan, L. M. 1998. *Seaweed Cultivation*. Kanisius, Yogyakarta. 96 pp.
- Aslan, L. M. 1991. *Budidaya Rumput Laut*. Kanisius, Yogyakarta. 96 hal.
- Atmadja, W. S., Kadi, A., & Sulistidjo, R. 1996. *Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia*. Puslitbang Oseanologi-LIPI, Jakarta. 191 hlm.
- Budiyani, F. B., Suwartimah, K., & Sunaryo. 2012. Pengaruh penambahan nitrogen dengan konsentrasi yang berbeda terhadap laju pertumbuhan rumput laut, *Caulerpa racemosa* var. *unifera*. *Journal of Marine Research* 1(1): 10-18.
- Bulboa, C. R., & De Paula, E. J. 2005. Introduction of non-native species of *Kappaphycus* (Rhodophyta, Gigartinales) in subtropical waters: comparative analysis of growth rates of *Kappaphycus alvarezii* and *Kappaphycus striatum* in vitro and in the sea in South-Eastern Brazil. *Phycological Research* 53(3): 183-188.
- Burdames, Y., & Ngangi, E. L. A. 2014. Kondisi lingkungan perairan budidaya rumput laut di Desa Tarakan, Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Budidaya Perairan* 2(3): 69-75.

- Doty, M.S. 1985. *Euclideanalvarezii*, sp. Nov. (Gigartinales, Rhodophyta) from Malaysia. In: Abbott IA, Norris JN (eds) Taxonomy of Economic Seaweeds: with Reference to Some Pacific and Caribbean Species. California Sea Grant College Program, La Jolla, California. 45pp.
- Dwidjoseputro, D. 1994. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. PT Gramedia, Jakarta. 200 hlm.
- Effendie, M.I. 1997. *Biologi perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta. 105 hlm.
- Etika, Y. V. 2007. Pengaruh pemberian kompos kulit kopi, kotoran ayam, dan kombinasinya terhadap ketersediaan unsur N, P, dan K pada inceptisol. *Skripsi*. Universitas Brawijaya, Malang. 85 hlm.
- Fadilah, S., Pong-Masak, P. R., Santoso, J., & Parenrengi, A. 2016. Growth, morphology, and growth related hormone level in *Kappaphycus alvarezii* produced by mass selection in Gorontalo waters, Indonesia. *Hayati Journal of Biosciences* 23(1): 29-34.
- Gunawan, L.W. 1987. *Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan*. Laboratrium Kultur Jaringan PAU Bioteknologi, IPB. Bogor. 253 hlm.
- Gunawan, W., & Subhan, U. 2012. Pertumbuhan populasi *Daphnia* spp. yang diberi pupuk limbah budidaya keramba jaring apung (KJA) di Waduk Cirata yang telah difermentasi EM4. *Jurnal Akuatika* 3(1): 84-94.
- Guo, H., Yao, J., Sun, Z., & Duan, D. 2014. Effect of salinity and nutrients on the growth and chlorophyll fluorescence of *Caulerpa lentillifera*. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology* 33(2): 410-418.
- Harahap, F. 2010. Budidaya rumput laut dengan spora dan kultur jaringan untuk peningkatan pendapatan keluarga. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat* 16(62): 38-45.
- Indranada, H. K. 1986. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Bina Aksara, Jakarta. 90 hlm.
- Indriani, Y. H. 2002. *Membuat Kompos Secara Kilat*. PT. Penebar Swadaya, Jakarta. 62 hlm.
- Indriani, F., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. 2013. Studi pengaruh penambahan limbah ikan pada proses pembuatan pupuk cair dari urin sapi terhadap kandungan unsure hara makro (CNPk). *Jurnal Teknik Lingkungan* 2(2): 1-8.



- Kawaroe, M., Praton, T., Rachmat, A., Sari, D. W., & Augustine, D. 2012. Laju pertumbuhan spesifik dan kandungan asam lemak pada mikroalga *Spirulina platensis*, *Isocyris* sp., dan *Porphyridium cruentum*. *Ilmu Kelautan : Indonesian Journal of Marine Sciences* 17(3): 125-131.
- Kesumaningwati, R. 2015. Penggunaan mol bonggol pisang (*Musa paradisiaca*) sebagai decomposer untuk pengomposan tandan kosong kelapa sawit. *Ziraa'ah Jurnal Ilmu Pertanian* 40(1): 40-45 hlm.
- Kibria, G., Nugegoda, D., Fairclough, R., & Lam, P. 1997. The nutrient content and the release of nutrients from fish food and faeces. *Hydrobiologia* 357(3):165-171.
- Komarawidjaja, W. 2011. Rumpul laut *Gracilaria* sp. Sebagai fitoremediasi bahan organik perairan tambak budidaya. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 6(2): 410-415.
- Kordi, K. M. G. H., & Tancung, A.B. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. Rineka Cipta, Jakarta. 224 hlm.
- Kumar, G.R., Reddy, C.R.K., & Jha, B. 2007. Callus induction and thallus regenerative from callus of phycocolloid yielding seaweeds from the Indian coast. *J Appl Phycol* 19(1):15-25.
- Kuncoro, E. B. 2004. *Akuarium Laut*. Kanisius, Yogyakarta. 227 hlm.
- Kusnendar, E. 2002. *Petunjuk Teknis Budidaya Rumpul Laut dalam Rangka Program Intensifikasi Pembudidayaan Ikan*. Direktorat Jendral Perikanan. Direktorat Pembudidayaan, Jakarta. 43 hlm.
- Lapointe, B. E. 1987. Phosphorus and nitrogen limited photosynthesis and growth of *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyceae) in the Florida keys : an experimental field study. *Marine Biology* 93(4): 561-568.
- Lazzari, R. & Baldisseroto, B. 2008. Nitrogen and phosphorous waste in fish farming. *Inst. Pesca, Sao Paulo* 34(4): 591-600.
- Lim, A. H. & Vimala, O. 2012. Growth and yield responses of four leafy vegetables to organic fertilizer. *Journal of Tropical Agriculture and Food science* 40(1): 1-11.
- Lingga, P. 1991. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penerbit Swadaya, Jakarta. 163 hlm.
- Lobban, C. S., & Harrison, P. J. 1994. *Seaweed Ecology and Physiology*. Cambridge University Press, Cambridge. 384 pp.

- Luhan, M. R. J., & Sollesta, H. 2010. Growing the reproductive cells (carpospores) of the seaweed, *Kappaphycus striatum*, in the laboratory until outplanting in the field and maturation to tetrasporophyte. *J Appl Phycol* 22(5): 579-585.
- Maidie, A., Handayani, S., & Suryati, E. 2017. Kultur jaringan rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) di media berbeda terhadap pertumbuhan talus. *Jurnal Harpodon Borneo* 10(1): 37-45.
- Malingkas, R. 2002. Perbanyak benih rumput laut *Gracilaria verrucosa* (H) *papenfus* melalui kultur *in vitro* pada berbagai media kultur serta aplikasinya. *Tesis*. Universitas Hasanudin, Ujung Pandang. 83 hlm.
- Marisca, N. 2013. Aklimatisasi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* hasil kultur jaringan dengan kepadatan yang berbeda dalam akuarium di rumah kaca. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 73 hlm.
- Mulyani, M., & Kartasapoetra, A. G. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta, Jakarta. 175 hlm.
- Mulyaningrum, S.R.H., Nursyam, H., Risjani, Y., & Parenrengi, A. 2013. Regenerasi filamen kalus rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dengan formulasi zat pengatur tumbuh yang berbeda. *Jurnal Penelitian Perikanan* 1(1): 52-60.
- Munadjim. 1983. *Teknologi Pengolahan Pisang*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 72 hlm.
- Munoz, J., Freile-Pelegrin, Y., & Robledo, D. 2004. Mariculture of *Kappaphycus alvarezii* (rhodophyta, solieraceae) color strains in tropical waters of Yucatan, Mexico. *Aquaculture* 239(4): 161-177.
- Mythli, P. K., Satyavathi, V. Pavankumar, G., Rao, M.V.S., & Manga, V. 1997. Genetic analysis of short term callus culture and morphogenesis in pearl millet, *Pennisetum glaucum*. *Plant cell, tissue, and organ culture* 50(3): 171-178.
- Novizan. 2002. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Agro Media Pustaka, Jakarta. 73 hlm.
- Nurfebriani, D. N., Rejeki, S., & Widowati, L. L. 2015. Pengaruh pemberian pupuk organik cair dengan lama perendaman yang berbeda terhadap pertumbuhan rumput laut (*Caulepra lentillifera*). *Journal of Aquaculture Management Technology* 4(4): 88-94.

- Patadjai, R. S. 1994. Pengaruh pupuk TSP terhadap pertumbuhan dan kualitas rumput laut *Gracilaria gigas* HARV. *Majalah Ilmiah Universitas Haluoleo* 7(12): 14-19.
- Parenrengi, A., Rachmansyah, & Suryati, E. 2011. *Budidaya Rumput Laut Penghasil Karaginan (Karaginofit)*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan. ISBN: 987-979-3692-21-0. 54 hlm.
- Paturau, J. 1982. *By products of The Cane Sugar Industry, Second Edition*. Elsevier. Amsterdam. 435 pp.
- Poerwowidodo. 1996. *Telaah Kesuburan Tanah*. UGM Press, Yogyakarta. 275 hlm.
- Pongmasak, P.R., Parenrengi, A., Tjaronge, M., & Rusman. 2008. *Protokol Seleksi Varietas Bibit Unggul Rumput Laut*. Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau. Pusat Penelitian dan Pengembangan Budidaya. Kementrian Kelautan dan Perikanan. 27 hlm.
- Parnata, A.S. 2004. *Pupuk Organik Cair Aplikasi dan Manfaatnya*. Agromedia Pustaka, Jakarta. 118 hlm.
- Pujihastuti, Y. P. 2011. Nitrification and denitrification in pond. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 10(1): 1-6.
- Purwendro, S. Nurhidayat. 2006. *Mengolah Sampah untuk Pupuk Pestisida Organik*. Penebar Swadaya, Jakarta. 51 hlm.
- Round, F. E. 1977. *The Biology of the Algae*. Edward Arnold Publisher, London. 161 pp.
- Ruslaini, & Iba, W. 2011. Studi kondisi kualitas air budidaya rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) pada tambak tanah sulfat masam (studi kasus di Kecamatan Moramo, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara). *Jurnal Aqua Hayati* 7(3):189-195.
- Salisbury, Frank B., & Ross, C. W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2* (diterjemahkan dari : *Plant Physiology*, penerjemah : D.R. Lukman dan Sumaryono) . Institut Teknologi Bandung, Bandung. 343 hlm.

- Setyorini, Larasati. 2006. Pengaruh pupuk bokashi berbahan baku jerami dan daun lamtoro terhadap pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. *Skripsi*. Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- Suhastyo, A. A., Anas, I., Santosa, D. A., & Lestari, Y. 2013. Studi mikrobiologi dan sifat kimia mikroorganisme lokal yang digunakan pada budidaya budidaya padi SRI (*system of rice intensification*). *Sainteks* 10(2): 20-39.
- Sukasa, I. M., Antara N. S., & Suter, I. K. 1996. Pengaruh lama fermentasi media bonggol pisang terhadap glukoamilase dari *Aspergillus niger*. NRRL A-11. *Majalah Ilmiah Teknologi Pertanian* 2(1): 18-20.
- Sulistiani, E., Soelistyowati, D.T., Alimudin, & Yani, S.A. 2011. Thallus regeneration from callus of cottonii seaweed (*Kappaphycus alvarezii*, Doty) collected from Natuna, Riau Province. *Biotropia* 19(2): 103-114.
- Sulistiani, E. & Yani, S. A. 2014. *Kultur Jaringan Rumput Laut Kottoni (Kappaphycus alvarezii)*. Seameo Biotrop. Bogor. 128 hlm.
- Sulistiawati, D., Cokrowati, N., & Widiyanti, L. 2016. Optimalisasi kepadatan bibit *Euchema cottonii* hasil kultur jaringan pada tahap pemeliharaan di botoleraasi. *Biowallacea* 2(2):107-115.
- Sundari, T. 2010. Pengenalan varietas unggul dan teknik budidaya ubi kayu. balai penelitian kacang kacangan dan umbi umbian. *Report No. 55. STE. Final.*, Malang. 12 hlm.
- Sundari, S., Sari, E., & Rinaldo, R. 2012. *Pembuatan Pupuk Organik Cair Menggunakan Bioaktivator Bioscaden EM4*. Kanisius, Yogyakarta. 218 hlm.
- Suriadikarta, Didi, A., & Simanungkalit, R.D.M. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. 283 hlm.
- Suryati, E., Rachmansyah, & Mulyaningrum, S.R.H. 2007. Pertumbuhan spora rumput laut *Gracilaria verrucosa* secara *in vitro* dengan penambahan hormone pengatur pertumbuhan pada tanaman. *J Ris Akuakultur* 4(2): 307-312.
- Suryati, E., & Mulyaningrum, S.R.H. 2009. Regenerasi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty) melalui induksi kalus dan embrio dengan penambahan hormone perangsang tumbuh secara *in vitro*. *J. Ris. Akuakultur* 4(1): 39-45.

- Sutanto, R. 2002. *Pertanian Organik, Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*. Kanisius, Yogyakarta. 218 hlm.
- Sutika, N. 1989. *Ilmu air*. Universitas Padjajaran, Bandung. 110 hlm.
- Thirumaran, G. & Anantharaman, P. 2009. Daily growth rate of field farming seaweed *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex. *P. silvian* Velar Estuary. *World Journal of Fish and Marine Science* 1(3): 144-153.
- Titlyanov, E. A., & Titlyanova, T. V. 2006. Production of planlets of the red alga of gelidium genus (rhodophyta) from thallus fragments. *Russian Journal of Marine Biology* 32(5):284.
- Tiwa, R.B., Mondoringin, L., & Salindeho, I. 2013. Pertumbuhan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* pada perbedaan kedalaman dan berat awal di perairan Talengen Kabupaten Kepulauan Sangihe. *Budidaya Perairan* 11(3): 63-68.
- Wijaya, K.A. 2008. *Nutrisi Tanaman sebagai Penentu Kualitas Hasil dan Resistensi Alami pada Tanaman*. Prestasi Pustaka, Jakarta. 121 hlm.
- Winarno, F.G. 1990. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta. 112 hlm.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah, Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Gava Media. Yogyakarta. 350 hlm.
- World Wildlife Fund. 2014. *Better Management Practices Seri Panduan Perikanan Skala Kecil Budidaya Rumput Laut - Kotoni (Kappaphycus alvarezii), Sacol (Kappaphycus striatum) dan Spinosum (Eucheuma denticulatum)*. WWF-Indonesia. 28 hlm.
- Yong, Y. S., Yong, W. T. L., & Anton, A. 2013. Analysis of Formulae for determination of seaweed growth rate. *J. Appl Phycol* 25(6): 1831-1834.
- Yuniwati, M., Iskarima, F., & Padulemba, A. 2012. Optimasi kondisi proses pembuatan kompos dari sampah organik dengan cara fermentasi menggunakan EM4. *Jurnal Teknologi* 5(2): 172-181.