

**KECERNAAN PROTEIN DAN ENERGI PAKAN GEL  
MENGUNAKAN RUMPUT LAUT, *Kappaphycus alvarezii*  
TERFERMENTASI OLEH BERBAGAI KOMBINASI  
FERMENTER SEBAGAI BAHAN PENGENTAL PADA  
IKAN NILA, *Oreochromis niloticus***

**SKRIPSI**

**FAHRAGITA DWI SAFITRI**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2019**

**KECERNAAN PROTEIN DAN ENERGI PAKAN GEL  
MENGUNAKAN RUMPUT LAUT, *Kappaphycus alvarezii*  
TERFERMENTASI OLEH BERBAGAI KOMBINASI  
FERMENTER SEBAGAI BAHAN PENGENTAL PADA  
IKAN NILA, *Oreochromis niloticus***

**FAHRAGITA DWI SAFITRI  
L221 14 509**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada  
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2019**



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

Judul Skripsi : Kecemasan Protein Dan Energi Pakan Gel Menggunakan Rumput Laut, *Kappaphycus alvarezii* Terfermentasi Oleh Berbagai Kombinasi Fermenter Sebagai Bahan Pengental Pada Ikan Nila, *Oreochromis niloticus*

Nama Mahasiswa : Fahragita Dwi Safitri

Nomor Pokok : L221 14 509

Program Studi : Budidaya Perairan


Skripsi telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing Utama,



Dr. rer. nat. Elmi M. Zainuddin, DES  
NIP. 19610618 198803 2 001

Pembimbing Anggota,



Dr. Ir. Edison Saade, M.Sc  
NIP. 19630803 198903 002

Mengetahui,

Dekan  
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



Dr. Ir. St. Aisjah Farhum, M.Si  
NIP. 19690605 199303 2 002

Ketua Program Studi  
Budidaya Perairan,



Dr. Ir. Siti Aslamyah, MP  
NIP. 19690901 199303 2 003



## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fahragita Dwi Safitri  
NIM : L221 14 509  
Program Studi : Budidaya Perairan  
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul "Kecernaan Protein Dan Energi Pakan Gel Menggunakan Rumput Laut, *Kappaphycus alvarezii* Terfermentasi Oleh Berbagai Kombinasi Fermenter Sebagai Bahan Pengental Pada Ikan Nila, *Oreochromis niloticus*" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No. 17, tahun 2017).

Makassar, 26 Mei 2019



FAHRAGITA DWI SAFITRI  
L221 14 509



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fahragita Dwi Safitri  
NIM : L221 14 509  
Program Studi : Budidaya Perairan  
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi/Tesis/Disertasi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyatakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 26 Mei 2019

Mengetahui,



Dr. Ir. Siti Aslamyah, MP  
NIP. 19690901 199303 2 003

Penulis



Fahragita Dwi Safitri  
L221 14 509





## ABSTRAK

**FAHRAGITA DWI SAFITRI.** L22114509. “Kecernaan Protein dan Energi Pakan Gel Menggunakan Rumput Laut, *Kappaphycus alvarezii* Terfermentasi oleh Berbagai Kombinasi Fermenter sebagai Bahan Pengental pada Ikan Nila, *Oreochromis niloticus*” dibimbing oleh **Elmi N. Zainuddin** sebagai Pembimbing Utama dan **Edison Saade** sebagai Pembimbing Anggota.

---

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kombinasi fermenter terbaik pada proses fermentasi rumput laut, *Kappaphycus alvarezii* sebagai bahan pengental dan sumber nutrisi pada pakan gel terhadap pencernaan protein dan energi pada ikan nila, *Oreochromis niloticus*. Ikan uji yang digunakan adalah ikan nila GIFT jantan dengan bobot awal rata-rata  $\pm 15$  g/ekor yang dipelihara dalam akuarium yang berukuran 60x30x36cm. Untuk analisis pencernaan pakan uji ditambahkan  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  sebanyak 0,5% pada pakan uji. Koleksi feses dilakukan dengan metode siphon. Frekuensi pemberian pakan tiga kali sehari yaitu jam 07:00, 12:00 dan 17:00. Adapun perlakuan yang digunakan ada 5 yaitu A= rumput laut tanpa fermenter, B= rumput laut dengan fermenter *Bacillus sp.*, C= rumput laut dengan kombinasi fermenter *Bacillus sp.* + *Rhizopus sp.*, D= rumput laut dengan kombinasi fermenter *Bacillus sp.* + *Saccharomyces sp.*, dan E= rumput laut dengan kombinasi fermenter *Bacillus sp.* + *Aspergillus sp.* Data hasil pencernaan protein dan energi diolah secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencernaan protein dan energi tertinggi diperoleh pada tepung rumput laut terfermentasi oleh *Bacillus sp.* (perlakuan B) dengan nilai masing-masing 96,08% dan 91,15%.

Kata Kunci : Fermentasi *Kappaphycus alvarezii*, ikan nila, pakan gel, pencernaan protein, pencernaan energi.



## ABSTRACT

**FAHRAGITA DWI SAFITRI.** L22114509. "Digestibilities of Protein and Energy Using Seaweed, *Kappaphycus alvarezii* Fermented by Various Combinations of Fermenters as Thickening Agent in Tilapia, *Oreochromis niloticus*" guided by **Elmi N. Zainuddin** as Main Advisor and **Edison Saade** as Member Advisor.

---

This study aims to determine the best combination of fermenters in the fermentation process of seaweed, *Kappaphycus alvarezii* as thickening agent and nutrient source in gel feed for protein and energy digestibilities in tilapia, *Oreochromis niloticus*. The experimental fishes used was male GIFT tilapia with an average initial weight of  $\pm 15$ g which was maintained in an aquarium measuring 60x30x36cm. For analysis of digestibilities of experimental feed,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  was added as much as 0.5% in the experimental feed. Feses collection is done by the siphon method. The frequency of feeding three times a day, namely at 07:00, 12:00 and 17:00. The treatment used is 5, namely A = seaweed without fermenter, B= seaweed with *Bacillus sp.* fermenter, C= seaweed with a combination fermenter of *Bacillus sp.* + *Rhizopus sp.*, D= seaweed with a combination fermenter of *Bacillus sp.* + *Saccharomyces sp.*, and E= seaweed with a combination fermenter of *Bacillus sp.* + *Aspergillus sp.* Data on protein and energy degestibilities were processed descriptively. The results showed that the highest protein and energy digestibilities was obtained in fermented seaweed flour by *Bacillus sp.* (treatment B) with values of 96.08% and 91.15% respectively.

Keywords : Fermentation of *Kappaphycus alvarezii*, tilapia, gel feed, protein digestibilities, energy digestibilities.



## KATA PENGANTAR



Puji dan syukur Penulis memanjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi yang berjudul Kecernaan Protein Dan Energi Pakan Gel Menggunakan Rumput Laut, *Kappaphycus alvarezii* Terfermentasi Oleh Berbagai Kombinasi Fermenter Sebagai Bahan Pengental Pada Ikan Nila, *Oreochromis niloticus* dapat Penulis selesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak, Oleh karena itu Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. rer. nat. Elmi N. Zainuddin. DES, selaku Pembimbing Utama atas bimbingan, arahan, waktu dan kesabaran yang telah diberikan kepada Penulis selama penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Ir. Edison Saade, M.Sc, selaku Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktunya dalam memberi bimbingan, saran dan dampingan kepada Penulis.
3. Dr. Ir. Dody Dh. Trijuno M.App.Sc, selaku Pembimbing Akademik serta dosen Penguji pada ujian sarjana yang telah meluangkan waktunya serta memberikan kritik dan saran demi perbaikan skripsi ini.
4. Bapak Yulius selaku teknisi di Hatchery Mini, Fakultas Ilmu Kelautan Perikanan, Universitas Hasanuddin Penulis selama menjalankan kegiatan penelitian.
5. Seluruh Tenaga Pendidik dan Tenaga Kependidikan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan khususnya Program Studi Budidaya Perairan yang senantiasa memberi motivasi, doa, perhatian serta bantuannya selama Penulis menempuh studi hingga akhir.
6. Ayahanda tercinta Aco Jamaiah dan Ibunda Juhaeni Tahila, serta segenap keluarga besar yang telah tulus dan penuh kasih sayang telah memberikan doa, perhatian, semangat dan bantuan moril maupun materil serta mencurahkan perhatian lebih kepada Penulis.
7. Teman penelitian yaitu Kiki Resky Amelia S.Pi, Rian Firdayanti Rauf, Iin Robihatul Fadillah S.Pi, Andi Nur Amalia S.Pi, Muh. Elyas S.Pi, Nur Fajryanti dan Amalia

atas kerja samanya selama penelitian.

sahabat tersayang sayayaitu Kiki Resky Amelia S.Pi, Rian Firdayanti Rauf, Iin Robihatul Fadillah S.Pi, Nurul Fuadah Arifin, Nur Fitriani Hamid dan Miranda yang senantiasa memberi perhatian, semangat, nasehat dan doanya selama penelitian.





9. Teman KKN (Kuliah Kerja Nyata) Gelombang 96 Tahun 2017 di Desa Tabbinjai, Kecamatan Tombolo Pao, Kabupaten Gowa yaitu Widiastuti M. Nur, Dian Pratiwi S.Pi, Muhammad Iqra S.Pi, Syahrin Ramadhan S.T, Ardianto dan Ardi Ariesta Manopo yang telah sama-sama berjuang.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, Untuk itu melalui kesempatan ini, Penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca, Amien Ya Rabbal Alamin.



## BIODATA PENULIS



Fahragita Dwi Safitri dilahirkan di Kota Palopo, Provinsi Sulawesi Selatan oleh Ayahanda Aco Jamaiyah dan Ibunda Juhaeni Tahila pada Tanggal 10 Oktober 1996. Pada Tahun 2002 memasuki pendidikan dasar di Sekolah Dasar Negeri (SDN) 484 Salupikung di Kota Kelahiran Kota Palopo dan lulus pada pada Tahun 2010. Selanjutnya, Penulis mengikuti pendidikan menengah yaitu Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 8 Palopo dan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 2 Palopo masing-masing lulus Pada Tahun 2011 dan 2014. Penulis melanjutkan pendidikan tinggi setelah lulus di Sekolah Menengah Atas dan diterima di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar melalui Jalur Non-Subsidi (JNS). Pada akhir studi, Penulis berhasil menulis skripsi berjudul “Kecernaan Protein Dan Energi Pakan Gel Menggunakan RumputLaut, *Kappaphycus alvarezii* Terfermentasi Oleh Berbagai Kombinasi Fermenter Sebagai Bahan Pengental Pada Ikan Nila, *Oreochromis niloticus*”.



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Dan Kegunaan.....	2
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
A. Klasifikasi Ikan Nila, <i>Oreochromis niloticus</i> .....	3
B. Morfologi Ikan Nila.....	3
C. Habitat dan Kebiasaan Hidup Ikan Nila.....	4
D. Pakan Gel.....	4
E. Bahan Pengental Rumput Laut.....	5
F. Fermentasi.....	6
G. Kecernaan.....	8
1. Protein.....	9
2. Energi.....	10
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	12
A. Waktu dan Tempat.....	12
B. Materi Penelitian.....	12
1. Hewan Uji.....	12
2. Pakan Uji.....	12
C. Fermentasi Rumput Laut.....	13
D. Koleksi Feses.....	14
E. Rancangan Percobaan dan Perlakuan.....	14
F. Parameter yang Diukur.....	14
G. Analisis Data.....	14
<b>IV. HASIL</b> .....	15
A. Hasil.....	15
1. Kecernaan Protein.....	15
2. Kecernaan Energi.....	16
<b>DISKUSI DAN SARAN</b> .....	17
<b>DISKUSI</b> .....	17
<b>SARAN</b> .....	19
<b>kesimpulan</b> .....	19



B. Saran.....	19
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>20</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>22</b>



## DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1	Komposisi bahan baku dan nutrisi pakan uji.....	13



## DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1	Ikan Nila, <i>Oreochromis niloticus</i> .....	3
2	Kecernaan protein pada ikan nila, <i>O. niloticus</i> yang mengkonsumsi pakan gel dengan berbagai kombinasi fermenter pada proses fermentasi rumput laut, <i>K. alvarezii</i> sebagai bahan pengental dan sumber nutrisi.....	15
3	Kecernaan energi pada ikan nila, <i>O. niloticus</i> yang mengkonsumsi pakan gel dengan berbagai kombinasi fermenter pada proses fermentasi rumput laut, <i>K. alvarezii</i> sebagai bahan pengental dan sumber nutrisi.....	16





## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1	Komposisi makro nutrien dan fermenter (Aquaenzymis dan Premix Aquavita).....	23
2	Kecernaan protein pada ikan nila, <i>O. niloticus</i> yang mengkonsumsi pakan gel menggunakan rumput laut <i>Kappaphycus alvarezii</i> yang difermentasi oleh berbagai kombinasi fermenter sebagai bahan pengental dan sumber nutrisi.....	24
3	Hasil analisis bahan feses chrome pada ikan nila, <i>O. niloticus</i> yang mengkonsumsi pakan gel menggunakan rumput laut, <i>Kappaphycus alvarezii</i> yang difermentasi oleh berbagai kombinasi fermenter sebagai bahan pengental dan sumber nutrisi.....	25
4	Kandungan nutrisi feses ikan nila, <i>O. niloticus</i> yang mengkonsumsi pakan gel menggunakan rumput laut <i>Kappaphycus alvarezii</i> yang difermentasi oleh berbagai kombinasi fermenter sebagai bahan pengental dan sumber nutrisi.....	26



# I. PENDAHULUAN

## A. Latar belakang

Ikan nila, *Oreochromis niloticus* merupakan jenis ikan yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan telah menjadi salah satu komoditas yang memberikan peran besar dalam produksi perikanan. Peningkatan budidaya ikan nila tidak terlepas dari keunggulan komparatif biologis sebagai ikan omnivora yang memiliki toleransi yang luas terhadap lingkungan dan aspek ekonomis praktis yang dimiliki seperti cara budidaya yang mudah (Suriawidjaja, 2005 dalam Endah, 2012). Pada usaha budidaya ikan, pakan merupakan kebutuhan penting yang harus dipenuhi.

Pakan adalah suatu bahan makanan yang mengandung nutrisi lengkap yang terdiri dari sumber protein, lemak dan karbohidrat, vitamin dan mineral. Sumber pakan dapat berasal dari bahan nabati atau hewani. Salah satu pakan buatan yang dikembangkan saat ini dan bisa dicobakan yaitu pakan gel. Pakan gel adalah pakan basah tipe puding yang menggunakan tepung rumput laut, *Kappaphycus alvarezii* sebagai bahan pengental. Pakan gel memiliki kelebihan yaitu (i) proses pembuatan praktis karena hanya membutuhkan alat yang sederhana dan tidak memerlukan mesin pelet, melainkan hanya panci dan kompor, (ii) mudah dikonsumsi dan dicerna oleh kultivan karena teksturnya lembek, dan (iii) atraktivitas tinggi karena aromanya cepat menyebar di air (Saade, dkk., 2013).

Salah satu bahan baku pakan gel adalah rumput laut *K. alvarezii* sebagai bahan pengental dan sumber nutrisi. Rumput laut dapat berperan sebagai bahan pengental karena mengandung bahan gummi alami. Disamping itu, rumput laut juga berperan sebagai sumber nutrisi dan energi (Suparmi, 2009). Namun demikian, kandungan serat kasar yang terdapat pada rumput laut yang sulit dicerna menyebabkan pemanfaatannya belum optimal salah satu solusinya adalah fermentasi.

Proses fermentasi mendayagunakan aktivitas suatu mikroba tertentu dari kombinasi beberapa spesies mikroba. Mikroba yang mampu berperan sebagai fermenter pada proses fermentasi rumput laut yaitu *Bacillus sp.*, *Aspergillus sp.*, *Saccharomyces sp.*, *Rhizopus sp.*, dan lain-lain. Rumput laut yang telah difermentasi dapat meningkatkan kandungan makro nutrien dan dapat mengurangi kandungan serat kasar sehingga kultivan mudah mencernanya.

ernaan merupakan jumlah nutrisi yang tercerna dalam organ pencernaan  
erhanakan pakan melalui mekanisme fisik dan kimiawi sehingga makanan  
trien mudah diserap dan diedarkan keseluruh tubuh melalui sistem  
arah. Kecernaan pada pakan ikan berbeda-beda bergantung kandungan  
Serat kasar akan berpengaruh terhadap nilai kecernaan protein, serat



kasar yang tinggi menyebabkan semakin berkurangnya masukan protein yang dapat dicerna (Cho, *et al.*, 1985). Untuk keperluan tersebut, kultivan memerlukan nutrisi berupa protein dan energi.

Energi diperoleh dari perombakan ikatan kimia melalui proses reaksi oksidasi terhadap komponen pakan yaitu protein, lemak dan karbohidrat. Daya cerna yang baik dapat dilihat dari mikro nutrien pakan yang diserap oleh kultivan. Semakin baik kemampuan cerna kultivan maka akan semakin sedikit sisa makanan yang dibuangnya (feses). Menurut Belewu (2007), salah satu penyebab rendahnya kualitas bahan pakan adalah tingginya kandungan serat kasar, sehingga daya cerna dan daya serap rendah, energi pakan rendah serta pertumbuhan tidak optimal. Disamping itu, ada kecenderungan bahwa bahan semakin rendah kekentalan pada takaran tertentu semakin tinggi kecernaan pada kultivan.

Hal inilah menjadikan studi tentang kecernaan protein dan energi pada ikan nila, *O. niloticus* yang mengkonsumsi pakan gel mengandung rumput laut *K. alvarezii* terfermentasi oleh berbagai kombinasi fermenter sebagai bahan pengental dan sumber nutrisi adalah sangat urgen.

## **B. Tujuan dan kegunaan**

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kombinasi fermenter terbaik pada proses fermentasi rumput laut, *K. alvarezii* sebagai bahan pengental dan sumber nutrisi terhadap kecernaan protein dan energi pada ikan nila, *Oreochromis niloticus*.

Kegunaan penelitian adalah untuk memberikan informasi tentang kecernaan protein dan energi pada ikan nila, *O. niloticus* yang mengkonsumsi pakan gel mengandung rumput laut sebagai bahan pengental dan sumber nutrisi setelah difermentasi oleh berbagai kombinasi fermenter.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Klasifikasi ikan nila, *Oreochromis niloticus*

Ikan nila hidup di perairan yang dalam dan luas maupun di kolam yang sempit dan dangkal, seperti sungai, waduk, rawa, tambak air payau. Ikan nila hidup pada nilai pH berkisar antara 6-6,5 namun pertumbuhannya akan optimal pada pH 7-8 dan suhu 25-30°C (Suyanto, 2008). Adapun klasifikasi ikan nila, *Oreochromis niloticus* menurut Suyanto (2003) sebagai berikut :

Filum : *Chordata*

Kelas : *Osteichthyes*

Ordo : *Percomorpha*

Sub-ordo: *Percoidea*

Family : *Cichlidae*

Genus : *Oreochromis*

Spesies: *Oreochromis niloticus*.



Gambar 1. Ikan Nila, *Oreochromis niloticus*

### B. Morfologi ikan nila

Ikan nila memiliki ciri garis vertikal berwarna gelap pada sirip-sirip ekor, punggung dan dubur. Bentuk tubuh pipih ke arah vertikal (kompres), mata sedikit menonjol dan cukup besar dengan bagian tepi tubuh berwarna putih, bibir tebal dan biasa disembulkan. Ikan ini memiliki sirip yang lengkap. Posisi sirip ventral terhadap pectoral adalah torasik. Garis linier terputus menjadi dua yaitu atas dan bawah (Suyanto, 2003).

Ikan nila *Oreochromis niloticus* dapat hidup diperairan tawar dan mereka menggunakan ekor untuk bergerak, sirip perut, sirip dada dan penutup insang yang

mendukung badannya. Nila memiliki lima buah sirip, yaitu sirip punggung sirip dada (pectoral fin) sirip perut (ventral fin), sirip 3 anal (anal fin), dan anal fin). Sirip punggungnya memanjang dari bagian atas tutup insang an atas sirip ekor. Terdapat juga sepasang sirip dada dan sirip perut yang



berukuran kecil dan sirip anus yang hanya satu buah berbentuk agak panjang. Sementara itu, jumlah sirip ekornya hanya satu buah dengan bentuk bulat (Saenin, 1968).

### C. Habitat dan kebiasaan hidup ikan nila

Ikan nila merupakan ikan konsumsi yang umum hidup di perairan tawar, terkadang ikan nila juga ditemukan hidup di perairan yang agak asin (payau). Ikan nila dikenal sebagai ikan yang bersifat euryhaline (dapat hidup pada kisaran salinitas yang lebar). Ikan nila mendiami berbagai habitat air tawar, termasuk saluran air yang dangkal, kolam, sungai dan danau. Ikan nila dapat menjadi masalah sebagai spesies invasif pada habitat perairan hangat, tetapi sebaliknya pada daerah beriklim sedang karena ketidakmampuan ikan nila untuk bertahan hidup di perairan dingin, yang umumnya bersuhu di bawah 21°C (Harysu, 2012).

Menurut Mudjiman (2001), ikan nila, *Oreochromis niloticus* adalah termasuk campuran ikan pemakan campuran(omnivora). Ikan nila mempunyai habitat diperairan tawar, seperti sunga, danau, waduk dan rawa, tetapi karena toleransinya yang luas terhadap salinitas, sehingga ikan dapat pula hidup dan berkembang biak di perairan payau dan laut. Salinitas yang disukai antara 0-35 promil. Ikan nila air tawar dapat dipindahkan ke air asin dengan proses adaptasi yang bertahap. Kadar garam dinaikan sedikit demi sedikit. Berkaitan dengan habitatnya, ikan nila yang masih kecil lebih tahan terhadap perubahan lingkungan dibanding dengan ikan yang sudah besar (Suyanto,2003).

### D. Pakan gel

Untuk menaikkan produksi ikan secara optimal perlu diberikan pakan berkualitas tinggi, yang berarti bahwa pakan harus memenuhi kebutuhan nutrisi atau kebutuhan gizi bagi ikan tersebut. Pakan merupakan salah satu penunjang dalam perkembangbiakan ikan, dimana fungsi utama pakan adalah untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan (Djajasewaka, 1985). Selanjutnya menurut Mudjimin (1994), agar kita dapat menyediakan makanan dalam jumlah yang cukup, tepat waktu dan berkesinambungan serta memenuhi syarat gizi dan pencernaan, maka perlu diberi makanan buatan.



Pakan gel adalah pakan basah tipe puding yang menggunakan tepung rumput laut sebagai bahan pengental. Kita menggunakan pakan gel dalam pembuatan pakan gel karena salah satu bahan yang digunakan dalam pembuatan pakan gel adalah tepung rumput laut sebagai bahan pengental. Pakan gel lebih mudah dibuat

dibandingkan dengan pakan lain karena pakan gel memiliki kelebihan yaitu (i) proses pembuatan praktis karena hanya membutuhkan alat yang sederhana karena tidak memerlukan mesin pelet, melainkan hanya panci dan kompor, (ii) mudah dikonsumsi dan dicerna oleh kultivan karena teksturnya lembek, dan (iii) atraktivitas tinggi karena aromanya cepat menyebar di air (Saade, dkk., 2013). Akan tetapi, masalah utama yang sering ditemui pada pakan gel basah adalah tidak tahan lamanya penyimpanan pada ruang terbuka. Berdasarkan studi pendahuluan, paka gel yang basah hanya bisa bertahan selama tiga hari di ruang terbuka (suhu 32°C), tujuh hari dilemari pendingin (suhu 0-10°C), dan diperkirakan bisa bertahan lebih lama apabila disimpan di freezer (suhu -10-0°C) tanpa perubahan baik bentuk, tekstur, warna, aroma maupun kandungan nutrisinya serta memiliki efisiensi pemanfaatan yang optimal.

#### **E. Bahan pengental rumput laut**

Bahan baku yang berkualitas, terjangkau dan ramah lingkungan dan dapat digunakan sebagai bahan pengental diantaranya rumput laut, tepung sagu dan tepung kanji. Tepung rumput laut, tepung sagu dan kanji telah digunakan sebagai binder pakan pakan kering (Saade, dkk., 2010, Saade, 2012), dan tepung rumput laut segar telah dimanfaatkan sebagai bahan pengental pada pakan gel (Saade, dkk., 2013).

Rumput laut adalah salah satu tumbuhan laut yang tergolong dalam makroalga benthik yang banyak hidup melekat di dasar perairan. Rumput laut merupakan ganggang yang hidup dilaut dan tergolong dalam divisio *thallophyta*. Rumput laut mengandung kalium, kalsium, magnesium, natrium, besi, seng, yodium, vitamin C dan E. Saat ini rumput laut juga digunakan sebagai bahan baku pakan ikan karena selain berfungsi sebagai sumber nutrisi dan energi, dapat juga digunakan sebagai bahan pengikat atau perekat, pengental dan pengatur keseimbangan (Suparmi, 2009).

Rumput laut ini merupakan salah satu kelompok tumbuhan laut yang mempunyai sifat tidak bisa dibedakan antara bagian akar, batang, dan daun. Seluruh bagian tumbuhan disebut thallus, sehingga rumput laut tergolong tumbuhan tingkat rendah (Susanto & Mucktianty, 2002). Bentuk thallus rumput laut bermacam-macam, ada yang bulat seperti tabung, pipih, gepeng, bulat seperti kantong, rambut, dan lain sebagainya. Thallus ini ada yang tersusun hanya oleh satu sel (uniseluler) atau banyak sel (multiseluler). Percabangan thallus ada yang thallus dichotomus (dua-

enerus), pinate (dua-dua berlawanan sepanjang thallus utama), pectinate (arah pada satu sisi thallus utama) dan ada juga yang sederhana tidak bercabang. Sifat substansi thallus juga beraneka ragam ada yang lunak seperti gelatin, ada yang keras diliputi atau mengandung zat kapur (calcareous), lunak bagaikan





tulang rawan (cartilagenous), berserabut (spongy) dan sebagainya dengan berbagai keanekaragaman warna (Soegiarto et al, 1978).

## F. Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu cara untuk mengubah substrat menjadi produk tertentu yang dikehendaki dengan menggunakan bantuan mikroba. Produk-produk tersebut biasanya dimanfaatkan sebagai minuman atau makanan. Fermentasi suatu cara telah dikenal dan digunakan sejak lama sejak jaman kuno, sebagai suatu proses fermentasi memerlukan yaitu mikroba sebagai inokulum, tempat (wadah) untuk menjamin proses fermentasi berlangsung dengan optimal, serta substrat sebagai tempat tumbuh (medium) dan sumber nutrisi bagi mikroba (Waites, dkk., 2001). Menurut Muchtadi dan Ayustaningwarno (2010), hasil fermentasi diperoleh sebagai akibat metabolisme mikroba-mikroba pada suatu bahan pangan dalam keadaan anaerob. Mikroba yang melakukan fermentasi membutuhkan energi umumnya diperoleh dari glukosa. Dalam keadaan aerob, mikroba mengubah glukosa menjadi air CO<sub>2</sub> dan energi (ATP).

Adapun jenis-jenis fermentor yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

### 1. *Bacillus sp.*

*Bacillus sp.* merupakan bakteri yang berbentuk batang dapat dijumpai di tanah dan air termasuk pada air laut. Beberapa jenis menghasilkan enzim ekstraseluler yang dapat menghidrolisis protein dan polisakarida kompleks. *Bacillus sp.* membentuk endospora, merupakan gram positif, bergerak dengan adanya flagel peritrikus, dapat bersifat aerobik atau fakultatif anaerobik serta bersifat katalase positif. *Bacillus sp.* merupakan salah satu dari enam bakteri penghasil endospora. Endospora tersebut terbentuk bulat, oval, elips atau silinder, yang terbentuk di dalam sel vegetatif. Endospora tersebut membedakan *Bacillus sp.* dari tipe-tipe bakteri pembentuk eksospora.

*Bacillus sp.* sangat potensial untuk dikembangkan dalam industri bioteknologi karena mempunyai sifat-sifat seperti, memiliki kisaran suhu pertumbuhan yang luas, pembentuk spora, kosmopolit, tahan terhadap senyawa-senyawa antiseptik, bersifat aerob atau fakultatif anaerob, memiliki kemampuan enzimatik yang beragam, dan beberapa diantaranya mampu melakukan biodegradasi terhadap banyak senyawa rekalsitan dan xenobiotik. Selain itu yang utama adalah *Bacillus sp.* tidak memerlukan faktor tumbuh yang relatif mahal. *Bacillus sp.* digolongkan ke dalam mikroba heterotrofik yaitu, protista bersifat univeseluler, termasuk dalam golongan mikroba mesofilik redusen atau yang lazim disebut sebagai dekomposer. Bakteri tersebut termasuk bakteri termofilik. Keuntungan utama penggunaan mikroba



termofilik adalah untuk memperoleh enzim amilase yang tahan panas, sehingga mikroba dapat dimanfaatkan di bidang industri (Uhling, 1998). Sebagian besar bakteri laut termasuk dalam kelompok bakteri bersifat heterotrofik dan saprofitik (Hatmanti, 2000). Dosisnya yaitu 1 ml/100g bahan pakan (Aslamyah dkk, 2017).

## 2. *Aspergillus sp.*

*Aspergillus sp.* merupakan jamur yang mampu hidup pada medium dengan derajat keasaman dan kandungan gula yang tinggi. Jamur ini dapat menyebabkan pembusukan pada buah-buahan atau sayuran. *Aspergillus* ada yang bersifat parasit ada pula yang bersifat saprofit. *Aspergillus* yang bersifat parasit menyebabkan penyakit Aspergillosis pada unggas karena mengeluarkan racun aflatoksin (Karmana, 2007). *Aspergillus sp.* sering ditemukan pada bahan pakan yang di simpan didalam gudang dengan kelembaban tinggi. *Aspergillus sp.* dianggap patogen karena dapat menyebabkan suatu penyakit saluran pernapasan, radang granulomatosis pada selaput lendir, mata, telinga, kulit, meningen, bronchus dan paru-paru (Handajani dan Purwoko, 2008).

Kapang *aspergillus sp.* berasal dari class Ascomycota, dapat dikenali dengan adanya struktur konidia yang berbentuk oval, semi bulat, atau bulat. Konidia melekat pada fialid dan fialid melekat pada bagian ujung konidiofor yang mengalami pembekakan atau disebut vesikel (Hafsari dan Isma, 2013). Menurut Purnomo (1987) *Aspergillus sp.* dapat tumbuh dalam medium yang mengandung karbohidrat seperti *Sabouraud's Dextrosa Agar* (SDA) yang telah di tambah antibiotik, koloni akan tumbuh dalam waktu 2-7 hari. Pertumbuhan *Aspergillus sp.* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti temperatur, cahaya, air, oksigen dan karbohidrat. Dosisnya yaitu 1,5 g/100g bahan pakan (Aslamyah dkk, 2017).

## 3. *Saccharomyces sp.*

*Saccharomyces sp.* merupakan cendawan berupa khimar sejati tergolong eukariot mempunyai potensi kemampuan tinggi sebagai imunostimulan, dan bagian yang bermanfaat tersebut adalah dinding selnya. *Saccharomyces sp.* secara morfologi hanya membentuk blastospora berbentuk bulat lonjong, silindris, oval atau bulat telur yang dipengaruhi oleh strainnya. Berkembang biak dengan membelah diri melalui "budding cell". Reproduksi dapat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan serta jumlah nutrisi yang tersedia bagi pertumbuhan sel. *Saccharomyces sp.* yang mempunyai kemampuan fermentasi telah lama dimanfaatkan untuk pembuatan berbagai produk dan sudah banyak digunakan sebagai probiotik. *Saccharomyces sp.* yang mempunyai kemampuan fermentasi telah dimanfaatkan untuk pembuatan berbagai pakan dan sudah banyak digunakan sebagai probiotik (Agawane dan ... 4).



Beberapa macam agensia pengendali hayati dapat di kelompokkan ke dalam jamur, bakteri dan khamir antagonis. Kelompok khamir antagonis salah satunya adalah *Saccharomyces sp.* Salah satu spesies yang banyak digunakan sebagai agensia pengendali hayati adalah *Saccharomyces sp.* *Saccharomyces sp.* memengaruhi pertumbuhan *penicillium requeforti*, suatu mikroba patogen pada simpanan yang menghasilkan beberapa toksin seperti roquefortin, dan yang masih dapat tumbuh pada tekanan oksigen rendah dan suhu rendah (Soesanto, 2008). Dosisnya yaitu 1,5 g/100g bahan pakan (Aslamyah dkk, 2017).

#### 4. *Rhizopus sp*

Kapang *Rhizopus sp.* merupakan mikroorganisme yang memproduksi enzim amilase. Enzim amilase dari kapang *Rhizopus sp.* masih stabil pada suhu 50-60°C, stabil pada pH 5.4-7.0, tetapi pH yang optimumnya adalah 3.6. *Rhizopus sp.* merupakan makroorganisme yang mampu memproduksi enzim lipase dan enzim protease. Mikroorganisme yang berperan penting dalam proses pembuatan tempe. *Rhizopus sp.* memiliki koloni heterothalik, tumbuh cepat ditandai dengan bangunan khas seperti stolon (hifa penghubung diantara kelompok sporangiophora), rhizoid (bangunan mirip akar yang tumbuh ke dalam substrat), dan sporangifora (bangunan khusus yang pada ujungnya terdapat spongarium) yang tumbuh ke atas dengan posisi berlawanan dengan rhizoid (Pawiroharsono 1996). Dosisnya yaitu 1,5 g/100g bahan pakan (Aslamyah dkk, 2017).

### G. Kecernaan

Kecernaan merupakan kombinasi mekanik dan kimia pada proses penghancuran pakan menjadi bentuk yang lebih sederhana yang siap diserap oleh dinding usus dan masuk ke dalam sistem pembuluh darah melalui proses menggunakan enzim. Kemampuan cerna terhadap suatu jenis pakan bergantung kepada kualitas dan kuantitas pakan, bahan pakan, kandungan gizi pakan, jenis aktivitas enzim-enzim pencernaan pada sistem pencernaan ikan, ukuran dan umur ikan serta sifat fisik dan kimia perairan (NRC, 1983 dalam Syamsunarno, 2009). Nutrient dari bahan yang berbeda mungkin dicerna dengan tingkat yang berbeda. Hal ini berhubungan dengan sumber dan komposisi bahan-bahan makanan. Pakan yang berasal dari bahan nabati biasanya lebih sedikit dicerna dibanding dengan bahan

bahan nabati umumnya memiliki serat kasar yang sulit dicerna dan dinding sel kuat yang sulit dipecahkan (Hepher, 1988 dalam Syamsunarno, 2009).



Kecernaan dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk menilai suatu bahan pakan (Edey, 1983 disitasi Abun, 2007 dalam Prawitasari dkk, 2012). Selanjutnya dinyatakan bahwa: 1) Semakin tinggi nilai kecernaan suatu bahan makanan, makin besar zat-zat makanan yang diserap. 2) Tingginya kandungan zat-zat makanan, jika nilai kecernaannya rendah maka tidak akan ada gunanya. 3) Untuk mengetahui seberapa besar zat-zat yang dikandung dalam pakan yang dapat diserap untuk kebutuhan pokok, pertumbuhan dan produksi. Menurut Tilman *et al.* (1998) dalam Abun (2009) kecernaan dapat diartikan banyaknya atau jumlah proporsional zat-zat makanan yang ditahan atau diserap oleh tubuh.

Zat makanan yang terdapat di dalam feses dianggap zat makanan yang tidak dicerna dan tidak tercerna dan tidak diperlukan kembali (Cullison, 1978 dalam Abun, 2009). Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang kandungan air dalam feses berkisar 80-95% dan 15-20% bahan padat (Affandi, 1992). Dengan demikian, sebelum membuat pakan perlu diketahui terlebih dahulu nutrisi yang dibutuhkan oleh bita kultur. Nilai nutrisi (gizi) pakan pada umumnya dilihat dari komposisi zat gizinya. Kebutuhan nutrisi ikan akan terpenuhi dengan adanya pakan. Komponen pakan yang berkontribusi terhadap penyediaan materi dan energi tumbuh adalah protein, karbohidrat dan lemak.

## 1. Protein

Protein merupakan molekul kompleks yang terdiri dari asam amino esensial dan non esensial. Protein adalah nutrisi yang sangat dibutuhkan untuk perbaikan jaringan tubuh yang rusak, pemeliharaan protein tubuh untuk pertumbuhan, materi untuk pembentukan enzim dan beberapa jenis hormon dan juga sebagai sumber energi (NRC, 1983). Protein merupakan sumber nutrisi terbesar bagi tubuh ikan, oleh karena itu protein pakan harus dimanfaatkan seefisien mungkin untuk pertumbuhan ikan. Agar pemanfaatan protein dan pakan efisien protein harus diimbangi oleh energi non protein dalam jumlah cukup, agar protein pakan sebagian besar digunakan untuk pertumbuhan (Pramono, *et al.*, 2007). Sekitar 65-75% dari tubuh ikan dalam berat kering merupakan protein (Halver, 2001). Ikan menggunakan protein secara efisien sebagai sumber energi (Lovell, 1989). Protein sangat penting bagi tubuh karena zat ini mempunyai fungsi sebagai bahan-bahan dalam tubuh serta sebagai zat pembangun protein berfungsi membentuk berbagai jaringan baru untuk pertumbuhan (Kordi, 2011).

Cernaan protein kasar tergantung pada kandungan protein di dalam ransum. Semakin rendah kandungan proteinnya umumnya mempunyai kecernaan yang rendah dan sebaliknya. Kecernaan protein pada pakan ikan berbeda-beda tergantung kandungan serat kasar. Serat kasar akan berpengaruh terhadap nilai



kecernaan protein, serat kasar yang tinggi menyebabkan semakin berkurangnya masukan protein yang dapat dicerna (Cho, *et al.*, 1985). Tinggi rendahnya kecernaan protein tergantung pada kandungan protein bahan pakan dan banyaknya protein yang masuk dalam saluran pencernaan (Tilman *et al.*, 1991 *dalam* Prawitasari dkk, 2012).

Kekurangan protein akan menyebabkan ikan kehilangan bobot tubuhnya karena protein dari berbagai jaringan vital diambil kembali untuk memelihara fungsi jaringan yang lebih vital lagi dan untuk mengganti sel yang mati. Sebaliknya kelebihan protein pada makanan akan menyebabkan proporsi protein yang disimpan dalam jaringan hanya sedikit, sedang selebihnya kan diubah dan digunakan sebagai sumber energi (Heptarina, 2011). Hal ini disebabkan karena suplai protein berlebih membutuhkan lebih banyak energi untuk mendeaminasi asam amino sehingga akan mengurangi energi untuk pertumbuhan (NRC, 1993). Protein yang dicerna akan dibebaskan dalam bentuk asam amino yang diabsorpsi saluran pencernaan untuk didistribusikan oleh darah ke seluruh jaringan tubuh (Wilson, 1989). Menurut Hasting (1969) dan Choubert (1983 *dalam* Usman *et al.*, 2003) bahwa kecernaan protein dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain sumber protein, ukuran partikel, perlakuan sebelum dan setelah pembuatan pakan, jenis dan ukuran ikan, jumlah konsumsi pakan, suhu, dan komponen nonprotein dalam pakan.

## 2. Energi

Energi yang terkandung di dalam pakan dinamakan energi bruto (*gross energy*). tidak semua energi yang terkandung di dalam pakan dapat digunakan oleh tubuh ikan. Beberapa diantaranya akan keluar melalui ekskreta karena tidak diabsorpsi oleh saluran pencernaan. Menurut Afrianto dan Liviawaty, 2005 *dalam* Pratiwi, 2013) menyatakan bahwa energi diperoleh dari perombakan ikatan kimia melalui proses reaksi oksidasi terhadap komponen pakan yaitu protein, lemak dan karbohidrat. Satu gram lemak memiliki energi dalam pakan (*gross energy*) sebesar 9,4 kkal, sedangkan dalam protein dan karbohidrat sebesar 5,6 dan 4,1 kkal (Wanatabe, 1988).

Pakan ikan diformulasikan untuk memenuhi perbandingan optimum antara energi terhadap protein untuk masing-masing spesies. Lemak berfungsi sebagai sumber energi yang penting. Namun, persentase pemberian lemak dalam pakan tanpa batas dengan tidak mempertimbangkan jenis lemak, sebagaimana kandungan energi dari pakan tersebut. Kandungan lemak yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan perbandingan antara protein kasar terhadap energi



tercerna menjadi tidak seimbang serta deposisi lemak yang berlebihan dalam rongga tubuh dan jaringan (Subandiyono, 2009).

Energi dalam pakan digunakan sebagai energi untuk pemeliharaan dan pertumbuhan, pertumbuhan dapat berlangsung jika kebutuhan energi untuk maintenance sudah terpenuhi terlebih dahulu baru kemudian energi yang tersisa dalam pakan digunakan untuk pertumbuhan pada ikan (Lovell, 1989 *dalam* Setiawati *et al.*, 2008).

Tingkat energi dalam pakan juga mempengaruhi konsumsi pakan. Jika tingkat energi melebihi kebutuhan maka akan menurunkan konsumsi sehingga pengambilan nutrisi lainnya (Haetami, 2012). Watanabe (1988) menyatakan bahwa perbedaan antara energi keseluruhan dari makanan dan energi keseluruhan dari feses yang berasal dari suatu unit jumlah makanan disebut sebagai energi tercerna (*digestible energy*). Untuk makanan yang dapat dicerna dengan baik, nilai pencernaan energinya akan mendekati nilai energi keseluruhannya. Jika daya cerna baik makan ikan akan mengeluarkan sedikit sisa makanan dalam bentuk feses.

