

SKRIPSI

**PENGARUH BERBAGAI SUMBER PREBIOTIK DALAM PAKAN
FUNGSIONAL TERHADAP KOMPOSISI KIMIA TUBUH SERTA
KADAR GLIKOGEN HATI DAN OTOT IKAN BANDENG
(*Chanos chanos*)**

Disusun dan diajukan oleh :

TUTHY TAZKIAH MUSTARI
L031 17 1316



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**PENGARUH BERBAGAI SUMBER PREBIOTIK DALAM PAKAN
FUNGSIONAL TERHADAP KOMPOSISI KIMIA TUBUH SERTA
KADAR GLIKOGEN HATI DAN OTOT IKAN BANDENG
(*Chanos chanos*)**

**TUTHY TAZKIAH MUSTARI
L031 17 1316**

SKRIPSI

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



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH BERBAGAI SUMBER PREBIOTIK DALAM PAKAN FUNGSIONAL TERHADAP KOMPOSISI KIMIA TUBUH SERTA KADAR GLIKOGEN HATI DAN OTOT IKAN BANDENG (*Chanos chanos*)

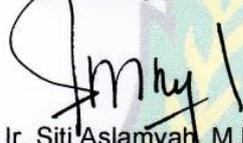
Disusun dan diajukan oleh

TUTHY TAZKIAH MUSTARI
L031 17 1316

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 11 Februari 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama



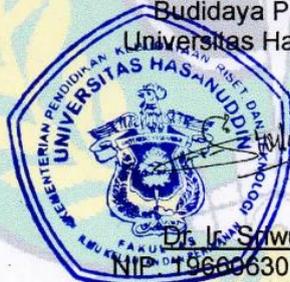
Dr. Ir. Siti Aslamyah, M.P.
NIP. 19690901 199303 2 003

Pembimbing Anggota



Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si.
NIP. 19640721 199103 1 001

Ketua Program Studi
Budidaya Perairan
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Sriwulan, M.P.
NIP. 19660630 199103 2 002

Tanggal Pengesahan : 02 Maret 2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tuthy Tazkiah Mustari
NIM : L031 17 1316
Program Studi : Budidaya Perairan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“Pengaruh Berbagai Sumber Prebiotik dalam Pakan Fungsional terhadap Komposisi Kimia Tubuh serta Kadar Glikogen Hati dan Otot Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar- benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 2 Maret 2022

Yang Menyatakan



Tuthy Tazkiah Mustari

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tuthy Tazkiah Mustari
NIM : L031 17 1316
Program Studi : Budidaya Perairan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan 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, 02 Februari 2022

Mengetahui,



Dr. Ir. Sriwulan, M.P.
NIP. 196606301991032002

Penulis



Tuthy Tazkiah Mustari
NIM. L031 17 1316

ABSTRAK

Tuthy Tazkiah Mustari. L031 17 1316. “Pengaruh Berbagai Sumber Prebiotik dalam Pakan Fungsional terhadap Komposisi Kimia Tubuh serta Kadar Glikogen Hati dan Otot Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)” dibimbing oleh **Siti Aslamyah** sebagai Pembimbing Utama dan **Zainuddin** sebagai Pembimbing Anggota.

Bahan baku pakan yang telah diekstrak dan diaplikasikan dengan berbagai sumber prebiotik sebagai *feed additive* dapat meningkatkan kualitas pakan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh sumber prebiotik yang terbaik dalam pakan terhadap komposisi kimia tubuh serta kadar glikogen hati dan otot ikan bandeng (*Chanos chanos*). Ikan bandeng dengan bobot awal $\pm 5-10$ g/ekor, dipelihara dengan kepadatan 20 ekor/akuarium berukuran $50 \times 40 \times 35$ cm sebanyak 15 buah. Penelitian didesain dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan lima sumber prebiotik dalam pakan fungsional, yaitu kontrol, ubi jalar, rumput laut, kacang hijau, dan bawang merah dengan tiga kali ulangan. Ikan uji diberi pakan 5% dari bobot tubuh selama 50 hari pemeliharaan dengan frekuensi tiga kali sehari yakni pada pukul 07.00, 12.00, dan 17.00 WITA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan prebiotik dari sumber yang berbeda dalam pakan fungsional berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar protein kasar, lemak kasar, dan abu ikan bandeng (*Chanos chanos*). Rata-rata kadar protein kasar, lemak kasar, dan abu pada ikan bandeng yang diberi pakan perlakuan prebiotik dari sumber kacang hijau merupakan yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu menghasilkan kadar protein kasar 69,74%, lemak kasar 14.82%, abu 11.29%, serat kasar 1.54%, dan BETN 2.61%. Sedangkan perlakuan prebiotik dari sumber yang berbeda dalam pakan fungsional tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap kadar glikogen hati dan otot ikan bandeng (*Chanos chanos*). Penambahan prebiotik dari sumber rumput laut dalam pakan fungsional mendapatkan hasil yang lebih baik daripada perlakuan lainnya terhadap kadar glikogen hati dan otot ikan bandeng (glikogen hati berkisar 5.75 ± 0.13^a mg/g dan glikogen otot berkisar 5.60 ± 0.02^a mg/g).

Kata kunci: Glikogen, Ikan Bandeng, Komposisi Kimia Tubuh, Prebiotik

ABSTRACT

Tuthy Tazkiah Mustari. L031 17 1316. "Effect of Various Sources of Prebiotics in Functional Feed on Chemical Body Composition and also Liver and Muscle Glycogen Levels of Milkfish (*Chanos chanos*)" supervised by **Siti Aslamyah** as the Principle supervisor and **Zainuddin** as the co-supervisor.

Fed raw materials that have been extracted and applied with various sourced of prebiotics as fed additives can improve fed quality. The aim of this study was to determine the effect of the best prebiotic sourced in feed on body chemical composition and liver and muscle glycogen levels of milkfish (*Chanos chanos*). Milkfish with an initial weight of $\pm 5-10$ g/head, kept at a density of 20 fish/aquarium measuring 50 x 40 x 35 cm as many as 15 pieces. The study was designed in a completely randomized design (CRD) with five prebiotic sourced in functional fed, namely control, sweet potato, seaweed, green beans, and shallots with three replications. The test fish were fed 5% of body weight for 50 days of rearing with a frequency of three times a day, namely at 07.00, 12.00, and 17.00 WITA. The results showed that prebiotic treatment from different sourced in functional fed has a significant impact ($P < 0.05$) on crude protein, crude fat, and ash content of milkfish (*Chanos chanos*). The average content of crude protein, crude fat, and ash in milkfish treated with prebiotics from mung bean was the highest compared to other treatments, which resulted in crude protein content of 69.74%, crude fat 14.82%, ash 11.29%, 1.54% crude fiber, and 2.61% BETN. Meanwhile, prebiotic treatment from different sourced in functional fed had no significant impact ($P > 0.05$) on liver and muscle glycogen levels of milkfish (*Chanos chanos*). The addition of prebiotics from seaweed sourced in functional fed obtained better results than other treatments on milkfish liver and muscle glycogen levels (liver glycogen ranged from 5.75 ± 0.13^a mg/g and muscle glycogen ranged from 5.60 ± 0.02^a mg/g).

Keywords : Body Chemical Composition, Glycogen, Milkfish, Prebiotics

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Pengaruh Berbagai Sumber Prebiotik Dalam Pakan Fungsional Terhadap Komposisi Kimia Tubuh Serta Kadar Glikogen Hati dan Otot Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)”**.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Budidaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Dalam pelaksanaan kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, demi sempurnanya skripsi ini, penulis sangat membutuhkan dukungan dan sumbangsih pikiran yang berupa kritik dan saran bersifat membangun. Selama penulisan skripsi ini, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu dengan mendukung dan membimbing penulis, khususnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang sangat penulis sayangi, hormati, cintai, dan banggakan Ayahanda H. Mustari dan Ibunda Hj. Nurbaya, S.Pd. serta saudara-saudara tercinta Muh. Arfah Mustari, S.Pi., M.Si., Muh. Nanang Mustari, dan Nabih Ashadel Mustari yang selalu memberi dukungan dan semangat kepada penulis.
2. Dr. Ir. Siti Aslamyah, MP. selaku Pembimbing Utama dan Bapak Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si. selaku Pembimbing Anggota yang dengan tulus dan sabar membimbing, memberikan motivasi, dan saran serta petunjuk mulai dari persiapan, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi.
3. Dr. Marlina Achmad, S.Pi., M.Si. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan studi.
4. Safruddin, S.Pi., M.P. Ph.D. selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
5. Dr. Fachrul, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
6. Dr. Ir. Sriwulan, MP. selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
7. Kurniati Umrah Nur, S.Si.,M.AppSc(ME)Hons. selaku Penguji yang telah memberikan pengetahuan baru, masukan, saran, dan kritik yang bermanfaat dalam penulisan skripsi.
8. Bapak dan Ibu Dosen, serta Staf Pegawai Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan,

Universitas Hasanuddin yang telah berbagi ilmu dan pengalaman, serta membantu penulis.

9. Teman seperjuangan saya Synbiotic Team : Helma Jelita S., S.Pi., Dewi Sartika, S.Pi., Zulfikar Raihan Malah, S.Pi., dan M. Syahrul, S.Pi. yang telah membantu dan kebersamai selama penelitian. Terima kasih atas kerjasamanya. Terima kasih selalu memberi semangat, doa, dan dukungan yang tidak henti-hentinya. Terima kasih juga sudah menjadi patnert selama penelitian ini dan mengajarkan penulis banyak hal.
10. Sahabat Ciwi-Ciwi Gang : Andi Faidyatul Insani, S.Pi., Ismiyanti, S.Pi., Nurul Azzahra Lukman, S.Pi., Putri Cahyani, S.Pi., dan Nurhaerani, S.Pi. yang telah kebersamai selama perkuliahan, selalu memberikan semangat, kritik, serta saran dalam penyelesaian studi. Pengalaman yang luar biasa bersama kalian akan jadi momet yang tidak terlupakan dan sangat dirindukan.
11. Semua teman-teman BDP#17 atas kekeluargaan, kebersamaan, dan perjalanan yang meghibur selama hari-hari perkuliahan hingga sekarang.
12. KMP BDP KEMAPI FIKP UNHAS sebagai keluarga yang telah kebersamai dan memberikan banyak pelajaran serta pengalaman kepada penulis selama masa perkuliahan.

Penulis berharap dengan disusunnya skripsi ini dapat bermanfaat bukan hanya bagi penulis sebagai syarat kelulusan, namun dapat bermanfaat bagi masyarakat. *Aamiin.*

Makassar, 02 Februari 2022

Penulis



Tuthy Tazkiah Mustari
L031 17 1316

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Tuthy Tazkiah Mustari merupakan perempuan kelahiran Takalar tepatnya pada hari Kamis, 27 Mei 1999. Penulis merupakan anak dari pasangan H. Mustari dan Hj. Nurbaya, S.Pd. sebagai anak kedua dari empat bersaudara. Pada saat ini, penulis berumur 22 tahun. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penulis diterima di Universitas Hasanuddin pada tahun 2017 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Nasional (SBMPTN).

Penulis terlebih dahulu telah menyelesaikan pendidikan di UPT SDN No.154 Inpres Bantinoto pada tahun 2011, lalu lulus di SMPN 1 Takalar pada tahun 2014 dan lulus di R-SMA-BI Negeri 1 Takalar pada tahun 2017.

Dalam hal keorganisasian, penulis pernah aktif dalam lembaga internal kampus sebagai sekretaris umum KMP BDP KEMAPI FIKP UNHAS Periode 2019-2020. Dalam rangka menyelesaikan studi serta memenuhi syarat wajib untuk memperoleh gelar sarjana perikanan, penulis melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh berbagai Sumber Prebiotik dalam Pakan Fungsional terhadap Komposisi Kimia Tubuh serta Kadar Glikogen Hati dan Otot Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)” yang dibimbing oleh Ibu Dr.Ir. Siti Aslamyah, M.P. dan Bapak Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
PERNYATAAN AUTHORSHIP	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
BIODATA PENULIS	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Ikan Bandeng (<i>Chanos chanos</i>)	3
B. PROBIOTIK	6
C. PREBIOTIK	7
D. Aplikasi Pakan Fungsional menjadi Pangan Fungsional	8
1. Rumput laut	9
2. Kacang hijau	11
3. Bawang Merah	12
4. Ubi jalar	12
E. Komposisi kimia tubuh	13
F. Kadar glikogen hati dan otot	15
III. METODOLOGI PENELITIAN	17
A. Waktu dan Tempat	17
B. Materi Penelitian	17
1. Hewan Uji	17
2. Wadah Penelitian	17
3. Probiotik dan Prebiotik	17
4. Pakan Uji	18
C. Perlakuan dan Desain Penelitian	18
D. Prosedur penelitian	19
E. Parameter yang Diamati	19
1. Komposisi Kimia Tubuh	19
2. Kadar Glikogen Hati dan Otot	20
3. Kualitas Air	20

F. Analisis Data	20
IV. HASIL	21
A. Komposisi Kimia Tubuh	21
B. Kadar Glikogen Hati dan Otot	23
C. Kualitas Air	23
V. PEMBAHASAN	24
A. Komposisi Kimia Tubuh	24
B. Kadar Glikogen Hati dan Otot	27
C. Kualitas Air	28
VI. SIMPULAN DAN SARAN	29
A. Kesimpulan	29
B. Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Komposisi (% bk) bahan baku dan hasil analisis proksimat pakan	18
2. Nilai rata-rata total komposisi kimia tubuh ikan bandeng pada berbagai perlakuan..	21
3. Nilai perubahan relatif komposisi kimia tubuh ikan bandeng pada berbagai perlakuan	22
4. Rata-rata kadar glikogen hati dan otot ikan bandeng pada berbagai perlakuan pada awal dan akhir pemeliharaan	23
5. Kualitas air ikan bandeng selama penelitian	23

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Ikan Bandeng (<i>Chanos chanos</i>)	3
2. Tata letak wadah pemeliharaan selama penelitian	19

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Data komposisi kimia tubuh ikan bandeng dengan berbagai perlakuan prebiotik dari sumber yang berbeda dalam pakan	35
2. Data perubahan relatif komposisi kimia tubuh ikan bandeng dengan berbagai perlakuan prebiotik dari sumber yang berbeda dalam pakan	36
3. Data kadar glikogen hati dan otot ikan bandeng yang diberi perlakuan prebiotik dari sumber yang berbeda dalam pakan	37
4. Hasil analisis ragam kadar air	38
5. Hasil analisis ragam kadar protein kasar	39
6. Hasil analisis ragam kadar lemak kasar	40
7. Hasil analisis ragam kadar abu	41
8. Hasil analisis ragam kadar serat kasar	42
9. Hasil analisis ragam kadar BETN	43
10. Hasil analisis ragam kadar energi	44
11. Hasil analisis ragam kadar karbohidrat	45
12. Hasil analisis ragam kadar glikogen hati	46
13. Hasil analisis ragam kadar glikogen otot	47
14. Hasil analisis ragam kadar protein kasar	48
15. Hasil analisis ragam kadar lemak kasar	49
16. Hasil analisis ragam kadar lemak kasar	50
17. Hasil analisis ragam kadar abu	51
18. Hasil analisis ragam kadar serat kasar	52
19. Hasil analisis ragam kadar BETN	53
20. Penjabaran analisis proksimat	54

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada sistem budidaya ikan bandeng secara intensif, pakan merupakan salah satu komponen yang sangat menentukan keberhasilan usaha. Pakan adalah faktor penting karena menyerap 60-70% total biaya produksi (Haliman dan Adijaya, 2008 dalam Lestari *et al.*, 2019). Untuk menekan biaya produksi pakan, diperlukan alternatif lain yang mudah diperoleh dan harganya murah dengan pemberian *addictive hormone* dan lain-lain serta kebutuhan nutrient pada ikan tetap terpenuhi sehingga dapat meningkatkan pencernaan, karena jika taraf pencernaan tinggi maka efisiensi pakan meningkat (Putra, 2010). Salah satu alternatif yang dilakukan adalah penggunaan probiotik. Penambahan probiotik pada pakan telah banyak diaplikasikan pada kegiatan akuakultur dan terbukti telah memberikan efek yang menguntungkan bagi ikan (Kesarcodi-Watson *et al.*, 2008). Penggunaan probiotik (*Lactobacillus sp.*) dalam pakan merupakan salah satu alternatif yang dilakukan untuk meningkatkan imunostimulan, pemacu pertumbuhan, dan dapat dijadikan sebagai penyeimbang mikroorganisme dalam pencernaan. (Khasani, 2007).

Mikroorganisme mix terdiri atas bakteri, fungi, khamir, dan kapang yang menghasilkan enzim krusial untuk memfermentasi bahan baku, sehingga dapat meningkatkan kandungan nutrisi pakan ikan bandeng. Fermentasi bahan baku pakan dengan mikroorganisme mix memberikan respon positif terhadap kinerja pertumbuhan ikan bandeng dan komposisi kimia tubuh ikan bandeng. Hal ini merupakan kontribusi enzim yang disekresikan oleh mikroorganisme mix (Aslamyah *et al.*, 2018).

Prebiotik dibutuhkan sebagai nutrient agar probiotik tumbuh baik disaluran cerna. Prebiotik umumnya merupakan karbohidrat (poli dan oligosakarida) yang tidak dapat dicerna dalam saluran pencernaan inang. Kandungan karbohidrat tinggi dapat ditemukan dalam umbi-umbian, salah satunya adalah ubi jalar (Lesmanawati *et al.*, 2013). Ubi Jalar memiliki kandungan oligosakarida yang berpotensi memberikan nutrisi bagi mikroba usus yang menguntungkan (Marlin, 2008).

Salah satu bahan makanan yang memenuhi kriteria prebiotik karena mengandung oligosakarida yang tidak dapat dicerna (nondigestible oligosaccharide atau NDO) adalah kacang-kacangan. Menurut Kurniasih dan Tina (2013), apapun komponen nutrisi yang mencapai kolon tanpa tercerna berpotensi sebagai prebiotik, namun perkembangan penelitian mengenai prebiotik, mengklaim senyawa oligosakarida tak tercerna sebagai prebiotik primer. Senyawa oligosakarida secara alami terdapat pada tumbuh-tumbuhan, namun pada umumnya terdapat pada umbi-umbian dan kacang-kacangan. kacang hijau mengandung oligosakarida yang berupa rafinosa dan stakiosa.

Berdasarkan Lestari *et al.* (2019), setelah masuk ke dalam sel dan diedarkan keseluruh tubuh, glukosa darah berlebih akan diubah menjadi glikogen dengan proses glikogenesis. Glikogen terdapat pada hati dan otot ikan. Di dalam otot, glikogen merupakan simpanan energi primer yang dapat membentuk hampir 2% dari total massa otot (Nur, 2011). Zainuddin *et al.*, (2015) menyatakan level karbohidrat pakan 37% mengakibatkan deposit glikogen lebih stabil. Glikogen yang terdapat pada otot hanya dapat dimanfaatkan untuk keperluan energi di dalam otot tersebut dan tidak dapat dikembalikan ke dalam sirkulasi darah dalam bentuk glukosa apabila terdapat bagian tubuh lain yang membutuhkannya (Nur, 2011). Hasil penelitian Arifin (2015) pemberian feed additive berupa ekstrak kunyit *Curcuma longa* Linn pada dosis 0.15% memberikan peningkatan yang signifikan terhadap glikogen ikan gurame yaitu, 0.11 mg/g dan indeks hepatosomatik mengalami peningkatan sebesar 0.15%.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh berbagai sumber prebiotik dalam pakan terhadap komposisi kimia tubuh serta kadar glikogen hati dan otot ikan bandeng (*Chanos chanos*).

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan menentukan pengaruh sumber prebiotik yang terbaik dalam pakan terhadap komposisi kimia tubuh serta kadar glikogen hati dan otot ikan bandeng (*Chanos chanos*).

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan informasi tentang pengaruh sumber prebiotik yang terbaik dalam pakan terhadap komposisi kimia tubuh serta kadar glikogen hati dan otot ikan bandeng (*Chanos chanos*).

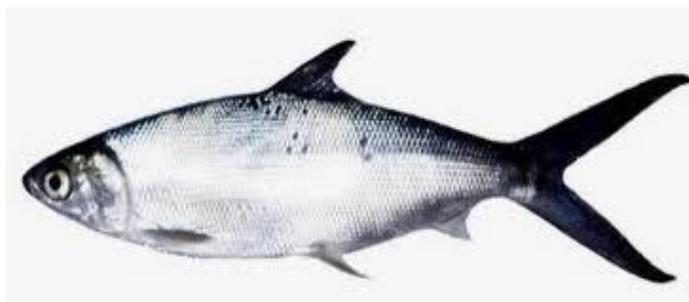
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

Dilansir dari website FishBase, klasifikasi ikan bandeng (*Chanos chanos* (Frosskal, 1775)) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia
Phylum : Chordata
Subphylum : Vertebrata
Infraphylum : Gnathostomata
Parvphylum : Osteichthyes
Gigaclass : Actinopterygii
Class : Actinopteri
Subclass : Teleostei
Order : Gonorynchiformes
Family : Chanidae
Genus : *Channos*
Species : *Chanos chanos*

Ikan bandeng juga memiliki nama dagang "Milkfish" dan nama lokal "Bolu, Mulo, Ikan Agam". Ikan bandeng mempunyai ciri-ciri seperti badan memanjang, padat, kepala tanpa sisik, mulut kecil terletak di depan mata. Mata diselaputi oleh selaput bening (*subcutaneous*). Sirip punggung terletak jauh dibelakang tutup insang dan dengan rumus jari-jari D. 14-16; sirip dada (*pectoral fin*) mempunyai rumus jari-jari V. 11-12; sirip anus (*anal fin*) terletak jauh dibelakang sirip punggung dekat dengan anus dengan rumus jari-jari A. 10-11; sirip ekor (*caudal fin*) berlekuk simetris dengan rumus jari-jari C. 19 (Hadie, 1986) (Gambar 1). Menurut Ghufron (1994), ikan bandeng (*Chanos chanos*) dapat tumbuh hingga mencapai 1,8 m, anak ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang biasa disebut nener yang biasa ditangkap di pantai panjangnya sekitar 1-3 cm, sedangkan gelondongan berukuran 5-8 cm.



Gambar 1. Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

Ikan bandeng adalah spesies unggulan dalam pengembangan budidaya perikanan di Indonesia karena termasuk jenis yang banyak diproduksi baik untuk konsumsi maupun sebagai penghasil devisa. Budidaya ikan ini terus berkembang, di tahun 2010 tercatat produksi sebanyak 421.757.000 kg pada tahun 2010 (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, 2011). Bandeng merupakan ikan bernilai ekonomis tinggi yang banyak dipelihara di tambak-tambak air payau di Indonesia. Ikan ini merupakan konsumsi yang berperan krusial dalam memenuhi kebutuhan protein masyarakat karena harganya relatif murah. Untuk memenuhi kebutuhan protein masyarakat budidaya bandeng telah berkembang dengan pesat (Mas'ud, 2011). Tambak bandeng di Indonesia mencapai 184.000 Ha dengan produksi kurang lebih 360 kg/Ha/Th. Sedangkan menurut Dirjen Perikanan (1981) produksi ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada tahun 1979 rata-rata 515 Kg/Ha/Th. Hasil tersebut masih jauh di bawah negara-negara Asia Tenggara lainnya seperti Filipina dan Taiwan. Di Taiwan luas tambak bandeng (*Chanos chanos*) hanya 15.000 Ha namun dapat mencapai hasil 2.000 Kg/Ha/Th. (Anonim, 1990).

Ikan bandeng memiliki kandungan omega-3 sangat tinggi bahkan 6 kali lipat dari ikan salmon yang di dunia internasional sangat populer dan memiliki harga jual sangat tinggi. Ikan bandeng mengandung energi sebanyak 129 kilokalori, protein 20 gr, karbohidrat 0 gr, lemak 4.8 gr, kalsium 20 mg, fosfor 150 mg, serta zat besi 2 mg. Selain itu, ikan bandeng juga terkandung vitamin A sebanyak 150 IU, vitamin B1 0.05 mg dan vitamin C 0 mg. Kandungan omega-3 yang tinggi baik untuk kecerdasan otak anak (Nangiman 2013 dalam Lestari 2014). Sebagaimana kita ketahui selama ini ikan salmon diklaim memiliki kandung omega-3 tertinggi. Menurut Nichols *et. al.*, (2014), sumber omega-3 banyak ditemukan dalam minyak ikan dan kandungan tertinggi terdapat pada minyak ikan salmon. Minyak ikan salmon mengandung 1970 mg saturated fatty acid (SFA), 35.5% PUFA, 180 mg EPA, dan 120 mg DHA. Sebaliknya, ikan bandeng diklaim sebagai ikan biasa-biasa saja. Tak seperti ikan salmon yang begitu banyak diperbincangkan tentang keunggulannya. Akibatnya harga ikan salmon harganya menjadi sangat mahal (lebih dari Rp. 400.000,- per kilogramnya) dan hanya dijual di supermarket besar dan untuk segmen pasar menengah atas. Ad interim, ikan bandeng dianggap sebagai ikan murahan yang dijajakan di pasar-pasar tradisional kelas bawah.

Berdasarkan kebiasaan makanannya, ikan dapat digolongkan dalam jenis herbivora, karnivora, ataupun omnivora. Ikan herbivora adalah ikan pemakan tumbuh-tumbuhan, ikan karnivora adalah ikan pemakan daging, dan ikan omnivora adalah ikan pemakan tumbuhan dan hewan. Persaingan dalam hal makanan, baik antara spesies maupun antara individu dalam spesies yang sama akan mengurangi persediaan makanan, sehingga yang diperlukan oleh ikan tersebut menjadi pembatas. Ini mensugesti taraf

pertumbuhan, hanya ikan yang kuat dalam persaingan yang akan tumbuh dengan baik. Kebiasaan makan ikan (food habits) merupakan kuantitas dan kualitas makanan yang dimakan oleh ikan, sedangkan kebiasaan cara memakan (feeding habits) adalah waktu, tempat dan caranya makanan itu didapatkan oleh ikan. Kebiasaan makan dan cara memakan ikan secara alami bergantung pada lingkungan tempat ikan itu hidup (Effendie, 2002). Tujuan mempelajari kebiasaan makan (food habits) ikan dimaksudkan untuk mengetahui pakan yang dimakan oleh setiap jenis ikan.

Makanan digunakan oleh tubuh untuk metabolisme, pergerakan, produksi organ seksual, perawatan bagian-bagian tubuh atau membarui sel-sel yang sudah tidak dipakai. Pertumbuhan dapat didefinisikan sebagai pertumbuhan mutlak yaitu ukuran rata-rata ikan pada waktu tertentu dan pertumbuhan nisbi yaitu panjang atau berat yang dicapai satu periode waktu tertentu dibandingkan dengan panjang atau berat pada awal periode (Effendie, 1979). Mempelajari kebiasaan makan ikan artinya menentukan jenis pakan alami atau habitat ikan itu, dengan mengetahui kebiasaan makan ikan dapat dilihat hubungan ekologi diantara organisme di perairan. Sedangkan jenis makanan satu spesies ikan umumnya bergantung pada umur, tempat, dan waktu. Dasar dari studi kebiasaan makan ikan ialah mengkaji isi dari alat pencernaan makanannya, dapat dikelompokkan ikan itu sebagai pemakan plankton, ikan karnivora, ataupun omnivora (Effendi, 1979).

Berdasarkan analisis usaha, penggunaan pakan buatan secara intensif pada budidaya ikan bandeng dapat mencapai 60% dari biaya produksi (Ratnawati *et. al.*, 2010). Menurut Aslamyah (2013), harga pakan ikan yang relatif mahal disebabkan oleh komposisi zat gizi pakan terutama protein yang berasal dari tepung ikan, yang sebagian besar merupakan produk impor. Direktorat Kelautan dan Perikanan (2011) menggunakan proyeksi kebutuhan pakan ikan selama 5 tahun (2010-2014) sebanyak 6 juta ton. Tepung ikan masih menjadi bahan baku pakan utama, serta merupakan komponen utama sumber protein dalam formulasi pakan. Keadaan ini akan terancam oleh kekurangan pasokan tepung ikan akibat tangkap-lebih, persaingan penggunaan dengan konsumsi manusia, dan perubahan iklim global. Berdasarkan data GPMT atau Asosiasi Produsen Pakan Indonesia (2012) permintaan tepung ikan di Indonesia adalah sekitar 100.000–120.000 ton/tahun. Sebanyak 75.000-80.000 ton diantaranya dipenuhi dari impor dan sisanya dari lokal. Hal tersebut mendukung pembuatan pakan fungsional dari berbagai jenis prebiotik untuk memenuhi kebutuhan nutrient ikan.

Seperti halnya organisme lain, kebutuhan nutrient ikan bandeng meliputi protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral. Kebutuhan protein pakan ikan bandeng menurut Boonyaratpalin (1997), yaitu ikan berukuran 0,01-0,035 g membutuhkan protein berkisar dari 52-60%, ukuran 0,04 g membutuhkan protein 40%, dan ukuran 0,5-0,8 g

membutuhkan protein 30-40%. Semakin besar ukuran ikan kebutuhan proteinnya semakin menurun. Kebutuhan lemak total untuk pertumbuhan juwana ikan bandeng sebanyak 6-10% (Alava & Cruz *in* Borlongan & Coloso, 1992). Furuichi (1988) mengemukakan bahwa dari beberapa studi kadar optimum karbohidrat pakan untuk ikan golongan karnivora yaitu 10-20% dan golongan omnivore adalah 30-40%. Menurut Aslamyah (2008), banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam pembuatan pakan buatan, diantaranya adalah kebutuhan nutrisi ikan, kualitas bahan baku, dan nilai ekonomis. Selain itu, pertimbangan lain yaitu ketersediaan dan kemudahan penyimpanan dan distribusi. Dengan pertimbangan yang baik, dapat dihasilkan pakan buatan yang berkualitas dengan tingkat stabilitas pakan dalam air (*water stability*) yang tinggi, disukai, dan aman bagi ikan.

B. Probiotik

Probiotik adalah makanan tambahan berupa sel-sel mikroba hidup yang memiliki pengaruh menguntungkan bagi inang melalui bentuk keterikatan (asosiasi) dengan inang dan komunitas mikroba lingkungannya (Verschuere *et. al.*, 2000). Sapa Gill (1998) menjelaskan bahwa penggunaan probiotik adalah pengendalian biologis dengan menggunakan musuh alami untuk mengurangi kerugian yang ditimbulkan oleh organisme pengganggu hingga batas yang mampu diterima.

Probiotik adalah kultur mikroba tunggal atau campuran yang dapat memberikan keuntungan secara tidak langsung pada inangnya dengan cara memperbaiki mikroflora usus. Sama halnya dengan flavonoid, pengaruh probiotik sebagai pakan imbuhan untuk hewan sudah diteliti sejak lama dan lebih rinci. Pada awalnya probiotik yang digunakan termasuk dalam kelompok bakteri produsen asam laktat seperti *Lactobacillus sp.*, *Enterococcus sp.*, dan *Streptococcus sp.* kemudian kelompok lainnya merupakan bakteri yang membentuk spora contohnya bakteri *Bacillus sp.* dan khamir sel tunggal *Saccharomyces cerevisiae*. Potensi probiotik dipengaruhi metabolisme usus ternak inang, stabilitas genetik strain mikroba, dan kapasitas kolonisasi bakteri. Kolonisasi bakteri probiotik yang ditambahkan dalam pakan membantu tindakan imunisasi hewan dalam pencegahan kolonisasi bakteri patogen yang mengkontaminasi pakan (Hocquette *et. al.*, 2005).

Pemberian pakan imbuhan probiotik dapat memberikan pengaruh yang positif terhadap imunitas dari ikan tersebut. Hal ini dipaparkan oleh beberapa peneliti yang melaporkan bahwa pemberian probiotik menekan jumlah angka bakteri enteropatogen pada ikan. Perlakuan ini juga meningkatkan performa ikan terutama yang berusia muda, dan mengurangi tingkat stres yang disebabkan akibat perubahan faktor lingkungan.

Pemberian *S. cerevisiae* serta ragi laut dapat menggantikan fungsi growth promotant antibiotic (Kompiang 2002). Pemberian prebiotik bersama-sama dengan antibodi *S. enteritidis*-specific IgY juga dapat dilakukan untuk menghasilkan telur bebas salmonella (Rahimi *et. al.*, 2007).

Agar probiotik tumbuh baik disaluran cerna maka dibutuhkan prebiotik sebagai nutrisi. Prebiotik umumnya adalah karbohidrat (poli dan oligosakarida) yang tidak dapat dicerna dalam saluran pencernaan inang. Kandungan karbohidrat tinggi dapat ditemukan dalam umbi-umbian, salah satunya adalah ubi jalar (Lesmanawati *et. al.*, 2013). Ubi Jalar memiliki kandungan oligosakarida yang berpotensi memberikan nutrisi bagi mikroba usus yang menguntungkan (Marlin, 2008).

Salah satu bahan makanan yang memenuhi kriteria prebiotik karena mengandung oligosakarida yang tidak dapat dicerna (nondigestible oligosaccharide atau NDO) adalah kacang-kacangan. Menurut Kurniasih dan Tina (2013), apapun komponen nutrisi yang mencapai kolon tanpa tercerna berpotensi sebagai prebiotik, namun perkembangan penelitian mengenai prebiotik, mengklaim senyawa oligosakarida tak tercerna sebagai prebiotik utama. Senyawa oligosakarida secara alami terdapat pada tumbuh-tumbuhan, namun pada umumnya terdapat pada umbi-umbian dan kacang-kacangan. kacang hijau mengandung oligosakarida yang berupa rafinosa serta stakiosa.

Bakteri yang umum digunakan sebagai probiotik yaitu *Lactobacillus* dan *Bifidobacteria*, kedua jenis bakteri ini dapat mempengaruhi peningkatan kesehatan karena dapat menstimulasi respon imun serta menghambat patogen. Satu faktor kunci dalam seleksi starter probiotik yang baik yaitu kemampuannya untuk bertahan dalam lingkungan asam pada produk akhir fermentasi secara in vitro serta kondisi buruk dalam saluran pencernaan atau in vivo. Ketahanan probiotik pada kondisi in vitro dapat dipengaruhi oleh pembentukan metabolit oleh starter seperti asam laktat, asam asetat, hidrogen peroksida serta bakteriosin (Saarela *et. al.*, 2000). Berbagai jenis mikroorganisme yang digunakan sebagai probiotik diisolasi dari isi usus pencernaan, mulut, dan kotoran ternak atau manusia. Pada saat ini, mikroorganisme yang banyak digunakan sebagai probiotik yaitu strain *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacillus spp.*, *Streptococcus*, *yeast* dan *Saccharomyces cereviceae*. Mikroorganisme tersebut wajib non-patogen, gram positif, strain yang spesifik, anti *E. coli*, tahan terhadap cairan empedu, hidup, melekat pada mukosa usus, dan minimal mengandung 30×10^9 cfu/g (Pal *et. al.*, 2006; Salminen *et. al.*, 1996).

C. Prebiotik

Prebiotik merupakan bahan pakan yang tidak dapat tercerna, tetapi memberikan

dampak yang baik pada intestinal dan meningkatkan kesehatan ikan. Umumnya peningkatan kesehatan terjadi karena prebiotik dapat meningkatkan populasi probiotik. Senyawa prebiotik yang sering dibahas pada ikan adalah frukto-oligosakarida (FOS), mano-oligosakarida (MOS), dan galakto-oligosakarida (GOS). Keuntungan dari pemberian prebiotik pada pakan ikan adalah dapat meningkatkan efisiensi pakan dan stimulasi daya tahan tubuh ikan. Beberapa penelitian juga telah memberikan gambaran bahwa prebiotik tidak terdegradasi pada saluran gastrointestinal, sehingga karbohidrat fungsional ini dapat mencapai usus besar dan tetap memberikan dampak positif pada ikan.

D. Aplikasi Pakan Fungsional menjadi Pangan Fungsional

Penggunaan bahan alami sebagai suplemen tambahan pakan tentunya diharapkan berpengaruh terhadap performa dan kesehatan ikan, namun dengan berkembangnya waktu juga harus mampu memenuhi tuntutan konsumen terhadap kebutuhan produk ikan yang tidak mengandung kimia sintetik dan mampu menjaga kestabilan produk tersebut. Sekarang ini, konsumen tertarik untuk meningkatkan hidup sehat seperti nilai gizi pada pangan, kaya akan protein, dan kolesterol rendah. Oleh karena itu, muncullah istilah pangan fungsional. Pangan fungsional dapat diartikan sebagai makanan yang mempunyai satu atau beberapa efek menguntungkan di dalam tubuh yang berfungsi di luar nutrisi dasar dengan cara meningkatkan kesehatan dan pencegahan risiko penyakit. Pangan fungsional ini harus dapat dikonsumsi menyerupai pola makanan normal, bukan dalam bentuk pil ataupun kapsul (Diplock *et. al.*, 1999). Kebutuhan konsumen terhadap pangan fungsional terus meningkat setiap tahun dengan taraf pertumbuhan 8-14% (FAO 2007).

Dapat disimpulkan pemberian pakan imbuhan yang bersifat fungsional dilanjutkan pada rantai makanan menjadi pangan fungsional. Penggunaan produk alami (fitogenik, enzim, probiotik, dan prebiotik) berpotensi menggantikan antibiotik sebagai suplemen pakan yang mampu meningkatkan performa dan kesehatan ikan. Produk alami ini aman bagi ikan, manusia, serta lingkungan; dapat digunakan berkelanjutan, dan memiliki mekanisme yang bervariasi. Namun, tentu saja masih dibutuhkan pula penelitian lebih lanjut untuk mengetahui aktivitas serta interaksi spesifik antara pakan, ikan, serta komunitas mikroba di dalam saluran pencernaan; serta telaah lebih lanjut tentang isu yang berkaitan dengan toksisitas dan alergi. Suplemen pakan tersebut diharapkan tidak hanya berpengaruh pada ikan, tetapi juga mampu menghasilkan produk hasil ikan yang mempunyai nilai kesehatan bagi konsumen. Di masa depan, pakan imbuhan sebagai pakan fungsional dapat beralih menjadi sumber pangan fungsional.

1. Rumput laut

Rumput laut jenis *E. cottonii* termasuk dalam golongan ganggang merah (*Rhodophyceae*) produsen karagenan yang mengandung galaktosa, sulfat, dan beberapa jenis karbohidrat, seperti xilosa, glukosa, dan uronic acid. Oligosakarida adalah jenis karbohidrat yang umumnya diperoleh dengan cara ekstraksi dari bahan alami, hidrolisis kimia polisakarida atau dengan sintesis kimia/enzimatis dari disakarida. Salah satu produk turunan dari oligosakarida adalah galakto-oligosakarida yang tergolong prebiotik karena mampu menstimulasi berkembangnya metabolisme bakteri baik di dalam usus sehingga bermanfaat bagi kesehatan.

Produksi prebiotik dari rumput laut *E. cottoni* dilakukan dengan hidrolisis menggunakan kultur hidup *Vibrio* yang telah diinaktivasi. Hasil dari penelitian penyaringan, pengendapan, dan tanpa perlakuan ternyata tanpa perlakuan mempunyai hasil yang paling baik dibandingkan kedua perlakuan yang lain. Hal ini dibuktikan dengan hasil pengujian kandungan hidrolisat, keefektifan probiotik dan kadar GOS yang memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dua perlakuan yang lain. Hidrolisat cottoni terbukti sebagai prebiotik GOS karena memenuhi persyaratan pangan prebiotik, yaitu tahan terhadap pH rendah, tahan terhadap garam empedu 0.3% dan mengandung GOS senilai 1%. Setelah dikeringkan dengan spray drying serta diuji viabilitasnya, jumlah bakteri asam laktat masih memenuhi persyaratan probiotik oleh US FDA yaitu sebesar 10⁶ CFU/g.

Eucheuma berubah nama menjadi *Kappaphycus alvarezii* karena karagenin yang dihasilkan termasuk fraksi kappa karagenan (Doty, 2001). Oleh karena itu, secara taksonomi diklaim *Kappaphycus alvarezii* (Doty, 2001). Sifat metabolit sekunder sebagai alat pertahanan diri organisme laut mempunyai potensi sebagai sumber bahan Obat (Lain, 2005 ; Thirumaran *et al.*, 2009). *Kappappycus alvarezii* merupakan tanaman laut yang memiliki beberapa bahan aktif sebagai daya antibakteri. Tanaman ini memiliki thalus yang keras, silindris, dan berdaging (Doty, 2001). *Kappappycus alvarezii* merupakan spesies rumput laut yang banyak dibudidayakan di perairan Indonesia. Hal tersebut dikarenakan manfaat fikokoloidnya yang besar yaitu karagenin dan agar serta teknik budidayanya yang relatif praktis dan murah. *Eucheuma cottonii* (*Kappaphycus alvarezii*) merupakan rumput laut merah (*Rhodophyta*) yang kaya akan pigmen fotosintesis dan pigmen aksesoris lainnya, yaitu klorofil a, u-karoten, β -karoten, fikobilin, neozantin dan zeaxanthin (Thirumaran *et. al.*, 2009).

Menurut penelitian *Kappaphycus alvarezii* memiliki kandungan kimia yang kaya senyawa fenol, termasuk flavonoid. Senyawa fenol ini merupakan antioksidan yang menetralkan radikal bebas dan dapat mengurangi resiko kerusakan jaringan akibat

radikal bebas tersebut. Senyawa fenolik ini banyak terdapat pada tumbuhan (Rajasulochana, 2013). Selain berperan sebagai antioksidan kandungan kimia rumput laut merah *Kappaphycus alvarezii* memiliki peran sebagai anti bakteri, anti jamur. Menurut penelitian senyawa-senyawa tersebut antara lain adalah flavonoid, alkaloid, senyawa fenol, karbohidrat, glikosida, protein, dan terpenoid (Phraba, 2013). Senyawa Flavonoid dapat merusak membran sitoplasma yang dapat mengakibatkan bocornya metabolit krusial dan menginaktifkan sistem enzim bakteri. Kerusakan ini memungkinkan nukleotida dan asam amino merembes keluar dan mencegah masuknya bahan-bahan aktif ke dalam sel, keadaan ini dapat mengakibatkan kematian bakteri. (Prajitno, 2007 cit Volk & Wheeler, 1988).

Senyawa polifenol berinteraksi dengan sel bakteri melalui proses adsorpsi yang melibatkan ikatan hidrogen. Pada kadar rendah terbentuk kompleks protein fenol dengan ikatan yang lemah dan segera mengalami peruraian, diikuti penetrasi fenol ke dalam sel dan menyebabkan presipitasi serta denaturasi protein. Pada kadar tinggi fenol menyebabkan koagulasi protein dan sel membran mengalami lisis (Parwata & Dewi, 2008 cit. Juliantina, *et. al.*, 2009). Polifenol menghambat kerja enzim instaseluler sehingga dapat merusak sistem metabolisme sel yang mengakibatkan kematian pada sel. *Kappaphycus alvarezii* juga mengandung bahan kimia primer sebagai sumber alginat dan mengandung protein, vitamin C, mineral seperti Ca, K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, S, P, dan Mn, tannin, iodine, auxin, karotenoid dan juga khromatofor lain seperti fikoxantin, fikoeritrin (Abirami & Kowsalya, 2011).

Produksi rumput laut di Indonesia pada tahun 2016 meningkat hampir 4 kali lipat dari tahun 2010. Nilai ini menunjukkan potensi rumput laut yang sangat besar. Jenis yang paling sering dimanfaatkan yaitu *Eucheumma cottonii* sebagai penghasil karagenan, yang berpotensi sebagai prebiotik karena mengandung galakto-oligosakarida. Total produksi rumput laut Indonesia pada tahun 2016 meningkat hampir 4 kali lipat dibandingkan tahun 2010 yaitu 3.9 juta ton (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2016). Angka tersebut menunjukkan potensi yang baik untuk pengembangan dan pemanfaatan rumput laut, khususnya jenis *E. cottonii* sebagai penghasil karagenan.

Umumnya karagenan diperoleh dari ekstraksi beberapa jenis spesies rumput laut dengan menggunakan air atau larutan alkali methyl ester dan kelompok piruvat (Van de Velde, 2012). Selain galaktosa dan sulfat, karagenan juga mengandung beberapa jenis karbohidrat, salah satunya jenis oligosakarida. Oligosakarida adalah jenis karbohidrat sederhana, jenis polisakarida berantai pendek (3-10 rantai glukosa) biasanya diperoleh dengan cara ekstraksi dari bahan alami, hidrolisis kimia polisakarida atau dengan sintesis kimia/enzimatis dari disakarida (Mussatto dan Mancilha, 2007). Berdasarkan beberapa penelitian terkait manfaat oligosakarida, senyawa ini dapat digolongkan

sebagai prebiotik karena mampu menstimulasi berkembangnya metabolisme bakteri baik di dalam usus sehingga bermanfaat bagi kesehatan (Musatto dan Mancilha, 2007).

Ada beberapa metode untuk mendapatkan senyawa GOS (galakto oligosakarida) dari *Eucheuma cottoni*. Pada prinsipnya yaitu proses hidrolisis untuk menghidrolisa polisakarida menjadi gula sederhana, sehingga memudahkan proses fermentasi. Proses hidrolisis dapat dilakukan secara kimiawi maupun enzimatik. Proses hidrolisis menggunakan asam memiliki beberapa kelemahan, yaitu prosesnya panjang, perlu penanganan limbah asam, berpotensi korosi pada alat produksi, serta menghasilkan senyawa toksik yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada proses fermentasi (Mota *et. al.*, 2018; Norberto *et. al.*, 2018). Oleh karena itu banyak peneliti yang beralih menggunakan enzim sebagai bahan hidrolisis karena senyawa penghambat pertumbuhan mikroba tidak terbentuk, sehingga produknya aman.

2. Kacang hijau

Tanaman ini disebut juga mungbean, green gram atau golden gram (Somaatmadja, 1993). Kacang hijau memiliki kandungan oligosakarida berupa rafinosa dan stakiosa, serta glukosa yang dapat digunakan sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan, energi, dan sintesis asam laktat oleh bakteri asam laktat (Kurniasih & Rosahdi, 2013). Selain mengandung oligosakarida, kacang hijau juga mengandung NSP (Non Strach Polisaccharides) yang tidak dapat dicerna oleh inangnya namun dapat dimanfaatkan oleh bakteri probiotik (Basir, 2013).

Mannooligosakarida (MOS) adalah prebiotik yang tersusun dari molekul karbohidrat kompleks, yang komponen utamanya, β -glukan (mannoprotein), dikenal sebagai elemen yang mampu mengaktifkan sistem kekebalan inangnya (Hady *et. al.*, 2012). Berdasarkan beberapa penelitian, pemberian MOS mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan, merangsang peningkatan respons imun, serta dapat meningkatkan densitas dan panjang mikrovili (Torrecilas *et. al.*, 2007).

Mannooligosakarida mampu mengikat bakteri gram negatif, sehingga bakteri tersebut keluar dari usus sehingga tidak terjadi kolonisasi di usus. MOS juga dapat merangsang pertumbuhan bakteri menguntungkan dan menghambat bakteri patogen dengan menghalangi fimbriae (polimer protein yang dapat mendeteksi karbohidrat spesifik) pada bakteri sehingga bakteri patogen tidak bisa menempel pada dinding usus dan membentuk koloni. Bakteri patogen seperti *Salmonella* dan *E. Coli* merupakan bakteri yang selalu mencari tempat pengikatan karbohidrat yang mengandung manosa, seperti mannaoligosakarida sehingga menempelnya bakteri patogen pada MOS menyebabkan berkurangnya populasi bakteri patogen disaluran pencernaan (Wiganjar, 2006).

3. Bawang Merah

Prebiotik adalah bahan pangan yang tidak dapat dicerna oleh inang tetapi memberikan efek menguntungkan bagi inang dengan cara merangsang pertumbuhan mikroflora menguntungkan didalam saluran pencernaan inang (Schrezenmeir dan Vrese, 2001). Wibowo (2009) mengatakan bahwa bawang merah (*Allium cepa*) mengandung senyawa allicin dan minyak atsiri yang bersifat bakterisida dan fungisida terhadap bakteri dan cendawan. Lebih lanjut Moongngarm *et. al.*, (2011) bahwa umbi bawang merah mengandung karbohidrat 69,97%, fruktosa 1,63%, glukosa 2,03%, FOS 1,35% dan inulin 27,17%. bawang merah senyawa inulin yang dapat berperan sebagai prebiotik alami, yang dapat memberikan dampak positif pada metabolisme ikan (Mayana *et al.*, 2016). Dikatakan bahwa umbi bawang merah mengandung beberapa kandungan senyawa yang penting antara lain kalori, karbohidrat, lemak, protein, dan serat makanan serta karbohidrat non structural yang meliputi glukosa, fruktosa, dan sukrosa yang secara bersama-sama membentuk oligosakarida yang disebut fruktan. Moongngarm *et al.* (2011), menyebutkan kandungan umbi bawang merah dengan karbohidrat sebanyak 69.97%, fruktosa 1.63%, glukosa 2.03%. FOS 1.35%, dan inulin 27.17%.

Inulin merupakan salah satu jenis prebiotic kelompok oligosakarida alami dari karbohidrat yang tersusun dari gabungan monosakarida fruktosa yang tidak dapat dicerna tetapi dapat dimanfaatkan oleh mikroba dalam saluran pencernaan (Roberfroid, 2007). Mavumengwana (2004) berpendapat bahwa pemanfaatan inulin sebagai bahan pakan fungsional dikarenakan kandungan kalori yang dimiliki inulin lebih rendah jika dibandingkan dengan jenis karbohidrat lainnya yaitu sekitar 12 kJ/g. Di usus besar, inulin difermentasi menjadi asam lemak rantai pendek oleh bakteri probiotik dan beberapa mikroflora spesifik menghasilkan asam laktat di usus. Hal ini memberi dampak yang menguntungkan bagi kesehatan tubuh (Roberfroid, 2007).

4. Ubi jalar

Ubi jalar (*Ipomoea batatas L.*) mempunyai banyak nama atau sebutan, antara lain ketela rambat, huwi boled (Sunda), tela rambat (jawa), sweet potato (Inggris), dan shoyu (Jepang). Ubi jalar dapat digunakan sebagai sumber prebiotik karena ubi jalar kaya akan kandungan oligosakarida (Utami *et. al.*, 2010). Selanjutnya dalam penelitian Suri (2017) ekstrak serat ubi jalar terbukti mengandung Fruktooligosakarida (FOS) dan Raffinosa serta dapat meningkatkan kekebalan tubuh dan meningkatkan komposisi bakteri menguntungkan. Fruktooligosakarida prebiotic (FOS) memainkan peran penting dalam pencernaan, penyerapan, dan metabolisme nutrisi dalam suatu organisme.

Menurut Schley & Field (2002), pengaplikasian prebiotic FOS memberikan pengaruh

terhadap sistem imun ikan. Pemberian prebiotik FOS dan laktulosa meningkatkan produksi immunoglobulin mukosa dan jumlah limfosit di limpa dan mukosa usus. Penelitian oleh Roberfroid (2000) juga menunjukkan bahwa fermentasi FOS dapat merangsang produksi butirat, yang merupakan sumber energi utama untuk sel-sel epitel usus besar.

Dalam Lesmanawati (2013), konsep prebiotik pertama kali diperkenalkan Gibson dan Roberfroid (1995) sebagai bahan makanan tidak dicerna (*non-digestible food ingredient*) yang memberikan efek menguntungkan pada inang sebab secara selektif merangsang pertumbuhan bakteri dalam kolon sehingga dapat meningkatkan kesehatan inang. Oleh penulis yang sama konsep tersebut direvisi dan kemudian diajukan definisi prebiotik baru yaitu bahan yang difermentasi secara selektif sehingga menyebabkan perubahan spesifik baik pada komposisi dan atau aktivitas mikrobiota dalam kolon yang memberikan manfaat kesehatan pada inang (Gibson *et. al.*, 2004; Roberfroid 2007).

Prebiotik umumnya merupakan karbohidrat (poli- dan oligosakarida) yang tidak dapat dicerna dalam saluran pencernaan inang. Kandungan karbohidrat tinggi dapat ditemukan dalam ubi-ubian, salah satunya adalah ubi jalar. Data tahun 2009 menunjukkan produksi ubi jalar Indonesia menempati urutan keempat setelah China, Uganda dan Nigeria. Melimpahnya produksi mengakibatkan harganya relatif murah sehingga potensial digunakan sebagai bahan baku untuk diolah menjadi produk yang memiliki nilai tambah lebih. Beberapa penelitian menemukan bahwa ubi jalar mengandung oligosakarida tidak dicerna (*non-digestible oligosaccharides [NDOs]*) diantaranya rafinosa dan sukrosa yang berfungsi sebagai prebiotik (Marlis 2008; Putra 2010; Haryati dan Supriyati 2010). Komposisi kimia ubi jalar bervariasi tergantung pada waktu panen, varietas dan proses pengolahan. Pengukusan dapat meningkatkan konsentrasi gula dalam ubi jalar dibandingkan dengan kondisi mentahnya (Marlis 2008).

E. Komposisi Kimia Tubuh

Komposisi kimia tubuh merupakan unsur-unsur penyusun tubuh meliputi protein, lemak, dan energi. Saporinto (2007) menjelaskan bahwa ikan bandeng termasuk ikan bertulang keras dan berdaging warna putih susu. Struktur daging padat dengan banyak duri halus diantara dagingnya, terutama di sekitar ekor. Nilai gizi ikan bandeng cukup tinggi. Setiap 100 gram daging bandeng mengandung 129 kkal energi, 20 g protein, 4.8 g lemak, 150 mg fosfor, 20 mg kalsium, 2 mg zat besi, 150 SI vitamin A, dan 0.05 mg vitamin B. Berdasarkan komposisi gizi tersebut maka ikan bandeng digolongkan sebagai ikan berprotein tinggi dan berlemak rendah.

Berdasarkan penelitian Saporinto (2006), komposisi kimia ikan bandeng sangat

tinggi, terutama kandungan proteinnya. Bandeng (*Chanos chanos*, Forskal) merupakan salah satu komoditas yang strategis untuk memenuhi kebutuhan protein yang relatif murah dan digemari oleh konsumen di Indonesia.

Komposisi kimia setiap ikan berbeda-beda tergantung pada jenis ikan, antar individu dalam spesies, dan antar bagian tubuh dari satu individu ikan. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu umur, laju metabolisme, pergerakan ikan, makanan, serta masa reproduksi. Selain itu perbedaan komposisi kimia daging juga tergantung dari umur, habitat dan kebiasaan makan. Komposisi kimia daging ikan umumnya terdiri dari kadar air 70-85%; protein 15-25%; lemak 1-10%; karbohidrat 0,1-1% dan mineral 1-1,5% (Okada, 1990). Menurut Stanby (1963) ikan dapat digolongkan beberapa kelas berdasarkan komposisi lemak dan proteinnya, salah satunya yaitu ikan dengan kadar lemak rendah-dan protein tinggi, jika mengandung kadar lemak 20%. Ikan bandeng hasil penelitian ini bisa digolongkan sengai ikan dengan kadar lemak rendah dan protein tinggi yaitu dengan kadar lemak 0,721-0,853% dan kadar protein sebesar 20,496-24,175%.

Secara umum komposisi kimia tubuh ikan dipengaruhi oleh pakan dan lingkungan. Komposisi kimia tubuh organisme akuatik berhubungan erat dengan kualitas daging komoditi tersebut. Untuk meningkatkan kualitas daging tersebut, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan aplikasi pakan dengan nutrisi yang berimbang (Putri, 2010). Keseimbangan antara protein dan energi adalah salah satu kunci mendapatkan pakan yang sesuai. Pakan yang kekurangan energi akan menyebabkan sebagian besar protein pakan digunakan sebagai sumber energi untuk keperluan metabolisme. Sebaliknya jika kandungan energi pakan terlalu tinggi dapat menyebabkan pakan yang dimakan berkurang dan penerimaan nutrisi lainnya termasuk protein yang diperlukan untuk pertumbuhan juga berkurang (Satpathy *et al.*, 2003; Jobling *et al.*, 2001).

Ikan yang diberi pakan dengan kandungan energi yang lebih tinggi dari level optimum, kelebihan energi kemungkinan akan ditransfer dan diakumulasi dalam bentuk lemak. Pakan dengan rasio protein dan energi yang tidak berimbang, seperti pakan dengan kandungan protein rendah dan kandungan karbohidratnya tinggi, karbohidrat yang berlebih tersebut kemungkinan menstimuler aktivitas enzim lipogenik baik di hati maupun di mesenterik adipose tissue (Ding *et al.*, 1989).

Asam lemak yang terkandung dalam ikan terdiri dari asam lemak jenuh sekitar 15-25%, asam lemak tak jenuh tunggal sekitar 35-60% dan asam lemak tak jenuh majemuk sekitar 25-40% (Berge dan Barnathan, 2005). Asam lemak tidak jenuh yang banyak terdapat pada ikan adalah asam linoleat (omega-6), asam linolenat (omega-3), asam eikosapentaenoat (EPA) dan asam dokosahexaenoat (DHA). Asam lemak ini memiliki beberapa manfaat yaitu mencegah dan mengobati

penyakit kardiovaskuler, perkembangan otak pada bayi dapat menurunkan trigliserida dalam darah (Osman *et al.*, 2001). Kandungan nutrisi pada setiap ikan sangat bervariasi yang dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal pada ikan dilihat dari jenis ikan, jenis kelamin, usia dan fase reproduksi ikan, sedangkan faktor eksternal pada ikan dilihat dari habitat, ketersediaan pakan dan kualitas air (Hafiludin, 2015).

Ikan dapat menjadi sumber pangan utama yang dapat memenuhi kebutuhan gizi tubuh. Kandungan gizi protein, lemak, dan vitamin pada ikan mampu mencukupi kebutuhan gizi serta memberikan efek kesehatan bagi tubuh. Bagian ikan paling penting yang sering dihubungkan dengan kesehatan adalah minyak ikan. Produk ini mempunyai karakteristik asam lemak yang beragam mulai dari 12 sampai 26 atom karbon dan 0 sampai 6 ikatan rangkap. Asam lemak yang terkandung dalam ikan terdiri atas asam lemak jenuh 15% sampai 25%, asam lemak tak jenuh tunggal 35% sampai 60% dan asam lemak tak jenuh majemuk 25% sampai 40% (Berghe dan Barnathan 2005).

Lemak terdiri dari ester trigliserida (TG) dari gliserol yang terkait rantai utama (Tuminah 2009). Fungsi lemak yaitu sumber energi, bagian dari membran sel, mediator aktivitas biologis antar sel, isolator dalam menjaga keseimbangan suhu tubuh dan pelindung organ (Almatsier 2006). Asam lemak merupakan unit dasar pembangun lemak yang sifatnya khas. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa asam lemak banyak terdapat pada ikan dan hasil perairan lainnya (Abdullah *et al.* 2013; Nurjanah *et al.* 2014; Abdullah *et al.* 2015).

F. Kadar Glikogen Hati dan Otot

Bentuk penyimpanan dari glukosa disebut glikogen. Glikogen banyak ditemukan di hati dan otot. Setelah masuk ke dalam sel dan di edarkan keseluruh tubuh, glukosa darah berlebih akan diubah menjadi glikogen dengan proses glikogenesis. Glikogen terdapat pada hepatopankreas dan otot ikan. Ketika tubuh memerlukan glukosa untuk memperoleh energi karena glukosa dalam darah tidak mencukupi, maka hati akan memecah glikogen yang ada dalam sel hati untuk mendapatkan glukosa sebagai sumber energi. Jika kadar glukosa dalam darah meningkat, maka glukosa tersebut akan disimpan sebagai cadangan energi dalam bentuk glikogen (Sutrisnani, 2012). Di dalam tubuh jaringan otot dan hati merupakan dua komponen utama yang digunakan oleh tubuh untuk menyimpan glikogen pada jaringan otot, glikogen otot akan memberikan kontribusi sekitar 1% dari total massa otot sedangkan di dalam hati glikogen akan memberikan kontribusi sekitar 8-10% dari total massa hati. Walaupun memiliki presentasi lebih kecil, namun secara total jaringan otot memiliki jumlah glikogen dua kali

lebih besar daripada glikogen hati. Pada jaringan otot, glukosa yang tersimpan dalam bentuk glikogen dapat digunakan secara langsung oleh otot tersebut untuk menghasilkan energi (Soetiono (2010) dalam Naharuddin (2018)). Di dalam otot, glikogen adalah simpanan energi utama yang mampu membentuk hampir 2% dari total massa otot (Nur, 2011). Zainuddin *et al.*, (2015) menyatakan level karbohidrat pakan 37% mengakibatkan deposit glikogen lebih stabil. Glikogen yang ada di dalam otot hanya dapat digunakan untuk keperluan energi di dalam otot tersebut dan tidak dapat dikembalikan ke dalam aliran darah dalam bentuk glukosa apabila terdapat bagian tubuh lain yang membutuhkannya (Nur, 2011).

Menurut Lestari *et al.* (2019), setelah masuk ke dalam sel dan di edarkan keseluruh tubuh, glukosa darah berlebih akan diubah menjadi glikogen dengan proses glikogenesis. Glikogen terdapat pada hati dan otot ikan. Di dalam otot, glikogen merupakan simpanan energi utama yang mampu membentuk hampir 2% dari total massa otot (Nur, 2011). Zainuddin *et al.*, (2015) menyatakan level karbohidrat pakan 37% menyebabkan deposit glikogen lebih stabil. Glikogen yang ada di dalam otot hanya dapat digunakan untuk keperluan energi di dalam otot tersebut dan tidak dapat dikembalikan ke dalam aliran darah dalam bentuk glukosa apabila terdapat bagian tubuh lain yang membutuhkannya (Nur, 2011).