

TESIS

BIOENKAPSULASI SINGLE CELL PROTEIN MENGGUNAKAN EKSTRAK *Chlorella vulgaris* PADA DOSIS BERBEDA TERHADAP KELANGSUNGAN HIDUP DAN PERTUMBUHAN LARVA IKAN KAKAP PUTIH *Lates calcarifer* (Bloch, 1790)

Disusun dan diajukan oleh :

ANUGERAH SAPUTRA

L012191005



PROGRAM MAGISTER ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021

TESIS

BIOENKAPSULASI SINGLE CELL PROTEIN MENGGUNAKAN EKSTRAK *Chlorella vulgaris* PADA DOSIS BERBEDA TERHADAP KELANGSUNGAN HIDUP DAN PERTUMBUHAN LARVA IKAN KAKAP PUTIH *Lates calcarifer* (Bloch, 1790)

Disusun dan diajukan oleh :

ANUGERAH SAPUTRA

L012191005



PROGRAM MAGISTER ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**BIOENKAPSULASI SINGLE CELL PROTEIN MENGGUNAKAN EKSTRAK
Chlorella vulgaris PADA DOSIS BERBEDA TERHADAP KELANGSUNGAN
HIDUP DAN PERTUMBUHAN LARVA IKAN KAKAP PUTIH *Lates calcarifer*
(Bloch, 1790)**

Disusun dan diajukan oleh :

**ANUGERAH SAPUTRA
L012191005**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, pada tanggal 28 Januari 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. Muh. Yusri Karim, M.Si.
NIP. 196501081991031002

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si.
NIP. 196407211991031001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si.
NIP. 196407211991031001



Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan

Dr. Nur Oti Arjiah Farhum, M.Si.
NIP. 19690605 199303 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anugerah Saputra
NIM : L012191005
Program Studi : Ilmu Perikanan
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya berjudul:

"Bioenkapsulasi single cell protein menggunakan ekstrak *Chlorella vulgaris* pada dosis berbeda terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan kakap putih *Lates calcarifer* (Bloch, 1790)"

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

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

Makassar, 28 Januari 2021

Yang menyatakan,



Anugerah Saputra

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan Puji dan Syukur Kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan Karunianya pada penulis, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul: **Bioenkapsulasi single cell protein menggunakan ekstrak *Chlorella vulgaris* pada dosis berbeda terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan kakap putih *Lates calcarifer* (Bloch, 1790)**. Penelitian ini berlangsung selama 6 bulan terhitung dimulai sejak April hingga september 2020 yang dilaksanakan di Hatchery Mini, Fakultas ilmu kelautan dan perikanan serta Balai Perikanan budidaya air payau, Takalar.

Tesis ditulis dalam rangka memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Magister (S2) di Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa tesis ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis berterima kasih kepada semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan kontribusi dalam menyelesaikan Tesis ini, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Muh. Yusri Karim, M.Si. dan bapak Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si. selaku pembimbing dalam penelitian ini yang dengan tulus telah banyak membantu, memberikan motivasi, saran dan petunjuk mulai dari persiapan, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan tesis. Semoga selalu dalam keadaan yang sehat dan sukses.
2. Bapak Dr. Ir. Dody Dh. Trijuno, M.App.Sc, ibu Dr. Marlina Achmad, S.Pi. M.Si dan bapak Dr. Ir. Syafiuddin, M.Si. selaku penilai serta penasihat dalam penelitian ini, yang senantiasa memberikan nasihat dan arahan yang sangat baik bagi penulis dalam melakukan penelitian ini.
3. Bapak/ibu dosen serta seluruh staff Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas hasanuddin yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat serta dukungan dalam segala aktifitas penulis selama menjalani masa studi.
4. Ayah, ibu serta keluarga dan teman-teman khususnya mahasiswa prodi ilmu perikanan pascasarjana angkatan 2019/1 yang telah banyak membantu penulis selama menjalani masa studi.

Makassar, 28 Januari 2021

Anugerah Saputra

ABSTRAK

Anugerah Saputra. L012191005. "Bioenkapsulasi single cell protein menggunakan ekstrak *Chlorella vulgaris* pada dosis berbeda terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan kakap putih *Lates calcarifer* (Bloch, 1790)" dibimbing oleh **Muh. Yusri Karim** sebagai Pembimbing Utama dan **Zainuddin** sebagai Pembimbing Anggota.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efek dari pemberian suplemen berupa *Single Cell Protein* (SCP) yang diolah dari hasil ekstrak mikroalga *Chlorella vulgaris* terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan kakap putih yang dilakukan selama fase tertentu dalam masa pemeliharaan. *Chlorella vulgaris* yang digunakan adalah hasil kultur dengan menggunakan limbah air tahu sebagai substrat. Penelitian dilakukan dengan metode bioenkapsulasi, yaitu teknik untuk mentransfer nutrisi tertentu (Protein terlarut, Lemak serta Energi) pada SCP terhadap objek penelitian melalui media berupa pakan hidup dengan jenis *Artemia salina*. Objek dari penelitian ini adalah Larva ikan kakap putih berumur 16 hari (D-16) yang telah di adaptasi terlebih dahulu dan diuji selama 10 hari masa pemeliharaan. Penelitian ini dilaksanakan di Balai Perikanan Budidaya Air Laut Takalar, menggunakan wadah berupa bak plastik berbentuk bulat dengan volume sebanyak 25 Liter. Penelitian dirancang dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 perlakuan dengan masing-masing 3 ulangan. Sebagai perlakuan adalah penggunaan dosis SCP 0, 100, 200, dan 300 mg/L. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian SCP berpengaruh nyata pada kelangsungan hidup tetapi tidak berpengaruh nyata pada pertumbuhan larva larva ikan kakap putih. Pemberian SCP dengan dosis 100 mg/L dapat meningkatkan nilai kelangsungan hidup larva ikan kakap putih hingga 80,00 %.

Kata kunci: *Artemia salina*, Bioenkapsulasi, *Chlorella vulgaris*, Kelangsungan hidup, Larva ikan kakap putih, Single cell protein

ABSTRACT

Anugerah Saputra. L012191005. "Bioencapsulation of single cell protein using *Chlorella vulgaris* extract with different doses for survival rate and growth of barramundi larval *Lates calcarifer* (Bloch, 1790)" supervised by **Muh. Yusri Karim** as the main supervisor and **Zainuddin** as member supervisor.

This study aims to analyze the effects of supplementation in the form of Single Cell Protein (SCP) which is processed from the extract of *Chlorella vulgaris* microalgae for the survival and growth of barramundi larvae during certain phases of larval rearing. *Chlorella vulgaris* used from cultured using tofu waste as a substrate. The research was conducted using the bioencapsulation method, which is a technique for transferring certain nutrients (dissolved protein, fat and energy) on SCP to the object of research through media in the form of live food with *Artemia salina*. The object of this study was the barramundi larvae aged 16 days (D-16) which had been adapted first and were studied for 10 days of rearing. The research was carried out at Brackishwater Aquaculture Center Development, using a container made from plastic materials and 25 Liter of water as a maintenance medium. The study was designed using a completely randomized design (CRD) consisting of 4 treatments with 3 replications. The treatments using SCP doses of 0, 100, 200, and 300 mg/L. The results of the analysis of variance showed that giving SCP had a significant effect on survival but had no significant effect on the growth of barramundi larvae. Administration with SCP at 100 mg/L dose can increase the survival rate of barramundi larvae up to 80.00%.

Keywords: *Artemia salina*, Barramundi larvae, Bioencapsulation, *Chlorella vulgaris*, Single cell protein, Survival rate

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Kegunaan Penelitian.....	3
E. Ruang Lingkup/Batasan Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Larva Ikan Kakap Putih.....	4
B. Single Cell Protein (SCP).....	5
C. Bioenkapsulasi Artemia	7
D. Retensi Protein terlarut, lemak dan energi	8
E. Kerangka Pikir Penelitian.....	9
F. Hipotesis.....	10
III. METODE PENELITIAN	11
A. Waktu dan Tempat	11
B. Bahan dan Alat	11

C.	Bagan alur penelitian	12
D.	Prosedur Penelitian	12
E.	Perlakuan dan Rancangan Percobaan	16
F.	Peubah Penelitian.....	17
G.	Analisis Data.....	20
IV.	HASIL	21
A.	Analisis komposisi kimia single cell protein (SCP)	21
B.	Analisis retensi nutrisi protein terlarut dan kadar lemak pada A. salina hasil bioenkapsulasi SCP.....	21
C.	Analisis retensi kandungan protein terlarut, lemak dan energi larva ikan kakap putih.....	22
D.	Kelangsungan hidup larva ikan kakap putih.....	22
E.	Mortalitas larva	23
F.	Pertumbuhan Larva ikan kakap putih.....	24
G.	Kualitas air media pemeliharaan larva	25
V.	PEMBAHASAN	26
A.	Analisis Komposisi kimia single cell protein	26
B.	Analisis retensi nutrisi protein terlarut dan kadar lemak pada A. salina hasil bioenkapsulasi SCP.....	27
C.	Analisis retensi kandungan protein terlarut, lemak dan energi larva ikan kakap putih.....	28
D.	Kelangsungan hidup larva ikan kakap putih.....	30
E.	Mortalitas larva ikan kakap putih.....	31
F.	Pertumbuhan ikan kakap putih.....	33
G.	Kualitas air media pemeliharaan larva	34
VI.	KESIMPULAN DAN SARAN	35
A.	Kesimpulan.....	35
B.	Saran.....	35
	DAFTAR PUSTAKA	36
	LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perbandingan kandungan <i>C. vulgaris</i> dengan menggunakan substrat air tahu dan tanpa substrat air tahu sebagai media kultur.....	13
2.	Jadwal pemberian pakan pada larva ikan kakap putih selama pemeliharaan ..	15
3.	Hasil Analisis prosimat SCP dari ekstrak mikroalga <i>C. vulgaris</i>	21
4.	Nilai retensi protein terlarut dan lemak pada <i>A. salina</i> hasil bioenkapsulasi.....	21
5.	Nilai retensi nutrisi pada tubuh larva ikan kakap putih.....	22
6.	Pertumbuhan mutlak larva ikan kakap putih.....	24
7.	pertumbuhan spesifik larva ikan kakap putih.....	24
8.	Hasil pengukuran kualitas air pemeliharaan larva ikan kakap putih	25

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kerangka pikir penelitian.....	9
2.	Bagan alur penelitian	12
3.	Limbah produksi tahu karang anyar (rumah produksi “pak slamet”).....	13
4.	Proses kultur <i>C. vulgaris</i>	14
5.	Proses pengolahan <i>C. vulgaris</i> menjadi produk SCP.....	14
6.	(a) Wadah kultur <i>A. salina</i> (b) Wadah bioenkapsulasi <i>A. salina</i> (c) pemanenan hasil bioenkapsulasi <i>A. salina</i>	15
7.	Tata letak rancangan penelitian	16
8.	Kelangsungan hidup Larva ikan kakap putih. Huruf yang berbeda menandakan perbedaan yang signifikan	23
9.	Grafik perkembangan mortalitas larva selama periode pemeliharaan	23
10.	Kanibalisme pada larva ikan kakap putih	32

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Hasil uji analisis kimia <i>A. salina</i> hasil bioenkapsulasi.....	43
2.	Hasil analisis ragam kandungan protein terlarut <i>A. salina</i>	44
3.	Hasil analisis ragam Kandungan Lemak <i>A. salina</i>	44
4.	Hasil analisis ragam retensi protein terlarut pada <i>A. salina</i>	44
5.	Hasil analisis ragam retensi lemak pada energi <i>A. salina</i>	45
6.	Hasil analisis ragam retensi protein terlarut dan lemak pada energi <i>A. salina</i>	45
7.	Analisis proksimat SCP (single cell protein) <i>C. vulgaris</i>	45
8.	Hasil uji kimia tubuh larva ikan kakap putih.....	46
9.	Hasil analisis ragam retensi protein terlarut tubuh ikan larva ikan kakap putih.....	46
10.	Hasil analisis ragam retensi lemak tubuh ikan larva ikan kakap putih.....	46
11.	Uji lanjut w-tuckey retensi lemak tubuh ikan larva ikan kakap putih.....	47
12.	Hasil uji lanjut w-tuckey retensi lemak tubuh ikan larva ikan kakap putih.....	47
13.	Hasil analisis ragam retensi energi tubuh ikan larva ikan kakap putih.....	47
14.	Data perhitungan kelangsungan hidup larva ikan kakap putih.....	48
15.	Hasil analisis ragam kelangsungan hidup larva ikan kakap putih.....	48
16.	Uji lanjut w-tuckey kelangsungan hidup larva ikan kakap putih.....	49
17.	Hasil uji lanjut w-tuckey kelangsungan hidup larva ikan kakap putih.....	49
18.	Data perhitungan mortalitas larva ikan kakap putih.....	49
19.	Data perhitungan pertumbuhan mutlak larva ikan kakap putih.....	50
20.	Hasil analisis ragam pertumbuhan mutlak larva (panjang total).....	50
21.	Hasil analisis ragam pertumbuhan mutlak larva (panjang standar).....	50
22.	Data perhitungan pertumbuhan spesifik larva ikan kakap putih.....	51
23.	Hasil analisis ragam pertumbuhan spesifik larva (panjang total).....	51
24.	Hasil analisis ragam pertumbuhan spesifik larva (panjang standar).....	51

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tingkat kelangsungan hidup yang rendah dalam pemeliharaan larva ikan kakap putih masih menjadi hambatan dalam proses produksi. Umumnya kelangsungan hidup yang dapat dicapai pada akhir pemeliharaan larva berkisar antara 20-30% (Balai Perikanan Budidaya Laut Ambon, 2019). Rendahnya tingkat kelangsungan hidup pada larva ikan kakap putih dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti kanibalisme, luka pada ikan serta mati akibat kelelahan yang dipicu oleh stres akibat heterogenitas ukuran pada larva (Ribeiro, 2015). Kualitas dan kuantitas dari asupan nutrisi diduga menjadi penyebab heterogenitas ukuran dapat terjadi. Upaya peningkatan kelangsungan hidup pada larva ikan kakap putih telah dilakukan, yakni melalui pengkayaan pakan pada fase tertentu dalam pemeliharaan larva ikan dan berhasil meningkatkan kelangsungan hidup dengan kisaran tertinggi mencapai 55% (Darosman *et al.*, 2019). Walaupun demikian hasil dari penelitian tersebut dinilai belum maksimal dan perlu dilakukan upaya lain yang tepat untuk meningkatkan kelangsungan hidup larva ikan kakap putih. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan meningkatkan kualitas pakan melalui suplementasi dalam jumlah, dosis, serta waktu pemberian yang tepat. Fase transisi dari peralihan pakan alami ke pakan buatan merupakan waktu yang tepat dikarenakan fase tersebut dinilai sebagai fase yang kritis bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan pada stadia larva (Prasetiyo *et al.*, 2020). Suplementasi dalam bentuk protein dan lemak dapat mendukung kelangsungan serta pertumbuhan ikan (Pangkey, 2011). Salah satu bentuk suplementasi yang dapat dilakukan adalah dengan pemanfaatan mikroalga yang diolah dalam bentuk ekstrak menjadi *single cell protein*.

Single cell protein (SCP) merupakan produk bioteknologi yang secara luas mengacu pada upaya meningkatkan biomassa atau ekstrak bahan berupa protein yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan suplemen makanan (Bharti *et al.*, 2014). Selain protein, SCP juga memiliki potensi kandungan lipid dalam bentuk asam lemak mencapai 35,13% (Kurnia *et al.*, 2018). SCP telah berhasil dikembangkan dari beberapa ekstrak mikroalga salah satunya *Spirulina* sp (Sharma *et al.*, 2019). Penggunaan *Spirulina* sp sebagai suplemen untuk hewan dinilai kurang tepat dikarenakan pertimbangan biaya pengelolaan yang tinggi serta ketersediaan bahan baku untuk memproduksi *Spirulina* sp yang cukup sulit dipenuhi. Oleh sebab itu salah satu jenis mikroalga yang dapat digunakan sebagai alternatif adalah *Chlorella vulgaris*. Proses kultur yang mudah serta dapat tumbuh pada substrat berupa limbah pertanian menjadikan biaya produksi *C. vulgaris* lebih ekonomis dengan ketersediaan yang cukup. Penelitian terkait

pemanfaatan SCP terhadap kelangsungan hidup beberapa larva ikan maupun udang telah dilakukan, diantaranya larva ikan nila dengan tingkat kelangsungan hidup 87% (Hussein *et al.*, 2013), 90% pada larva ikan zebra (Sisman *et al.*, 2013) dan 77,6% pada larva udang vannamei (Hamidoghli *et al.*, 2019). Namun informasi mengenai pemanfaatan SCP terhadap larva ikan kakap putih belum ditemukan. Oleh sebab itu, pemanfaatan SCP terhadap larva ikan kakap putih dapat dilakukan dengan menggunakan teknik atau metode bioenkapsulasi.

Bioenkapsulasi merupakan teknik pengkayaan nutrisi menggunakan bahan tambahan terhadap pakan alami untuk memperbaiki mutu dan jumlahnya sehingga kualitas nutrisi pakan alami tersebut dapat meningkat (Sarmudianto *et al.*, 2015). Salah satu media bioenkapsulasi yang dapat digunakan adalah *Artemia salina*. *A. salina* memiliki ukuran yang sesuai dengan bukaan mulut larva dan merupakan zooplankton yang bersifat *non-selective filter feeder*, dimana kandungan nutrisi pada *A. salina* sangat dipengaruhi oleh pakan yang diberikan (Toi *et al.*, 2013). Oleh sebab itu, pemberian pakan pada *A. salina* menggunakan SCP yang diberikan pada dosis tertentu dapat direkomendasikan sebagai media untuk mentransfer nutrisi dari SCP kepada Larva ikan kakap putih.

Berdasarkan uraian di atas, guna mengevaluasi efektifitas SCP terhadap kelangsungan hidup serta pertumbuhan pada larva ikan kakap putih maka penelitian tentang hal tersebut perlu dilakukan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh bioenkapsulasi SCP dari *C. vulgaris* terhadap kandungan nutrisi pada *A. salina*?
2. Berapakah dosis pemberian produk SCP yang terbaik pada bioenkapsulasi *A. salina*?
3. Berapakah dosis bioenkapsulasi SCP yang terbaik terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan kakap putih?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kandungan nutrisi *A. salina* hasil bioenkapsulasi SCP dari *C. vulgaris*.

2. Menentukan dosis pemberian produk SCP yang terbaik dalam bioenkapsulasi *A. salina*.
3. Menentukan dosis bioenkapsulasi SCP yang terbaik terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan kakap putih.

D. Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai salah satu bahan informasi tentang suplementasi pakan berbasis bioteknologi *Single Cell Protein* (SCP) yang diperoleh dari jenis mikroalga *C. vulgaris* untuk dijadikan sebagai tambahan nutrisi bagi larva ikan kakap putih. Selain itu sebagai bahan acuan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

E. Ruang Lingkup/Batasan Penelitian

Penelitian ini terdiri atas beberapa peubah, diantaranya analisis komposisi kimia (proksimat) pakan SCP, Analisis protein terlarut, kadar lemak dan energi pada nauplii *A. salina* hasil bioenkapsulasi dan hewan uji larva ikan kakap putih yang telah diberi perlakuan dan analisis tingkat kelangsungan hidup serta pertumbuhan larva ikan kakap putih.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Larva Ikan Kakap Putih

Tingkat kelangsungan hidup yang masih relatif rendah merupakan salah satu kendala utama dalam proses produksi benih ikan kakap putih. Berdasarkan dari beberapa penelitian seperti Rayes *et al.* (2013) dengan perlakuan salinitas berbeda menunjukkan data kelangsungan hidup tertinggi dibawah 60%. Rendahnya kelangsungan hidup pada ikan kakap putih juga ditunjukkan pada penelitian Nurmasyitah *et al.* (2018) dengan perlakuan pemberian pakan alami yang berbeda terhadap larva ikan kakap putih dengan rata-rata tingkat kelangsungan hidup dengan persentase kelangsungan hidup terendah yakni kisaran 20%. Penelitian terbaru menunjukkan rendahnya tingkat kelangsungan hidup, seperti pada penelitian Darosman *et al.* (2019) dengan perlakuan pengkayaan pada rotifera yang menghasilkan tingkat kelangsungan hidup yang tertinggi sebesar 42,75 – 55,50 %.

Kelangsungan hidup atau sintasan yang rendah pada larva ikan kakap putih disebabkan oleh beberapa faktor, seperti yang diuraikan oleh (Masli *et al.*, 2014) bahwa Ada beberapa kendala dalam memaksimalkan produksi dan kelangsungan hidup ikan seperti produksi yang buruk, kualitas benih yang rendah dan kanibalisme dalam pembenihan. Beberapa faktor tersebut kanibalisme menjadi faktor utama yang menjadi penyebab rendahnya kelangsungan hidup larva ikan kakap putih. Hal ini di dukung dari data yang ditemukan oleh Balai Perikanan Budidaya Laut Batam (2018) bahwa kanibalisme terjadi pada fase larva ikan kakap putih. Kanibalisme pada ikan kakap putih biasanya terjadi bertepatan dengan tahap metamorfosis dari larva menjadi juvenil, ketika individu mulai dibiasakan untuk mengkonsumsi pakan yang telah diformulasikan, meningkatnya kompetisi dalam konsumsi makanan, heterogenitas ukuran dan akibatnya terjadi insiden kanibalisme lengkap. Begitu kanibalisme lengkap dimulai, ia menjadi permanen selama tahap juvenil, karena heterogenitas ukuran merupakan penyebab sekaligus konsekuensi kanibalisme (Ribeiro, 2015).

Berdasarkan hasil penelitian Kumar *et al.* (2016) bahwa Kanibalisme berkontribusi 11-51% terhadap total kematian larva ikan kakap putih. Kanibalisme pada beberapa kelompok ikan di sebabkan oleh beberapa faktor. salah satu yang umum terjadi adalah keseragaman ukuran yang berbeda, namun hal ini sudah dapat diatasi dengan pengontrolan melalui manipulasi lingkungan dan biotik melalui *grading*. faktor yang berperan dalam peningkatan heterogenitas pertumbuhan adalah kematian akibat kanibalisme yang cukup tinggi, kematian akibat luka dan mati lemas (Ribeiro *et al.*, 2015). Selain keseragaman ukuran yang berbeda kanibalisme juga dapat terjadi akibat 1

starvation (kelaparan) pada ikan (Dou *et al.*, 2000). *Starvation* atau kelaparan pada ikan terjadi akibat kurangnya nutrisi serta kebutuhan nutrisi yang berbeda pada masing-masing individu larva ikan. Oleh karena itu Faktor peningkatan jumlah dan kualitas nutrisi pada pakan bisa menjadi metode alternatif untuk membatasi perilaku kanibalistik dalam kelompok ikan khususnya larva ikan (Król & Zakęś, 2016). selain itu waktu yang tepat dalam pemberian pakan dengan kebutuhan nutrisi perlu diperhatikan. pada alarva umumnya waktu tersebut terjadi pada saat Transisi dari peralihan pakan alami ke pakan buatan, dimana waktu tersebut juga merupakan fase yang kritis bagi pertumbuhan dan kelulushidupan (sintasan) ikan pada stadia larva. Tidak jarang pada fase ini larva ikan sering kali mengalami kematian massal karena prosesnya kurang diperhatikan (Prasetyo *et al.*, 2020).

Peningkatan pertumbuhan organisme termasuk larva ikan kakap putih dampak dipengaruhi oleh substitusi protein kedalam tubuh larva. Salah satu penyebabnya adalah alokasi energi yang tersedia dalam pakan lebih di prioritaskan pada perubahan fisiologis tahap awal larva, daripada untuk pertumbuhan larva dari segi ukuran. Dengan kata lain kemungkinan energi dari protein yang terserap kedalam tubuh larva ikan kakap putih dimanfaatkan dalam pembentukan organ fisiologis larva daripada pertumbuhan panjang larva ikan kakap putih, sehingga efek yang ditimbulkan dalam penelitian ini secara statistic tindak menunjukkan adanya signifikansi antara perlakuan khususnya pada pertumbuhan panjang larva (Zouiten *et al.*, 2008; Nazemroaya *et al.*, 2015).

B. Single Cell Protein (SCP)

Single cell protein (SCP) mengacu pada protein yang diekstrak dari kultur murni atau campuran baik alga, ragi, jamur ataupun bakteri yang digunakan sebagai pengganti sumber protein konvensional yang pada umumnya telah dieksploitasi untuk konsumsi manusia dan hewan (darat) (Barka & Blecker, 2016). Protein sel tunggal atau *Single cell protein* (SCP), mengacu pada sel kering dari mikroorganisme sebagai sumber protein alternatif untuk protein konvensional dalam makanan manusia atau pakan ternak. Salah satu kandidat yang paling menjanjikan dalam pengolahan sebagai SCP adalah mikroalga. Mikroalga sendiri merupakan bahan yang semakin banyak digunakan sebagai aditif pakan (bahan tambahan pangan/makanan) baik dalam akuakultur dan dalam peternakan, karena mereka memiliki kemampuan untuk mendukung pertumbuhan hewan dan secara positif dapat mempengaruhi fisiologi organisme (Xie *et al.*, 2017).

Keunggulan dari penggunaan mikroalga sebagai SCP adalah Mikroalga mudah dibudidayakan, tidak memerlukan area yang terlalu luas, dan pemanenan bisa dilakukan

setiap hari (Sani *et al.*, 2014). Mikroalga merupakan zat yang fungsional dan memiliki nutrisi yang baik sehingga dapat dimanfaatkan kedalam beberapa hal (Barka & Blecker, 2016). Beberapa faktor termasuk ketersediaan nutrisi, suhu, pH, dan intensitas cahaya dapat mempengaruhi komposisi kimia mikroalga (Lupatini *et al.*, 2016). Keuntungan dari penggunaan mikroalga termasuk kandungan protein yang baik, budidaya yang mudah dan sederhana, serta pertumbuhan yang cepat menjadi hal yang dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam pemanfaatannya sebagai bahan baku produk SCP (Saeed *et al.*, 2016). Salah satu jenis spesies alga yang berhasil dikembangkan adalah *Spirulina* sp. Hasil penelitian Sharma *et al.* (2019) menunjukkan bahwa *Spirulina* sp telah berhasil menjadi produk SCP dan memiliki banyak manfaat baik bagi hewan maupun manusia. Selain *Spirulina* sp, beberapa spesies mikroalga lain yang dapat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai produk pakan SCP, diantaranya seperti *Nannochloropsis* (Sukardi *et al.*, 2019) dan *Chlorella* sp (Putri *et al.*, 2018). Pertumbuhan mikroalga dan metabolisme akan terpengaruh oleh perubahan beberapa parameter fisika-kimia seperti cahaya, nutrisi, suhu, salinitas dan pH (Wulandari *et al.*, 2019).

Kandungan nutrisi pada single cell protein tidak hanya protein namun juga terdapat beberapa kandungan lain. Salah satu yang mungkin kandungan yang dapat muncul adalah kadar abu. Kadar abu menurut Fendjalang (2018) merupakan parameter nilai gizi suatu bahan makanan yang dihasilkan dari zat anorganik, dimana zat anorganik ini berkaitan dengan mineral-mineral penting yang terkandung dalam suatu bahan makanan. Beberapa mineral penting seperti posfor dapat membantu mempercepat pertumbuhan pada hewan (Korsor *et al.*, 2017). Namun pada kandungan abu atau mineral yang tinggi juga dapat menyebabkan pengambatan nutrisi bagi hewan, dimana sifat zat anorganik memiliki keterbatasan. Dijelaskan dalam penelitian Goff (2018) bahwa Hambatan utama dalam penyerapan mineral adalah kemampuan makanan untuk menyajikan cukup mineral dalam bentuk terionisasi ke membran apikal enterosit untuk penyerapan transeluler, sehingga tidak semua nutrisi mineral dapat diserap. Hal ini bergantung pada jenis dan jumlah mineral yang masuk dalam tubuh. Sehingga kadar abu pada makanan dapat dimanfaatkan baik oleh tubuh pada dosis tertentu. BETN merupakan singkatan dari Bahan ekstrak tanpa nitrogen. BETN merupakan karbohidrat yang dapat larut meliputi monosakarida, disakarida dan polisakarida yang mudah larut sehingga memiliki daya cerna tinggi (Aling *et al.*, 2020).

Faktor penghambat dalam pengelolaan single cell protein dapat dipicu oleh beberapa faktor. salah satu diantaranya adalah pemanasan yang berlebih. Pemanasan memiliki kemungkinan besar untuk menurunkan nutrisi, mengoksidasi vitamin dan lipid, pencucian vitamin yang larut dalam air (alpha-tokoferol), mineral dan protein (Abraha &

Admassu, 2018). Sehingga diperlukan mekanisme prosedur pemanasan yang baik dalam pengelolaan *single cell protein*.

C. Bioenkapsulasi Artemia

Bioenkapsulasi merupakan proses penyisipan nutrisi atau obat ke dalam organisme hidup yang kemudian diberikan sebagai pakan pada hewan target (Suyanto *et al.*, 2019). Selain itu menurut Sarmudianto *et al.* (2015) Bioenkapsulasi berarti pengkayaan nutrisi menggunakan bahan tambahan untuk memperbaiki mutu dan jumlahnya. Beberapa penelitian telah berhasil menggunakan metode bioenkapsulasi untuk meningkatkan kualitas pakan untuk hewan air, seperti pada penelitian Ekawati (2008) dimana Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengkayaan pada rotifer dan artemia dengan menggunakan karotenoid sebagai bahan bioenkapsulasi menghasilkan dosis terbaik 10,55 g/L untuk rotifer dan dosis 10,07 g/L untuk artemia. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan emulsi karotenoid optimal meningkatkan kandungan karotenoid dalam tubuh rotifer dan nauplius Artemia.

Bioenkapsulasi terkait dengan peningkatan pertumbuhan dan kelangsungan hidup hidup ikan. seperti pada penelitian Melianawati & Astuti (2012) bahwa penambahan taurin sebanyak 100 mg/L melalui bioenkapsulasi pada rotifer terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup pada larva kerapu sunu. selain itu pada penelitian tersebut juga menyimpulkan bahwa penambahan taurin pada larva kerapu sunu berpengaruh terhadap panjang total yang lebih besar, pertumbuhan duri sirip yang lebih cepat, dan konsumsi jumlah rotifer yang lebih banyak.

Bioenkapsulasi telah diuji pada ikan nila menggunakan *A. salina* sebagai media dan *S. platensis* bahan bioenkapsulasi. Penelitian terkait bioenkapsulasi *A. salina* dengan menggunakan *S. platensis* terhadap larva ikan nila menghasilkan peningkatan kelangsungan hidup benih. dimana dosis terbaik yang diperoleh pada hari ke-7 sebesar 26,7%. Pemberian pakan bioenkapsulat dengan konsentrasi 50% dan 75% cukup efektif diberikan hingga hari ke- 14 untuk meningkatkan kelangsungan hidup benih ikan nila. Semakin tinggi konsentrasi pakan bioenkapsulat dapat meningkatkan resiko kematian benih ikan nila (Suyanto *et al.*, 2019).

A. salina adalah udang renik yang bersifat *non-selective filter feeder* dapat memakan berbagai jenis makanan seperti mikroalga, bakteri, protozoa dan partikel detritus kecil sehingga kandungan nutrisi termasuk asam lemak pada artemia sangat dipengaruhi oleh pakan yang diberikan (Toi *et al.*, 2013). Karena Artemia merupakan zooplankton yang cara makannya adalah *filter feeder* (menyaring) sehingga diperlukan makanan dengan ukuran partikel lebih kecil dari 60 mikron (Widiastuti *et al.*, 2012). Sebelumnya pada

penelitian Fernández (2001) lebih detail dijelaskan bahwa ukuran makanan untuk *Artemia metanauplii* harus berkisar antara 6,8 dan 27,5 μm , dengan optimal sekitar 16,0 μm .

Waktu pengkayaan terbaik untuk artemia adalah pada saat fase instar 2 (meta-nauplius), dimana fase tersebut organ pencernaan/ *digestive tract* mulai aktif. Fase instar 2 terjadi setelah sekitar 8 jam dari waktu penetasan. Pada saat itu *Artemia* berganti kulit menjadi tahap larva ke-2 (instar II). Partikel-partikel makanan kecil yang berukuran mulai dari 1 hingga 50 μm disaring oleh antena ke-2 dan dimasukkan ke dalam saluran pencernaan fungsional. Hatching percentage serta Hatching efficiency dapat dimulai dari 15 jam setelah penebaran kista artemia (Bahari *et al.*, 2014).

D. Retensi Protein terlarut, lemak dan energi

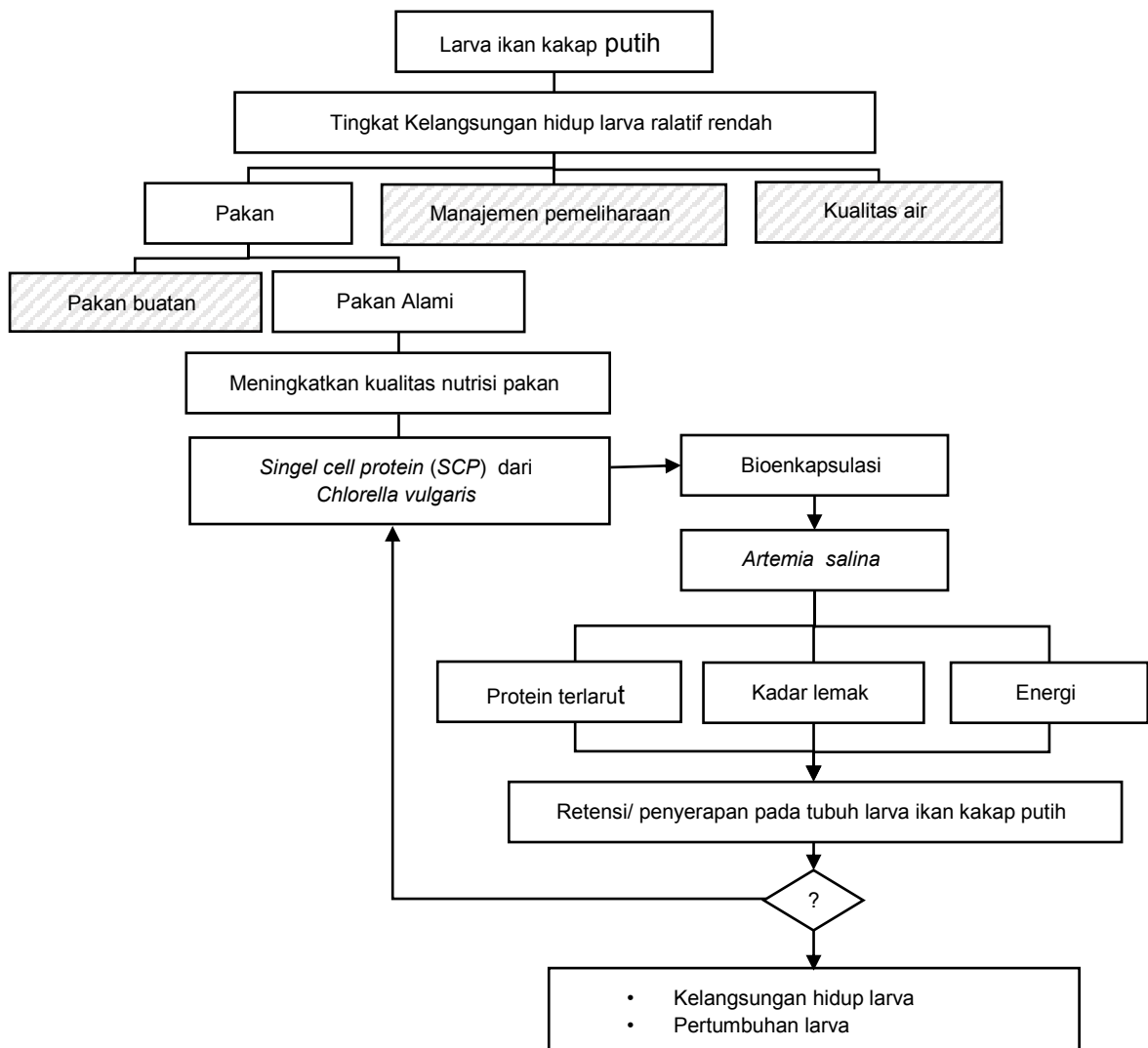
Protein terlarut merupakan oligopeptida rantai pendek sehingga mudah untuk diserap oleh tubuh (Mardhika *et al.*, 2020). Protein yang mudah diserap oleh tubuh penting bagi kelangsungan hidup dan pertumbuhan khususnya pada fase awal hidup larva. Protein berperan penting untuk fungsi jaringan normal, pemeliharaan tubuh, penggantian jaringan tubuh yang rusak, pengaturan pembentukan enzim dan hormone bagi ikan (Sagita *et al.*, 2017). Perkembangan jaringan yang normal dapat mencegah terjadinya penghambatan pertumbuhan (kekerdilan) pada larva ikan sehingga resiko heterogenitas pertumbuhan dapat dikurangi. Heterogenitas pertumbuhan merupakan salah satu faktor yang menyebabkan kanibalisme pada ikan kakap putih dimana Kanibalisme yang tinggi dapat mengurangi tingkat kelangsungan hidup pada ikan (Ribeiro, 2015). Sehingga berdasarkan hal tersebut suplementasi SCP bagi kelangsungan hidup larva ikan kakap putih dapat direkomendasikan. Pada umumnya protein dimanfaatkan oleh organisme khususnya ikan dalam bentuk asam amin. Secara kualitas ikan kakap putih membutuhkan protein dalam bentuk asam amino dalam membantu kelangsungan hidupnya yakni diantaranya yakni *Methionine*, *lysine* dan *Arginine* (Poppi *et al.*, 2017). Terkait kebutuhan protein terlarut untuk ikan barramundi/ kakap putih belum dimuat dalam artikel 10 tahun terakhir, Namun kebutuhan protein kasar ikan kakap putih secara kuantitas hampir sama pada ikan karnivora pada umumnya dengan kisaran 30-50% (Hepher, 1988 ; Ma *et al.*, 2018).

Lipid pada makanan adalah sumber energi utama untuk perkembangan larva ikan, dan pasokan asam lemak esensial dalam jumlah yang cukup sangat penting untuk larva yang tumbuh cepat (Sargent *et al.*, 2002; Zheng *et al.*, 2010). ikan kakap putih sangat efisien menyimpan energi dalam bentuk lipid, terutama dari energi pati makanan, sehingga ikan kakap putih cenderung lebih memanfaatkan lipid sebagai sumber energi

dibandingkan kandungan nutrisi yang lain (Glencross *et al.*, 2017). Peran lipid dalam sumber energi terkait dengan kualitas dari lipid tersebut, dimana asam lemak dalam lipid mengambil peran besar dalam hal ini. Dalam beberapa penelitian asam lemak seperti DHA dan EPA sangat berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan larva ikan (Suyanto *et al.*, 2019).

Faktor yang dapat menghambat terjadinya penyerapan dalam tubuh salah satunya adalah mineral. Mineral dibutuhkan oleh kebanyakan organisme hidup pada konsentrasi rendah, sehingga peningkatan kadar mineral yang dimana salah satunya adalah tembaga dapat menghambat pertumbuhan beberapa organisme (Williams & Haydel, 2010). Selain itu kontribusi lingkungan juga memiliki peran besar dalam penyerapan nutrisi pada organisme.

E. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

F. Hipotesis

Dari penelitian ini diperoleh hipotesis sebagai berikut :

1. Jika pemberian SCP diberikan pada *A. salina* menggunakan metode bioenkapsulasi, maka kualitas nutrisi pada *A. salina* akan meningkat.
2. Jika pemberian dosis bioenkapsulasi SCP ditingkatkan pada dosis tertentu, maka kualitas nutrisi pada *A. salina* akan meningkat.
3. Jika pemberian bioenkapsulasi SCP pada larva ikan kakap putih diberikan pada dosis tertentu, maka kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan kakap putih akan meningkat.