

**KAJIAN PEMANFAATAN DAUN KELOR *Moringa oleifera*  
TERHADAP SINTASAN DAN PERFORMA LARVA KEPITING BAKAU  
*Scylla olivacea* (Herbst, 1794)**

**STUDY ON THE UTILIZATION OF *Moringa oleifera* LEAVES  
ON THE SURVIVAL AND PERFORMANCE OF MUD CRAB LARVAE  
*Scylla olivacea* (Herbst, 1794)**



**ZAINAL USMAN  
L013191015**



**PROGRAM STUDI ILMU PERIKANAN  
FAKULTAS/SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**KAJIAN PEMANFAATAN DAUN KELOR *Moringa oleifera*  
TERHADAP SINTASAN DAN PERFORMA LARVA KEPITING BAKAU  
*Scylla olivacea* (Herbst, 1794)**

**Zainal Usman  
L013191015**



**PROGRAM STUDI ILMU PERIKANAN  
FAKULTAS/SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**KAJIAN PEMANFAATAN DAUN KELOR *Moringa oleifera*  
TERHADAP SINTASAN DAN PERFORMA LARVA KEPITING BAKAU  
*Scylla olivacea* (Herbst, 1794)**

Disertasi  
Sebagai salah satu syarat mencapai gelar doktor

Program Studi Ilmu Perikanan

Disusun dan Diajukan Oleh :

Zainal Usman  
L013191015

kepada

**PROGRAM STUDI ILMU PERIKANAN  
FAKULTAS/SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**DISERTASI**

**KAJIAN PEMANFAATAN DAUN KELOR *Moringa oleifera*  
TERHADAP SINTASAN DAN PERFORMA LARVA KEPITING BAKAU  
*Scylla olivacea* (Herbst, 1794)**


**ZAINAL USMAN  
L013191015**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Doktor  
pada tanggal 16 bulan Agustus tahun 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

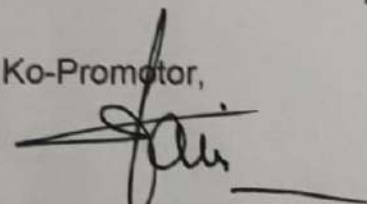
pada

Program Studi Ilmu Perikanan  
Fakultas/Sekolah Pasca Sarjana  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

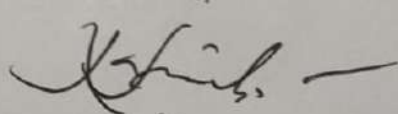
Mengesahkan  
Promotor,

  
Prof. Dr. Ir. Muhammad Yusri Karim, M.Si.  
NIP. 19650108 199103 1 002

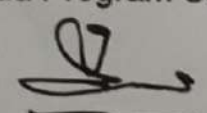
Ko-Promotor,

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

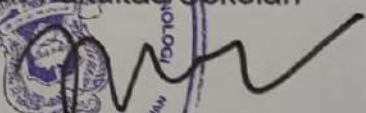
Ko-Promotor,

  
Dr. Ir. Syafiuddin, M.Si.  
NIP. 196506120 199103 1 002

Ketua Program Studi,

  
Prof. Dr. Ir. Musbir, M.Sc.  
NIP. 19650810 198911 1 001

Dekan Fakultas/Sekolah

  
Prof. Safruddin, S.Pi., MP., Ph.D  
NIP. 19750611 200312 1 003



## PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, disertasi berjudul "Kajian Pemanfaatan Daun Kelor *Moringa oleifera* Terhadap Sintasan dan Performa Larva Kepiting Bakau *Scylla Olivacea* (Herbst, 1794)" adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (Prof. Dr. Ir. Muhammad Yusri Karim, M.Si. sebagai Promotor dan Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si. sebagai Ko-promotor-1 serta Dr. Ir. Syafiuddin, M.Si sebagai Ko-promotor-2). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka disertasi ini. Sebagian dari isi disertasi ini telah dipublikasikan sebagai artikel dengan judul "Metamorphosis and Survival Rate of Mud Crab (*Scylla olivacea*) Larvae Fed with Enriched Live Feed with *Moringa oleifera* Leaves" pada Jurnal Internasional Fisheries and Aquatic Science Volume 27 (2024) No. 7 eISSN: 2234 - 1757 Halaman 456 - 467 DOI: <https://doi.org/10.47853/FAS.2024.e34>. apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan disertasi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa disertasi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 16 Agustus 2024



Zainal Usman  
NIM L013191015

## Ucapan Terima Kasih

Alhamdulillah sebagai ucapan Puji Syukur kepada Allah SWT yang Maha Pengasih dan Penyayang atas karuniaNya sehingga Penelitian dan Penyusunan Desertasi yang berjudul “Kajian Pemanfaatan Daun Kelor *Moringa oleifera* Terhadap Sintasan dan Performa Larva Kepiting Bakau *Scylla olivacea* (Herbst, 1794)” dapat terlaksana dan terselesaikan dengan baik. Selesaiannya desertasi ini tentu tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak olehnya itu melalui kesempatan ini penulis menghaturkan banyak terima kasih kepada Rektor, Dekan dan Wakil Dekan beserta staf atas pelayanannya selama menempuh Pendidikan di Universitas Hasanuddin. Terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya saya haturkan kepada promotor Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Yusri Karim, M.Si., ko-promotor-1 Bapak Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si., ko-promotor-2 Bapak Dr. Ir. Syafiuddin, M.Si., atas koreksi, saran dan bimbingannya. Ucapan terima kasih juga kami haturkan kepada Ibunda Prof. Dr. Ir. Yushinta Fujaya, M.Si., Prof. Dr. Ir. Haryati, M.S., Dr. rer.nat. Elmi Nurhaidah Zainuddin, DES., dan Bapak Ir. Iqbal Djawad, M.Sc., Ph.D selaku penguji internal dan Bapak Dr. A. Indra Jaya Asaad., S.Pi., M.Sc. selaku penguji eksternal atas pemberian motivasi, kritik, saran dan perbaikan yang konstruktif untuk penyempurnaan tulisan ini.

Terima kasih tak terhingga juga kami haturkan kepada Pimpinan Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Takalar Sulawesi Selatan Bapak Nur Muflich Juniyanto, S.Pi., M.Si. atas izin yang diberikan untuk melaksanakan penelitian di Instansi yang bapak pimpin. Terima kasih juga tak lupa kami sampaikan kepada Penanggung Jawab Divisi Kepiting BBPBAP Takalar Bapak Haidar, S.Pi., M.Si. beserta staf dan tim peneliti adinda Sinar Matahari, dan Wildayati Khairiyah Syamsuddin atas bantuan dan kerjasamanya mulai dari persiapan sampai kegiatan penelitian ini berakhir. Terkhusus ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada adik kandung saya Rosneni Usman, Suciati usman bersama adik ipar Syahril dan Nur Alim dan Jumriati Nasir atas dedikasinya membantu dengan segala kemampuan yang dimiliki sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Terima kasih kami kami sampaikan juga kepada sahabat-sahabat sejati saya Ibu Dr. Khairunnisa, Bapak Dr. Imam Tauhid atas support, sharing pemikiran dan bantuannya yang tulus ikhlas selama ini. Tak lupa juga saya menyampaikan terima kasih dan salam perjuangan kepada rekan-rekan seperjuangan mahasiswa pada Program Doktor Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Program Studi Ilmu Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar Angkatan 2019. Terima kasih kami sampaikan juga kepada Tim Laboratorium Teknologi Pembenihan Ikan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Tim Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gajah Mada Yogyakarta serta Tim Laboratorium Saraswanti Indo Genetech Bogor Jawa Barat.

Ucapan terima kasih juga kami sampaikan dengan hormat kepada Bapak Kepala Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia

Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan atas izin belajar yang telah diberikan serta Direktur Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang Bapak Muh. Ali Ulat, S.Pi., M.Si. atas support dan atensinya kepada penulis.

Akhirnya sembari mengucapkan Alhamdulillah, sembah sujud dan ucapan terima kasih Ananda haturkan kepada kedua orang tua tercinta Almarhum Ayahanda Usman dan Ibunda Kanang serta mertua Haji Muh. Nasir dan Haji Matahari atas doa, pengorbanan dan motivasi yang tak terhingga selama ini kepada Ananda mulai dari jenjang SD sampai akhirnya ananda bisa meraih pencapaian tertinggi di bidang akademik, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan Rahmat dan RidhoNya. Ucapan terima kasih dan rasa sayang saya sampaikan kepada Istri tercinta Rahmawati, SS., S.Pd., putriku ananda Nur Amaliyah Rezki Zairah dan Zahra Aliyah Zairah serta putra bungsuku ananda Abdullah Abqory Faezya Zairah atas doa, dukungan, kesetiaan dan kasih sayangnya selama ini, serta seluruh keluarga (kakak/adik kandung, ipar, paman, sepupu) dan semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu melalui kesempatan ini.

Sebagai akhir dari ucapan terima kasih ini, saya menghaturkan permohonan doa kepada Allah SWT semoga segala bentuk sumbangsih dari semua pihak yang telah saya sebutkan di atas mendapatkan Rahmat dan Ridho serta menjadi amal jariyah di sisi Allah SWT. Selaku hamba Allah penulis mengahaturkan doa, semoga Allah SWT Ridho menganugerahkan ilmu yang berkah, manfaat dan kelak menjadi ladang amal, sarana beribadah kepada ALLAH SWT untuk mendapatkan Ridho-Nya, Amin Ya Robbal Alamin.

Penulis,

Zainal Usman

## ABSTRAK

ZAINAL USMAN. **Kajian pemanfaatan daun kelor *Moringa oleifera* terhadap sintasan dan performa larva kepiting bakau *Scylla olivacea*** (dibimbing oleh Muhammad Yusri Karim, Zainuddin, dan Syafiuddin).

**Latar Belakang.** Masalah utama yang dihadapi pembenihan kepiting bakau adalah rendahnya sintasan larva terutama pada stadia zoea dan megalopa yang disebabkan oleh faktor lingkungan dan pakan yang kurang berkualitas. Rotifera dan artemia sebagai pakan alami utama pada kegiatan pembenihan memiliki kandungan asam lemak utamanya EPA dan DHA yang rendah. EPA dan DHA sangat penting untuk sintasan dan pertumbuhan larva kepiting bakau. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemberian pakan alami Rotifera dan Artemia yang diperkaya daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap sintasan dan performa larva kepiting bakau *Scylla olivacea* dari stadia zoea hingga megalopa. **Metode.** Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, yakni ; 1. Perbaikan nutrisi asam lemak omega-3 HUFA (EPA dan DHA) pakan alami Rotifera dan Artemia menggunakan serbuk daun kelor *Moringa oleifera*. 2. Penggunaan Rotifera dan Artemia hasil pengayaan menggunakan serbuk daun kelor *Moringa oleifera* untuk meningkatkan sintasan dan performa larva kepiting bakau *S. olivacea*. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan yakni pengayaan pakan alami rotifera dan artemia menggunakan serbuk daun kelor dengan dosis 0, 50, 100 dan 150 ppm dan setiap perlakuan terdiri atas tiga ulangan. Peubah yang diamati meliputi kandungan asam lemak EPA dan DHA, komposisi kimia tubuh, ketahanan stress, kecepatan metamorphosis serta sintasan larva kepiting bakau *S. olivacea*. Proses pengayaan pakan alami Rotifera dan Artemia dilakukan dengan metode perendaman pakan alami pada media kultur yang telah dilarutkan serbuk daun kelor sesuai dosis perlakuan selama 6 jam. Pakan alami Rotifera dan Artemia hasil pengayaan dipanen untuk dianalisa kandungan asam lemak omega-3 HUFA (EPA dan DHA). Selanjutnya Rotifera dan Artemia hasil pengayaan menggunakan serbuk daun kelor diberikan pada larva kepiting bakau *S. olivacea* selama pemeliharaan mulai stadia zoea 1 sampai stadia megalopa. Data hasil penelitian selanjutnya dianalisis sidik ragam ANOVA dan uji lanjut W-Tukey menggunakan alat bantu aplikasi komputer SPSS versi 23. **Hasil.** Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengayaan menggunakan serbuk daun kelor, meningkatkan kandungan EPA  $0,93 \pm 0,04$  mg/g dan DHA  $6,41 \pm 0,09$  mg/g pada Rotifera dan lebih besar dibandingkan pada Artemia yaitu EPA  $0,09 \pm 0,01$  mg/g dan DHA  $0,07 \pm 0,01$  mg/g. Rotifera dan Artemia hasil pengayaan dengan serbuk daun kelor 100 ppm memberikan dampak positif terhadap larva kepiting bakau yakni ; metamorfosis kepiting bakau dari zoes menjadi megalopa lebih cepat yaitu 16 hari, sintasan sebesar 39,82%, indeks perkembangan larva (IPL) 21 hari dengan nilai IPL tertinggi pada seluruh waktu pemeliharaan larva serta



tingkat ketahanan stress yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya.  
**Kesimpulan.** Pengayaan pakan alami Rotifera dan Artemia dengan serbuk daun kelor meningkatkan sintasan dan performa larva kepiting bakau *S. olivacea*.

Kata Kunci : Artemia, Asam Lemak, Kelor, Kepiting Bakau, Rotifera,  
*S. olivacea*

## ABSTRACT

**ZAINAL USMAN.** Study on the utilization of *Moringa oleifera* leaves on the survival and performance of mud crab *Scylla olivacea* larvae (supervised by Muhammad Yusri Karim, Zainuddin, and Syafiuddin).

**Background.** The main problem faced by mangrove crab hatcheries is low larval survival, especially at the zoea and megalopa stages, which is caused by environmental factors and poor quality feed. Rotifera and artemia as the main natural food in hatchery activities have low fatty acid content, especially EPA and DHA. EPA and DHA are essential for survival and growth of mud crab larvae. **Objective.** This study aims to assess the feeding of Rotifera and Artemia enriched with Moringa (*Moringa oleifera*) leaves on the performance and larval survival of mangrove crabs *Scylla olivacea* from zoea to megalopa. **Methods.** This research is divided into two stages, namely 1. Improvement of EPA and DHA fatty acid nutrition of natural food rotifers and artemia using Moringa oleifera leaf powder. 2. Use of enriched rotifers and artemia using Moringa oleifera leaf powder to improve survival and performance of *S. olivacea* mud crab larvae. This study was an experimental study using a completely randomized design with four treatments, namely enrichment of natural food rotifers and artemia using moringa leaf powder at doses of 0, 50, 100 and 150 ppm and each treatment consisted of three replicates. The observed variables included EPA and DHA fatty acid content of rotifers and artemia, EPA and DHA fatty acid content, body chemical composition, stress resistance, metamorphosis speed and survival of *S. olivacea* mangrove crab larvae. The process of enriching natural food for rotifers and artemia was carried out by immersing natural food in culture media that had been dissolved in Moringa leaf powder according to the treatment dose. Furthermore, rotifers and artemia from enrichment using moringa leaf powder were given to mud crab larvae during rearing from zoea 1 stadia to megalopa stadia. Data from the study were analyzed by ANOVA and followed by W-Tuckey's further test using the SPSS Version 23 application. **Results.** The results showed that Moringa leaves were able to increase EPA  $0.93 \pm 0.04$  mg/g and DHA  $6.41 \pm 0.09$  mg/g in Rotifera which was greater than in Artemia, namely EPA  $0.09 \pm 0.01$  mg/g and DHA  $0.07 \pm 0.01$  mg/g. The use of enriched rotifers and artemia using Moringa leaf powder at a dose of 100 mg/L has a positive impact on mud crab larvae, namely; metamorphosis of mud crabs from zoea 1 stadia to megalopa becomes faster at 16 days, a survival rate of 39.82%, the highest larval development index at 21 days with the highest larval development index value at almost all larval observation times and a better level of stress resistance. **Conclusion.** Natural food enrichment of rotifers and artemia with Moringa leaf powder improved survival and performance of *S. olivacea* mud crab larvae.

Keywords: Artemia, Fatty Acid, Moringa, Mud Crab, Rotifera, *S. olivacea*

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGAJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN DESERTASI .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
I. PENDAHULUAN UMUM .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dan Kegunaan .....	3
1.4 Kerangka Pikir .....	4
1.5 Hipotesis .....	4
1.6 Novelty.....	4
1.7 Outline Disertasi .....	5
II. PENGARUH PENGAYAAN SERBUK DAUN KELOR TERHADAP KANDUNGAN ASAM LEMAK ROTIFERA DAN ARTEMIA .....	7
2.1 Abstrak .....	7
2.2 Pendahuluan.....	7
2.2 Tujuan dan Kegunaan .....	8
2.3 Metode Penelitian .....	9
2.3.1 Waktu dan Tempat .....	9
2.3.2 Prosedur Penelitian .....	9
2.3.2.1 Pembuatan serbuk daun kelor .....	9
2.3.2.2 Kultur dan Pengayaan rotifera .....	10
2.3.2.3 Penetasan dan Pengayaan artemia .....	10
2.3.2.4 Pengukuran konsentrasi asam lemak .....	11
2.3.3 Rancangan Perlakuan dan Percobaan.....	11
2.3.4 Analisa Data .....	11
2.4 Hasil dan Pembahasan.....	12
2.4.1 Komposisi asam lemak pada serbuk daun kelor ( <i>Moringa oleifera</i> ) .....	12
2.4.2 Konsentrasi EPA ( <i>Eicosapentaenoic acid</i> ) .....	14
2.4.3 Konsentrasi DHA ( <i>Dokosaheksaenoat acid</i> ) .....	15
2.5 Kesimpulan .....	17

2.6 Saran .....	17
DAFTAR PUSTAKA .....	18
III. PENGARUH PEMBERIAN ROTIFER DAN ARTEMIA YANG DIPERKAYA DENGAN SERBUK DAUN KELOR TERHADAP SINTASAN DAN PERFORMA LARVA KEPITING BAKAU <i>Scylla olivacea</i> DARI STADIA ZOEAE KE MEGALOPA.....	23
3.1 Abstrak.....	23
3.2 Pendahuluan.....	23
3.3 Tujuan dan Kegunaan .....	26
3.4 Metode Penelitian .....	26
3.4.1 Waktu dan Tempat .....	26
3.4.2 Prosedur Penelitian .....	27
3.4.2.1 Wadah dan Media Pemeliharaan.....	27
3.4.2.2 Hewan Uji .....	27
3.4.2.3 Pemberian Pakan .....	27
3.4.2.4 Tahapan Perkembangan Larva .....	28
3.4.3 Rancangan dan Analisa Data Penelitian .....	29
3.4.4 Peubah yang Diamati .....	29
3.4.4.1 Sintasan.....	30
3.4.4.2 Kecepatan Metamorfosis .....	30
3.4.4.3 Indeks perkembangan larva ( <i>Larva stage index</i> , LSI).....	30
3.4.4.4 Tingkat Ketahanan Stres ( <i>Cumulative Stress Index</i> , CSI) .....	31
3.4.4.5 Pengukuran komposisi kimia, energi tubuh dan asam lemak larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	31
3.5. Hasil dan Pembahasan.....	32
3.5.1 Sintasan .....	32
3.5.2 Kecepatan Metamorfosis .....	33
3.5.3 Indeks Perkembangan Larva ( <i>Larvae Stage Index</i> , LSI) .....	35
3.5.4 Tingkat Ketahanan Stres ( <i>Cummulative Stage Index</i> , CSI).....	35
3.5.5 Komposisi Kimia dan Energi Tubuh Larva Kepiting Bakau <i>Scylla olivacea</i> .....	37
3.5.6 Kandungan asam lemak EPA dan DHA Larva Kepiting Bakau <i>Scylla olivacea</i> .....	41
3.6. Kesimpulan .....	47
3.7. Saran .....	47
IV. PEMBAHASAN UMUM .....	48
V. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI .....	52
5.1. Kesimpulan Umum .....	52
5.2. Rekomendasi .....	52
DAFTAR PUSTAKA .....	53
LAMPIRAN .....	61

**DAFTAR TABEL**

Nomor urut	Halaman
1. Kandungan asam lemak serbuk daun kelor .....	13
2. Rata-rata-rata kandungan EPA ( <i>Eicosapentaenoic acid</i> ) Pada Rotifera dan Artemia sp yang diperkaya serbuk daun kelor.....	14
3. Rata-rata-rata kandungan DHA ( <i>Dokosaheksaenoat acid</i> ) pada rotifera dan artemia yang diperkaya serbuk daun kelor .....	15
4. Larva Stage Indeks (LSI) .....	30
5. Tingkat Ketahanan Stres ( <i>Cumulative Stress Index, CSI</i> ) .....	36
6. Komposisi kimia proksimat larva kepiting bakau <i>S. olivace</i> .....	38
7. Kandungan asam lemak, EPA dan DHA larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> ..	42

## DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Kerangka Pikir .....	4
2. Kemasan serbuk daun kelor <i>moringa oleifera</i> .....	9
3. Tata letak wadah-wadah percobaan .....	11
4. Kromatogram senyawa asam lemak pada serbuk daun kelor .....	14
5. Skema pemberian pakan alami Rotifera dan Artemia pada larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	28
6. Metamorfosis Larva Kepiting Bakau dari Zoea Menjadi Megalopa .....	28
7. Tata letak wadah penelitian setelah pengacakan .....	29
8. Rata-rata sintasan ( <i>Survival rate</i> ) larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	32
9. Kurva hubungan antara dosis pengayaan serbuk daun kelor dan sintasan larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> -rata sintasan ( <i>Survival rate</i> ) larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	33
10. Perkembangan larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> berdasarkan perkembangan stadianya .....	34
11. <i>Larva Stage Indeks</i> (LSI) Larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	35
12. Kurva hubungan antara dosis pengayaan serbuk daun kelor dan indeks stres kumulatif larva kepiting bakau <i>S. larva kepiting bakau S. olivacea</i> .....	37
13. Kurva hubungan antara dosis pengayaan serbuk daun kelor dan kandungan protein larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	39
14. Kurva hubungan antara dosis pengayaan serbuk daun kelor dan kandungan lemak larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	39
15. Kurva hubungan antara dosis pengayaan serbuk daun kelor dan kandungan BETN larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	40
16. Kurva hubungan antara dosis pengayaan serbuk daun kelor dan kadar energi larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	40
17. Kurva hubungan antara dosis pengayaan serbuk daun kelor dan kandungan EPA larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	43
18. Kurva hubungan antara dosis pengayaan serbuk daun kelor dan kandungan DHA larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	44

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut		Halaman
1.	Data EPA dan DHA rotifera dan artemia yang diperkaya serbuk daun kelor .....	61
2.	Hasil analisis ragam kandungan EPA rotifer yang diperkaya serbuk daun kelor .....	61
3.	Uji lanjut W-Tukey kandungan EPA rotifer yang diperkaya serbuk daun kelor .....	62
4.	Hasil analisis ragam Kandungan DHA rotifer yang diperkaya serbuk daun kelor .....	62
5.	Hasil uji lanjut W-Tukey DHA rotifer yang diperkaya serbuk daun kelor.....	63
6.	Hasil analisis ragam EPA artemia yang diperkaya serbuk daun kelor.....	63
7.	Hasil uji lanjut W-Tukey EPA artemia yang diperkaya serbuk daun kelor ....	64
8.	Hasil analisis ragam DHA artemia yang diperkaya serbuk daun kelor .....	64
9.	Hasil uji lanjut W-Tukey DHA artemia yang diperkaya serbuk daun kelor ....	65
10.	Data EPA dan DHA larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	65
11.	Hasil analisis ragam EPA larva kepiting bakau yang diperkaya serbuk daun kelor .....	66
12.	Hasil uji lanjut W-Tukey EPA larva kepiting bakau yang diperkaya serbuk daun kelor .....	66
13.	Hasil analisis ragam DHA larva kepiting bakau yang diperkaya serbuk daun kelor .....	66
14.	Hasil uji lanjut W-Tukey DHA larva kepiting bakau yang diperkaya serbuk daun kelor .....	67
15.	Data sintasan larva kepiting bakau yang diperkaya serbuk daun kelor .....	67
16.	Hasil analisis ragam sintasan larva kepiting bakau yang diperkaya serbuk daun kelor .....	68
17.	Hasil uji lanjut W-Tukey sintasan larva kepiting bakau yang diperkaya serbuk daun kelor .....	68
18.	Data CSI larva kepiting bakau yang diperkaya serbuk daun kelor .....	69
19.	Hasil analisis ragam CSI larva kepiting bakau yang diperkaya serbuk daun kelor .....	69
20.	Hasil uji lanjut W-Tukey CSI larva kepiting bakau yang diperkaya serbuk daun kelor .....	70
21.	Data Indeks Perkembangan Larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> yang diperkaya serbuk daun kelor .....	71
22.	Hasil analisis ragam metamorfosis larva kepiting bakau yang diperkaya serbuk daun kelor .....	72

23. Hasil uji lanjut W-Tukey metamorfosis larva kepiting bakau yang diperkaya serbuk daun kelor .....	72
24. Data hasil proksimat larva kepiting bakau yang diperkaya serbuk daun kelor .....	73
25. Hasil analisis ragam kandungan protein larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> ...	73
26. Hasil uji lanjut W-Tukey kandungan protein larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	74
27. Hasil analisis ragam kandungan lemak larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	74
28. Hasil uji lanjut W-Tukey kandungan lemak larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	75
29. Hasil analisis ragam kandungan Karbohidrat larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	75
30. Hasil uji lanjut W-Tukey kandungan Karbohidrat larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	76
31. Hasil analisis ragam kandungan serat larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	76
32. Hasil uji lanjut W-Tukey kandungan serat larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	77
33. Hasil analisis ragam kandungan abu larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	77
34. Hasil uji lanjut W-Tukey kandungan abu larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> ...	78
35. Hasil analisis ragam total energi larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	78
36. Hasil uji lanjut W-Tukey total energi larva kepiting bakau <i>S. olivacea</i> .....	79
37. Kandungan proksimat serbuk daun kelor <i>M. oleifera</i> PT. Moringa Organik Indonesia .....	79
38. Ciri-ciri Larva kepiting Bakau <i>S. olivacea</i> .....	80



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kepiting bakau, *Scylla olivacea* merupakan salah komoditas perikanan bernilai ekonomis tinggi dan telah dibudidayakan di beberapa daerah di Indonesia. Salah satu faktor penentu keberhasilan budidaya kepiting bakau adalah ketersediaan benih. Selama ini kebutuhan benih akan kepiting bakau masih diperoleh dari hasil penangkapan di alam yang sifatnya fluktuatif karena dipengaruhi oleh musim dan jumlahnya terbatas. Guna mendukung keberhasilan budidaya kepiting bakau maka diperlukan upaya untuk memproduksi benih melalui pembenihan.

Masalah utama yang dihadapi oleh pembenihan kepiting bakau bakau adalah masih rendah produktivitas yang dihasilkan. Hal ini disebabkan masih rendahnya sintasan larva terutama pada stadia zoea dan megalopa. Beberapa hasil penelitian mendapatkan sintasan larva kepiting bakau dari zoea hingga megalopa, yakni: 0,15-0,74% (Quinitio *et al.*, 2001), 7,88% (Pane *et al.*, 2021), 12% (Thirunavukkarasu *et al.*, 2014), 18,89-26,18% (Karim, Zaunuddin, *et al.*, 2015), 10,17-22,00% (Budi *et al.*, 2017), 12,16-33,73% (Misbah *et al.*, 2017), dan (Alimuddin *et al.*, 2019) berkisar 12,17-21,88%. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sintasan larva kepiting bakau masih rendah. Rendahnya sintasan larva kepiting bakau disebabkan faktor lingkungan dan pakan yang kurang berkualitas (Azra dan Ikhwanuddin, 2015).

Guna meningkatkan sintasan larva kepiting bakau yang masih rendah diperlukan paket teknologi yang mampu menunjang pembenihan kepiting bakau melalui optimalisasi lingkungan dan perbaikan nutrisi pakan. Perbaikan nutrisi pakan dapat dilakukan antara lain dengan menyiapkan dan memberikan pakan yang berkualitas, yaitu: ukuran harus sesuai dengan bukaan mulut larva, mengandung nutrisi yang lengkap sesuai dengan kebutuhan larva serta memiliki tingkat pencernaan yang tinggi. Secara umum fase larva merupakan fase krusial dalam siklus hidup biota budidaya perikanan termasuk kepiting bakau karena larva masih sangat selektif dan belum bisa beradaptasi sepenuhnya dengan pemberian pakan buatan sehingga ketersediaan dan pemberian pakan alami pada fase larva bersifat mutlak dalam kegiatan pembenihan.

Selama ini pakan alami yang umum digunakan pada kegiatan pembenihan kepiting bakau adalah rotifera dan artemia. Rotifera memiliki kelebihan antara lain : ukurannya kecil (130-320  $\mu\text{m}$ ) sehingga cocok untuk pakan awal larva ikan dan udang (Dhont *et al.*, 2013; Jeeja dan Imelda-joseph, 2011), sedangkan artemia memiliki kelebihan antara lain: tersedia dalam bentuk kista, mengandung gizi yang tinggi dan efisiensi konversi yang tinggi (Das *et al.*, 2012). Namun dari beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan asam lemak omega-3 rotifera dan artemia terutama EPA (asam

eicosapentaenoic, 20: 5n-3) dan DHA (asam docosahexaenoic, 22: 6n-3) rendah (Joseph, 2003; Ohs *et al.*, 2010; Jeeja dan Imelda-joseph, 2011; Khairy dan El-Sayed, 2012;). Menurut (Bell *et al.*, 2003) rotifera mengandung EPA 2% dan DHA 0,1%, sedangkan artemia mengandung EPA 5,3% dan DHA 0,0%. Padahal EPA dan DHA sangat penting untuk sintasan dan pertumbuhan larva organisme laut (Das *et al.*, 2012). Oleh sebab itu, ketersediaan asam lemak omega-3 yang cukup dalam pakan berperan penting meningkatkan sintasan larva.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan agar pakan alami mengandung nutrisi sesuai kebutuhan larva yaitu dengan memperkaya pakan alami tersebut dengan bahan-bahan alami yang mengandung asam lemak. Salah satu bahan alami yang potensial digunakan untuk meningkatkan kualitas nutrisi pakan alami adalah serbuk daun kelor (*Moringa oleifera*). Daun kelor memiliki kandungan nutrisi potensial berupa asam lemak omega-3 yang dapat dimanfaatkan dalam kegiatan budidaya perikanan. Menurut Neundorf (2015), daun kelor dikenal sebagai daun magic karena memiliki kandungan asam lemak omega-3 44,57% (Moyo *et al.*, 2011; Chukwuebuka, 2015). Selain itu, daun kelor juga mengandung berbagai makro nutrisi lengkap berupa protein, karbohidrat, lemak serta mikronutrien berupa 7 Vitamin (A, B1, B2, B3, C, E dan K), 7 mineral (kalsium, copper, iron, magnesium, fosfor, potasium dan zinc (Aja *et al.*, 2014; Chukwuebuka, 2015; Rizwan *et al.*, 2022). Ketersediaan daun kelor yang cukup melimpah serta tersedia sepanjang tahun menjadi salah satu pertimbangan untuk dapat dimanfaatkan secara ekonomis.

Penelitian tentang penggunaan serbuk daun kelor pada kegiatan budidaya masih terbatas pada beberapa jenis ikan, antara lain: penggunaan serbuk daun kelor pada pakan ikan mas dosis 200 g/kg pakan dapat meningkatkan aktivitas enzim protease dan pertumbuhan (Yuangsoi dan Masumoto, 2012), pertumbuhan dan sintasan ikan nila hingga 91% (Basir, 2018), performa kesehatan dan sintasan ikan lele (Uedeme-Naa dan George, 2019), dan imunitas ikan tilapia (Subryana *et al.*, 2020) serta berpengaruh nyata pada pertumbuhan mutlak, sfesifik dan konversi pakan ikan nila (Sumarjan *et al.*, 2022). Hasil-hasil penelitian tersebut di atas memperlihatkan bahwa pemberian serbuk daun kelor dapat dimanfaatkan pada beberapa jenis larva dan juvenil ikan sehingga dapat meningkatkan sintasan dan memperbaiki kualitas larva serta meningkatkan pencernaan nutrisi pakan pada ikan. Akan tetapi pemanfaatan daun kelor pada pemeliharaan larva kepiting bakau belum dilakukan.

Sehubungan dengan permasalahan di atas, guna menanggulangi masa kritis pada fase zoea dan megalopa perlu perbaikan gizi pada rotifera dan artemia dengan cara meningkatkan kandungan asam lemak esensial melalui pengayaan serbuk daun kelor. Diharapkan dengan pengayaan serbuk daun kelor pada rotifera dan artemia dapat meningkatkan kualitas pakan alami larva kepiting bakau sehingga dapat meningkatkan sintasan dan memperbaiki performa larva kepiting bakau (*S. olivacea*).

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengayaan serbuk daun kelor meningkatkan kandungan asam lemak omega-3 rotifera dan Artemia?
2. Bagaimana rotifera dan artemia yang diperkaya dengan serbuk daun kelor dapat meningkatkan sintasan dan performa larva kepiting bakau?

## 1.3. Tujuan dan Kegunaan

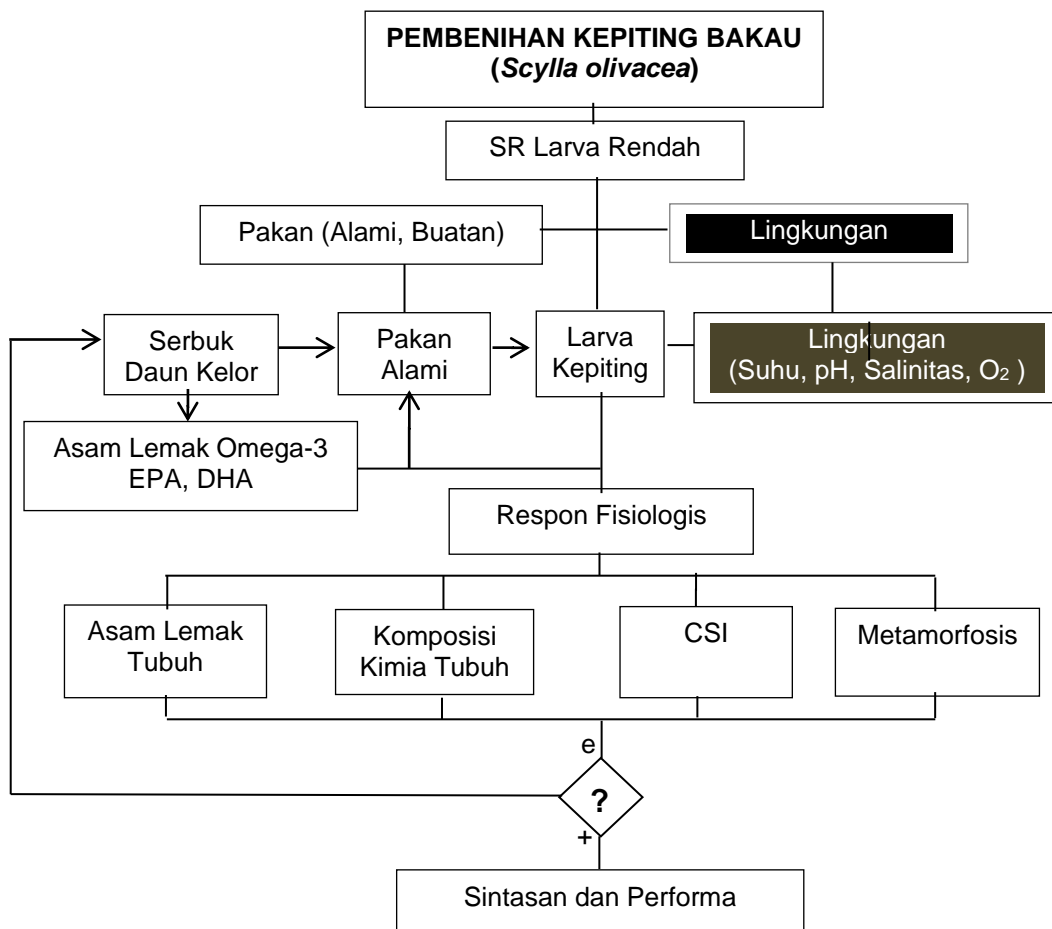
Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengkaji pengaruh pengayaan serbuk daun kelor terhadap kandungan asam lemak omega-3 HUFA rotifera dan Artemia.
2. Mengkaji pengaruh pemberian rotifera dan Artemia yang diperkaya dengan serbuk daun kelor terhadap sintasan dan performa larva kepiting bakau yang terbaik.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber informasi tentang pemanfaatan serbuk daun kelor pada pemeliharaan larva dalam usaha pembenihan kepiting bakau (*S. olivacea*), Selain itu, sebagai bahan acuan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

#### 1.4. Kerangka Pikir

Adapun kerangka pikir penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

#### 1.5. Hipotesis

Berdasarkan uraian latar belakang, rumusan masalah serta tujuan penelitian di atas maka dirumuskan hipotesis sebagai berikut :

1. Pengayaan serbuk daun kelor dapat meningkatkan kandungan asam lemak omega-3 HUFA rotifera dan artemia.
2. Pengayaan rotifera dan artemia dengan serbuk daun kelor dapat meningkatkan sintasan dan performa larva kepiting bakau.

#### 1.6. Novelty

Adapun Nilai kebaruan (novelty) dalam penelitian ini, sebagai berikut :

1. Peningkatan kandungan asam lemak omega-3 HUFA (EPA dan DHA) rotifera dan Artemia dengan pengayaan serbuk daun kelor (*M. oleifera*).

2. Peningkatan sintasan dan performa larva kepiting bakau (*S. olivacea*) yang diberikan rotifera dan Artemia hasil pengayaan dengan serbuk daun kelor.
3. Penggunaan serbuk daun kelor (*M. oleifera*) sebagai bahan alternatif untuk pengayaan asam lemak omega-3 HUFA (EPA dan DHA) pada pakan alami rotifera dan Artemia.

### 1.7. Outline Disertasi

Disertasi ini mengkaji tentang pemberian rotifera dan artemia yang diperkaya dengan serbuk daun kelor pada pemeliharaan larva kepiting bakau (*S. olivacea*) yaitu: kandungan asam lemak omega-3 rotifera dan artemia, sintasan, ketahanan stres, kandungan asam lemak omega-3 dan komposisi kimia tubuh serta percepatan metamorphosis larva kepiting bakau *S. olivacea*. Tujuan utamanya adalah mengkaji pengaruh pengayaan rotifera dan artemia dengan serbuk daun kelor terhadap kandungan asam lemak omega-3 rotifera dan artemia. Selanjutnya mengkaji pengaruh pemberian rotifera dan artemia hasil pengayaan serbuk daun kelor terhadap sintasan dan ketahanan stress larva kepiting bakau (*S. olivacea*). Selain itu mengkaji lebih lanjut pengaruh pemberian rotifera dan artemia hasil pengayaan serbuk daun kelor terhadap kandungan asam lemak omega-3, komposisi kimia tubuh, serta percepatan metamorphosis/perpindahan stadia dari zoea ke megalopa larva kepiting bakau (*S. olivacea*). Untuk mengetahui pengaruh pemberian serbuk daun kelor terhadap kandungan asam lemak omega-3 pada rotifera dan artemia serta pengaruh pemberian rotifera dan artemia hasil pengayaan serbuk daun kelor terhadap kandungan asam lemak omega-3 dan komposisi kimia tubuh larva kepiting bakau (*S. olivacea*) maka dilakukan uji laboratorium. Secara lengkap dapat diuraikan sebagai berikut :

BAB I. Pendahuluan. Menguraikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, kegunaan serta hipotesis penelitian mengenai dosis pengayaan serbuk daun kelor optimum untuk peningkatan kandungan asam lemak omega-3 rotifera dan artemia, dosis pengayaan rotifera dan artemia dengan serbuk daun kelor optimum untuk meningkatkan performa dan sintasan larva kepiting bakau serta novelty dan outline disertasi.

BAB II. Mengkaji pengaruh pengayaan serbuk daun kelor terhadap kandungan asam lemak rotifera dan artemia. Hasil kajian tersebut menjelaskan mengenai pengaruh dan dosis pemberian serbuk daun kelor terhadap kandungan asam lemak pada rotifera dan artemia yang terbaik.

BAB III. Mengkaji pengaruh pemberian rotifera dan artemia yang diperkaya dengan serbuk daun kelor terhadap performa dan sintasan larva kepiting bakau dari zoea ke megalopa yang terbaik.

BAB IV. Pembahasan Umum. Menguraikan secara detail pengaruh pengayaan rotifera dan artemia dengan serbuk daun kelor terhadap performa (kandungan asam lemak omega-3, komposisi kimia tubuh, energi, tingkat ketahanan stres, kecepatan metamorphosis serta indeks perkembangan larva kepiting bakau yang selanjutnya mempengaruhi sintasan larva kepiting bakau (*S. olivacea*).

BAB V. Kesimpulan dan rekomendasi penelitian. Menjelaskan tentang simpulan penelitian yang dihasilkan dari penelitian ini, serta rekomendasi yang diharapkan dari hasil penelitian ini baik untuk penelitian-penelitian selanjutnya tentang aplikasi serbuk daun kelor untuk peningkatan nutrisi rotifera dan artemia sebagai pakan alami maupun dosis optimal pemberian serbuk daun kelor yang tepat untuk peningkatan performa larva kepiting bakau (*S. olivacea*) pada kegiatan atau usaha pembenihan kepiting bakau di masa mendatang.

## **BAB II**

### **PENGARUH PENGAYAAN SERBUK DAUN KELOR TERHADAP KANDUNGAN ASAM LEMAK ROTIFERA DAN ARTEMIA**

#### **2.1. Abstrak**

Rotifera dan artemia merupakan pakan alami yang banyak digunakan pada kegiatan pembenihan ikan dan krustase. Bererpa hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan asam lemak omega-3 (EPA dan DHA) rotifer dan artemia khususnya EPA dan DHA rendah padahal sangat penting dalam menunjang sintasan dan pertumbuhan larva organisme laut. Tujuan penelitian adalah menganalisis pengaruh pengayaan serbuk daun kelor terhadap kandungan asam lemak omega-3 (EPA dan DHA) rotifera dan artemia. Penelitian dilaksanakan di Balai Perikanan Budidaya Air Payau, Takalar, Sulawesi Selatan. Wadah pengayaan menggunakan ember bervolume 12 L dengan air media bersalinitas 25 ppt. Pengayaan dengan perendaman selama 6 jam pada rotifer dengan kepadatan 500.000 individu/L dan nauplius artemia dengan kepadatan 300.000 individu/L. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap, terdiri atas 4 dosis serbuk daun kelor yaitu: 0, 50, 100 dan 150 ppm dengan 3 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengayaan rotifer dan nuplius artemia dengan serbuk daun kelor berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) pada kandungan EPA dan DHA rotifera dan artemia ( $p < 0,01$ ). Kandungan EPA dan DHA rotifer dan artemia tertinggi pada dosis 150 ppm yaitu 0,93 g/100g dan 6,41 g/100g pada rotifera, dan 0,09 gr/100gr dan 0,07 g/100g pada artemia, sedangkan terendah pada dosis 0 ppm yaitu 0,71 g/100g dan 2,72 g/100g pada rotifer dan 0,03 g/100g dan 0,01 g/100g pada artemia.

*Kata Kunci : Artemia, Daun Kelor, Pengayaan, Rotifera*

#### **2.2. Pendahuluan**

Pembenihan ikan merupakan salah satu kegiatan budidaya perikanan yang bertujuan untuk memproduksi benih yang berkualitas tinggi. Dalam kegiatan pembenihan sendiri terdapat serangkaian kegiatan seperti pemijahan, pembuahan, penetasan telur dan pemeliharaan larva.

Salah satu tahapan yang kritis dalam kegiatan pembenihan ini adalah pemeliharaan larva. Pada tahap ini, larva ikan masih sangat rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan serta perubahan lainnya yang dapat mempengaruhi sintasan dan pertumbuhan larva itu sendiri.

Salah satu hal yang mempengaruhi sintasan dan pertumbuhan larva adalah penggunaan pakan alami untuk larva. Sistem pencernaan pada fase larva masih dalam tahap perkembangan dan mungkin tidak mampu mencerna semua jenis pakan dengan baik sehingga dibutuhkan pakan yang bisa diterima dan

dicerna dengan baik. Rotifera dan artemia merupakan pakan alami yang selama ini sering diaplikasikan dalam kegiatan pemeliharaan larva. Penggunaan kedua jenis pakan ini dikarenakan memiliki ukuran yang kecil dimana ukuran rotifera berkisar antara 130 sampai dengan 320  $\mu\text{m}$  sehingga cocok untuk pakan awal larva ikan dan udang (Jeeja *et al.*, 2011; Dhont dan Dieckers, 2013), sedangkan artemia memiliki kelebihan antara lain: tersedia dalam bentuk kista, mengandung gizi yang tinggi dan efisiensi konversi yang tinggi (Das *et al.*, 2012). Namun dari beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan asam lemak rotifera dan artemia terutama EPA (asam eicosapentaenoic, 20:5n-3) dan DHA (asam docosahexaenoic, 22:6n-3) rendah (Joseph, 2003; Aragao *et al.*, 2004; Ohs *et al.*, 2009; Khairy dan El-Sayed, 2012; Pousão-Ferreira, 2012). Menurut Bell *et al.* (2003) rotifera mengandung EPA 0,2% dan DHA 0,1%, sedangkan artemia mengandung EPA 5,3% dan DHA 0,0%. Padahal EPA dan DHA sangat penting untuk sintasan dan pertumbuhan larva organisme laut (Das *et al.*, 2012). Oleh sebab itu, ketersediaan asam lemak yang cukup dalam pakan dapat meningkatkan sintasan larva. Salah satu upaya yang dapat dilakukan agar pakan alami mengandung nutrisi sesuai kebutuhan larva yaitu dengan memperkaya pakan alami tersebut dengan bahan-bahan alami yang mengandung asam lemak. Salah satu bahan alami yang potensial digunakan untuk meningkatkan kualitas nutrisi pakan alami adalah serbuk daun kelor (*Moringa oleifera*).

Daun kelor memiliki berbagai kandungan nutrisi potensial untuk dimanfaatkan dalam kegiatan budidaya perikanan. Menurut Neundorf (2015) daun kelor dikenal sebagai daun magic karena memiliki berbagai kandungan antara lain: makro nutrisi lengkap berupa protein, karbohidrat, lemak serta mikronutrien berupa 7 Vitamin (A, B1, B2, B3, C, E dan K), 7 mineral (kalsium, copper, iron, magnesium, fosfor, potasium dan zinc) (Aja *et al.*, 2014; FAO, 2014; Chukwuebuka, 2015), dan total asam lemak omega-3 44,57% (Moyo *et al.*, 2011). Ketersediaan daun kelor yang cukup melimpah serta tersedia sepanjang tahun menjadi salah satu pertimbangan untuk dapat dimanfaatkan secara ekonomis.

Sehubungan dengan pentingnya penggunaan pakan alami yang tepat pada fase pemeliharaan larva, diperlukan perbaikan nutrisi pada rotifera dan artemia dengan cara meningkatkan kandungan asam lemak esensial melalui pengayaan serbuk daun kelor. Diharapkan dengan pengayaan serbuk daun kelor pada rotifera dan artemia dapat meningkatkan kualitas pakan alami sekaligus meningkatkan sintasan dan performa larva kepiting bakau.

### **2.3. Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk Mengkaji pengaruh pengayaan serbuk daun kelor terhadap kandungan asam lemak rotifera dan artemia. Adapun kegunaannya diharapkan melalui kajian ini diperoleh informasi tentang pengaplikasian serbuk daun kelor sebagai bahan pengayaan pakan alami yang menjadi pakan utama dalam kegiatan pembenihan komoditi budidaya perikanan sekaligus sebagai informasi awal untuk kajian pengembangan dan lanjutan



pemanfaatan daun kelor dalam kegiatan budidaya perikanan pada umumnya dan kegiatan pembenihan kepiting bakau pada khususnya.

## 2.3. Metode Penelitian

### 2.3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Takalar, Desa Mappakalombo, Kecamatan Galesong Selatan, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan. pada bulan oktober sampai desember 2022. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada ruangan hatchery Divisi Kepiting dan Rajungan BBPBAP Takalar. Analisa kandungan asam lemak omega-3 HUFA serbuk daun kelor, rotifera dan artemia di lakukan di Laboratorium Terpadu Institut Pertanian Bogor (IPB) dan PT. Saraswanti Indo Genetech, Bogor Jawa Barat.

### 2.3.2 Prosedur Penelitian

#### 2.3.2.1. Pembuatan Serbuk Daun Kelor

Serbuk daun kelor yang digunakan merupakan produk komersil yang diproduksi oleh PT. Moringa Organik Indonesia, Blora, Jawa Tengah (Gambar 2).



Gambar 2. Kemasan serbuk daun kelor *Moringa oleifera*.

Proses pembuatan serbuk daun kelor dimulai dengan pemilihan daun kelor yang masih segar dengan kriteria berwarna hijau tua, yang dipetik dari cabang tangkai daun pertama (dibawah pucuk) hingga tangkai daun ketujuh yang belum menguning (Anjani *et al.*, 2022). Selanjutnya dilakukan pemisahan daun segar dan daun yang menguning. Daun yang terkumpul selanjutnya dicuci bersih. Selanjutnya masuk ke tahap blansir selama 1-2 menit pada suhu 80°C menggunakan *waterbath* (Premi dan Sharma, 2017). Selanjutnya, daun kelor dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 5 jam hingga daun kelor berubah menjadi kering yang ditandai dengan daun mudah rapuh dan dapat dihancurkan. Selanjutnya daun kelor digiling hingga berbentuk serbuk.

serbuk daun kelor selanjutnya diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 80 mesh. Serbuk daun kelor yang terkumpul kemudian disimpan dalam kantong polietilen yang kedap udara hingga tahap selanjutnya (Angelina *et al.*, 2021).

Jenis pakan alami yang digunakan dalam penelitian ini yaitu rotifera dan nauplius *Artemia*. Adapun metode kultur kedua pakan alami tersebut, sebagai berikut :

#### 2.3.2.2 Kultur dan Pengayaan Rotifera

Rotifera diperoleh dari hasil kultur massal di BPBAP Takalar. Rotifera hasil kultur massal yang akan digunakan selanjutnya dipanen dan dicuci kemudian dimasukkan ke dalam ember plastik berwarna hijau bervolume 12 L yang berisi air 8 L dengan salinitas 25 ppt dan diberikan aerasi untuk selanjutnya dilakukan pengayaan dengan serbuk daun kelor. Wadah, peralatan dan air yang digunakan telah disterilisasi menggunakan larutan klorin dosis 10 ppm selama 24 jam dan dinetralsir menggunakan larutan natrium-thiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) dosis 5 ppm. Air sebagai media kultur berasal dari air laut perairan pantai Galesong Kabupaten Takalar yang diadakan dengan menggunakan sistem pompanisasi. Air laut tersebut melalui proses penyaringan menggunakan *sand filter* dan dimasukkan ke bak penampungan. Air laut di bak penampungan, selanjutnya dipompa menggunakan pompa celup yang dilengkapi dengan *filter bag* (20x40cm) pada ujung selang yang menuju ke wadah kultur pakan alami.

Sebelum percobaan pengayaan, rotifera disaring dan tidak diberikan pakan selama 12 jam untuk menghindari gangguan isi usus dengan hasil. Untuk pengayaan, rotifera disaring dan dipindahkan ke media pengayaan dengan kepadatan 500,000 individu/L. Proses pengayaan rotifera dilakukan secara langsung dengan metode perendaman selama 6 jam, menggunakan serbuk daun kelor yang dilarutkan dengan konsentrasi 0, 50, 100, dan 150 ppm dan terdiri atas tiga ulangan. Selanjutnya rotifera dipanen dan dikeringkan menggunakan *autoclave* dengan suhu 80°C selama 12 jam. Rotifera yang telah dikeringkan selanjutnya dilakukan pengukuran konsentrasi asam lemak Omega 3 (EPA dan DHA).

#### 2.3.2.3 Penetasan dan Pengayaan Artemia

*Artemia* diperoleh dari hasil penetasan kista *artemia* di BPBAP Takalar. Wadah, peralatan dan air yang digunakan untuk penetasan *artemia* sama dengan yang digunakan pada kultur rotifera yakni telah disterilisasi menggunakan larutan klorin dosis 10 ppm selama 24 jam dan dinetralsir menggunakan larutan natrium-thiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) dosis 5 ppm. Air sebagai media kultur berasal dari air laut perairan pantai Galesong Kabupaten Takalar yang diadakan dengan menggunakan sistem pompanisasi dan melalui proses penyaringan.

*Nauplius Artemia* diperoleh dari hasil penetasan kista *artemia* strain *great salt lake*. *Artemia* ditetaskan dalam media air laut salinitas 25 ppt yang telah disterilkan menggunakan autoklaf. Kista *Artemia* membutuhkan waktu selama 24 jam hingga menetas menjadi naupli dan siap dilakukan proses

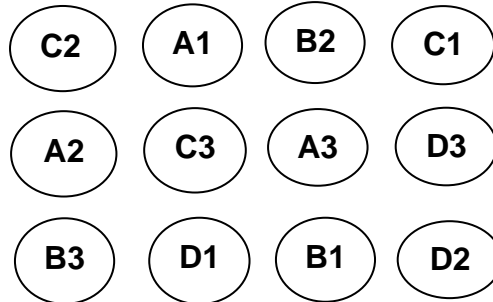
pengayaan. Pengayaan dilakukan menggunakan serbuk daun kelor dengan konsentrasi 0, 50, 100, dan 150 ppm melalui perendaman. Masing-masing perlakuan perendaman diulang sebanyak tiga kali untuk mendapatkan nilai yang akurat. Perendaman dilakukan selama 6 jam dengan kepadatan 300.000 individu/L. Selanjutnya dilakukan pengukuran konsentrasi EPA, DHA, dan Omega 3 pada Artemia.

#### 2.3.2.4 Pengukuran Konsentrasi Asam Lemak

Konsentrasi asam lemak pada serbuk daun kelor, Rotier dan Artemia dilakukan menggunakan Gas chromatografi-Flame Ionization Detection (GC-FID) berdasarkan metode AOCS Ce 2-66 dengan sedikit modifikasi (AOAC, 2000; Ratnayake dan Jackson, 2006). Pengukuran asam lemak dilakukan di Laboratorium PT. Saraswanti Indo Genetech (SIG) Bogor Jawa Barat.

### 2.3.3 Rancangan Perlakuan dan Percobaan

Penelitian didesain menggunakan rancangan acak lengkap dan terdiri atas 4 perlakuan dan setiap perlakuan mempunyai 3 ulangan, dengan demikian penelitian ini terdiri atas 12 satuan percobaan. Adapun perlakuan yang diaplikasikan adalah perbedaan dosis pengayaan serbuk daun kelor yakni 0, 50, 100 dan 150 ppm. Penempatan wadah percobaan dilakukan secara acak berdasarkan pola RAL. Adapun tata letak penempatan wadah-wadah percobaan setelah pengacakan disajikan pada Gambar 3.



Keterangan : A1 – A3 (perlakuan kontrol 0 ppm, B1 – B3 (perlakuan dosis 50 ppm, C1 – C3 (perlakuan dosis 100 ppm, D1 – D3 (perlakuan dosis 150 ppm).

Gambar 3. Tata letak wadah-wadah percobaan

### 2.3.4 Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA). Jika terdapat pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut W-Tukey (Steel dan Torrie, 1993). Sebagai alat bantu uji statistik digunakan paket perangkat lunak komputer program SPSS versi 26,0.

## 2.4. Hasil dan Pembahasan

### 2.4.1. Komposisi Asam Lemak Serbuk Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

Pengukuran komposisi asam lemak pada daun kelor dilakukan setelah penepungan. Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi asam lemak dalam serbuk daun kelor, diketahui bahwa konsentrasi linolenic acid (C18:3 n3) cukup besar nilainya yaitu sebesar 5.45 %, EPA (C20:5 n3) 1,72% serta PUFA 4,37% (Tabel 3). Keberadaan senyawa asam lemak yang cukup besar dalam daun *Moringa oleifera* memberi peluang besar kepada rotifera dan artemia untuk biosintesis LC-PUFA.

Menurut Pérez *et al* (2022), linolenic acid (C18:3n3) mengalami rangkaian proses elongase, desaturase, dan  $\beta$ -oksidasi membentuk EPA dan DHA. Proses pembentukan asam lemak, termasuk asam eikosapentaenoat (EPA) dan asam dokosakeksaenoat (DHA) pada kepiting bakau melibatkan serangkaian Langkah biosintetik yang terjadi di dalam sel. Proses biosintesis EPA dan DHA dimulai dari precursor asam lemak esensial yang tidak dapat disintesis dalam tubuh dan harus disuplai dari luar melalui makanan. Linolenic acid (C18:3n3) adalah asam lemak yang bersumber dari makanan seperti yang terkandung pada daun kelor *M. oleifera* dan berperan sebagai prekursor utama untuk mensintesis EPA dan DHA. Konversi asam linolenat menjadi EPA melibatkan serangkaian reaksi enzimatis yakni proses desaturase dengan enzim delta-6 desaturase yang menambahkan ikatan rangkap pada pada posisi delta-6 yang mengubah asam linolenat menjadi asam stearidonat (C18:4n3), selanjutnya asam stearidonat diperpanjang melalui proses elongase oleh enzim elongase dengan menambahkan dua karbon ke rantai karbon membentuk asam eikosatetraenoat (C20:4n3). Selanjutnya asam eikosapentaenoat diubah oleh enzim delta-5 desaturase menjadi asam eikosapentaenoat (EPA, C20:5n3).

Selanjutnya konversi EPA menjadi DHA lebih kompleks dan melibatkan reaksi enzimatis tambahan dimana EPA awalnya diperpanjang oleh enzim elongase yang menambahkan dua karbon ke rantai karbon, membentuk asam dokosapentaenoat (DPA, C22:5n3). DPA atau asam dokosapentaenoat mengalami proses desaturase oleh enzim delta 4-desaturase sehingga menghasilkan asam dokosaheksaenoat (DHA, C22:6n3). Proses biosintesis yang telah dijelaskan tersebut terjadi di hepatopancreas dan jaringan adipose pada larva kepiting bakau. Enzim-enzim yang terlibat dalam biosintesis EPA dan DHA dipengaruhi oleh berbagai faktor yang utama adalah makanan dan juga oleh hormon serta kondisi lingkungan utamanya suhu dan salinitas.

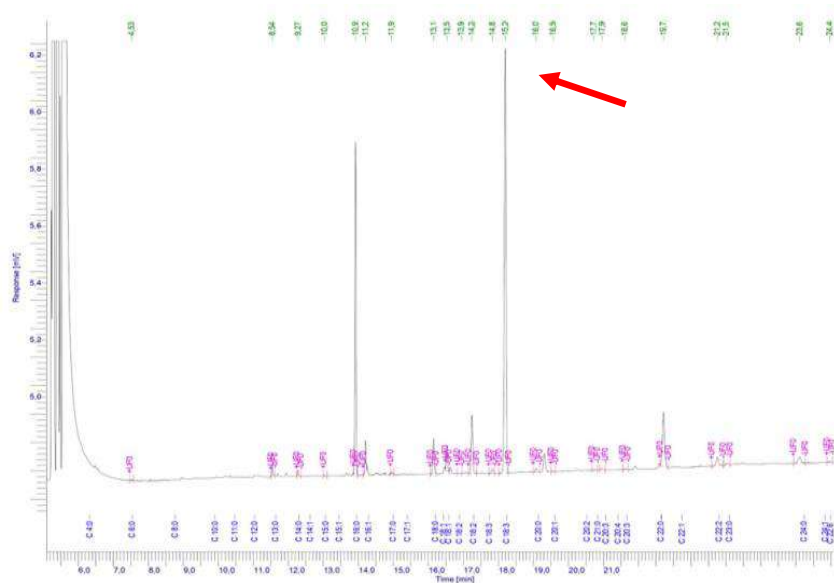
Kandungan asam lemak yang terdapat pada daun kelor (*Moringa oleifera*) menjadi sumber yang potensial untuk menjadi bahan baku untuk memperkaya kandungan EPA dan DHA pakan alami rotifera dan artemia. Kandungan asam lemak pada daun kelor *M. oleifera* secara lengkap disajikan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Kandungan asam lemak serbuk daun kelor

Fatty acid	Konsentrasi (%W/W)
Caprylic acid, C8:0	0,55
Lauric acid, C12:0	0,57
Trigliserida acid, C13:0	0,20
Myristic acid, C14:0	0,51
Myristoleic acid, C14:1	0,41
Pentadecanoid acid, C15:0	0,06
Palmitic acid, C16:0	6,10
Palmitoleic acid, C16:1	0,13
Heptadecanoic acid, C17:0	0,07
Cis-10-Heptadecanoic acid, C17:1	0,06
Stearic acid, C18:0	0,83
Etaidic acid, C18:1n9t	0,00
Oleic acid, C18:1n9c	1,05
Linoleic acid, C18:2n6c	1,65
Arachidic acid, C20:0	0,25
γ-linolic acid, C18:3n6	0,09
Cis-11-eicosinoic acid, C20:1	0,03
Linolenic acid, C18:3n3	5,45
Behenic acid, C22:0	1,14
Tricosanoic acid, C23:0	0,06
Lignoceric acid, C24:0	0,34
EPA, C20:5 n3	1,72
DHA, C22:6 n3	0,00
PUFA	4,37

Sumber : Hasil Analisis Lab.Terpada IPB (2021) dan Lab. SIG (2022)

Daun kelor juga teridentifikasi mengandung PUFA yang cukup tinggi yakni 4,37% (Tabel 1). PUFA (*Polyunsaturated Fatty Acids*) atau asam lemak tak jenuh ganda adalah komponen penting dalam diet berbagai organisme, termasuk kepiting bakau. PUFA, khususnya asam lemak omega-3 seperti EPA (Eicosapentaenoic Acid) dan DHA (Docosahexaenoic Acid). PUFA adalah asam lemak esensial yang tidak dapat disintesis oleh tubuh kepiting bakau sendiri, sehingga harus diperoleh dari makanan. Sumber PUFA dalam makanan kepiting bakau sering kali berasal dari fitoplankton dan zooplankton yang mereka konsumsi (Bui dan Lee, 2014; Dubey *et al.*, 2024). PUFA, khususnya asam alfa-linolenat (ALA), berfungsi sebagai prekursor untuk sintesis EPA dan DHA. Proses ini melibatkan serangkaian reaksi enzimatik yang mengubah ALA menjadi EPA dan DHA seperti yang telah diuraikan sebelumnya.



Gambar 4. Kromatogram senyawa asam lemak pada serbuk daun kelor (tanda panah merah : C18:3n3) merupakan senyawa asam lemak tertinggi pada serbuk daun kelor)

#### 2.4.2. Konsentrasi EPA (*Eicosapentaenoic acid*)

Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi EPA baik pada Rotifera maupun pada *Artemia* sp mengalami peningkatan secara linear seiring penambahan konsentrasi serbuk daun kelor yang diberikan mulai dari 50, 100, dan 150 ppm. Adapun hasil pengukuran konsentrasi EPA disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Rata-rata kandungan EPA (*Eicosapentaenoic acid*) pada rotifera dan artemia yang diperkaya serbuk daun kelor

Perlakuan (ppm)	Kandungan EPA (mg/g) pada Rotifera	Kandungan EPA (mg/g) pada Artemia
0	0,71 ± 0,02 <sup>c</sup>	0,03 ± 0,01 <sup>d</sup>
50	0,81 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,05 ± 0,01 <sup>c</sup>
100	0,88 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,07 ± 0,01 <sup>b</sup>
150	0,93 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,09 ± 0,01 <sup>a</sup>

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan pada taraf 5% ( $p < 0,05$ )

Hasil analisis ragam (Lampiran 2 dan 6), menunjukkan bahwa pengayaan Rotifera dan Artemia menggunakan serbuk daun kelor berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan EPA pada Rotifera maupun *Artemia* sp. ( $P < 0.01$ ). Berdasarkan hasil uji lanjut W-Tukey menunjukkan bahwa kandungan EPA pada rotifera tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) antar perlakuan 150 dan 100 ppm, namun berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) dengan perlakuan 50 dan 0 ppm. Kandungan EPA pada artemia berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) pada semua perlakuan. Secara keseluruhan terlihat bahwa kandungan EPA pada rotifera dan artemia meningkat secara linear seiring dengan peningkatan dosis perlakuan pengayaan serbuk *Moringa oleifera* 50, 100, dan 150 ppm. Berdasarkan uji lanjut W-Tukey dapat dijelaskan bahwa kandungan EPA pada rotifera dan artemia pada perlakuan 50, 100 dan 150 ppm berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) dengan perlakuan tanpa pengayaan serbuk *Moringa oleifera* (0 ppm).

Asam lemak tak jenuh ganda rantai panjang (LC-PUFA) termasuk *eicosapentaenoic acid* (EPA, 20:5n-3) dan *docosahexaenoic acid* (DHA, 22:6n-3) merupakan nutrisi esensial untuk mendukung pertumbuhan optimal dan sintasan bagi organisme, manusia dan spesies lain (Castro *et al.*, 2016). Nilai rata-rata kandungan EPA pada Rotifera jauh lebih tinggi daripada Artemia pada setiap perlakuan pengayaan dengan serbuk *Moringa oleifera*. Menurut Pérez *et al.* (2022), *Branchionus Plicatilis* dapat memproduksi ARA, EPA, dan DHA dari C18 FA prekursoranya. Lebih lanjut dijelaskan bahwa *B. Plicatilis* menampilkan aktivitas desaturasi  $\Delta 12$  dan  $\Delta 15$ .

Menurut Ramos-Llorens *et al.* (2023), *Artemia franciscana* memiliki kapasitas terbatas untuk biosintesis asam lemak tak jenuh ganda rantai panjang (LC-PUFA) karena kurangnya desaturase dalam kunci genomnya, dan menegaskan bahwa prosedur pengayaan saat ini memastikan penyediaan asam lemak esensial eksogen untuk larva laut adalah wajib untuk mencegah gejala defisiensi.

#### 2.4.3. Konsentrasi DHA (*Dokosaheksaenoat acid*)

*Asam docosahexaenic* (DHA, 22:6n-3) adalah asam lemak omega 3 (n-3) rantai panjang yang sangat tidak jenuh. DHA memiliki 22 karbon dalam rantai aslinya yang mencakup 6 ikatan rangkap.

Tabel 3. Rata-rata kandungan DHA (*Dokosaheksaenoat acid*) pada rotifera dan *artemia* yang diperkaya dengan serbuk daun kelor

Perlakuan (ppm)	Kandungan DHA (mg/g)	
	pada Rotifera	pada Artemia
0	2,72 ± 0,01 <sup>d</sup>	0,01 ± 0,01 <sup>c</sup>
50	4,75 ± 0,02 <sup>c</sup>	0,03 ± 0,01 <sup>bc</sup>
100	5,62 ± 0,04 <sup>b</sup>	0,05 ± 0,01 <sup>ab</sup>
150	6,41 ± 0,09 <sup>a</sup>	0,07 ± 0,01 <sup>a</sup>

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan pada taraf 5% ( $p < 0,05$ )

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pengayaan pakan alami rotifera dan artemia menggunakan serbuk daun kelor dapat meningkatkan kandungan DHA dan EPA rotifera dan artemia. Hasil analisis ragam pada Lampiran 4 menunjukkan bahwa pengayaan Rotifera dengan serbuk daun kelor berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan DHA pada rotifera ( $P < 0,01$ ). Kandungan DHA tertinggi dihasilkan perlakuan pengayaan dosis 150 ppm dan terendah pada perlakuan tanpa pengayaan 0 ppm. Hal yang sama juga terjadi pada perlakuan pengayaan *Artemia* sp. Berdasarkan uji lanjut W-Tukey, diketahui bahwa kandungan DHA Rotifera pada semua perlakuan pengayaan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Perlakuan pengayaan dosis 50, 100, dan 150 ppm pada Rotifera berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) dari perlakuan tanpa pengayaan serbuk *Moringa oleifera* (0 ppm).

Selanjutnya berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 8) diketahui bahwa perlakuan pengayaan serbuk daun kelor pada artemia berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan DHA Artemia ( $P < 0,01$ ). Sama dengan yang terjadi pada Rotifera, Kandungan DHA tertinggi pada Artemia dihasilkan perlakuan 150 ppm dan terendah dihasilkan perlakuan 0 ppm. Hasil uji lanjut W-Tukey menunjukkan bahwa kandungan DHA Artemia berbeda nyata ( $P < 0,05$ ), antara perlakuan pengayaan dosis 150 ppm dengan perlakuan 50 ppm dan 0 ppm. Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan 150 ppm dengan perlakuan 100 ppm tidak berbeda nyata. Begitu pula antara perlakuan 100 ppm dengan 50 ppm serta perlakuan 50 ppm dengan 0 ppm.

Asam lemak tak jenuh ganda rantai panjang (LC-PUFA) termasuk asam eicosapentaenoic (EPA, 20:5n-3), asam arakidonat (ARA, 20:4n-6) dan asam docosahexaenoic (DHA, 22:6n-3), adalah nutrisi penting yang mendukung pertumbuhan optimal. dan sintasan vertebrata termasuk ikan (Ramos-Llorens *et al.*, 2023; Swanson *et al.*, 2012). Rotifera dan Artemia sp. Merupakan pakan alami yang digunakan pada awal masa pertumbuhan ikan dan udang sehingga dibutuhkan nutrisi esensi yang cukup untuk menunjang kesehatan ikan dan udang, antara lain EPA dan DHA. Asam docosahexaenoic (DHA; 22:6n-3) adalah asam lemak omega-3 dengan 22 atom karbon dan 6 ikatan rangkap (22:6n-3) (Susan E. Carlson and John Colombo, 2017).

Asam docosahexaenoic (DHA) dapat diperoleh langsung dari sumber makanan atau disintesis dalam tubuh dari asam linolenat (ALA). Proses pembentukan DHA dari ALA melibatkan serangkaian tahapan desaturasi dan elongasi (Domenichiello *et al.*, 2015). Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa konsentrasi DHA pada Rotifera jauh lebih besar dibandingkan pada Artemia sp. Hal ini kemungkinan disebabkan karena Rotifera memiliki kemampuan mensintesis DHA dalam tubuhnya. Asam linolenat sebagai bahan baku pembentukan DHA pada rotifera terdapat pada serbuk daun kelor (*Moringa oleifera*) (Tabel 1) yang diberikan pada Rotifera melalui proses pengayaan.

Menurut Conceição *et al.*, (2010), Rotifera adalah organisme penyaring pasif dan non-selektif, yang memungkinkan manipulasi nilai nutrisinya dengan mudah melalui teknik pengayaan. Namun beberapa hasil penelitian terdahulu



menunjukkan kemampuan Rotifera mensintesis DHA. Hasil penelitian Pérez, (2022) menunjukkan kapasitas rotifera untuk memperpanjang dan menghilangkan asam lemak pada pakan, mampu melakukan biosintesis LC-PUFA seperti EPA, DHA dan ARA dari prekursor C18 FA mereka. Biosintesis PUFA oleh *B. plicatilis* awalnya disarankan oleh Lubzens *et al.*, (1985) melalui inkubasi mereka dengan asam asetat [ $1-^{14}\text{C}$ ]. karakterisasi fungsional gen  $\omega\text{x}$  desaturase mengungkapkan keberadaan desaturase  $\Delta 12$  dan  $\omega 3$  ( $\Delta 15$ ,  $\Delta 17$  dan  $\Delta 19$ ), dalam berbagai spesies invertebrata termasuk rotifera *adineta vaga* (Kabeya *et al.*, 2018), cephalopoda *O. vulgaris* (Garrido *et al.*, 2019), dan polychaeta *Hediste diversicolor* (Kabeya *et al.*, 2020). Hal tersebut mengindikasikan bahwa hewan invertebrata dapat menjadi salah satu kontributor utama peningkatan trofik asam lemak dalam jaring makanan akuatik.

Konsentrasi DHA dalam tubuh *Artemia sp* sangat kecil. Hal ini mengindikasikan *Artemia* memiliki kemampuan yang sedikit dalam mensintesis DHA. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Ramos-Llorens *et al* (2023), dimana *Artemia* memiliki kemampuan mensintesa LC-PUFA yang terbatas. Hal tersebut yang menyebabkan nilai konsentrasi DHA pada *Artemia sp* sangat sedikit pada penelitian ini.

## 2.5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengayaan rotifera dan artemia dengan serbuk daun kelor meningkatkan kandungan asam lemak omega-3 HUFA yaitu EPA (C20:5 n3) dan DHA (C22:6 n3) rotifera dan artemia, dimana kandungan asam lemak omega-3 HUFA rotifera dan artemia meningkat seiring dengan meningkatnya dosis pengayaan serbuk daun kelor.

## 2.5. Saran

Berdasarkan hasil penelitian di atas maka disarankan untuk menggunakan serbuk daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai bahan pengkaya pakan alami rotifera dan artemia pada usaha pembenihan kepiting bakau *S. olivacea*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aja, P.M., Nwachukwu, N., Ibiam, U.A., Igwenyi, I.O., Ofor, C.E. dan Orji, U.O. (2014), "Chemical constituents of Moringa oleifera leaves and seeds from Abakaliki, Nigeria", *Am J Phytomedicine Clin Ther*, Vol. 2, hal. 310–321.
- Alimuddin, Karim, M.Y. dan Tahya, A.M. (2019), "Survival rate of mud crab *Scylla olivacea* larvae reared in coloured tanks", *AACL Bioflux*, Vol. 12 No. 4, hal. 1040–1044.
- Angelina, C., Swasti, Y.R. dan Pranata, F.S. (2021), "Peningkatan Nilai Gizi Produk Pangan Dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor (*Moringa oleifera*): REVIEW", *Jurnal Agroteknologi*, Vol. 15 No. 01, hal. 79, doi: 10.19184/j-agt.v15i01.22089.
- Anjani, R., Zakaria, A. dan Widowaty, W. (2022), "The Effect Of Moringa Leaf (*Moringa Oleifera* L.) Powder Substitution In Physicochemical And Organoleptic Characteristics Of Ice Cream", *Journal of Applied Food and Nutrition*, Vol. 2 No. 1, hal. 16–24, doi: 10.17509/jafn.v2i1.41830.
- Aragao, C., Conceicao, L.E.C., Dinis, M.T., Fyhn, H.J. 2004, "Amino acid pools of rotifers and *Artemia* under different conditions: nutritional implications for fish larvae", *Aquaculture*, vol. 234, pp. 429-445.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 2000, *Official methods of analysis of AOAC International: analysis of oil and fat*, 1st edn, AOAC International Press, Gaithersburg, MD.
- Azra, M.N. dan Ikhwanuddin, M. (2015), "Larval culture and rearing techniques of commercially important crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758): Present status and future prospects", *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, Vol. 37 No. 2, hal. 135–145.
- Basir, B. (2018), "Efektivitas Penggunaan Daun Kelor Sebagai Bahan Baku Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)", *Octous Jurnal Ilmu Perikanan*, Vol. 7, hal. 7–11.
- Bell, J.G., McEvoy, L.A., Estevez, A., Shields, R.J. dan Sargent, J.R. (2003), "Optimising lipid nutrition in first-feeding flatfish larvae", *Aquaculture*, Vol. 227 No. 1–4, hal. 211–220, doi: 10.1016/S0044-8486(03)00504-0.

- Budi, S., Yusri Karim, M., Trijuno, D.D. dan Natsir Nessa, and M. (2017), "Effect of Ecdyson Hormone on Mortality and Moulth Death Syndrome of Larvae Mud Crab *Scylla olivacea*", *International Journal of ChemTech Research*, Vol. 10 No. 6, hal. 158–164.
- Bui, T.H.H. dan Lee, S.Y. (2014), "Does 'you are what you eat' apply to mangrove grapsid crabs?", *PLoS ONE*, Vol. 9 No. 2, doi: 10.1371/journal.pone.0089074.
- Castro, L.F.C., Tocher, D.R., Monroig, O. 2016, "Long-chain polyunsaturated fatty acid biosynthesis in chordates: Insights into the evolution of Fads and Elovl gene repertoire", *Progress in Lipid Research*, vol. 62, pp. 25-40. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2016.01.001>.
- Conceição, L.E.C., Yúfera, M., Makridis, P., Morais, S., Dinis, M.T. 2010, "Live feeds for early stages of fish rearing", *Aquaculture Research*, 14 April. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02242.x>.
- Chukwuebuka, E. (2015), "The Mother's Best Friend", *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, Vol. 4 No. 6, hal. 624, doi: 10.11648/j.ijnfs.20150406.14.
- Das, P., Mandal, S.C., Bhagabati, S. dan Akthar, M.S. (2012), "Important Live Food Organisms and Their Role in Aquaculture", *Frontiers in Aquaculture*, Vol. 5 No. May 2014, hal. 69–86.
- Dubey, S., Chen, C.-W., Patel, A.K., Bhatia, S.K., Singhanian, R.R. dan Dong, C.-D. (2024), "Development in health-promoting essential polyunsaturated fatty acids production by microalgae: a review", *Journal of Food Science and Technology*, Vol. 61 No. 5, hal. 847–860, doi: 10.1007/s13197-023-05785-1.
- Dhont, J., Dierckens, K., Støttrup, J., Van Stappen, G., Wille, M. dan Sorgeloos, P. (2013), *Rotifers, Artemia and copepods as live feeds for fish larvae in aquaculture*, *Advances in Aquaculture Hatchery Technology*, doi: 10.1533/9780857097460.1.157.
- Domenichiello, A.F., Kitson, A.P., Bazinet, R.P. 2015, "Is docosahexaenoic acid synthesis from  $\alpha$ -linolenic acid sufficient to supply the adult brain?", *Progress in Lipid Research*, vol. 59, pp. 54-66.

- Garrido, D., Kabeya, N., Hontoria, F., Navarro, J.C., Reis, D.B., Martín, M.V., Rodríguez, C., Almansa, E., Monroig, Ó. 2019, "Methyl-end desaturases with  $\Delta 12$  and  $\omega 3$  regioselectivities enable the de novo PUFA biosynthesis in the cephalopod *Octopus vulgaris*", *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular and Cell Biology of Lipids*, vol. 1864, no. 8, pp. 1134-1144. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bbalip.2019.04.012>.
- Jeeja, P.K. dan Imelda-joseph, R. (2011), "Nutritional composition of rotifer (*Brachionus plicatilis* Muller) cultured using selected natural diets", *Indian Journal of Fisheries*, Vol. 58 No. 2, hal. 59–65.
- Joseph, I. (2003). Bioencapsulation of live feeds. *Recent Advances in Mariculture Genetics and Biotechnology*, 1-6.
- Kabeya, N., Fonseca, M.M., Ferrier, D.E.K., Navarro, J.C., Bay, L.K., Francis, D.S., Tocher, D.R., Castro, L.F.C., Monroig, Ó. 2018, "Genes for de novo biosynthesis of omega-3 polyunsaturated fatty acids are widespread in animals", *Science Advances*, vol. 4, no. 5, eaar6849. Available from: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aar6849>.
- Kabeya, N., Gür, İ., Oboh, A., Evjemo, J.O., Malzahn, A.M., Hontoria, F., Navarro, J.C., Monroig, Ó. 2020, "Unique fatty acid desaturase capacities uncovered in *Hediste diversicolor* illustrate the roles of aquatic invertebrates in trophic upgrading", *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 375, no. 1804, 20190654. Available from: <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0654>.
- Karim, M.Y., Zaunuddin dan Aslamyah, S. (2015), "The effect of temperature on survival and metamorphosis acceleration of mud crabs larva (*Scylla olivacea*)", *Jurnal Perikanan (J.Fish. Sci)*, Vol. 17 No. 2, hal. 84–89.
- Khairy, H.M. dan El-Sayed, H.S. (2012), "Effect of enriched *Brachionus plicatilis* and *Artemia salina* nauplii by microalga *Tetraselmis chuii* (Bütcher) grown on four different culture media on the growth and survival of *Sparus aurata* larvae", *African Journal of Biotechnology*, Vol. 11 No. 2, doi: 10.5897/ajb11.2341.
- Lubzens, E., Marko, A., Tietz, A. 1985, 'De novo synthesis of fatty acids in the rotifer, *Brachionus plicatilis*', *Aquaculture*, vol. 47, no. 1, pp. 27-37. Available from: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(85\)90005-5](https://doi.org/10.1016/0044-8486(85)90005-5).
- Misbah, I., Karim, M.Y., Zainuddin dan Aslamyah, S. (2017), "Effect of salinity on the survival of mangrove crab *Scylla tranquebarica* larvae at zoea-megalopa stages", *AACL Bioflux*, Vol. 10 No. 6, hal. 1590–1595.

- Moyo, B., Masika, P.J., Hugo, A. dan Muchenje, V. (2011), "Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves", *African Journal of Biotechnology*, Vol. 10 No. 60, hal. 12925–12933, doi: 10.5897/ajb10.1599.
- Neundorf, J. (2015), *Moringa Oleifera as possible solution against malnutrition*, Dronen.
- Ohs, C.L., Cassiano, E.J. dan Rhodes, A. (2010), "Choosing an Appropriate Live Feed for Larviculture of Marine Fish", *Edis*, Vol. 2010 No. 2, hal. 1–6, doi: 10.32473/edis-fa167-2009.
- Ohs, C.L., Rhyne, A.L. dan Stenn, E. (2009), "Viability of subitaneous eggs of the copepod, *Acartia tonsa* (Dana), following exposure to various cryoprotectants and hypersaline water", *Aquaculture*, Elsevier B.V., Vol. 287 No. 1–2, hal. 114–119, doi: 10.1016/j.aquaculture.2008.10.004.
- Pane, A.R.P., Kembaren, D.D., Mahiswara dan Suman, A. (2021), "The fishing season and the exploitation status of mud crab (*Scylla serrata*) in Asahan Sea, North Sumatera, Indonesia", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 890 No. 1, doi: 10.1088/1755-1315/890/1/012045.
- Pérez, J.A., Reis, D.B., Ramírez, D., Acosta, N.G., Dorta-Guerra, R., Jerez, S. dan Rodríguez, C. (2022), "In vivo biosynthesis of long-chain polyunsaturated fatty acids by the euryhaline rotifer (*Brachionus plicatilis*)", *Aquaculture*, Vol. 560 No. February, doi: 10.1016/j.aquaculture.2022.738415.
- Pousão-Ferreira, P., Castanho, S., Cunha, E., Mendes, A.C. 2012, "Live feeds for larval fish, shrimp: Production, enrichment, feeding strategies", *Global Aquaculture Advocate*, May/June. Available from: <https://www.globalseafood.org/advocate/live-feeds-for-larval-fish-shrimp-production-enrichment-feeding-strategies/>.
- Premi, M., Sharma, H.K. 2018, "Effect of drumstick leaves powder on the rheological, micro-structural and physico-functional properties of sponge cake and batter", *Journal of Food Measurement and Characterization*, vol. 12, pp. 11-21.
- Quinitio, E.T., Parado-Estepa, F.D., Millamena, O.M., Rodriguez, E. dan Borlongan, E. (2001), "Seed Production of Mud Crab *Scylla serrata* Juveniles", *Asian Fisheries Science*, Vol. 14 No. 2, hal. 161–174, doi: 10.33997/j.afs.2001.14.2.006.

- Ramos-Llorens, M., Ribes-Navarro, A., Navarro, J.C., Hontoria, F., Kabeya, N. dan Monroig, Ó. (2023), "Can *Artemia franciscana* produce essential fatty acids? Unveiling the capacity of brine shrimp to biosynthesise long-chain polyunsaturated fatty acids", *Aquaculture*, aquaculture, Vol. 563 No. September, hal. 738869, doi: 10.1016/j.aquaculture.2022.738869.
- Ratnayake, W.S. dan Jackson, D.S. (2006), "Gelatinization and solubility of corn starch during heating in excess water: New insights", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 54 No. 10, hal. 3712–3716, doi: 10.1021/jf0529114.
- Rizwan, N., Rizwan, D. dan Banday, M.T. (2022), "Moringa oleifera: The Miracle Tree and its Potential as Non-conventional Animal Feed: A Review", *Agricultural Reviews*, No. Of, doi: 10.18805/ag.r-2405.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H. (1993), "Principles and procedures of statistics: A biometrical approach" 2nd edn, McGraw-Hill, New York.
- Subryana, N., Wardiyanto, W. dan Susanti, O. (2020), "Penggunaan Ekstrak Daun Kelor *Moringa oleifera* (Lam, 1785) Untuk Meningkatkan Imunitas Non Spesifik Benih Ikan Nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) yang Diinfeksi *Aeromonas hydrophila*", *Journal of Aquaculture and Fish Health*, Vol. 9 No. 3, hal. 194, doi: 10.20473/jafh.v9i3.16321.
- Sumarjan, N.S., Hilyana, S. dan Azhar, F. (2022), "Kombinasi Tepung Daun Kelor dan Probiotik dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila", *Buletin Veteriner Udayana*, No. 158, hal. 263, doi: 10.24843/bulvet.2022.v14.i03.p10.
- Susan E. Carlson and John Colombo. (2017), "Docosaehaenoic Acid and Arachidonic Acid Nutrition in Early Development", *Physiology & behavior*, Vol.176 No. 1, hal. 139–148, doi: 10.1016/ j.yapd.2016. 04.011. Docosaehaenoic.
- Thirunavukkarasu, N., C, S.A.N. dan Shanmugam, A.A. (2014), "Larval rearing and seed production of mud crab *Scylla tranquebarica* ( Fabricius , 1798 )", *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 2014; 2(2): 19-25 *Chennai-600 039, Tamilnadu, India. E.*, Vol. 2 No. 2, hal. 19–25.
- Uedeme-Naa, B. dan George, A.D.I. (2019), "The Influence of *Moringa Oleifera* Leaf Powder on Organosomatic Index, Condition Factor and Glucose Profile of *Clarias Gariepinus*", *Researchgate.Net*, Vol. 6 No. 3.
- Yuangsoi, B. dan Masumoto, T. (2012), "Replacing moringa leaf (*Moringa oleifera*) partially by protein replacement in soybean meal of fancy carp (*Cyprinus carpio*)", *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*, Vol. 34 No. 5, hal. 479–485.