



**STUDI LITERATUR: PEMBERIAN PAKAN ALAMI NAUPLIUS
ARTEMIA YANG DIPERKAYA DENGAN BAHAN BERBEDA
PADA LARVA UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)**

SKRIPSI

Oleh:

PRASETYA AKBAR PRATAMA

NIM. 175080500111041



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**

**STUDI LITERATUR: PEMBERIAN PAKAN ALAMI NAUPLIUS
ARTEMIA YANG DIPERKAYA DENGAN BAHAN BERBEDA
PADA LARVA UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh:

**PRASETYA AKBAR PRATAMA
NIM. 175080500111041**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**

SKRIPSI

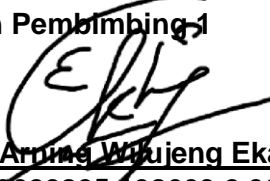
**STUDI LITERATUR: PEMBERIAN PAKAN ALAMI NAUPLIUS ARTEMIA
YANG DIPERKAYA DENGAN BAHAN BERBEDA PADA LARVA UDANG
VANAME (*Litopenaeus vannamei*)**

Oleh:


**PRASETYA AKBAR PRATAMA
NIM. 175080500111041**

Telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal
dan dinyatakan telah memenuhi syarat


Dosen Pembimbing 1


Dr. Ir. Arum Widiyeng Ekawati, M.S.
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal: 8/12/2021

Menyetujui,
Dosen Pembimbing 2


Nasrullah Bai Arifin, S.Pi., M.Sc.
NIK. 2016058 40829 1 001
Tanggal: 8/12/2021

Mengetahui,
Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan


Dr. Ir. M. Firdaus, M.P.
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal: 8/12/2021



PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini penulis yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Prasetya Akbar Pratama
NIM : 175080500111041
Judul : Studi Literatur: Pemberian Pakan Alami Nauplius Artemia yang diperkaya dengan Bahan Berbeda pada Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)
Skripsi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan studi pustaka sebagai pengganti skripsi ini berdasarkan hasil kajian, analisa, pemikiran dan pemaparan asli dari penulis sendiri yang berasal dari telaah berbagai sumber pustaka. Sedangkan baik untuk naskah, tabel, gambar maupun ilustrasi lainnya yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini yang berasal dari sumber pustaka atau dari karya/ pendapat/ penelitian dari orang lain, maka penulis telah mencantumkan sumber yang jelas dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini penulis buat, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Brawijaya, Malang. Demikian pernyataan ini penulis buat dalam keadaan sadar tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Malang, 12 Juli 2021



Prasetya Akbar Pratama
NIM.175080500111041

IDENTITAS PENGUJI

Judul : Studi Literatur: Pemberian Pakan Alami Nauplius
Artemia yang diperkaya dengan Bahan Berbeda pada
Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Nama Mahasiswa : Prasetya Akbar Pratama

NIM : 175080500111041

Program Studi : Budidaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, M.S.

Pembimbing 2 : Nasrullah Ba'i Arifin, S.Pi., M.Sc.

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Dr. Ir. Anik Martinah Hariati, M.Sc.

Dosen Penguji 2 : Fani Fariedah, S.Pi., M.P.

Hari/Tanggal Ujian : Senin, 12 Juli 2021

UCAPAN TERIMA KASIH

Selama proses penulisan studi pustaka ini, penulis telah mendapat bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan studi pustaka.
2. Kedua orang tua penulis yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan secara moral dan materiil kepada penulis.
3. Ibu Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, M.S. selaku dosen pembimbing 1 dan juga Bapak Nasrullah Bai Arifin, S.Pi., M.Sc. selaku dosen pembimbing 2 yang senantiasa memberi bimbingan dan dukungan dalam penulisan studi pustaka.
4. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan Universitas Brawijaya yang selalu memberikan dukungan dan bantuan dalam penulisan studi pustaka.
5. Pihak-pihak lain yang belum disebutkan dan sudah membantu penulis.

RINGKASAN

PRASETYA AKBAR PRATAMA. Studi Literatur: Pemberian Pakan Alami Nauplius Artemia yang diperkaya dengan Bahan Berbeda pada Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di bawah bimbingan **Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, M. S.** dan **Nasrullah Ba'i Arifin, S.Pi., M.Sc.**

Udang vaname merupakan salah satu komoditas ekspor unggulan dari Indonesia. Kemampuan ekspor udang vaname dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor utama yang menjadi penentu kualitas dan kuantitas udang vaname adalah keberadaan benih yang unggul. Benih yang unggul didapatkan dari pengelolaan yang baik pada *hatchery* yang salah satu faktor yang mempengaruhinya adalah penentuan pakan yang berkualitas baik dan sesuai dengan kebutuhan larva udang vaname. Nauplius artemia merupakan jenis pakan yang umum digunakan pada *hatchery* udang vaname, namun terdapat beberapa kekurangan dari nauplius artemia yang menyebabkan berkurangnya potensi produktivitas pada *hatchery*. Kekurangan dari penggunaan nauplius artemia dapat diatasi dengan melakukan pengkayaan atau bioenkapsulasi pada nauplius artemia sebelum diberikan pada larva udang.

Studi literatur ini dilakukan dengan metode *systematic literature review*. Pengerjaan studi literatur ini dilakukan dengan penentuan topik, pembuatan judul, penentuan tujuan, pencarian dan seleksi literatur. Literatur yang digunakan dalam membuat tulisan ini berasal dari publikasi artikel-artikel penelitian pada jurnal nasional dan internasional yang merupakan terbitan ditahun 2011 dan setelahnya. Artikel tersebut didapatkan dari situs yang bersifat *open-source* seperti *researchgate*, *google scholar*, *science direct* dan situs lainnya.

Hasil studi literatur menunjukkan nauplius artemia dapat diperkaya dengan berbagai bahan seperti vitamin, asam lemak, dan berbagai jenis bakteri maupun plankton. Hal ini dikarenakan nauplius artemia merupakan *non-selective filter feeder* yang memakan apapun bahan yang ada pada media dan lebih kecil dari bukaan mulutnya. Berdasarkan hasil *review* yang didapatkan rata-rata kandungan nutrisi nauplii artemia adalah 56,03% protein, 3,08% lemak, 4,81% abu dan 11,2% air. Nilai rata-rata peningkatan kandungan nutrisinya adalah protein meningkat sebanyak 4,4% menjadi 60,4%, lemak meningkat sebanyak 2,63% menjadi 5,71%, sedangkan kandungan air mengalami penurunan. Kandungan air nauplii artemia setelah diperkaya berkurang sebanyak 1,98 menjadi 9,02% dan kandungan abu berkurang sebanyak 0,12% menjadi 4,69%. Nilai *survival rate* yang diperoleh dari berbagai pengkayaan artemia dengan bahan berbeda adalah antara 27% sampai 99% dengan rata-rata sebesar 74,9% Nilai *growth rate* yang diperoleh adalah antara 14,6% sampai 24,39% dengan rata-rata sebesar 19,55%. Nilai *specific growth rate* yang diperoleh antara 0,57% sampai 86,67% dengan rata-rata sebesar 24,40%. Respon imun udang dapat diukur dengan *total hemocyte count* (THC), *respiratory burst* (RB) dan *phenoloxidase* (PO). Data yang didapatkan menunjukkan peningkatan nilai THC, RB dan PO didapatkan dari pemberian pakan nauplii artemia yang diperkaya dengan sinbiotik *Pseudoalteromonas piscisida* dengan Mananoligosakarida.

Kata kunci: Nauplius artemia, pengkayaan artemia pada larva udang vaname, bioenkapsulasi

KATA PENGANTAR

Penulis memilih melakukan *review* tentang pemberian pakan alami nauplius artemia yang diperkaya pada larva udang vaname dikarenakan menurut penulis nauplius artemia banyak digunakan pada *hatchery* namun kajian tentang kandungan dan dampaknya pada udang vaname masih sangat kurang. Adanya *review* ini membantu menemukan pengetahuan baru terkait jenis bahan pengkaya dan dampak yang diberikan pada larva udang vaname. Hal ini akan menjadi salah satu acuan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai jenis bahan pengkaya dan pengaruhnya terhadap larva udang vaname.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran kepada pembaca yang bersifat membangun. Kritik dan saran dari pembaca diharapkan dapat digunakan untuk penyempurnaan skripsi selanjutnya, agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 12 Juli 2021



Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
2.2 Tujuan.....	4
2. METODE <i>REVIEW</i>	5
2.1 Metode <i>Review</i>	5
2.2 Pembuatan Literatur <i>Review</i>	6
2.2.1 Pemilihan Topik Literatur <i>Review</i>	6
2.2.2 Sumber Pustaka.....	6
2.2.3 Kriteria Pustaka.....	6
3. HASIL <i>REVIEW</i>	8
3.1 Biologi <i>Artemia</i> sp.....	8
3.1.1 Klasifikasi <i>Artemia</i> sp.....	8
3.1.2 Siklus Hidup <i>Artemia</i> sp.....	9
3.1.3 Kebiasaan Makan <i>Artemia</i> sp.....	10
3.1.4 Kandungan Nutrisi Naupli <i>Artemia</i> sp.....	11
3.2 Biologi Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	11
3.2.1 Klasifikasi Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	11
3.2.2 Morfologi Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	12
3.2.2 Siklus Hidup Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	13
3.2.3 Kebutuhan Nutrisi Larva Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	14
3.3 Pengkayaan <i>Artemia</i>	15
3.3.1 Pengertian Pengkayaan <i>Artemia</i>	15
3.3.2 Macam-Macam Bahan Pengkaya dan Metode Pengkayaan Nauplii <i>Artemia</i>	16
3.4 Kandungan Nutrisi Nauplii <i>Artemia</i> yang diperkaya dengan Bahan Berbeda.....	21
3.5 Pengkayaan Nauplii <i>Artemia</i> dengan Bahan yang Berbeda terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Larva Udang Vaname.....	23



3.6	Pengkayaan Nauplii Artemia dengan Bahan yang Berbeda terhadap Sistem Imun Larva Udang Vaname.....	32
3.7	Kualitas Air.....	37
	KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
4.1	Kesimpulan.....	40
4.2	Saran.....	41
	DAFTAR PUSTAKA.....	42
	LAMPIRAN.....	49



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Kata kunci dan basis data jurnal yang digunakan.....	7
Tabel 2. Jumlah jurnal berdasarkan tahun terbit	7
Tabel 3. Jenis bahan pengkaya dan metode pengkayaan nauplii artemia	16
Tabel 4. Nilai kandungan nutrisi nauplii artemia yang diperkaya dengan bahan berbeda.....	22
Tabel 5. Nilai <i>Survival Rate</i> (SR) berdasarkan jenis bahan pengkaya.....	23
Tabel 6. Nilai <i>Growth Rate</i> (GR) berdasarkan jenis bahan pengkaya	28
Tabel 7. Nilai <i>Specific Growth Rate</i> (SGR) berdasarkan jenis bahan pengkaya.....	30
Tabel 8. Nilai respon imun (THC, RB, dan PO) berdasarkan jenis bahan pengkaya.....	34
Tabel 9. Kualitas air.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. <i>Artemia salina</i> (Dumitrascu, 2011)	9
Gambar 2. Siklus Hidup <i>Artemia franciscana</i> (Ogello <i>et al.</i> , 2014).....	9
Gambar 3. Tampak samping <i>Litopenaeus vannamei</i> (Bailey-Brock dan Moss, 1992).....	12
Gambar 4. Siklus hidup larva udang (Bailey-Brock dan Moss, 1992).....	13



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas ekspor unggulan Indonesia di sektor perikanan budidaya. Indonesia menjadi negara pengekspor udang terbesar keempat di dunia setelah India, Vietnam, dan Ekuador dengan volume ekspor sebesar 220.000 ton (FAO, 2017). Perkembangan produksi udang vaname sangat tergantung oleh keberadaan benih yang unggul sehingga harus didukung oleh ketersediaan benih udang yang berkualitas baik dalam jumlah dan waktu yang tepat. Benih yang berkualitas baik akan memberikan pertumbuhan yang baik dan tingkat kelangsungan hidup yang tinggi.

Salah satu faktor yang menyebabkan penurunan kualitas benih udang yaitu penggunaan pakan yang kurang tepat pada *hatchery*. Penggunaan pakan dengan nutrisi yang rendah pada udang dapat mengakibatkan kegagalan produksi benih udang. Penggunaan *Artemia* sp. sebagai pakan alami pada benih udang merupakan salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi kegagalan produksi benih udang. *Artemia* sp. merupakan pakan alami terbanyak yang digunakan sebagai pakan awal pada stadia larva. Baik pada pembenihan dalam skala industri maupun produksi skala rumah tangga. Menurut Prusinska et al. (2015), pemberian artemia dapat mengurangi mortalitas, meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan larva ikan maupun udang.

Artemia sp. merupakan pakan yang relatif aman untuk diberikan pada larva ikan dan udang. Dibalik berbagai kelebihan yang dimiliki *Artemia* sp., ada beberapa kekurangan yang jarang diperhatikan oleh kebanyakan pembudidaya udang. Kekurangan itu adalah kandungan nutrisi yang kurang lengkap pada

Artemia sp. Usman *et al.* (2018), menyatakan bahwa salah satu nutrisi penting dalam pakan larva ikan dan krustasea laut adalah asam lemak esensial, *n-3 highly unsaturated fatty acid* (*n-3* HUFA) yaitu *eicosapentaenoic acid* (EPA) dan *docosahexaenoic acid* (DHA). Meskipun makanan alami mengandung asam lemak esensial, namun jumlah dan kualitasnya sangat bervariasi dari waktu ke waktu. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kandungan nutrisi pada *Artemia* sp. yaitu dengan cara melakukan pengkayaan dengan pemberian pakan atau bahan yang dapat meningkatkan kandungan nutrisinya

Artemia sp. merupakan *non-selective filter feeder* sehingga kandungan nutrisinya bergantung pada media yang digunakan. Sarmudianto *et al.*, (2015) menyatakan bahwa pengkayaan zooplankton dapat dilakukan dengan cara memberikan bahan tertentu pada media yang digunakan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Khasanah *et al.* (2012), menunjukkan bahwa pengkayaan nauplius artemia menghasilkan peningkatan kandungan nutrisinya. Nauplius artemia yang tidak diperkaya mengandung 45% protein dan 13% lemak, sedangkan kandungan nutrisi nauplius artemia yang diperkaya dengan menggunakan minyak salmon dan minyak kedelai mengandung 57,105% protein dan 22,338% lemak. Penelitian lain yang dilakukan oleh Herawati *et al.* (2015), menunjukkan adanya peningkatan kandungan nutrisi artemia yang diperkaya dengan *Chaetoceros calcitrans* dan *Skeletonema costatum*. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah meningkatnya kandungan protein dalam artemia yang diperkaya yaitu sebesar 66,45%, dimana sebelum dilakukan pengkayaan kandungan protein pada artemia sebesar 62,42%.

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengkayaan artemia sebagai pakan alami larva udang dapat meningkatkan kelulushidupan. Penelitian yang dilakukan oleh Jamali *et al.* (2015), menunjukkan bahwa larva udang vaname yang diberi pakan artemia dan rotifer yang diperkaya dengan probiotik

Bacillus sp. menghasilkan tingkat kelulushidupan yang tinggi yaitu sebesar 65% serta menunjukkan perubahan stadia larva yang lebih cepat. Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh Purba (2012), larva udang pada stadia PL1-PL10 yang diberi pakan artemia yang diperkaya dengan diatom (*Chaetoceros* sp. dan *Skeletonema* sp.) menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik daripada perlakuan pemberian artemia tanpa dilakukan pengkayaan. Pertumbuhan panjang larva udang vaname (*L. vannamei*) yang diberi artemia yang telah diperkaya meningkat sebesar 24.8% jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

Selain dapat meningkatkan kelulushidupan dan pertumbuhan, pengkayaan artemia juga dapat meningkatkan respon imun larva udang. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ramadhani *et al.* (2019), menunjukkan bahwa larva udang vaname yang diberi artemia yang diperkaya dengan *Pseudoalteromonas piscisida* menunjukkan adanya peningkatan THC (*Total Haemocyte Count*), PO (*Phenoloxidase*) dan RB (*Respiratory Burst*). Ketiga indikator tersebut dapat digunakan sebagai penanda kemampuan larva udang untuk bertahan jika ada patogen yang masuk ke dalam tubuh. Hasil penelitian lain oleh Ahmadi *et al.* (2017), melaporkan adanya peningkatan *stress resistance* pada larva udang vaname (*L. vannamei*) yang diberi pakan artemia yang diperkaya dengan *Saccharomyces cerevisiae* dan *Chaetoceros gracilis*. *Stress test* yang dilakukan adalah dengan memberikan formalin dan air tawar. Larva udang yang diberi pakan yang diperkaya menunjukkan adanya kekebalan terhadap *stress test* dengan formalin, hal ini ditunjukkan dengan tingginya *survival rate* pada pengujian tersebut yaitu sebesar 90%. Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan maka perlu dilakukan review tentang pemberian pakan alami nauplius artemia yang diperkaya dengan bahan berbeda pada larva udang vaname (*L. vannamei*)

2.2 Tujuan

Tujuan dari literatur review yang berjudul pemberian artemia yang diperkaya dengan bahan berbeda sebagai pakan alami larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi pengkayaan dengan bahan berbeda pada kandungan nutrisi nauplius artemia sebagai pakan alami larva udang vaname (*L. vannamei*).
2. Memberikan informasi mengenai pengaruh pemberian nauplius artemia yang telah diperkaya dengan bahan berbeda terhadap kelulushidupan larva udang vaname (*L. vannamei*).
3. Memberikan pemahaman mengenai potensi pemberian nauplius artemia yang telah diperkaya dengan bahan berbeda sebagai pakan alami terhadap imunitas larva udang vaname (*L. vannamei*).

2. METODE REVIEW

2.1 Metode Review

Literature review merupakan evaluasi kritis dan mendalam dari penelitian sebelumnya. Penulisan studi pustaka dilakukan dengan cara mengevaluasi kualitas penelitian dari suatu karya ilmiah. Pembuatan *Literature review* yang baik dilakukan dengan cara mengevaluasi terhadap kualitas dan temuan baru dari suatu paper ilmiah (Nashihuddin dan Suryono, 2018). Proses pembuatan *literature review* dapat dilakukan dengan berbagai sumber. Sumber *literature review* antara lain yaitu buku, jurnal dan publikasi ilmiah lainnya yang sesuai dengan topik yang ingin diteliti. Tujuan dari adanya *literature review* ini adalah untuk mengidentifikasi masalah penelitian dan mengembangkan rumusan masalah, hipotesis, orientasi apa yang sudah dan belum diketahui tentang area penelitian serta mendeterminasi gap atau inkonsistensi dalam badan pengetahuan (Swarjana, 2012).

Metode *review* yang digunakan yaitu metode *systematic literature review*. Menurut Wilianto dan Kurniawan (2018), *Systematic literature review* merupakan suatu metode penelitian untuk melakukan identifikasi, evaluasi, dan interpretasi terhadap semua hasil penelitian yang relevan terkait pertanyaan penelitian tertentu, topik tertentu, atau fenomena yang menjadi perhatian. *Systematic literature review* akan sangat bermanfaat untuk melakukan sintesis dari berbagai hasil penelitian yang relevan, sehingga fakta yang disajikan kepada penentu kebijakan menjadi lebih komprehensif dan berimbang.

2.2 Pembuatan Literatur *Review*

2.2.1 Pemilihan Topik Literatur *Review*

Topik yang digunakan dalam literatur *review* ini adalah pengaruh pemberian *Artemia* sp. yang telah diperkaya dengan bahan berbeda sebagai pakan alami larva udang vaname. Pemilihan topik ini didasarkan pada penggunaan *artemia* yang umum digunakan sebagai pakan alami pada pembenihan udang vaname. Kandungan nutrisi *artemia* dinilai kurang memenuhi kebutuhan larva udang vaname. Peningkatan kandungan nutrisi pada *artemia* dapat dilakukan dengan cara bioenkapsulasi atau pengkayaan. Pemberian bahan yang berbeda dapat memberikan dampak yang berbeda pula terhadap kandungan nutrisi dan dampak yang diberikan pada larva udang vaname.

2.2.2 Sumber Pustaka

Sumber rujukan yang digunakan dalam literatur *review* ini berasal dari internet yang diakses oleh sumber terpercaya seperti *Google Scholar*, *Science Direct*, *Research Gate*, dan beberapa sumber resmi lainnya yang bersifat *open access*. Data yang diperoleh dari literatur *review* ini berasal dari data sekunder yang telah dikumpulkan.

2.2.3 Kriteria Pustaka

Sumber atau jurnal yang digunakan dalam penyusunan literatur *review* ini yaitu berasal dari jurnal utama internasional sebesar 60% dan nasional sebesar 40%. Jurnal yang diutamakan untuk dipakai yaitu jurnal yang telah memiliki ISSN (*International Standart Serial Number*). Batasan tahun dari jurnal yang akan direview adalah 10 tahun terakhir. Kata kunci beserta *database* jurnal yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1. Seleksi jurnal dilakukan berdasarkan

berdasarkan tahun terbit dan jenis jurnal (internasional/nasional) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Kata kunci dan basis data jurnal yang digunakan

No	Kata Kunci	Search Engine
1	Bioenkapsulasi Artemia	Google Scholar, Science Direct, Research Gate
2	Artemia enrichment	Google Scholar, Science Direct, Research Gate
3	Probiotic enriched Artemia	Google Scholar, Science Direct, Research Gate
4	PUFA enriched Artemia	Google Scholar, Science Direct, Research Gate
5	Lipid enriched Artemia	Google Scholar, Science Direct, Research Gate
6	Bacillus enriched Artemia	Google Scholar, Science Direct, Research Gate
7	Enriched Artemia on <i>Litopenaeus vannamei</i>	Google Scholar, Science Direct, Research Gate

Tabel 2. Jumlah jurnal berdasarkan tahun terbit

Tahun Terbit	Jumlah	Penulis Internasional/Nasional
2011	1	Internasional
2012	2	Nasional dan Internasional
2015	3	Internasional
2016	1	Internasional
2017	1	Internasional
2018	5	Nasional dan Internasional
2019	2	Nasional dan Internasional
2020	3	Nasional dan Internasional
2021	2	Internasional

3. HASIL REVIEW

3.1 Biologi *Artemia* sp.

3.1.1 Klasifikasi *Artemia* sp.

Artemia salina Leach adalah udang tingkat rendah yang hidup sebagai zooplankton. *Artemia* pada tahun 1778 diberi nama *cancer salinus*, yang kemudian diubah menjadi *Artemia salina* pada tahun 1819 oleh Leach.

Klasifikasi *Artemia* menurut Mudjiman, (1988) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animal
Phylum	: Arthropoda
Kelas	: Crustaceae
Subkelas	: Branchiopoda
Ordo	: Anostraca
Familia	: Arthemidae
Genus	: <i>Artemia</i>
Species	: <i>Artemia salina</i>

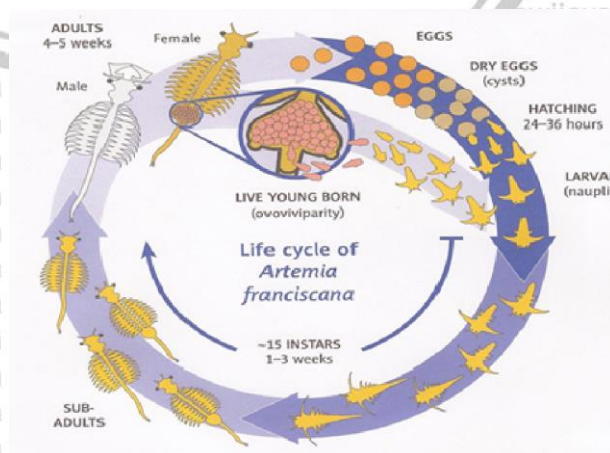
Menurut Junda *et al.* (2015), *Artemia salina* merupakan zoo-plankton yang melakukan penyaringan untuk makan. Cara makan ini disebut dengan *filter-feeder*. Makanan yang diperlukan artemia adalah bahan yang memiliki ukuran partikel lebih kecil dari 60 mikron dan selalu ada di perairan. *Artemia* merupakan pakan alami yang banyak digunakan dalam usaha pembenihan ikan maupun udang. Ukurannya yang kecil sesuai dengan ukuran mulut larva ikan dan udang sehingga dapat mengurangi mortalitas pada stadia larva maupun *juvenile*. *Artemia salina* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Artemia salina* (Dumitrascu, 2011)

3.1.2 Siklus Hidup *Artemia* sp.

Artemia memiliki beberapa siklus hidup yang berbeda yang dipengaruhi kondisi lingkungan. *Artemia* dewasa dapat bereproduksi secara vivipar maupun ovovivipar, ketika kondisi kualitas air sesuai dengan batas toleransi artemia maka mereka akan bereproduksi secara ovovivipar. Kondisi kualitas air yang tidak optimal akan menyebabkan artemia bereproduksi dengan cara mengeluarkan telur yang dapat menjadi siste ketika dalam kondisi terancam atau lingkungan tidak optimal. Siklus hidup artemia berlangsung sekitar 4-5 minggu untuk menjadi dewasa dan melakukan reproduksi. Siklus hidup artemia dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Siklus Hidup *Artemia franciscana* (Ogello et al., 2014)

Menurut Mudjiman (1988). *Artemia salina* yang telah tumbuh dan berkembang dapat bertahan hidup sampai enam bulan. Induk betina mengalami ovovivipar atau ovipar setiap 4-5 hari dengan menghasilkan telur nonaktif (kista) ataupun nauplia. Setelah umur 14 hari nauplia akan menjadi dewasa dan siap untuk berkembang biak. Menurut Dumitrascu (2011), nauplia (larva) memiliki 15 tingkatan atau 15 instar. Instar I atau larva yang baru menetas dengan bentuk bulat lonjong bekisar 400 μm panjangnya dan 15 μg beratnya, bewarna kemerah-merahan, mulut dan anus belum terbentuk sempurna dan pada fase ini larva tidak makan. Setelah berumur 1 hari setelah menetas menjadi Instar II dengan ukuran panjang bekisar 600 μm , mulut dan saluran pencernaan sudah terbentuk sempurna sehingga pada fase ini larva dapat makan karena berkurangnya cadangan makanan.

3.1.3 Kebiasaan Makan *Artemia* sp.

Menurut Ernawati *et al.* (2020), kandungan nutrisi dalam nauplius artemia dipengaruhi kebiasaan makannya yang memakan apapun dengan ukuran partikel makanan yang lebih kecil dari bukaan mulutnya. Kebiasaan ini menyebabkan nauplius artemia dapat memakan mikroalga, bakteri, protozoa maupun partikel terlarut lainnya. Makanan nauplius artemia dapat berupa benda mati, keras maupun lunak.

Daya serap nauplius artemia terhadap bahan organik merupakan salah satu kebiasaan makannya, bahkan seluruh partikel tersuspensi yang mungkin dapat dimakan akan diambil dari media pemeliharaan melalui gerakan terakopoda yang mempunyai fungsi ganda sebagai respirasi dan pengumpul makanan sehingga tidak ada alternative lain bagi artemia untuk terus menerus menyaring makanan. Selain itu artemia yang telah melewati fase instar 2, sudah

memiliki *digestive track* atau saluran cerna, sehingga pada fase tersebut artemia telah mampu memakan partikel kecil di bawah 60 mikron (Widiastuti *et al.*, 2012)

3.1.4 Kandungan Nutrisi Naupli *Artemia* sp.

Penggunaan nauplii *Artemia* sp. sebagai pakan alami pada benih udang merupakan salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi kegagalan produksi benih udang. *Artemia* sp. merupakan pakan alami terbanyak yang digunakan sebagai pakan awal pada stadia larva. Komposisi nutrisi antara nauplius artemia dan artemia dewasa sangat berbeda. Pada stadia nauplius, terjadi defisiensi asam amino terutama histidine, methionine, phenylalanine dan threonine. Pada artemia dewasa, defisiensi tersebut sudah dapat dikurangi, karena merupakan organisme non-selektif plankton feeder (Toi, 2013).

Nauplius artemia mempunyai kandungan protein 52,7%, karbohidrat 15,4%, lemak 4,8% dan abu 11,2% dan air 11,2% (Harihastuti *et al.*, 2013). Akbary *et al.* (2011), menyatakan bahwa nauplii *Artemia* yang baru menetas mengandung 11,44% kadar lemak dan 61,7% kadar protein.

3.2 Biologi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

3.2.1 Klasifikasi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Klasifikasi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) menurut Hermanto, *et al.* (2012), yaitu sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Malacostraca

Ordo : Decapoda

Famili : Penaeidae

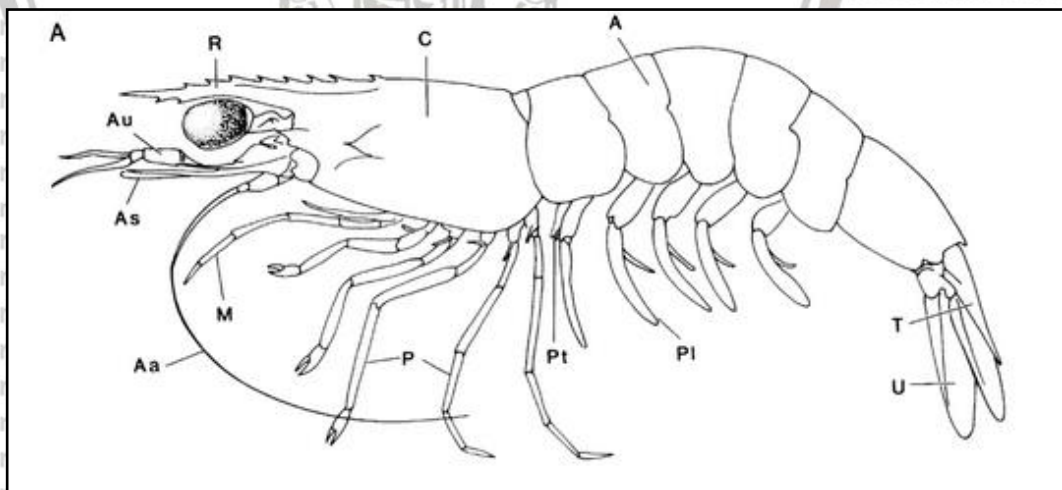
Genus : *Litopenaeus*

Spesies : *Litopenaeus vannamei*

Menurut Galil *et al.* (2011), klasifikasi udang putih pasifik atau udang putih, *L. vannamei* yakni Filum Arthropoda, Kelas Crustacea, Ordo Decapoda, Famili Penaeidae, Genus *Litopenaeus* dan Spesies *L. vannamei*. *L. vannamei* berasal dari daerah pantai tropis pasifik barat Amerika latin dimulai dari selatan Meksiko di bagian utara hingga utara Peru di bagian selatan, antara lintang 32° LU dan 23° BT.

3.2.2 Morfologi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

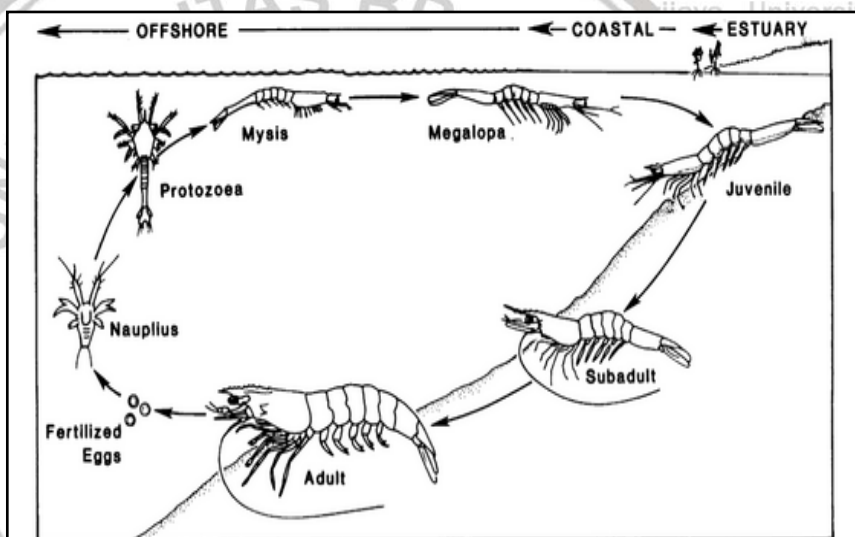
Ciri morfologi udang vaname (Gambar 3) memiliki duri suporbital pada fase kedua dan ketiga protozoa. Bagian kepala udang vaname terdiri dari antenula, antena, mandibula dan dua pasang *maxillae*. Selain itu juga terdapat tiga pasang *maxilliped* dan lima pasang kaki jalan (*peripoda*) atau kaki sepuluh (*decapoda*). *Maxilliped* berfungsi sebagai organ untuk pencernaan. Bagian abdomen terdiri dari 6 ruas. Bagian ini terdapat lima pasang kaki renang dan sepasang uropods (seperti ekor) yang membentuk kipas bersama-sama telson (Hidayat, 2017).



Gambar 3. Tampak samping *Litopenaeus vannamei* jantan. A Abdomen, Aa; Antenna, As; Antennal scale, Au; Antennule, C; Karapas, M;Maxiliped ketiga, P; Pereiopod (kaki jalan), Pl; Pleopod (kaki renang), Pt, Petasma, R; Rostrum; T; Telson, U; Uropod (Bailey-Brock dan Moss, 1992).

3.2.2 Siklus Hidup Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Udang vaname memiliki siklus hidup di jenis perairan yang berbeda tergantung dengan fase perkembangannya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Menurut Gao *et al.* (2015), selama tahap awal siklus kehidupan udang vaname mengalami metamorfosis dalam tahap larva: *Naupliii*, *zoea*, *mysis*, dan pasca larva. Tahap awal kehidupan udang vaname berada di perairan laut dalam yang memiliki nilai salinitas tinggi. Perkembangan dari fase protozoa hingga *mysis* berlangsung dari laut bebas menuju ke wilayah estuary yang memiliki nilai salinitas lebih rendah.



Gambar 4. Siklus hidup larva udang (Bailey-Brock dan Moss, 1992).

Menurut Lim *et al.* (1989), perkembangan udang vaname terdiri dari beberapa stadia yaitu:

1. Stadia *Naupliius*

Naupliius mempunyai sifat planktonik dan fototaksis positif. Udang yang masih dalam stadia ini belum memerlukan makanan dikarenakan masih memiliki kuning telur. Perkembangan stadia *Naupliius* terdiri dari enam stadia yang nantinya akan berkembang menjadi *zoea* yang hidupnya di laut. Pada stadia

Nauplius memiliki tiga pasang organ tubuh yaitu antena pertama, antena kedua dan mandibula.

2. Stadia zoea

Perubahan bentuk dari *Nauplius* menjadi *zoea* memerlukan waktu kira-kira 40 jam setelah penetasan. Pada stadia ini larva cepat bertambah besar.

Tambahan makanan yang diberikan sangat berperan dan mereka aktif memakan fitoplankton. Stadia akhir *zoea* juga memakan zooplankton. *Zoea* sangat sensitif terhadap cahaya yang sangat kuat dan ada juga yang lemah diantara tingkat stadia *zoea* tersebut. Stadia *zoea* udang akan tumbuh dan berkembang di perairan laut.

3. Stadia *Mysis*

Larva mencapai stadia *mysis* pada hari ke lima setelah penetasan. Larva pada stadia ini kelihatan lebih dewasa dari dua stadia sebelumnya. Stadia *mysis* memakan fitoplankton dan zooplankton, akan tetapi lebih menyukai zooplankton menjelang stadia *mysis* akhir stadia post larva 4. Perubahan bentuk dari *mysis* menjadi post larva terjadi pada hari ke sembilan. Stadia post larva mirip dengan udang dewasa, dimana lebih kuat dan lebih bertahan dalam pemangsaan. Post larva bersifat planktonik, dimana mulai mencari jasad hidup sebagai makanan.

3.2.3 Kebutuhan Nutrisi Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Menurut Shahkar *et al.* (2014), kebutuhan protein larva udang vaname yang optimal adalah sebesar 35%, namun perbedaan kebutuhan protein pada pakan yang diberikan bergantung pada ukuran larva udang, berat tubuh, sistem budidaya, padat tebar dan lingkungan atau kualitas air yang digunakan. Menurut NRC (2011), kebutuhan asam lemak esensial pada larva udang *Penaeus japonicas*, *Penaeus monodon* dan *L. vannamei* adalah sebanyak 0,5 sampai

1,1% EPA dan DHA serta 0,5% *Arachidonic Acid* (ARA). Asam lemak esensial dapat menjadi faktor penting yang mempengaruhi laju pertumbuhan dari larva udang. Kurangnya kandungan asam lemak esensial pada pakan dapat menyebabkan pertumbuhan larva udang lambat karena kebutuhan asam lemak esensial tidak tercukupi.

Menurut Putri *et al.* (2020), pada stadia larva udang memiliki bukaan mulut yang sangat kecil sehingga pemilihan ukuran pakan sangat penting, jenis pakan yang memungkinkan untuk diberikan pada stadia ini adalah pakan alami berupa fitoplankton maupun zooplankton. Zooplankton yang umum diberikan seperti *Artemia* sp. karena memiliki kandungan nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan larva udang vaname.

3.3 Pengkayaan Artemia

3.3.1 Pengertian Pengkayaan Artemia

Menurut Dehghan *et al.* (2011), nauplii artemia hidup sering digunakan sebagai vektor untuk memasukkan berbagai macam bahan yang bersifat nutrisi bagi larva ikan atau udang, proses ini disebut sebagai bioenkapsulasi atau pengkayaan. Menurut Dey *et al.* (2015), bioenkapsulasi atau pengkayaan adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kandungan nutrisi dan atau kandungan penting lainnya pada pakan alami hidup dengan memberikan pakan pada organisme tersebut. Pakan alami seperti artemia, daphnia dan larva chironomida biasanya digunakan sebagai vektor untuk mengantarkan berbagai zat seperti probiotik, nutrisi dan lain-lain. Menurut Jusadi *et al.* (2011), peningkatan kelangsungan hidup pada stadia zoea udang vaname dapat dilakukan dengan cara meningkatkan kualitas pakan alami melalui

pengayaan (*enrichment*). Pengayaan adalah pemberian nutrisi esensial bagi perkembangan larva, seperti taurin melalui bioenkapsulasi pada pakan alami seperti rotifera dan nauplii artemia.

3.3.2 Macam-Macam Bahan Pengkaya dan Metode Pengkayaan Nauplii Artemia

Pemberian bahan pengkaya pada nauplii artemia harus memenuhi beberapa faktor. Menurut Setiawati *et al.* (2013), faktor penting yang harus diperhatikan pada saat pemilihan pakan nauplii adalah ukuran partikel pakan yang kurang dari 50 µm, daya cerna makanan, nilai nutrisi, dan kelarutan dalam media kultur yang dianjurkan yang kelarutannya minimal. Jenis bahan pengkaya dan metode pengkayaan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jenis bahan pengkaya dan metode pengkayaan nauplii artemia

No	Jenis Bahan Pengkaya	Metode Pengkayaan	Referensi
1	<i>Poly Unsaturated Fatty Acid</i> (PUFA) <i>Mono Unsaturated Fatty Acid</i> (MUFA) <i>Highly Unsaturated Fatty Acid</i> (HUFA)	- Emulsi PUFA, MUFA dan HUFA pada media Perendaman pada media selama 12 jam - Pemanenan - Nauplii artemia diperkaya pada fase instar 2 - Menggunakan wadah berukuran 10L dengan kepadatan 200 ind/ml	Adloo <i>et al</i> 2020
2	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Chaetoceros gracilis</i>	- Kepadatan <i>C. gracilis</i> 30 x 10 ⁴ sel/ml dan <i>S. cerevisiae</i> 1,25mg/1000 ind nauplii artemia - Pengkayaan dilakukan selama 24 jam dengan aerasi kuat	Ahmadi <i>et al</i> 2017
3	<i>Bacillus</i> sp. <i>Chaetoceros</i> sp. Yeast	- Bahan yang digunakan diaplikasikan dengan 3	Nimrat <i>et al</i> 2011

No	Jenis Bahan Pengkaya	Metode Pengkayaan	Referensi
4	Gamat emulsion extract	<p>metode yaitu mikroenkapsulasi, <i>freeze-drying</i> dan <i>mixing</i>.</p> <p>- Pengkayaan dilakukan selama 6 jam dengan aerasi kuat</p> <p>- Persiapan media dengan dosis yang berbeda (1 ml/l, 5 ml/l, 10 ml/l, 15 ml/l, dan 20 ml/l)</p> <p>- Pengkayaan dilakukan selama 5 jam dengan aerasi kuat</p> <p>- Vitamin C dilarutkan dengan <i>ascorbyl palmitat</i> dan <i>cod oil</i> kemudian ditambahkan 50 ml air dan <i>sodium polysorbate</i> hingga berbentuk <i>droplet</i> kemudian dilarutkan dengan akuades.</p>	<p>Putra <i>et al</i> 2018</p>
5	Vitamin A, C, E	<p>- Vitamin A dan E dilarutkan dengan <i>lecithin</i> kemudian ditambahkan air dan dilakukan <i>mixing</i> dengan menambahkan vitamin A atau E, kemudian dilarutkan dengan akuades</p> <p>- Pengkayaan dilakukan selama 4 jam dengan aerasi kuat</p> <p>- Kepadatan C. <i>calcitrans</i> 30×10^4 sel/ml</p>	<p>Darvishpour <i>et al</i> 2012</p>
6	<i>Chaetoceros calcitrans</i>	<p>- Pengkayaan dilakukan selama 24 jam dengan aerasi kuat</p>	<p>Khartik <i>et al</i> 2015</p>
7	Fruktosa	<p>- Dosis yang digunakan</p>	<p>Xiao <i>et al</i></p>

No	Jenis Bahan Pengkaya	Metode Pengkayaan	Referensi
		100, 200 dan 300 mg/L	2016
		- Pengkayaan dilakukan selama 18 jam dengan aerasi kuat	
		- <i>B. licheniformis</i> dan <i>B. subtilis</i> digunakan dengan kepadatan 1x 10 ⁶ sel/ml	Jamali et al/ 2015
8	<i>Bacillus licheniformis</i> <i>Bacillus subtilis</i>	- Pengkayaan dilakukan selama 8 jam dengan aerasi kuat	
		- Nauplii artemia pada tahap instar 2 dimasukkan pada wadah 10 L dengan kepadatan 200 ind/L	Nafisi et al/ 2018
9	L-lysine DHA (<i>Docosahexanoic acid</i>) DL-Methionine	- Pengkayaan dilakukan selama 24 jam dengan aerasi kuat	
		- Artemia ditetaskan kemudian dipindah ke wadah dengan volume 10L dengan kepadatan 200 ind/L	Meirong et al/ 2018
10	Poly-β-hydroxybutyrate pada Halomonas	- Dosis bahan yang digunakan 300 mg/L	
		- Pengkayaan dilakukan selama 24 jam dengan aerasi kuat	
		- Pengkayaan dilakukan dengan 3 dosis yang berbeda 50 mg/L <i>taurine</i> , 50 mg/L vit C dan campuran <i>taurine</i> dengan vit C masing-masing 25 mg/L	Monica et al/ 2021
11	<i>Taurine</i> Vitamin C	- Nauplii artemia diperkaya selama 60 menit sebelum diberikan pada pasca larva udang	
		- Nauplii artemia pada tahap instar 2 dimasukkan pada	Ahmadi et al/ 2019
12	n3-LC-PUFA (<i>Long Chain Poly Unsaturated Fatty Acid</i>)		

No	Jenis Bahan Pengkaya	Metode Pengkayaan	Referensi
13	<i>Ethanol extract Laurencia snyderiae</i>	<ul style="list-style-type: none"> - wadah 10 L dengan kepadatan 200 ind/L - Dosis yang digunakan 0,6 g/L - Pengkayaan dilakukan selama 24 jam dengan aerasi kuat - Nauplii artemia pada fase instar 2 dimasukkan pada wadah pengkaya dengan kepadatan 100 ind/L - Dosis bahan yang digunakan 200, 400 dan 600 mg/L - Pengkayaan dilakukan selama 6 jam dengan aerasi kuat - Nauplii artemia pada fase instar 2 dimasukkan pada wadah pengkaya 	Dashtiannasab et al 2015
14	<i>Biofloc</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Dosis bahan yang digunakan 10, 20 dan 30 ml/L - Pengkayaan dilakukan selama 5 jam dengan aerasi kuat - Nauplii artemia yang digunakan fase instar 2 	Supono et al 2020
15	<i>Aurantiochytrium limacinum</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Dosis yang digunakan 600 mg/L - Pengkayaan dilakukan selama 4 jam dengan aerasi kuat - Nauplii artemia pada tahap instar 2 dimasukkan pada 	Visudtiphole et al 2018
16	<i>Halorubrum Phaeodactylum tricornutum</i>	<ul style="list-style-type: none"> - wadah 8 L dengan kepadatan 200 ind/L - Dosis yang digunakan 0,3 g DW/L 	Wei et al 2020

No	Jenis Bahan Pengkaya	Metode Pengkayaan	Referensi
17	<i>Chaetoceros</i> sp. <i>Skeletonema</i> sp.	- Pengkayaan dilakukan selama 12 jam dengan aerasi kuat - Nauplii artemia yang digunakan fase instar 2 - Dosis yang digunakan 40% <i>Chaetoceros</i> dan 60% <i>Skeletonema</i> dengan kepadatan 1×10^5 sel/ml	Purba 2012
18	Probiotik <i>Pseudoalteromonas piscicida</i> , Prebiotik mannanoligosakarida Sinbiotik <i>P. piscicida</i> + MOS	- Pengkayaan dilakukan selama 24 jam dengan aerasi kuat - Nauplii artemia yang digunakan fase instar 2 dengan kepadatan 100 ind/L - Dosis yang digunakan probiotik dengan kepadatan 10^6 CFU/ml, prebiotik 12 mg/L dan campuran keduanya	Hamsah <i>et al</i> 2018
19	Probiotik <i>Pseudoalteromonas piscicida</i> Prebiotik mannanoligosakarida Sinbiotik <i>P. piscicida</i> + MOS	- Pengkayaan dilakukan selama 4 jam - Nauplii artemia yang digunakan fase instar 2 dengan kepadatan 100 ind/L - Dosis yang digunakan probiotik dengan kepadatan 10^6 CFU/ml, prebiotik 12 mg/L dan campuran keduanya	Ramadhani <i>et al</i> 2019
20	<i>Chaetoceros</i> sp.	- Pengkayaan dilakukan selama 4 jam - Nauplii artemia yang digunakan fase instar 2 (12 jam setelah menetas) - Dosis yang digunakan 1,5 , 2,5 dan $3,5 \times 10^5$	Perdana <i>et al</i> 2021

No	Jenis Bahan Pengkaya	Metode Pengkayaan	Referensi
		sel/ml	
		- Pengkayaan dilakukan selama 12 jam dengan aerasi kuat	

Kandungan nutrisi artemia dapat ditingkatkan dengan proses pengkayaan atau bioenkapsulasi. Bahan pengkaya yang digunakan dapat disesuaikan dengan tujuan yang ingin dicapai, bahan pengkaya yang umum digunakan adalah asam lemak, probiotik, prebiotik maupun vitamin seperti yang tercantum dalam Tabel 3. Metode pengkayaan nauplii artemia harus disesuaikan dengan sifat bahan pengkaya yang digunakan. Artemia dapat memodifikasi kandungan asam lemak pada bahan pengkaya seperti *Docosahexanoic acid* (DHA), *Eicopentaenoic acid* (EPA), dan sebagainya. Konversi lemak pada proses pengkayaan nauplii artemia berpengaruh pada penggabungan ekstensif dari lemak eicosapentaenoic yang berperan penting pada pertumbuhan larva. Teknik pengkayaan memanfaatkan kondisi artemia yang merupakan *non-selective filter feeder* pada fase kedua perkembangannya (instar II atau metanauplius) yang terjadi pada 8 jam setelah penetasan (Interaminense *et al.*, 2014).

3.4 Kandungan Nutrisi Nauplii Artemia yang diperkaya dengan Bahan Berbeda

Menurut Le *et al.* (2018), *Artemia* sp. merupakan jenis pakan alami yang memiliki kandungan nutrisi yang tinggi sehingga baik bagi larva ikan maupun udang. Nutrisi yang dimiliki nauplii artemia bersifat mudah dicerna bagi larva ikan maupun udang. *Artemia* sp. memiliki nilai gizi tinggi, dapat menetas dengan cepat, ukuran relatif kecil, dan pergerakan lambat serta dapat hidup pada

kepadatan tinggi. Usaha yang dapat dilakukan untuk menghasilkan artemia dengan kualitas yang lebih baik adalah dengan cara melakukan pengkayaan. (Gustrifandi, 2011). Menurut Khasanah *et al.* (2012), pengkayaan nauplius artemia menghasilkan peningkatan kandungan nutrisi. Nauplius artemia yang tidak diperkaya mengandung 45% protein dan 13% lemak. Data yang didapatkan untuk perubahan kandungan nutrisi nauplii artemia dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai kandungan nutrisi nauplii artemia yang diperkaya dengan bahan berbeda

No	Bahan Pengkaya	Kandungan Nutrisi (%)					Referensi
		Kadar Air	Abu	Lemak	Protein	Serat	
1	<i>Biofloc</i>	9,40	7,82	9,21	54,41	7,58	Supono <i>et al.</i> (2020)
2	<i>Chaetocero</i> s sp.	8,65	1,56	2,22	66,39	0,89	Perdana <i>et al.</i> (2021)

Berdasarkan tabel 4, kandungan nutrisi nauplii artemia yang diperkaya dengan bahan berbeda menurut penelitian yang dilakukan Supono *et al.* (2020) dan Perdana *et al.* (2021) memiliki kandungan nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan nutrisi yang diperlukan oleh larva udang. Menurut Herawati *et al.* (2015), kebutuhan protein larva udang lebih tinggi daripada udang dewasa yaitu sebesar 40-60%. Nimrat *et al.* (2013) mengatakan bahwa larva udang stadia PL 1-10 dalam satu hari melakukan proses perkembangan metamorfiknya melalui pergantian kulit minimal 6 kali sebagai indikator dalam pertumbuhannya, ketika larva udang *moulting*, larva kehilangan 40-60% dari protein dalam tubuhnya.

Perlakuan terbaik jika ditentukan menurut persentase protein adalah pengkayaan nauplii artemia menggunakan *Chaetoceros*. Namun jika dilihat secara keseluruhan pengkayaan nauplii artemia menggunakan *biofloc*

menunjukkan komposisi nutrisi yang lebih kompleks dimana nilai lemak, serat dan karbohidrat lebih tinggi.

3.5 Pengkayaan Nauplii *Artemia* dengan Bahan yang Berbeda terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Larva Udang Vaname

a. *Survival Rate* (SR)

Rostika *et al.* (2020), menyatakan bahwa *survival rate* adalah perbandingan jumlah organisme hidup di akhir penelitian dengan jumlah di awal penelitian yang dinyatakan dengan persentase. Persentase yang semakin besar menunjukkan semakin banyak pula organisme yang hidup selama penelitian.

Survival rate erat kaitannya dengan kesehatan ikan. Pertumbuhan ikan tergantung dari beberapa faktor yaitu jenis ikan, ciri genetik dan kemampuan untuk menggunakan pakan dan ketahanan penyakit. Faktor lain yang mendukung adalah faktor lingkungan seperti kualitas air, pakan dan padat tebar. Ketersediaan pakan yang cukup dan nilai gizi yang baik akan mempengaruhi kelangsungan hidup ikan. Nilai *survival rate* yang didapatkan dapat dilihat pada

Tabel 5.

Tabel 5. Nilai *Survival Rate* (SR) berdasarkan jenis bahan pengkaya

No	Jenis Bahan Pengkaya	SR (%)	Referensi
1	100% HUFA	27	Adloo <i>et al.</i> (2020)
2	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	52,3	Ahmadi <i>et al.</i> (2017)
3	FB+FY+Freeze-dried <i>Chaetoceros</i> (FC)	86,1	Nimrat <i>et al.</i> (2011)
4	15 ml/L <i>Gamat emulsion</i>	86,67	Putra <i>et al.</i> (2018)
5	Vitamin E	99	Darvishpour <i>et al.</i> (2012)
6	<i>Chaetoceros calcitrans</i>	71,56	Khartik <i>et al.</i> (2015)
7	300 mg/L fruktosa	98,6	Xiao <i>et al.</i> (2016)
8	<i>Bacillus licheniformis</i> + <i>B. subtilis</i>	65	Jamali <i>et al.</i> (2015)
9	Easy-DHA Selco+L-lysine (4g/L)	36,1	Nafisi <i>et al.</i> (2018)
10	Halomonas+PHB	58	Meirong <i>et al.</i> (2018)

No	Jenis Bahan Pengkaya	SR (%)	Referensi
11	Vit C 25 mg/L + Taurine 25 mg/L	84	Monica <i>et al.</i> (2021)
12	Easy-DHA Selco	33,9	Ahmadi <i>et al.</i> (2019)
13	Ethanol extract <i>Laurencia snyderiae</i> (EELS) 600mg/L	95,5	Dashtiannasab <i>et al.</i> (2015)
14	Biofloc	98	Supono <i>et al.</i> (2020)
15	<i>Aurantiochytrium limacinum</i> 40%	78	Visudtiphole <i>et al.</i> (2018)
16	<i>Halorubrum</i> (Hrm)	92,23	Wei <i>et al.</i> (2020)
17	<i>Chaetoceros</i> 60 + <i>Skeletonema</i> 40%	85,67	Purba (2012)
18	Sinbiotik <i>P. piscisida</i> + MOS	92,67	Hamsah <i>et al.</i> (2018)
19	Sinbiotik <i>P. piscisida</i> + MOS	95	Ramadhani <i>et al.</i> (2019)
20	<i>Chaetoceros</i> 3.5x10 ⁵ sel/ind	84,5	Perdana <i>et al.</i> (2021)

Berdasarkan Tabel 5, didapatkan hasil *survival rate* (SR) larva udang vaname (*L. vannamei*) yang diberi pakan nauplii artemia yang diperkaya dengan jenis bahan berbeda, pada bahan pengkaya *Highly Unsaturated Fatty Acid* (HUFA), *Polyunsaturated Fatty Acid* (PUFA) dan *Monounsaturated Fatty Acid* (MUFA) didapatkan hasil nilai SR yang tidak berbeda signifikan. Penelitian yang dilakukan oleh Adloo *et al.* (2020) nilai SR tertinggi yang didapatkan sebesar 27% dengan perlakuan pengkayaan nauplii artemia dengan 100% HUFA. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Ahmadi *et al.* (2017) yang melakukan pengkayaan nauplii artemia dengan *Saccharomyces cerevisiae* didapatkan nilai SR tertinggi sebesar 52,3%.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Nimrat *et al.* (2011) yang melakukan pengkayaan nauplii artemia dengan bahan *Bacillus sp.*, *Chaetoceros sp.* dan yeast. Pengkayaan dilakukan dengan dua metode, yaitu mikroenkapsulasi dan *freeze-drying* pada bahan pengkaya sebelum dilakukan pengkayaan pada nauplii artemia. Perlakuan yang menghasilkan SR terbaik adalah pengkayaan nauplii artemia dengan menggunakan *Freeze-dried Bacillus*, *Freeze-dried yeast* dan *Freeze-dried Chaetoceros* dengan nilai SR sebesar 86.1%. Pada penelitian

dengan menggunakan bahan pengkaya *Chaetoceros calcitrans* yang dilakukan oleh Khartik *et al.* (2015) didapatkan nilai SR tertinggi sebesar 71,56%.

Penelitian berikutnya yaitu menggunakan bahan pengkaya *Gamat emulsion* dengan konsentrasi yang berbeda. Penelitian ini dilakukan oleh Putra *et al.* (2018) nilai SR tertinggi yang didapatkan yaitu pada perlakuan dengan pengkayaan nauplii artemia dengan 15 ml/L *Gamat emulsion* yaitu sebesar 86,67%. Penelitian berikutnya dilakukan pengkayaan dengan Vitamin A, C dan E serta kombinasi dari vitamin tersebut. Penelitian ini dilakukan oleh Darvishpour *et al.* (2012) dengan hasil SR tertinggi diperoleh pada perlakuan pengkayaan dengan vitamin E yaitu sebesar 99%. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Xiao *et al.* (2016) menggunakan bahan pengkaya fructose dengan konsentrasi yang berbeda. Nilai SR tertinggi yang didapatkan yaitu dengan perlakuan 300 mg/L fruktosa sebesar 98.6%. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Jamali *et al.* (2015) yang melakukan pengkayaan nauplii artemia dengan *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis* dan *Rotifer*. Nilai SR tertinggi yang didapatkan yaitu pada pemberian nauplii artemia yang diperkaya dengan *B. licheniformis* + *B. subtilis* dengan nilai sebesar 65%.

Penelitian selanjutnya dilakukan pengkayaan dengan berbagai asam lemak. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nafisi *et al.* (2018) didapatkan nilai SR tertinggi sebesar 36,1% dengan perlakuan Easy-DHA Selco + L-lysine (4g/L).

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Meirong *et al.* (2018), pengkayaan nauplii artemia dilakukan dengan bahan pengkaya *Halomonas* dan *Polyhidroxy butyrate* (PHB), menghasilkan nilai SR tertinggi sebesar 58% yang diperoleh pada perlakuan pengkayaan dengan *Halomonas*+PHB. Penelitian selanjutnya menggunakan bahan pengkaya vitamin C dan taurine. Pada penelitian yang dilakukan oleh Monica *et al.* (2021), didapatkan nilai SR tertinggi sebesar 84%

dengan pemberian bahan pengkaya 25mg/L vitamin C + 25mg/L taurine.

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Ahmadi *et al.* (2019) yang melakukan pengkayaan dengan dua bahan asam lemak komersial yang umum digunakan yaitu *Easy-DHA Selco* dan *S. presso*. Hasil dari penelitian ini adalah nilai SR sebesar 33,9% untuk pengkayaan nauplii artemia dengan menggunakan *Easy-DHA Selco*.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Dashtiannasab *et al.* (2015) yang melakukan pengkayaan dengan *ethanol extract Laurencia snyderia* (EELS). Nilai SR tertinggi yang didapatkan yaitu sebesar 95,5% yang ditemukan pada perlakuan pengkayaan dengan EELS 600 mg/L. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Supono *et al.* (2020), yang melakukan pengkayaan dengan *biofloc* dan mendapatkan hasil SR sebesar 98%. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Visudtiphole *et al.* (2018), yang melakukan pengkayaan nauplii artemia dengan *Aurantiochytrium limacinum*. Hasil nilai SR tertinggi didapatkan dari perlakuan pengkayaan dengan *Aurantiochytrium limacinum* sebanyak 40% dengan nilai sebesar 78%. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Wei *et al.* (2020), yang melakukan pengkayaan nauplii artemia dengan bahan pengkaya *Halorobrum* (Hrm) dan *Phaeodactylum tricornotum* (Pht). Nilai SR tertinggi yang didapatkan adalah sebesar 92,23% yang diperoleh dari perlakuan pengkayaan nauplii artemia dengan *Halorobrum*. Penelitian selanjutnya dilakukan pengkayaan nauplii artemia dengan *Chaetoceros* sp. dan *Skeletonema* sp. yang dilakukan oleh Purba (2012), yang memberikan perlakuan 60% *Chaetoceros* + 40% *Skeletonema* dengan nilai SR sebesar 85,67%.

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Hamsah *et al.* (2018), yang melakukan pengkayaan dengan bahan probiotik *P. piscisida*, prebiotik Mananoligosakarida (MOS) dan sinbiotik antara keduanya. Nilai SR tertinggi

diperoleh dari perlakuan pengkayaan nauplii artemia dengan sinbiotik *P. piscisida* dan MOS dengan nilai sebesar 92,67%. Penelitian terkait juga dilakukan oleh Ramadhani *et al.* (2019), yang mendapatkan hasil nilai tertinggi SR sebesar 95% untuk perlakuan sinbiotik *P. piscisida* + MOS. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Perdana *et al.* (2021), yang dilakukan dengan bahan pengkaya *Chaetoceros calcitrans* dengan konsentrasi yang berbeda. Perlakuan yang menghasilkan nilai SR tertinggi adalah pengkayaan dengan *Chaetoceros calcitrans* dengan kepadatan konsentrasi 3.5×10^5 sel/ind yaitu sebesar 84,5%.

Berdasarkan uraian di atas didapatkan nilai SR tertinggi dari seluruh jenis bahan pengkaya yang diuji. Nilai SR tertinggi yaitu 99%. Nilai ini diperoleh pada perlakuan pengkayaan nauplii artemia dengan vitamin E. Menurut Mukhlis *et al.* (2020), pemberian vitamin E dalam pakan dapat berperan sebagai anti oksidan, yang mampu menjaga ketersediaan HUFA (*Highly unsaturated fatty acids*) yang merupakan suatu komponen penting yang sangat penting keberadaannya pada setiap spesies, yang tergolong dalam lemak esensial karena vitamin E tergolong dalam *fat-soluble* vitamin yang dapat larut dalam lemak sehingga keberadaan vitamin E pada pakan dapat menjaga kandungan lemak pada tubuh udang. Keberadaan vitamin E dalam membran sel dapat mencegah terjadinya radikal bebas intraseluler, sehingga penambahan atau pengkayaan vitamin E dalam pakan dapat berperan penting dalam pertumbuhan dan kelulushidupan udang dikarenakan metabolisme berjalan dengan baik.

b. Growth Rate (GR)

Zahra dan Supono (2019), menyatakan bahwa *growth rate* merupakan laju pertumbuhan berat yang menunjukkan secara garis besar peningkatan laju pertumbuhan berat benih ikan. Pertumbuhan dapat ditunjang dengan pemberian pakan yang telah disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi ikan. Ikan memerlukan

pakan dengan nutrisi yang mengandung protein, karbohidrat dan lemak yang sesuai dengan kebutuhan ikan untuk pemeliharaan tubuh serta pertumbuhan.

Pemberian pakan yang sedikit akan menghambat pertumbuhan ikan dan memicu persaingan antar ikan dalam memperoleh makanan. Pemberian pakan dalam budidaya tidak sepenuhnya dimanfaatkan oleh ikan guna melakukan pertumbuhan.

Nilai *Growth Rate* (GR) yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai *Growth Rate* (GR) berdasarkan jenis bahan pengkaya

No	Jenis Bahan Pengkaya	GR (%)	Referensi
1	<i>MB+ Microencapsulated Yeast (MY)</i>	1,11	Nimrat <i>et al.</i> (2011)
	<i>MB+MY+Microencapsulated Chaetoceros (MC)</i>	1,11	
	<i>FB+FY+Freeze-dried Chaetoceros</i>	1,11	
2	<i>Biofloc</i>	14,6	Supono <i>et al.</i> (2020)
3	Sinbiotik <i>P. piscisida</i> + MOS	24,39	Hamsah <i>et al.</i> (2018)

Berdasarkan Tabel 6, diperoleh pengaruh bahan pengkaya yang berbeda pada nilai *growth rate* (GR) udang vannamei (*L. vannamei*). Penelitian yang dilakukan oleh Nimrat *et al.* (2011), yang melakukan pengkayaan nauplii artemia dengan bahan *Bacillus sp.*, *Chaetoceros sp.* dan *yeast*. Pengkayaan dilakukan dengan dua metode, yaitu mikroenkapsulasi dan *freeze-drying* pada bahan pengkaya sebelum dilakukan pengkayaan pada nauplii artemia. Hasil yang didapatkan adalah nilai GR tertinggi pada perlakuan *Mixed MB+MY* dan *FB+FY+ Freeze-dried Chaetoceros* dengan GR sebesar 1.11 %. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Supono *et al.* (2020), yang melakukan pengkayaan nauplii artemia dengan *biofloc* dan didapatkan hasil GR sebesar 14.6%. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Hamsah *et al.* (2018), yang melakukan pengkayaan dengan bahan probiotik *P. piscisida*, prebiotik Mananoligosakarida (MOS) dan sinbiotik *P. piscisida*+ MOS. Nilai GR tertinggi yang diperoleh yaitu sebesar 24.39% yang didapatkan dari perlakuan sinbiotik.

Berdasarkan uraian tersebut didapatkan nilai GR tertinggi sebesar 24,39% yang diperoleh dari perlakuan pengkayaan nauplii artemia dengan sinbiotik *P. piscisida* + MOS. Nilai GR dapat dipengaruhi banyak faktor, terutama kandungan nutrisi pakan yang diberikan. Salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi GR pada larva udang adalah efektifitas pencernaan yang terjadi pada larva udang. Pengkayaan nauplii artemia dengan probiotik *P. piscisida* secara tidak langsung juga menambahkan *exogenous* enzim pada pencernaan larva udang. Probiotik *P. piscisida* dapat menghasilkan enzim seperti protease, lipase, amilase, dan mananase. Fungsi dari enzim protease adalah untuk mengubah protein menjadi asam amino, lipase berfungsi untuk mengubah lemak menjadi asam lemak, amilase berfungsi untuk mengubah karbohidrat menjadi gula atau dari pati menjadi maltose. Enzim mananase dalam perlakuan sinbiotik ini berfungsi untuk memanfaatkan keberadaan prebiotik mananoligosakarida pada prebiotik yang diberikan. Keberadaan prebiotik MOS dapat dimanfaatkan secara langsung oleh probiotik *P. piscisida* sehingga ketika terjadi sinbiotik maka yang terjadi adalah perkembangan bakteri probiotik dalam pencernaan udang sehingga menimbulkan sistem pencernaan larva udang lebih efektif dan pertumbuhan lebih cepat.

c. *Specific Growth Rate* (SGR)

Laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate*) adalah persentase kenaikan bobot udang setiap harinya. Menurut Ekaputri *et al.* (2018), laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate*) adalah laju pertumbuhan berat spesifik yang dinyatakan dalam persen berat badan per hari. Laju pertumbuhan spesifik dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis pakan yang digunakan, kualitas air dan padat penebaran budidaya. Nilai *Specific Growth Rate* (SGR) yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai *Specific Growth Rate* (SGR) berdasarkan jenis bahan pengkaya

No	Jenis Bahan Pengkaya	SGR (%)	Referensi
1	MUFA	0,57	Adloo <i>et al.</i> (2020)
	<i>Mixed MB+MY</i>	19,68	
2	<i>FB+FY+Freeze-dried Chaetoceros</i> (FC)	19,68	Nimrat <i>et al.</i> (2011)
	15 ml/L <i>Gamat emulsion</i>	54,97	
3	20 ml/L <i>Gamat emulsion</i>	54,97	Putra <i>et al.</i> (2018)
4	<i>Vitamin E</i>	0,58	Darvishpour <i>et al.</i> (2012)
5	200 mg/L fruktosa	40,08	Xiao <i>et al.</i> (2016)
6	<i>Ethanol extract Laurencia snyderiae</i> (EELS) 600mg/L	12,81	Dashtiannasab <i>et al.</i> (2015)
7	Sinbiotik <i>P. piscisida</i> + MOS	31	Ramadhani <i>et al.</i> (2019)
8	<i>Chaetoceros</i> 3.5x10 ⁵ sel/ind	8,6	Perdana <i>et al.</i> (2021)

Berdasarkan Tabel 7 diperoleh nilai SGR dengan bahan pengkaya nauplii artemia yang berbeda. Pada penelitian yang dilakukan oleh Adloo *et al.* (2020) pengkayaan nauplii artemia dilakukan menggunakan HUFA, PUFA dan MUFA. Nilai SGR tertinggi yang didapatkan adalah sebesar 0,57% dengan pengkayaan dengan MUFA. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Nimrat *et al.* (2011) yang melakukan pengkayaan nauplii artemia dengan bahan *Bacillus sp.*, *Chaetoceros sp.* dan *yeast*. Pengkayaan dilakukan dengan dua metode, yaitu mikroenkapsulasi dan *freeze-drying* pada bahan pengkaya sebelum dilakukan pengkayaan pada nauplii artemia. Nilai SGR tertinggi yang didapatkan yaitu sebesar 19,68 % dari perlakuan *Freeze-dried Bacillus* + *Freeze-dried yeast* + *Freeze-dried Chaetoceros*. dan *mixed Microencapsulated Bacillus* + *Microencapsulated yeast*. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Putra *et al.* (2018) yang melakukan pengkayaan nauplii artemia menggunakan bahan *gamat emulsion* dengan konsentrasi yang berbeda. Perlakuan yang memberikan hasil

SGR terbaik adalah pengkayaan dengan menggunakan 15 ml/L dan 20 ml/L *gamat emulsion* dengan nilai SGR sebesar 54,97%. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Darvshpour *et al.* (2012) yang melakukan pengkayaan nauplii artemia dengan vitamin A, C, E dan kombinasi diantaranya. Hasil SGR tertinggi didapatkan dari perlakuan pengkayaan dengan vitamin E dengan nilai SGR sebesar 0,58%. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Xiao *et al.* (2016) yang melakukan pengkayaan nauplii artemia dengan fruktosa. Nilai SGR tertinggi didapatkan pada perlakuan 100 mg/L fruktosa yaitu sebesar 40,5%.

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Dashtiannasab *et al.* (2015) yang melakukan pengkayaan dengan menggunakan *ethanol extract Laurencia snyderiar* (EELS). Hasil dari penelitian tersebut adalah didapatkan nilai SGR tertinggi sebesar 12,81% pada perlakuan pengkayaan dengan 600 mg/L EELS. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Ramadhani *et al.* (2019), yang melakukan pengkayaan nauplii artemia dengan menggunakan probiotik *P. piscisida*, prebiotik Mananoligosakarida dan sinbiotik dari keduanya. Hasil dari penelitian ini yaitu nilai SGR tertinggi sebesar 31% yang didapatkan dari perlakuan sinbiotik *P. piscisida* + MOS. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Perdana *et al.* (2021), yang melakukan pengkayaan dengan menggunakan *Chaetoceros* sp. dengan konsentrasi yang berbeda dan didapatkan hasil SGR tertinggi sebesar 8,6% pada perlakuan pengkayaan dengan *Chaetoceros* $3,5 \times 10^5$ sel/ind.

Berdasarkan uraian tersebut didapatkan nilai SGR tertinggi sebesar 86,67% pada perlakuan pengkayaan dengan *gamat emulsion* 15 dan 20 ml/L.

Gamat emulsion merupakan ekstrak yang didapatkan dari ketimun laut yang masuk ke dalam jenis *Holothuridae*. Spesies ini dikenal memiliki kandungan nutrisi yang tinggi seperti asam lemak esensial. Tingginya nilai SGR yang didapatkan dapat dipengaruhi karena terpenuhinya kebutuhan asam lemak yang

tidak dapat diproduksi oleh nauplii artemia. Lemak merupakan salah satu sumber energi terbesar selain protein dan karbohidrat. Asam lemak memiliki peran penting sebagai sumber energi maupun substansi penting untuk larva udang. Lemak juga berperan dalam mendukung metabolisme dan osmoregulasi. Terpenuhinya kebutuhan lemak esensial pada artemia yang diperkaya dengan *gamat emulsion* memungkinkan terjadinya percepatan laju pertumbuhan pada larva udang vaname.

3.6 Pengkayaan Nauplii Artemia dengan Bahan yang Berbeda terhadap Sistem Imun Larva Udang Vaname

Total Hemocyte Count (THC), *Respiratory Burst* (RB) dan *Phenoloxidase* (PO) adalah parameter yang umum digunakan untuk menentukan respon imun pada udang. Penelitian terdahulu menunjukkan *Total Haemocyte Count* (THC) sensitif terhadap perubahan lingkungan seperti suhu dan nitrit (Xian *et al.*, 2014). Pada umumnya ada tren yang menunjukkan bahwa THC pada udang menurun ketika udang terpapar patogen atau perubahan lingkungan dan penurunan THC juga mengindikasikan peningkatan adanya infeksi lanjutan (Chang *et al.*, 2018). Hemosit merupakan sel darah yang beredar pada invertebrata yang merupakan efektor imun utama yang melakukan beragam fungsi imunologi seperti fagositosis, generasi molekul sitotoksik dibawah paparan racun dan juga termasuk pemeliharaan homeostasis serta bertanggung jawab dalam berbagai mekanisme perlindungan. Jumlah THC diyakini berpengaruh terhadap kemampuan organisme untuk bereaksi melawan bahan asing dan berbagai respon terhadap infeksi, perubahan lingkungan pada sebagian besar *crustacea*.

Kelimpahan hemosit pada *crustacea* pada dasarnya dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah jenis kelamin, *molting*, status reproduksi dan nutrisi, ukuran, seks, dan berat badan. Sedangkan faktor-faktor ekstrinsik seperti suhu,

salinitas dan oksigen terlarut juga dilaporkan dapat mempengaruhi jumlah THC (*Total Haemocyte Count*) beberapa spesies dekapoda krustasea (Sari *et al.*, 2012). Data THC yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 8.

Menurut Widarnani *et al.* (2019), *Respiratory Burst* (RB) merupakan rangkaian penghapusan partikel dan pelepasan enzim yang terjadi ketika sistem imun udang mengindikasikan adanya pathogen yang masuk ke dalam tubuh udang. Patogen yang masuk ke dalam tubuh udang akan difagositosis oleh sel-sel fagosit. Patogen yang menginfeksi akan dihancurkan dan partikelnya akan dihilangkan oleh beberapa enzim degradatif ke dalam fagosom, serta menghasilkan *Reactive Oxygen Intermediates* (ROI). Menurut Sirisustananun *et al.* (2011), *Respiratory burst activity* adalah mekanisme penghapusan partikel oleh sel *phagocytic hemocyte* yang menyebabkan lepasnya enzim degradative ke fagosom atau dapat disebut sebagai mekanisme pembunuhan pathogen yang menggunakan basis oksigen dan menghasilkan *Reactive Oxygen Intermediates* (ROI). Salah satu respon imun seluler pada udang dalam menanggapi benda asing adalah melalui mekanisme fagositosis. Selama fagositosis partikel atau mikroorganisme diinternalisasi ke dalam sel yang kemudian membentuk fagosom. Penghapusan partikel dalam proses ini melibatkan pelepasan enzim degradatif ke dalam fagosom dan menghasilkan *reactive oxygen intermediates* (ROI). Proses ini dikenal dengan istilah *respiratory burst* (RB) *activity* (Nur'aini *et al.*, 2019). Hasil data RB yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 8.

Phenoloxidase (PO) *activity* merupakan sistem pertahanan utama pada kebanyakan invertebrata. *Phenoloxidase* (PO) *activity* dapat diartikan juga sebagai kemampuan atau aktivitas dari pertahanan tubuh udang vaname untuk mengetahui objek asing yang masuk ke dalam tubuhnya. *Phenoloxidase activity* berhubungan langsung dengan *Total Hemocyte Count* (THC) (Rudi *et al.*, 2019).

Menurut Amparyup *et al.* (2013), pengaktifan *prophenoloxidase* (*proPO*) sangat berhubungan dengan *total hemocyte count* (THC) untuk menghasilkan *phenoloxidase activity*. *Phenoloxidase* adalah enzim yang berperan dalam proses melanisasi. Enzim ini diproduksi melalui sistem *proPO* (*prophenoloxidase*) yang dapat diaktifkan dengan imunostimulan. Hasil dari aktivasi dari sistem *prophenoloxidase* adalah melanin, sebuah pigmen coklat gelap yang bertanggung jawab atas beberapa proses seperti inaktivasi partikel asing yang masuk ke dalam tubuh udang dan untuk memperbaiki kerusakan kutikula. Sistem *proPO* berperan penting pada masuknya benda asing ke dalam tubuh seperti fagositosis, melanisasi, produksi reaktan sitotoksik, enkapsulasi partikel dan pembentukan nodul dan kapsul. Data PO yang diperoleh dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 8. Nilai respon imun berdasarkan jenis bahan pengkaya

No	Jenis Bahan Pengkaya	THC (x10 ⁶ sel/ml)	RB	Phenoloxidase	Penulis
1	Sinbiotik <i>P. piscisida</i> + MOS	7,6	0,67	0,19	Hamsah <i>et al.</i> (2018)
2	Sinbiotik <i>P. piscisida</i> + MOS	4,8	0,79	0,28	Ramadhani <i>et al.</i> (2019)
3	<i>Aurantiochytrium limacinum</i> 40%	-	-	0,115	Visudtiphole <i>et al.</i> (2018)

Berdasarkan Tabel 8, didapatkan hasil THC dari pemberian nauplii artemia yang diperkaya dengan bahan berbeda. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hamsah *et al.* (2018), yang melakukan pengkayaan dengan probiotik *P. piscisida*, prebiotik Mananoligosakarida (MOS) dan Sinbiotik antara keduanya.

Nilai THC tertinggi yang diperoleh yaitu sebesar $7,6 \times 10^6$ sel/ml dengan perlakuan sinbiotik *P. piscisida* + MOS. Hasil penelitian tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Ramadhani *et al.* (2019), yang melakukan

pengkayaan nauplii artemia dengan bahan pengkaya tersebut didapatkan hasil THC tertinggi sebesar $4,8 \times 10^6$ sel/ml pada perlakuan sinbiotik *P. piscisida* + MOS. Berdasarkan uraian tersebut didapatkan nilai THC tertinggi sebesar $7,6 \times 10^6$ sel/ml. Nilai THC yang tinggi menunjukkan respon imun udang terhadap partikel asing yang masuk ke dalam tubuh udang. THC menunjukkan jumlah hemosit yang berada pada tubuh udang tersebut, jika nilai THC tinggi maka menunjukkan adanya respon imun yang baik pada saat udang terinfeksi penyakit. Peningkatan THC pada lava udang yang diberi sinbiotik terjadi sebagai bentuk reaksi sistem imun tubuh larva dalam merespons benda asing yang masuk, yakni sinbiotik (kombinasi probiotik dan prebiotik) yang diberikan selama masa pemeliharaan. Partikel asing yang masuk ke dalam tubuh udang akan dikenali oleh sel hemosit dan direspons melalui beberapa mekanisme seperti *intracellular signaling cascade*, fagositosis, enkapsulasi, dan agregasi nodular.

Berdasarkan Tabel 8, didapatkan hasil RB dari pemberian nauplii artemia yang diperkaya dengan bahan berbeda. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hamsah *et al.* (2018) yang melakukan pengkayaan dengan probiotik *P. piscisida*, prebiotik Mananoligosakarida (MOS) dan Sinbiotik antara keduanya. Nilai RB tertinggi yang diperoleh yaitu sebesar 0,67 dengan perlakuan sinbiotik *P. piscisida* + MOS. Hasil penelitian tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Ramadhani *et al.* (2019) yang melakukan pengkayaan nauplii artemia dengan bahan pengkaya tersebut didapatkan hasil RB tertinggi sebesar 0,79 pada perlakuan sinbiotik *P. piscisida* + MOS. Berdasarkan uraian di atas didapatkan nilai RB tertinggi sebesar 0,79 yang diperoleh dari perlakuan sinbiotik *P. piscisida* + MOS. Nilai RB berbanding lurus dengan aktivitas fagositosis yang terjadi di dalam tubuh udang. Semakin tinggi nilai RB maka aktivitas fagositosis yang terjadi di dalam tubuh udang juga semakin tinggi.

Berdasarkan Tabel 8 di atas, didapatkan hasil PO dari pemberian nauplii artemia yang diperkaya dengan bahan berbeda. Pada penelitian yang dilakukan oleh Visudtiphole *et al.* (2018) dilakukan pengkayaan nauplii artemia menggunakan *Aurantiochytrium limacinum* dengan konsentrasi yang berbeda. Nilai PO tertinggi diperoleh dari perlakuan 40% *Aurantiochytrium limacinum* dengan nilai sebesar 0,115. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Hamsah *et al.* (2018), yang melakukan pengkayaan dengan probiotik *P. piscisida*, prebiotik Mananoligosakarida (MOS) dan Sinbiotik antara keduanya. Nilai PO tertinggi yang diperoleh yaitu sebesar 0,19 dengan perlakuan sinbiotik *P. piscisida* + MOS. Hasil penelitian ini didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Ramadhani *et al.* (2019) yang melakukan pengkayaan nauplii artemia dengan bahan pengkaya tersebut didapatkan hasil PO tertinggi sebesar 0,28 pada perlakuan sinbiotik *P. piscisida* + MOS. Berdasarkan uraian tersebut didapatkan nilai PO tertinggi sebesar 0,28 yang ditemukan pada pengkayaan nauplii artemia dengan sinbiotik *P. piscisida* + MOS. Peningkatan aktivitas PO setelah pemberian sinbiotik dapat disebabkan oleh proses inisiasi pengenalan benda asing pada sel probiotik dan MOS oleh *pattern recognition protein* (PRPs) pada hemosit. Enzim PO terdapat dalam hemolim sebagai inaktif pro-enzyme yang disebut proPO. Pada krustasea, proPO berfungsi dalam pengenalan benda asing dan melanisasi. Transformasi proPO menjadi PO melibatkan beberapa reaksi yang dikenal sebagai proPO *activating system* yang diaktifkan oleh dinding sel bakteri, β -glukan, dan lipopolisarida. Hasil ini didukung oleh penelitian sebelumnya oleh Huynh *et al.* (2017), melaporkan bahwa sinbiotik dapat memacu terjadinya enkapsulasi dan fagositosis pada udang. Nilai PO yang tinggi dapat menunjukkan peningkatan kemampuan udang untuk menghancurkan partikel asing yang masuk ke dalam tubuhnya.

3.7 Kualitas Air

Parameter penunjang meliputi pengukuran suhu, pH, DO, salinitas dan tingkat kelulushidupan larva udang vaname (*L. vannamei*). Parameter ini perlu diperhatikan dan dijaga selama proses pemeliharaan larva udang vaname agar tidak melebihi batas toleransi untuk larva udang vaname. Secara umum kadar DO, pH, salinitas dan suhu dalam kondisi optimum bagi kelangsungan hidup larva udang vaname. Menurut Devi *et al.* (2017), kualitas air memainkan peran utama dalam kesehatan organisme. Ketika terjadi penurunan kualitas pada air untuk budidaya, maka akan dapat menyebabkan organisme yang ada di perairan tersebut stres dan dapat membawa penyakit. Setiap parameter kualitas air saling berinteraksi dan saling mempengaruhi parameter-parameter lainnya. Kondisi perairan yang baik merupakan suatu kebutuhan untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan organisme akuatik karena seluruh proses kehidupan organisme akuatik sepenuhnya tergantung pada kualitas lingkungannya. Data hasil pengukuran untuk parameter penunjang dapat dilihat pada Tabel 9.

Salinitas merupakan salah satu dari faktor yang mempengaruhi kualitas perairan. Salinitas didefinisikan sebagai banyaknya garam dalam gram yang terdapat pada air laut. Faktor yang mempengaruhi perbedaan nilai salinitas adalah cuaca dan angin. Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai (Patty, 2015). Suhu air adalah faktor abiotik penting pada ekosistem air yang mampu mempengaruhi banyak aspek. Aspek yang berpengaruh di antaranya adalah keberadaan organisme termasuk tingkat makan, metabolisme dan pertumbuhan serta fekunditas. Suhu diperlukan untuk menentukan kandungan panas di perairan. Suhu air normal adalah suhu air yang memungkinkan makhluk hidup dapat melakukan metabolisme dan berkembang biak. Suhu sangat berkaitan erat

dengan konsentrasi oksigen terlarut dalam air dan konsumsi oksigen hewan air.

Kisaran suhu yang baik pada perairan berkisar antara 28 – 30°C (Dallas dan Gillespie, 2015). Selain suhu, kualitas air lain yang umum diamati adalah pH.

Menurut Astria *et al* (2014), pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Unit pH

diukur pada skala 0 sampai 14. Istilah pH berasal dari “p” lambang matematika

dari negatif logaritma dan “H” yang merupakan lambang kimia untuk unsur

hidrogen. Definisi yang formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas

ion hidrogen. Definisi lain yang umumnya digunakan adalah derajat yang

menyatakan keasaman suatu larutan. *Dissolver Oxygen* (DO) juga termasuk

dalam parameter kualitas air yang harus diperhatikan karena memiliki peranan

penting bagi kelangsungan hidup organisme yang diuji atau dibudidayakan.

Andem *et al.* (2013), menyatakan bahwa oksigen terlarut yang baik adalah lebih

dari 4 mg/l sedangkan oksigen terlarut yang kurang dari 4 mg/l dapat

membahayakan kehidupan organisme akuatik. DO yang rendah dapat

disebabkan jumlah bahan organik yang terlalu banyak. Hal ini menyebabkan

jumlah konsumsi oksigen tinggi karena digunakan untuk dekomposisi dan

dioksidasi. Tingkat kebutuhan dan konsumsi DO yang rendah dapat diartikan

bahwa suatu perairan tidak terpapar polusi. Konsumsi DO yang tinggi pada suatu

perairan dapat diartikan perairan tersebut terpapar polusi tinggi. Data hasil

pengukuran parameter kualitas air yang didapatkan pada Tabel 9 dapat

disimpulkan bahwa kualitas air tidak berpengaruh langsung terhadap

kelangsungan hidup larva udang vaname yang diberi pakan alami nauplii artemia

yang diperkaya dengan berbagai bahan berbeda. Seluruh penelitian yang

dilakukan memiliki parameter kualitas air yang memenuhi Standar Nasional

Indonesia. Menurut BSN (2014), pemeliharaan larva udang vanamei

membutuhkan suhu antara 28-33 °C, salinitas 30-33 ppt, pH 7,5-8,5 dan Oksigen

terlarut >4.0 mg/L.

Tabel 9. Kualitas air

No	Jenis Bahan pengkaya	Salinitas (ppt)	Suhu (°C)	pH	DO (mg/L)	SR (%)	Referensi
1	15 ml/L Gamat emulsion		28-30	6.6-8.2	4.5-5.0	64.97	Putra et al/2018
2	300 mg/L fruktosa		27-29	7.6-7.9	5.0-5.8	98.6	Xiao et al/2016
3	<i>Bacillus licheniformis</i> + <i>B.subtilis</i>	30-31	31-32	7.5-8	4.9-5	65	Jamali et al/2015
4	Easy-DHA Selco+DL Methionine (4g/L)	30	28-29.5	8.1-8.3	6	36.1	Nafisi et al/2018
5	Vit C 25 mg/L + Taurine 25 mg/L	30-31	7.8	5.6-5.7	69	30-31	Monica et al/2021
6	Biofloc	25-26	26-29.5	7	3.3-5.5	98	Supono et al/2020
7	<i>Aurantiochytrium limacinum</i>	30	30-32	7.5-8.5	>5	78	Visudtip hole et al/2018
8	Halorubrum (Hrm)	20	27-29	7.4-7.8	5.6-6	92.23	Wei et al/2020
9	Chaetoceros 60 + Skeletonema 40%	26-28	29-30	7.7-8.8	4.1-4.7	85.67	Purba/2012

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil *review* tersebut, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan kandungan nutrisi nauplii artemia yang diperkaya menunjukkan peningkatan kandungan protein maupun lemak tergantung dengan bahan pengkaya yang digunakan. Berdasarkan hasil *review* yang didapatkan rata-rata kandungan nutrisi nauplii artemia adalah 56.03% protein, 3.08% lemak, 4.81% abu dan 11,2% air. Nilai rata-rata peningkatan kandungan nutrisinya adalah protein meningkat sebanyak 4.4% menjadi 60,4%, lemak meningkat sebanyak 2.63% menjadi 5.71%, sedangkan kandungan air mengalami penurunan. Kandungan air nauplii artemia setelah diperkaya berkurang sebanyak 1,98 menjadi 9.02% dan kandungan abu berkurang sebanyak 0,12% menjadi 4.69%.
2. Nilai *survival rate* yang diperoleh dari berbagai pengkayaan artemia dengan bahan berbeda adalah antara 27% sampai 99% dengan rata-rata sebesar 74,9%. Nilai *growth rate* yang diperoleh adalah antara 14,6% sampai 24,39% dengan rata-rata sebesar 19.55%. Nilai *specific growth rate* yang diperoleh antara 0,57% sampai 86,67% dengan rata-rata sebesar 24,40%.
3. Respon imun udang dapat diukur dengan *total hemocyte count* (THC), *respiratory burst* (RB) dan *phenoloxidase* (PO). Data yang didapatkan menunjukkan peningkatan nilai THC, RB dan PO didapatkan dari pemberian pakan nauplii artemia yang diperkaya dengan sinbiotik *Pseudoalteromonas piscicida* dengan Mananologosakarida.

4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan adalah agar melakukan pengkayaan nauplii artemia sebagai pakan alami larva udang vaname *L. vannamei* dengan bahan yang memiliki nilai SR, GR, SGR dan respon imun (THC, PO, RB) yang lebih dari rata-rata nilai yang didapatkan karena menunjukkan penelitian yang dilakukan tersebut mendapatkan hasil yang dapat diaplikasikan secara lapang maupun untuk dilakukan penelitian lanjutan.

Saran yang dapat diberikan untuk *review* selanjutnya adalah yaitu membahas tentang pengkayaan pakan alami jenis lain yang memungkinkan adanya dampak positif bagi organisme yang dibudidayakan. Selain itu, pada *review* selanjutnya bisa didapatkan informasi terkait pemberian artemia maupun pakan alami lain yang telah diperkaya terhadap jenis udang lainnya misalnya udang windu (*Penaeus monodon*).

DAFTAR PUSTAKA

- Adloo, M. N., N. Agh, A. R. Salarzade., & Bahri, A. H. (2020). The effect of lipid-enriched *Artemia franciscana* on reproductive performance of broodstock and larval quality of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(4), 1928-1943.
- Ahmadi, A., M.T. Mozanzadeh., N. Agh., & M. N. Bahabadi. (2017). Effects of enriched *Artemia* with *Saccharomyces cerevisiae* and *Chaetoceros gracilis* on growth performance, stress resistance and fatty acid profile of *Litopenaeus vannamei* postlarvae. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(2): 669-673
- Ahmadi, A., M.T. Mozanzadeh., N. Agh., & M. N. Bahabadi. (2019). Effects of enriched *Artemia* with n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids on growth performance, stress resistance and fatty acid profile of *Litopenaeus vannamei* postlarvae. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18(3), 562-574.
- Akbary, P., Hosseini, S. A., & Imanpoor, M. R. (2011). Enrichment of *Artemia* nauplii with essential fatty acids and vitamin C: effect on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae performance. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10(4), 557-569.
- Amparyup, P., Charoensapsri, W., & Tassanakajon, A. (2013). Prophenoloxidase system and its role in shrimp immune responses against major pathogens. *Fish & Shellfish Immunology*, 34(4), 990-1001.
- Andem, A. B., Okorafor, K. A., Eyo, V. O., and Ekpo, P. B. (2013). Ecological impact assessment and limnological characterization in the intertidal region of Calabar River using benthic macroinvertebrates as bioindicator organisms. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 1(2), 8-14.
- Astria, F., Subito, M., & Nugraha, D. W. (2014). Rancang bangun alat ukur pH dan suhu berbasis short message service (SMS) gateway. *Universitas Tadulako, Sulawesi Tengah*.
- Bailey-Brock, J. H., & Moss, S. M. (1992). Penaeid taxonomy, biology and zoogeography. *Developments in aquaculture and fisheries science*, 23, 9-27.
- Chang, Z. Q., Ge, Q. Q., Sun, M., Wang, Q., Lv, H. Y., & Li, J. (2018). Immune responses by dietary supplement with *Astragalus polysaccharides* in the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 24(2), 702-711.
- Dallas, H. F., and Ross-Gillespie, V. (2015). Sublethal effects of temperature on freshwater organisms, with special reference to aquatic insects. *Water Sa*, 41(5), 712-726.
- Darvishpour, H., Yahyavi, M., Mohammadzadeh, F., & Javadzadeh, M. (2012).



- Effects of vitamins A, C, E and their combination on growth and survival of *Litopenaeus vannamei* post larvae. *Advanced Studies in Biology*, 4(5), 245-253.
- Dashtiannasab, A., Mesbah, M., Pyghan, R., & Kakoolaki, S. (2016). The efficacy of the red seaweed (*Laurencia snyderiae*) extract on growth performance, survival and disease resistance in white shrimp. *Iranian Journal of Aquatic Animal Health*, 2(1), 1-10.
- Dehghan, M., Jafariyan, H., Rezai, M. H., Amoozagar, M. A., & Sahandi, J. (2011). Potential of the brine shrimp (*Artemia urmiana*) enrichment with two species of Bacillus and Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). *World J Fish Mar Sci*, 3(6), 523-528.
- Devi, P. A., Padmavathy, P., Aanand, S., & Aruljothi, K. (2017). Review on water quality parameters in freshwater cage fish culture. *International Journal of Applied Research*, 3(5), 114–120.
- Dey, A., Ghosh, K., & Hazra, N. (2015). An overview on bioencapsulation of live food organisms with probiotics for better growth and survival of freshwater fish juveniles. *International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture*, 5(2), 74-83.
- Dumitrascu, M. 2011. *Artemia salina*. *Balneo-Research Journal*, 2 (4):119-122.
- Ekaputri, R. A., Arief, M., & Rahardja, B. S. (2018). Effect of chitosan supplementation in commercial feed for specific growth rate and protein retention of *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Marine and Coastal Science*, 7(2), 39-50.
- Ernawati., Saddang., & Irwan. (2020). Efektivitas β -Karoten pada Nauplius Artemia. *Jurnal Airaha*, 9(02), 151-154.
- FAO, 2017. Global aquaculture production (online) <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquacultureproduction/query/en> (Diakses pada 25 Maret 2021)
- Gao, Y., X. Zhang, J. Wei, X. Sun, J. Yuan, F.Li & J. Xiang. (2015). Whole transcriptome analysis into molecular mechanisms for moulting in *Litopenaeus vannamei*. *Journal Pone*, 10(12): 1-26.
- Galil, B. S., Clark, P. F., & Carlton, J. T. (Eds.). (2011). *In the wrong place-alien marine crustaceans: distribution, biology and impacts* (Vol. 6). Springer Science & Business Media.
- Gustrifandi, H. (2011). The effect of density and natural feed dozes growth of giant shrimp larvae (*Penaeus monodon* Fab.)]. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 3(2), 240-248.
- Herawati, V. E., & Hutabarat, J. (2015). Analisis pertumbuhan, kelulushidupan dan produksi biomass larva udang vannamei dengan pemberian pakan *Artemia* sp. produk lokal yang diperkaya *Chaetoceros calcitrans* dan *Skeletonema coctatum*. *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 12(1).

Hermanto, A., Pramonowibowo, & Asriyanto. (2012). Pengaruh umpan terhadap hasil tangkapan alat tangkap anco (*lift net*) di perairan rawa Bulung Kulon, Kabupaten Kudus. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 2(1): 128-137.

Hidayat, R. P. (2017). Evaluasi pemberian crude protein *Zoothamnium penaei* terhadap laju pertumbuhan, respon Imun dan kelulushidupan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Di Tambak. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 19(2), 111-126.

Huynh, T. T. (2017). Effect of associated bacteria on gnotobiotic Artemia performance. *Can Tho University Journal of Science*, (07), 58-64.

Interaminense, J. A., Ferreira Calazans, N., do Valle, B. C., Lyra Vogeley, J., Peixoto, S., Soares, R., & Lima Filho, J. V. (2014). *Vibrio* spp. control at brine shrimp, Artemia, hatching and enrichment. *Journal of the World Aquaculture Society*, 45(1), 65-74.

Jamali, H., Imani, A., Abdollahi, D., Roozbehfar, R., & Isari, A. (2015). Use of probiotic Bacillus spp. in rotifer (*Brachionus plicatilis*) and Artemia (*Artemia urmiana*) enrichment: Effects on growth and survival of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, Larvae. *Probiotics and antimicrobial proteins*, 7(2), 118-125.

Junda, M., Kurnia, N., & Mis'am, Y. (2015). Pengaruh pemberian *Skeletonema costatum* dengan kepadatan berbeda terhadap sintasan *Artemia salina*. *bionature*, 16(1).

Jusadi, D., Ruchyani, S., & Mokoginta, J. E. (2011). Improvement of survival and development of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* larvae by feeding taurine enriched rotifers. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 10(2), 131-136.

Karthik, R., Pushpam, A. C., Ramalingam, K., Yuvaraj, D., & Vanitha, M. C. (2015). Attenuation of negative impacts by micro algae and enriched *Artemia salina* on *Penaeus monodon* and *Litopenaeus vannamei* larval culture. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 10(5), 347.

Khasanah, N. R., Raharja, B. S., & Cahyoko, Y. (2012). Pengaruh pengkayaan *Artemia* spp. dengan kombinasi minyak kedelai dan minyak ikan salmon terhadap pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup larva kepiting bakau (*Scilla paramamosain*). *Journal of marine and coastal science*, 1(2), 125-139.

Le, T. H., Hoa, N. V., Sorgeloos, P., & Van Stappen, G. (2019). Artemia feeds: a review of brine shrimp production in the Mekong Delta, Vietnam. *Reviews in Aquaculture*, 11(4), 1169-1175.

Lim, C., & Persyn, A. (1989). Practical feeding—penaeid shrimps. In Nutrition and feeding of fish (pp. 205-222). Springer, Boston, MA.

Hamsah, H., Widanarni, W., Alimuddin, A., Yuhana, M., & Junior, M. Z. (2018). Kinerja pertumbuhan dan respons imun larva udang vaname yang diberi probiotik *Pseudoalteromonas piscicida* dan prebiotik



mannan oligosakarida melalui Bioenkapsulasi *Artemia* sp. *Proceeding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan*, (5).

Meirong, Gao., Bo. Z., Du. D., & Sui. L. (2018). Poly- β -hydroxybutyrate (PHB)-accumulating *Halomonas* improves the survival, growth, robustness and modifies the gut microbial composition of *Litopenaeus vannamei* postlarvae. *Aquaculture*, 500, 607-612.

Monica, T., & Widiastuti, E. L. (2021). *Artemia* sp. enrichment with vitamin C and taurine to support growth and survival rate of vaname (*Litopenaeus vannamei*) larvae: early study. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 674, No. 1, p. 012099). IOP Publishing.

Mudjiman, A. (1988). Udang renik air asin: *Artemia salina*. Bhartara Karya Aksara.

Mukhlis, M., Humairani, R., Akmal, Y., & Irfannur, I. (2020). Efektifitas penambahan Vitamin E pada pakan dalam meningkatkan pertumbuhan benih udang windu (*Penaeus monodon*). *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 2(2), 123-129.

Munteanu, C., & Dumistrascu, M. (2011). Therapeutic muds. *Balneo-Res. J*, 2, 12-16.

Nafisi, M., Torfi Mozanzadeh, M., Agh, N., Ahmadi, A., & Yaghoubi, M. (2018). Enriched *Artemia* with L-lysine and DL-methionine on growth performance, stress resistance, and fatty acid profile of *Litopenaeus vannamei* postlarvae. *Journal of Applied Aquaculture*, 30(4), 325-336.

Nashihuddin, W. dan F. Suryono. (2018). Tinjauan terhadap kesiapan pustakawan dalam menghadapi disrupsi profesi di era library 4.0: sebuah literatur review. *Khazanah Al-Hikmah* 6(2): 86-97.

National Research Council. (2011). Nutrient requirements of fish and shrimp. *National academies press*.

Nimrat, S., Boonthai, T., & Vuthiphandchai, V. (2011). Effects of probiotic forms, compositions of and mode of probiotic administration on rearing of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) larvae and postlarvae. *Animal feed science and technology*, 169(3-4), 244-258.

Nimrat, S., Tanutpongpalin, P., Sritunyalucksana, K., Boonthai, T., & Vuthiphandchai, V. (2013). Enhancement of growth performance, digestive enzyme activities and disease resistance in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) postlarvae by potential probiotics. *Aquaculture International*, 21(3), 655-666.

Nur'aini, Y. L., Fatmawati, B. H., & Faries, A. Penanggulangan penyakit berak putih pada Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perekayasaan Budidaya Air Payau dan Laut*, 14: 108-117.

Ogello, E. O., Nyonje, B. M., & Van Stappen, G. (2014). Genetic differentiation of *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906) in Kenyan coastal saltworks. *International Journal of Advanced Research*, 2(4), 1154-1164.

Patty, S. I. (2015). Karakteristik fosfat, nitrat dan oksigen terlarut di perairan selat lembeh, sulawesi utara. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 3(2), 1–7.

Perdana, P. A., Lumbessy, S. Y., & Setyono, B. D. H. (2021). Pengkayaan pakan alami *Artemia* sp. dengan *Chaetoceros* sp. pada budidaya post larva budang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Marine Research*, 10(2), 252-258.

Prusińska, M., Kushniryk, O., Khudyi, O., Khuda, L., & Kolman, R. (2015). Impact of enriching larval brine shrimp (*Artemia* sp.) with a supplement containing polyunsaturated fatty acids on their growth and mortality. *Fisheries & Aquatic Life*, 23(3), 149-154.

Purba, C. Y. (2012). Performa pertumbuhan, kelulushidupan, dan kandungan nutrisi larva udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) melalui pemberian pakan artemia produk lokal yang diperkaya dengan sel diatom. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 1(1), 102-115.

Putra, D. F., Trisyahdar, T. N., Dewiyanti, I., & Muhammadar, A. A. (2018, December). Effect of enhanced Artemia with gamat emulsion on growth performance and survival rate of white shrimp *Litopenaeus vannamei* larvae. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 216, No. 1, p. 012005). IOP Publishing.

Putri, T., Supono, S., & Putri, B. (2020). Pengaruh jenis pakan buatan dan alami terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 8(2), 176-192.

Ramadhani, D. E., Widanarni, W., & Sukenda, S. (2019). Microencapsulation of probiotics and its applications with prebiotic in Pacific white shrimp larvae through *Artemia* sp. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 18(2), 130-140.

Rostika, R., Rahmanto, F., Haetami, K., and Iskandar, P. R. (2020). The use of various proportions of rough fish and pellets on the growth of giant trevally fish (*Caranx hippos*) in the east coast floating net cages (KJA Pantai timur), pangandaran. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 8(1), 197–200.

Rudi, M., Sukenda, S., Wahjuningrum, D., Pasaribu, W., & Hidayatullah, D. (2019). Seaweed extract of *Gracilaria verrucosa* as an antibacterial and treatment against *Vibrio harveyi* infection of *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 18(2), 120-129.

Sari, A. H. W., Risjani, Y., & Mahendra, A. P. W. (2012). Efek Konsentrasi Sublethal Fenol Terhadap Total Haemocyte Count (THC) dan Histologi Insang Kepiting Bakau (*Scylla serata*). *The Journal of Experimental Life Science*, 2(2), 82-88.

Sarmudianto, E. (2017). Peningkatan kadar asam lemak Omega-3 pada *Daphnia* sp. dengan pengkayaan minyak ikan. *Jurnal Mina Sains*, 1(1), 1-5.

Setiawati, M., Putri, D., & Jusadi, D. (2013). Survival and growth of catfish *Pangasionodon* sp. larvae fed on vitamin C-enriched Artemia. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 12(2), 136-143.

Shahkar, E., Yun, H., Park, G., Jang, I. K., kyoung Kim, S., Katya, K., & Bai, S. C. (2014). Evaluation of optimum dietary protein level for juvenile whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Crustacean Biology*, 34(5), 552-558.

Sirirustananun, N., Chen, J. C., Lin, Y. C., Yeh, S. T., Liou, C. H., Chen, L. L., & Chiew, S. L. (2011). Dietary administration of a *Gracilaria tenuistipitata* extract enhances the immune response and resistance against *Vibrio alginolyticus* and white spot syndrome virus in the white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Fish & shellfish immunology*, 31(6), 848-855.

Supono, S., Wardiyanto, W., & Tarsim, T. (2020). The effect of nauplii *Artemia* sp. enriched with biofloc on the performance of *Penaeus monodon* and *Penaeus vannamei* post-larvae. *Aceh Journal of Animal Science*, 5(2), 81-86.

Swarjana, I. K. dan SKM, M. P. H. (2012). Metodologi penelitian kesehatan. Penerbit Andi.

Toi, H. T., Boeckx, P., Sorgeloos, P., Bossier, P., & Van Stappen, G. (2013). Bacteria contribute to *Artemia* nutrition in algae-limited conditions: A laboratory study. *Aquaculture*, 388, 1-7.

Usman, U., Kamaruddin, K., & Laining, A. (2018). Substitusi penggunaan nauplius *artemia* dengan pakan mikro dalam pemeliharaan larva kepiting bakau, *Scylla olivacea*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(1), 29-38.

Visudtiphole, V., Phromson, M., Tala, S., Bunphimpapha, P., Raweeratanapong, T., Sittikankaew, K., & Unagul, P. (2018). *Aurantiochytrium limacinum* BCC52274 improves growth, hypo-salinity tolerance and swimming strength of *Penaeus vannamei* post larvae. *Aquaculture*, 495, 849-857.

Wei, X., Ma, Y., Ren, B., Gao, M., & Sui, L. (2020). *Artemia* nauplii enriched with archaea *Halorubrum* increased survival and challenge tolerance of *Litopenaeus vannamei* postlarvae. *Aquaculture*, 533, 736087.

Widanarni, W., Gustilatov, M., Sukenda, S., & Utami, D. A. S. (2019). Pemanfaatan madu untuk meningkatkan respons imun dan resistansi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) terhadap infeksi *White Spot Syndrome Virus*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 14(1), 59-69.

Widiastuti, R., Hutabarat, J., & Herawati, V. E. (2012). Pengaruh pemberian pakan alami berbeda (*Skeletonema costatum* dan *Chaetoceros gracilis*) terhadap pertumbuhan biomass mutlak dan kandungan nutrisi *Artemia* sp. Lokal. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 1(1), 236-248.

Wilianto dan A. Kurniawan. 2018. Sejarah, cara kerja dan manfaat *internet of things*. *Jurnal Matrix*, 8(2): 36-41.

Xian, J. A., Li, B., Guo, H., Miao, Y. T., Ye, J. M., Feng, L. N., & Hao, X. M. (2014). Haemocyte apoptosis of the tiger shrimp *Penaeus monodon* exposed to cadmium. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 92(5), 525-528.

Xiao, Y. C., Chen, J., Xie, C. Y., Peng, T., Liu, Y., & Wang, W. N. (2017). A diet of fructose-enriched *Artemia* improves the response of juvenile *Litopenaeus vannamei* shrimp to acute low-salinity challenge. *Aquaculture Research*, 48(7), 3935-3949.

Zahra, S. A., dan Supono, B. P. (2019). Pengaruh feeding rate (fr) yang berbeda terhadap pertumbuhan dan tingkat kelulushidupan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipelihara dengan sistem bioflok.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Seleksi Jurnal

No	Judul Artikel	Penulis
1	The effect of lipid-enriched <i>Artemia franciscana</i> on reproductive performance of broodstock and larval quality of Pacific white shrimp <i>Litopenaeus vannamei</i>	Adloo <i>et al</i> 2020
2	Effects of enriched <i>Artemia</i> with <i>Saccharomyces cerevisiae</i> and <i>Chaetoceros gracilis</i> on growth performance, stress resistance and fatty acid profile of <i>Litopenaeus vannamei</i> postlarvae	Ahmadi <i>et al</i> 2017
3	Effects of probiotic forms, compositions of and mode of probiotic administration on rearing of Pacific white shrimp (<i>Litopenaeus vannamei</i>) larvae and postlarvae	Nimrat <i>et al</i> 2011
4	Effect of enhanced <i>Artemia</i> with gamat emulsion on growth performance and survival rate of white shrimp <i>Litopenaeus vannamei</i> larvae	Putra <i>et al</i> 2018
5	Effects of vitamins A, C, E and their combination on growth and survival of <i>Litopenaeus vannamei</i> post larvae	Darvishpour <i>et al</i> 2012
6	Efficacy of <i>Cheatoceros calcitrans</i> , enriched <i>Artemia salina</i> , <i>Bacillus stratosphericus</i> (amet1601) nov., and nitrifier bacterial consortium as probiotics on <i>Litopenaeus vannamei</i> culture	Khartik <i>et al</i> 2015
7	A diet of fructose-enriched <i>Artemia</i> improves the response of juvenile <i>Litopenaeus vannamei</i> shrimp to acute low-salinity challenge	Xiao <i>et al</i> 2016
8	Use of probiotic <i>Bacillus</i> spp. in Rotifer (<i>Brachionus plicatilis</i>) and <i>Artemia</i> (<i>Artemia urmiana</i>) enrichment: effects on growth and survival of Pacific White Shrimp, <i>Litopenaeus vannamei</i> , larvae	Jamali <i>et a</i> /2015
9	Enriched <i>Artemia</i> with L-lysine and DL-methionine on growth performance, stress resistance and fatty acid profile of <i>Litopenaeus vannamei</i> post larvae	Nafisi <i>et al</i> 2018
10	Poly-β-hydroxybutyrate (PHB)-accumulating <i>Halomonas</i> improves the survival, growth, robustness and modifies the gut microbial composition of <i>Litopenaeus vannamei</i> postlarvae	Meirong <i>et al.</i> , 2018



No	Judul Artikel	Penulis
11	Artemia sp. enrichment with vitamin C and taurine to support growth and survival rate of vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>) larvae: early study	Monica <i>et al</i> 2021
12	Effects of enriched Artemia with n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids on growth performance, stress resistance and fatty acid profile of <i>Litopenaeus vannamei</i> postlarvae	Ahmadi <i>et al</i> 2019
13	The efficacy of the red seaweed (<i>Laurencia snyderiae</i>) extract on growth performance, survival and disease resistance in white shrimp (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	Dashtiannasab <i>et al</i> 2015
14	The effect of nauplii Artemia sp. enriched with biofloc on the performance of <i>Penaeus monodon</i> and <i>Penaeus vannamei</i> post-larvae	Supono <i>et al</i> 2020
15	<i>Aurantiochytrium limacinum</i> BCC52274 improves growth, hypo-salinity tolerance and swimming strength of <i>Penaeus vannamei</i> post larvae	Visudtiphole <i>et al</i> 2018
16	Artemia nauplii enriched with <i>Archaea Halorubrum</i> increased survival and challenge tolerance of <i>Litopenaeus vanammei</i> postlarvae	Wei <i>et al</i> 2020
17	Performa pertumbuhan, kelulushidupan dan kandungan nutrisi larva udang vanamei (<i>Litopenaeus vannamei</i>) melalui pemberian pakan artemia produk local yang diperkaya dengan sel diatom	Purba 2012
18	Kinerja pertumbuhan dan respons imun larva udang vaname yang diberi probiotik <i>Pseudoalteromonas piscicida</i> dan prebiotic Mannanoligosakarida melalui Bioenkapsulasi <i>Artemia</i> sp	Hamsah <i>et al</i> 2018
19	Mikroenkapsulasi probiotik dan aplikasinya dengan prebiotik pada larva udang vaname melalui <i>Artemia</i> sp.	Ramadhani <i>et al</i> 2019
20	Pengkayaan pakan alami <i>Artemia</i> sp. dengan <i>Chaetoceros</i> sp. pada budidaya post larva udang vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	Perdana <i>et al</i> 2021

Lampiran 2. Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Jenis Nauplii Artemia	Sampel Udang	Jenis Bahan Pengkaya	Waktu Penelitian (hari)	Parameter		Referensi
					Utama	Penunjang	
1	<i>Artemia franciscana</i>	216 ekor	PUFA, HUFA, MUFA	45 Hari	SR, SGR	-	Adloo <i>et al</i> 2020
2	<i>Artemia franciscana</i>	Tidak disebutkan	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Chaetoceros gracilis</i>	15 Hari	SR, Kandungan asam lemak	-	Ahmadi <i>et al</i> 2017
3	<i>Artemia franciscana</i>	50000 ekor	<i>Bacillus spp.</i> , <i>Chaetoceros sp.</i>	Tidak disebutkan (Zoea 3 - PL21)	SR, GR, WG, LG, SGR, ADG	-	Nimrat <i>et al</i> 2011
4	<i>Artemia sp.</i>	Tidak disebutkan	<i>Gamat emulsion extract</i>	12 Hari	SR, WG, LG, SGR	Suhu, pH, DO, Amonia	Putra <i>et al</i> 2018
5	<i>Artemia sp.</i>	Tidak disebutkan	Vitamin A, C, E	15 Hari	SR, SGR	-	Darvishpour <i>et al</i> 2012
6	<i>Artemia salina</i>	150 ekor	<i>Chaetoceros calcitrans</i>	20 Hari	SR, WG	Amonia, Nitrat, Nitrit	Khartik <i>et al</i> 2015
7	<i>Artemia sp.</i>	Tidak disebutkan	Fruktosa	10 Hari	SR, SGR, Low salinity test	-	Xiao <i>et al</i> 2016
8	<i>Artemia urmiana</i>	Tidak disebutkan	<i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Bacillus subtilis</i>	Tidak disebutkan (Mysis 2- PL10)	SR, WG, LG	-	Jamali <i>et al</i> 2015
9	<i>Artemia franciscana</i>	200 ekor/L	L-lysine, DHA, DL-Methionine	Tidak disebutkan	SR, Stress test	-	Nafisi <i>et al</i> 2018

No	Jenis Nauplii Artemia	Sampel Udang	Jenis Bahan Pengkaya	Waktu Penelitian (hari)	Parameter		Referensi
					Utama	Penunjang	
10	<i>Artemia</i> sp.	Tidak disebutkan	Poly- β -hydroxybutyrate pada <i>Halomonas</i>	15 Hari	SR, <i>Osmotic stress tolerance</i> , <i>Vibrio challenge</i>	-	Meirong <i>et al</i> 2018
11	<i>Artemia</i> sp.	4000 ekor	Vitamin C, Taurine	8 Hari	SR, LG	Suhu, pH, DO, Salinitas	Monica <i>et al</i> 2021
12	<i>Artemia franciscana</i>	200 ekor/L	n3-LC-PUFA	15 Hari	SR, <i>Stress resistance</i> , Profil asam lemak	-	Ahmadi <i>et al</i> 2019
13	<i>Artemia franciscana</i>	Tidak disebutkan	<i>Ethanol extract Laurencia snyderiae</i>	30 Hari	SR, SGR	-	Dashtiannasab <i>et al</i> 2015
14	<i>Artemia</i> sp.	Tidak disebutkan	<i>Biofloc</i>	Tidak disebutkan	SR, GR, DGR	Suhu, pH, DO, Salinitas, Amonia	Supono <i>et al</i> 2020
15	<i>Artemia salina</i>	100 ekor/L	<i>Aurantiochytrium limacinum</i>	Tidak disebutkan	SR, <i>Vibrio harveyii challenge test</i> , <i>Hypo-salinity challenge</i> , <i>Swimming test</i> , GC, PO, SOD <i>Activity</i>	-	Visudtiphole <i>et al</i> 2018
16	<i>Artemia franciscana</i>	Tidak disebutkan	<i>Halorubrum</i> , <i>Phaeodactylum tricornutum</i>	10 Hari	SR, <i>Salinity stress tolerance</i>	Suhu, pH, DO, Salinitas	Wei <i>et al</i> 2020
17	<i>Artemia</i> lokal	Tidak disebutkan	<i>Chaetoceros</i> sp, <i>Skeletonema</i> sp.	10 Hari	SR, GR, Kandungan proksimat	Suhu, pH, DO, Salinitas	Purba 2012
18	<i>Artemia</i> sp.	20 ekor/L	Probiotik <i>Pseudoalteromonas piscicida</i> , Prebiotik mannanoligosakarida	Tidak disebutkan (Mysis 3-PL12)	SR, GR, DGR, THC, PO, RB	-	Hamsah <i>et al</i> 2018



No	Jenis Nauplii Artemia	Sampel Udang	Jenis Bahan Pengkaya	Waktu Penelitian (hari)	Parameter		Referensi
					Utama	Penunjang	
19	<i>Artemia</i> sp.	20 ekor/L	Probiotik <i>Pseudoalteromonas piscicida</i> , Prebiotik mannanoligosakarida	Tidak disebutkan (Mysis 3-PL12)	SR, GR, DGR, THC, PO, RB	-	Ramadhani et al 2019
20	<i>Artemia</i> sp.	Tidak disebutkan	<i>Chaetoceros</i> sp.	10 Hari	SR, SGR	Suhu, pH, DO, Salinitas	Perdana et al 2021

Keterangan:

SR : Survival Rate

SGR : Specific Growth Rate

GR : Growth Rate

RB : Respiratory Burst

WG : Weight Gain

ADG : Average Daily Gain

DGR : Daily Growth Rate

GC : Gas Chromatography

LG : Length Gain

THC : Total Haemocyte Count

PO : Phenoloxidase

SOD : Superoxide Dismutase

