

**POLA DISTRIBUSI MIKROBA DAN PENGARUHNYA TERHADAP
PEMBENIHAN LARVA UDANG VANAMEI (*Litopenaeus vannamei*)
DI *HATCHERY* PANTAI KETANG LAMPUNG**

(Tesis)

Oleh
JONATHAN PUJI SARWOKO
2127021001



**PROGRAM PASCASARJANA BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

POLA DISTRIBUSI MIKROBA DAN PENGARUHNYA TERHADAP PEMBENIHAN LARVA UDANG VANAMEI (*Litopenaeus vannamei*) DI HATCHERY PANTAI KETANG LAMPUNG

Oleh
JONATHAN PUJI SARWOKO

Kualitas air adalah salah satu faktor keberhasilan dalam budidaya udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*). Kualitas air secara biologi dapat diketahui dengan adanya patogen, *coliform*, dan plankton *harmful algal blooms* (HAB) yang dapat menyebabkan penyakit dan kematian masal pada udang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis total *Vibrio* sp., total *coliform*, dan keragaman plankton HAB dari air laut, serta hubungan mikroba terhadap pembenihan larva udang vaname di Pantai Ketang, Kalianda, Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Agustus 2022 berlokasi di Pantai Ketang, Kalianda, Lampung, laboratorium Mikrobiologi dan laboratorium Zoologi FMIPA Universitas Lampung. Penelitian dilakukan dengan metode survei eksploratif. Tahap penelitian meliputi pengambilan sampel dari sumber air laut, perhitungan *Vibrio*, perhitungan *coliform*, pengecatan Gram, keragaman plankton, pertambahan panjang larva, estimasi populasi larva, perhitungan tingkat kelangsungan hidup dan analisis kepadatan *Vibrio*, *coliform*, dan plankton dilakukan *analysis of variance* (ANOVA). Apabila ada perbedaan nyata dilanjutkan uji beda nyata terkecil dengan $\alpha = 0,05$, sedangkan untuk melihat hubungan yang terjadi dianalisis dengan korelasi *Pearson* pada $\alpha = 0,05$. Hasil yang didapat dibandingkan dengan PP 22 Tahun 2021. Hasil penelitian menunjukkan kepadatan *Vibrio* tertinggi terjadi pada bulan Mei (0,62 Log X+1 atau 3 CFU/ml) dan air pemeliharaan larva (M) (0,81 Log X+1 atau 5 CFU/ml), kepadatan *coliform* sebanyak < 3 MPN/100ml, keragaman plankton HAB adalah sedang (1,33 - 2,15) dengan kepadatan plankton tertinggi terjadi pada bulan Agustus (2,44 Log X+1 atau 2×10^2 ind/L) dan air laut pasang (P) (4,09 Log X+1 atau 1×10^4 ind/L). Terdapat korelasi *Pearson* atau hubungan yang sangat rendah (0,031-0,081) antara kepadatan *Vibrio*, *coliform*, dan plankton HAB terhadap tingkat kelangsungan hidup larva udang vanamei di Pantai Ketang, Kalianda, Lampung.

Kata kunci : *coliform*, *harmful algal blooms*, *Litopenaeus vannamei*, *Vibrio*.

**POLA DISTRIBUSI MIKROBA DAN PENGARUHNYA TERHADAP
PEMBENIHAN LARVA UDANG VANAMEI (*Litopenaeus vannamei*)
DI *HATCHERY* PANTAI KETANG LAMPUNG**

Oleh
JONATHAN PUJI SARWOKO
2127021001

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
MAGISTER SAINS**

Pada

**Program Pascasarjana Biologi
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCASARJANA BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Tesis : **Pola Distribusi Mikroba dan Pengaruhnya terhadap Pembentukan Larva Ugang Vanamei (*Litopenaeus vannamei*) di Hatchery Pantai Ketang Lampung.**

Nama Mahasiswa : **Jonathan Puji Sarwoko**

NPM : 2127021001

Jurusan : Magister Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI,

1. **Komisi Pembimbing**


Prof. Dr. Sumardi, M. Si.

NIP.196503251991031003


Tugiyono, Ph. D.

NIP.196411191990031001

2. **Ketua Program Studi Magister Biologi**


Dr. Nuning Nurcahyani, M. Sc.

NIP. 196603051991032001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Sumardi, M. Si.

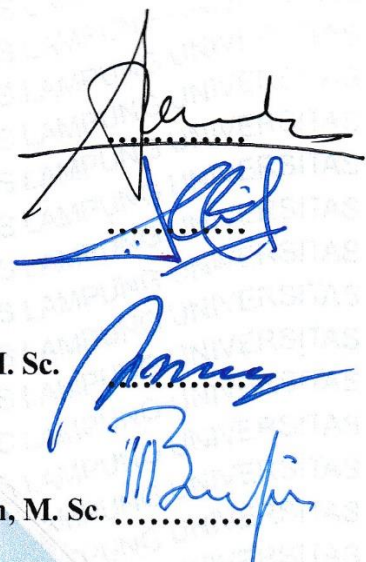
Sekretaris : Tugiyono, Ph. D.

Penguji

Bukan Pembimbing 1 : Dr. G Nugroho Susanto, M. Sc.

Penguji

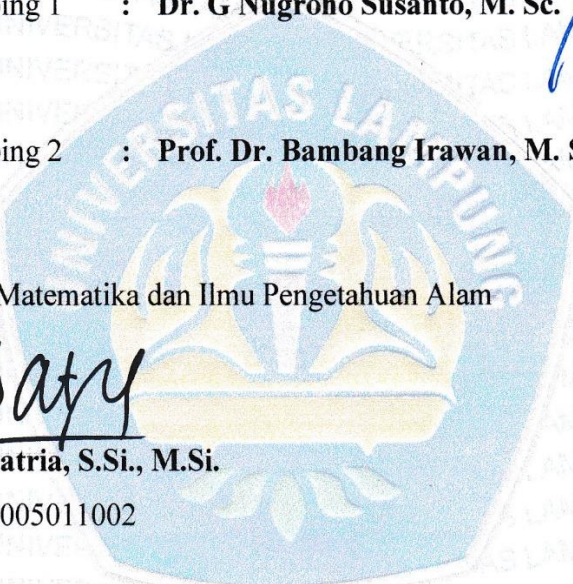
Bukan Pembimbing 2 : Prof. Dr. Bambang Irawan, M. Sc.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam


Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.

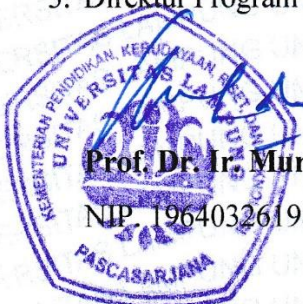
NIP. 197110012005011002



3. Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung


Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si

NIP. 196403261989021001



4. Tanggal Lulus Ujian Tesis : 11 Oktober 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Nama yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jonathan Puji Sarwoko

NPM : 2127021001

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam Karya Ilmiah ini adalah benar-benar asli hasil karya saya sendiri dan disusun berdasarkan norma akademik. Apabila ternyata di kemudian hari terbukti sebagai plagiarisme, maka saya siap bertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 11 Oktober 2023

Yang menyatakan



Jonathan Puji Sarwoko

2127021001

RIWAYAT HIDUP



Jonathan Puji Sarwoko, dilahirkan di Kotabumi, Lampung pada tanggal 12 Januari 1998. Putra Kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Edy Sarwoko dan Ibu Parinem.

Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-Kanak Ikatan Kekeluargaan Istri (IKI) PTPN 7 Tulung Buyut lulus pada tahun 2004, Sekolah Dasar Negeri 1 Kalipapan lulus pada tahun 2010, Sekolah Menengah Pertama Negeri 3 Negeri Agung lulus pada tahun 2013, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Kotabumi lulus pada tahun 2015.

Pendidikan Tinggi S1 (S.Si) Penulis ditempuh pada Program Studi Biologi Fakultas Teknobiologi Universitas Atmajaya Yogyakarta dan meraih gelar Sarjana Sains (S.Si) pada tahun 2020. Pada tahun 2021, penulis tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Magister Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Lampung dan meraih gelar Magister Biologi (M.Si) pada tahun 2023.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yesus Juru Selamat Dunia,
kupersembahkan Tesis ini untuk :

Keluargaku tercinta ayah Edy Sarwoko dan ibu Parinem yang telah mendidik,
menyayangi, memberi dukungan moril maupun materi serta doa yang tiada
henti untuk kesuksesanku.

Kakak dan adikku tersayang yang juga selalu mendoakan dan memberikan kasih
sayang, nasehat, dukungan dan semangat.

Bapak Ibu Guru dan Dosen yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan
bimbingan selama ini.

Teman – teman atas kebersamaan dan bantuan selama ini.

MOTTO

“Takut akan Tuhan adalah permulaan pengetahuan.”

(Amsal 1: 7a)

“Kemurnian hati melahirkan pemahaman yang mengakar kuat dalam memori.”

- Someone's who know $\frac{3}{4}$ me –

“This World is Cruel But Beautiful”

SANWACANA

Puji Syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyusun laporan Tesis dengan judul: **“POLA DISTRIBUSI MIKROBA DAN PENGARUHNYA TERHADAP PEMBENIHAN LARVA UDANG VANAMEI (*Litopenaeus vannamei*) DIHATCHERY PANTAI KETANG LAMPUNG”**. Salah satu tujuan dari penulisan naskah Tesis ini adalah untuk memenuhi syarat kelulusan untuk menyelesaikan studi Strata-2 (Magister) di Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus, atas berkat dan karunia-Nya Tesis ini dapat terselesaikan.
2. Ibu Prof. Lusmeilia Afriani, D.E.A.,I.P.M. selaku Rektor Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si. selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung.
4. Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
5. Prof. Dr. Sumardi, M. Si. selaku Dosen Pembimbing utama, yang telah membimbing selama berlangsungnya penelitian dan penyusunan naskah skripsi.
6. Tugiyono, Ph. D. selaku Dosen Pembimbing pembantu, yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama penelitian dan penyusunan naskah skripsi.
7. Dr. G Nugroho Susanto, M.Sc. dan Prof. Dr. Bambang Irawan, M.Sc. selaku Dosen Penguji, yang telah memberikan saran dan masukan untuk

menyempurnakan naskah skripsi ini.

8. Dr. Nuning Nurcahyani, M. Sc. selaku Ketua Program studi Magister Biologi yang telah, yang telah memberikan saran dan masukan.
9. Ayah Edy Sarwoko, ibu Parinem, kakak Kristian Ari Purwoko, dan adik Nazart Tri Sarwoko yang mendukung penulis dengan doa maupun semangat.
10. Yosi Dwi Saputra, Bagus Susilo Putra, Eka Ayu Lailatul Istikomah, Mai Sari dan Adam Harsono yang telah mendukung dengan semangat.
11. Keluarga besar Magister Biologi 2021, Mai Sari, Septria Juwita, Agis Agita, Intan Okta Nabila, Rina Maryani, Redy Trinanda, Eka Ayu Lailatul Istikomah, Ferisa Desi Aulia, Risa Malintan Umar, Vera Liony, Ibu Eva Lestari, Bapak Sofwan Halimi, Yosi Dwi Saputra, dan Bagus Susilo Putra terima kasih atas saran, kritikan, canda, tawa, dukungan dan kebersamaan kepada penulis.
12. Adik-adik Mikrobiologi Prodi 2018, Ulil, Noni, Dinda, Inah, Puput, Cika, yang telah memberikan semangat dan bantuan selama penelitian di Lab. Mikrobiologi.
13. Kartika adik tingkat satu bimbingan yang senantiasa bersama setiap menghadap untuk bimbingan.
14. Teman-teman angkatan 2021 dan semua yang tidak dapat disebutkan satu persatu terimakasih atas bantuan, semangat dan kerjasamanya.

Penulis menyadari bahwa terdapat kekurangan dalam penulisan naskah skripsi ini, namun besar harapan agar naskah skripsi ini dapat memberikan banyak manfaat bagi para pembaca.

Bandar Lampung, 11 Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	3
1.3. Manfaat Penelitian.....	3
1.4. Kerangka Pikir.....	3
1.5. Hipotesis.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Udang Vanamei.....	6
2.2. <i>Hatchery</i>	8
2.3. Bakteri <i>Vibrio</i> sp.	10
2.4. Bakteri <i>Coliform</i>	11
2.5. Plankton.....	12
2.6. Kualitas Air	16
2.7. Pasang Surut.....	17
2.8. Pola Distribusi	19
III. METODE PENELITIAN.....	24
3.1. Waktu dan Tempat	24
3.2. Bahan dan Alat	24
3.3. Rancangan Penelitian	24
3.4. Prosedur Penelitian.....	26
3.4.1. Pengambilan Sampel Air laut.....	26
3.4.2. Perhitungan <i>Vibrio</i> sp.	26
3.5. Perhitungan <i>Coliform</i>	27
3.5.1. Uji Pendugaan (<i>Presumptive Test</i>)	27
3.5.2. Uji Penguat (<i>Confirm Test</i>)	27
3.5.3. Uji Pelengkap (<i>Completed Test</i>).....	27

3.6. Pengecatan Gram	28
3.7. Keragaman Plankton	28
3.8. Pertambahan Panjang Larva.....	29
3.9. Estimasi Populasi Larva Udang	30
3.10. Perhitungan Tingkat Kelangsungan Hidup.....	30
3.11. Analisis Data	30
3.12. Diagram Alir Penelitian	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1. Hasil	32
4.1.1. Kepadatan <i>Vibrio</i> , <i>Coliform</i> , dan Plankton.....	32
4.1.2. Hubungan Antara Kepadatan <i>Vibrio</i> , <i>Coliform</i> , dan Plankton HAB Terhadap Kelangsungan Hidup Pada Larva Udang Di Pantai Ketang.....	35
4.1.3. Curah Hujan.....	36
4.1.4. Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Dominasi (D) plankton.	37
4.1.5. Pertambahan Panjang Larva, Estimasi Larva, dan Tingkat Kelangsungan Hidup Larva Udang	38
4.1.6. Spesies Plankton di Pantai Ketang	39
4.2. Pembahasan.....	41
4.2.1. Kepadatan Total <i>Vibrio</i>	41
4.2.2. Kepadatan Total <i>Coliform</i>	43
4.2.3. Kepadatan Total Plankton.....	44
4.2.4. Hubungan Kepadatan Total <i>Vibrio</i> , <i>Coliform</i> , dan Plankton Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup Larva Udang.....	45
4.2.5. Curah Hujan.....	48
4.2.6. Indeks Keanekaragaman, dan Indeks Dominasi Plankton	48
4.2.7. Pertambahan Panjang Larva, Estimasi Populasi Larva dan Tingkat Kelangsungan Hidup Udang	50
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1. Kesimpulan	53
5.2. Saran	53

DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	67

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Baku Mutu Air Laut untuk Biota.....	14
Tabel 2. Analisis Perbandingan Kepadatan <i>Vibrio</i> , <i>Coliform</i> , dan Plankton Pada Lima Lokasi Pengamatan.....	33
Tabel 3. Analisis Perbandingan Kepadatan <i>Vibrio</i> , <i>Coliform</i> , dan Plankton Pada Periode Lima Bulan Pengamatan.....	34
Tabel 4. Korelasi <i>Pearson</i>	35
Tabel 5. Indeks Keanekaragaman (H') Plankton	37
Tabel 6. Indeks Dominasi (D) Plankton.....	37
Tabel 7. Pertambahan Panjang Larva, Estimasi Larva, dan Tingkat Kelangsungan Hidup Larva Udang pada Periode Bulan April – Agustus di Pantai Ketang.....	38
Tabel 8. Jenis Plankton di Pantai Ketang.....	39
Tabel 9. Jenis Plankton di Pantai Ketang.....	40
Tabel 10. Faktor Antar Sampling <i>Vibrio</i>	68
Tabel 11. Statistik deskriptif kepadatan <i>Vibrio</i>	68
Tabel 12. Tes Pengaruh (ANOVA) Kepadatan <i>Vibrio</i> Antar Sampling.....	69
Tabel 13. Tes Perbandingan Kepadatan <i>Vibrio</i> pada Lima Bulan.....	69
Tabel 14. Tes Perbandingan Kepadatan <i>Vibrio</i> pada Lima Lokasi.....	69
Tabel 15. Faktor Antar Sampling <i>Coliform</i>	70
Tabel 16. Statistik Deskriptif Kepadatan <i>Coliform</i>	70
Tabel 17. Tes Pengaruh (ANOVA) Kepadatan <i>Coliform</i> Antar Sampling.....	71
Tabel 18. Faktor Antar Sampling Plankton.....	71
Tabel 19. Statistik Deskriptif Kepadatan Plankton	72
Tabel 20. Tes Pengaruh (ANOVA) Kepadatan Plankton Antar Sampling	73
Tabel 21. Tes Perbandingan Kepadatan Plankton pada Lima Bulan.	73
Tabel 22. Tes Perbandingan Kepadatan Plankton pada Empat lokasi.	73
Tabel 23. Statistik Deskriptif Korelasi <i>Pearson</i>	74

Tabel 24. Tes Korelasi <i>Pearson</i>	74
Tabel 25. Curah Hujan Bulanan Di Wilayah Studi Enam Tahun Terakhir Berdasarkan Stasiun Klimatologi Maritim Panjang	75
Tabel 26. Pengamatan Kepadatan <i>Vibrio</i>	76
Tabel 27. Pengamatan Kepadatan <i>Coliform</i>	85
Tabel 28. Kepadatan, Indeks Keanekaragaman dan Indek Dominasi Plankton	94
Tabel 29. Pertambahan Panjang, Estimasi Populasi dan Tingkat Kelangsungan Hidup Larva Udang.	102

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Morfologi Udang Vanamei	7
Gambar 2. Gejala Vibriosis pada Udang Vanamei.	11
Gambar 3. Keseimbangan Lingkungan.....	17
Gambar 4. Pola distribusi organisme	19
Gambar 5. Titik pengambilan sampel.	25
Gambar 6. Lanjutan titik pengambilan sampel.	26
Gambar 7. Diagram Alir Penelitian.	31
Gambar 8. Koloni Kuning (a) dan Hijau (b) <i>Vibrio</i>	34
Gambar 9. Koloni kuning (a) dan koloni hijau (b) <i>Vibrio</i> adalah Gram negatif....	34
Gambar 10. Sel koloni kuning (a) dan sel koloni hijau (b) <i>Vibrio</i> berbentuk batang.	35
Gambar 11. Rata-rata curah hujan tahunan dari 2001-2018	36
Gambar 12. <i>Actinocyclus ehrenbergii</i> (kiri) dan <i>Amphora quadrata</i> (kanan).	106
Gambar 13. <i>Balanus tintinnabulum</i> (kiri) dan <i>Biddulphia aurita</i> (kanan).....	106
Gambar 14. <i>Biddulphia mobiliensis</i> (kiri) dan <i>B. regia</i> (kanan).....	106
Gambar 15. <i>Biddulphia sinensis</i> (kiri) dan <i>Calanus</i> sp. (kanan).	106
Gambar 16. <i>Climacosphenia moniligera</i> (kiri) dan <i>Coscinodiscus lineatus</i> (kanan).	107
Gambar 17. <i>Coscinodiscus rothii</i> (kiri) dan <i>Creseis acicula</i> (kanan).....	107
Gambar 18. <i>Cyclotella striata</i> (kiri) dan <i>Dactyliosolen antarcticus</i> (kanan).	107
Gambar 19. <i>Diploneis crabro</i> (kiri) dan <i>Fragilaria intermedia</i> (kanan).	107
Gambar 20. <i>Gyrosigma strigile</i> (kiri) dan <i>Leptocylindrus danicus</i> (kanan).	108
Gambar 21. <i>Licmophora abbreviata</i> (kiri) dan <i>Melosira nuneuloides</i> (kanan). ..	108
Gambar 22. <i>Helicostomella edentata</i> (kiri) dan <i>Navicula cancellata</i> (kanan).....	108
Gambar 23. <i>Nitzschia longissima</i> (kiri) dan <i>N. pungens</i> (kanan).	108
Gambar 24. <i>Nitzschia sigma</i> (kiri) dan <i>Pleosigma elongatum</i> (kanan).	109

Gambar 25. <i>Pyrocystis noctiluca</i> (kiri) dan <i>Rhabdonema adriaticum</i> (kanan).....	109
Gambar 26. <i>Surirella fastuosa</i> (kiri) dan <i>Thalassionema nitzschioides</i> (kanan).	109
Gambar 27. <i>Tretomphalus builoides</i> (kiri) dan <i>Triceratium reticulum</i> (kanan).	109
Gambar 28. <i>Trichodesmium thiebautii</i> (kiri) dan <i>T. erythraeum</i> (kanan).....	110
Gambar 29. <i>Leucosolenia complicata</i> (kiri) dan <i>Amphora lineolata</i> (kanan).	110
Gambar 30. <i>Atlanta fusca</i> (kiri) dan <i>Climacodium biconcavum</i> (kanan).	110
Gambar 31. <i>Cyrtocalpis urceolus</i> (kiri) dan <i>Hyalodiscus stelliger</i> (kanan).	110
Gambar 32. <i>Biddulphia pulchella</i> (kiri) dan <i>Nitzschia lanceolata</i> (kanan).	111
Gambar 33. <i>Nitzschia pacifica</i> (kiri) dan <i>Pleosigma affine</i> (kanan).....	111
Gambar 34. <i>Pleosigma compactum</i> (kiri) dan <i>Oxytoxum milneri</i> (kanan).	111
Gambar 35. <i>Grammatophora marina</i> (kiri) dan <i>Podocystis spathulata</i> (kanan)...	111
Gambar 36. <i>Triceratium formosum</i> (kiri) dan <i>T. revula</i> (kanan).	112

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) merupakan jenis udang budidaya yang banyak dibudidaya karena varietas unggul sehingga menjadi bisnis yang sangat menguntungkan dan menggiurkan. Hal ini karena keunggulan udang vanamei antara lain tumbuh lebih cepat, pemeliharaan relatif singkat, tingkat produktivitas tinggi dan dapat dipelihara dengan padat tebaran tinggi (Mustafa dkk., 2016). Salah satu faktor penting dalam budidaya udang vanamei adalah kualitas air. Kualitas air laut yang baik untuk budidaya udang vanamei adalah suhu 26-30 °C, pH 7,5-8,5, salinitas 15-30 ppt, oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO) > 3 ppm, kecerahan < 30 cm, nitrit < 0,1 ppm, fosfat 1-3 ppm, alkalinitas >150 ppm, besi/ Fe < 1 ppm, asam sulfida (H₂S) <7 ppb, dan jumlah *Vibrio* <1000 CFU/ml (Yasin dkk., 2022). Sedangkan menurut baku mutu air laut 2021 untuk budidaya udang vanamei adalah *fecal coliform* < 200 jumlah/100ml, *coliform* total < 1000 jumlah/100ml, patogen tidak ada, dan fitoplankton <1000 sel/ml (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2021).

Produktivitas udang vanamei di Lampung, terutama di Kabupaten Tulang Bawang pada tahun 2013 mencapai 1,23 ton/ha, namun terus menurun menjadi 0,55 ton/ha pada tahun 2015 (Renanda dkk., 2020). Hal serupa terjadi di Kabupaten Lampung Selatan, produksi benih udang pada tahun 2015 sebanyak 13.100.000 ton menjadi 10.647.743 ton pada tahun 2016 (Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Selatan, 2017). Di Pantai Ketang yang berada di Desa Way Urang, Lingkungan Ketang, Kecamatan Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan, banyak terdapat *hatchery* atau tambak udang. Selain itu terdapat juga pantai lain seperti Pantai Kedu, Pantai Kedu Warna, dan Pantai Batu Ulay. Pada bulan Mei sampai Juni pada *hatchery* atau tambak udang di Pantai Ketang, selalu terjadi kematian

yang tinggi pada larva udang vanamei setiap tahun. Kematian larva secara biologis terjadi karena pencemaran mikroba (Irma dkk., 2022).

Mikroba penyebab kematian udang adalah *Vibrio harveyi*, penyebab vibriosis mulai dari fase nauplius, zoea, mysis dan postlarva dengan persentase kematian udang sebesar 80-100% dari total populasi (Sumardi dkk., 2019). Selain itu ada kelompok mikroba yang dapat dijadikan sebagai indikator pencemaran atau keberadaan bakteri patogen yaitu kelompok *coliform* dikarenakan keberadaannya berkorelasi positif dengan keberadaan dan jumlah bakteri patogen lainnya seperti *Vibrio*, *Enterobacter aerogenes*, *Shigella*, *Salmonella*, dan *Klebsiella* (Afianti dan Sutiknowati, 2020). Selain mikroba, adanya jenis plankton yang beracun atau *harmful algal blooms* (HAB) yang dapat menyebabkan kematian larva udang sehingga pengamatan plankton perlu dilakukan. HAB adalah akumulasi biomassa fitoplankton yang cepat dan tinggi secara alami di kolom air yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap ekosistem perairan (Hossain dkk., 2019). Salah satu spesies HAB adalah dinoflagellate, penghasil racun kuat yaitu *asam domoat*. Penyebaran mikroba ini dalam lingkungan perairan akan mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup udang (Chinain dkk., 2021).

Penyebaran mikroba dalam suatu area atau perairan disebut pola distribusi mikroba. Pola ini dapat bervariasi tergantung pada faktor-faktor seperti arus air, kepadatan mikroba, dan interaksi antara mikroba dengan lingkungan sekitarnya. Pola distribusi mikroba yang tidak merata dapat berdampak pada konsentrasi mikroba di berbagai wilayah dan potensial mempengaruhi tingkat kematian udang (Salama dkk., 2022). Jika pola distribusi mikroba cenderung terkonsentrasi di suatu area atau wilayah tertentu, maka udang yang berada di area tersebut lebih rentan terhadap infeksi dan kematian. Hal ini dapat terjadi jika larva udang terpapar dengan konsentrasi mikroba yang tinggi dalam air atau di sekitar lingkungan budidaya udang (Mahardika dkk., 2021).

Dengan demikian, pola distribusi mikroba dalam perairan dapat berperan

dalam tingkat kematian udang. Jika konsentrasi mikroba patogen, seperti *Vibrio harveyi*, tinggi ($>10^4$ CFU/ml) di suatu wilayah atau area tambak, maka kematian udang vanamei juga akan meningkat (Utami, 2016). Oleh karena itu, penelitian tentang pola distribusi mikroba dan pengaruhnya terhadap pembenihan larva udang vanamei di *hatchery* Pantai Ketang Lampung sangat penting untuk memahami hubungan antara kematian udang dengan kepadatan mikroba dalam upaya mencegah dan mengelola penyakit pada budidaya udang vanamei.

1.2. Tujuan

Tujuan dilakukan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kepadatan total *Vibrio* pada sumber air laut di Pantai Ketang.
2. Menganalisis kepadatan total *coliform* pada sumber air laut di Pantai Ketang.
3. Menganalisis keragaman total plankton HAB pada sumber air laut di Pantai Ketang.
4. Menganalisis hubungan antara kepadatan total *Vibrio*, *coliform*, dan plankton HAB terhadap kelangsungan hidup pada larva udang vaname dari air laut Pantai Ketang.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk memberikan informasi ilmiah kepadatan *Vibrio* sp. pada sumber air laut di Pantai Ketang.
2. Untuk memberikan informasi ilmiah kepadatan *coliform* pada sumber air laut di Pantai Ketang.
3. Untuk memberikan informasi ilmiah kepadatan plankton HAB pada sumber air laut di Pantai Ketang.

1.4. Kerangka Pikir

Desa Way Urang, Lingkungan Ketang, Kecamatan Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan, merupakan salah satu wilayah yang banyak dimanfaatkan

sebagai tempat melakukan kegiatan budidaya seperti *hatchery* atau tambak udang. Udang adalah komoditas yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan menjadi komoditas ekspor terbesar dari produk perikanan budidaya. Proses budidaya udang masih menemui beberapa kendala seperti penyakit yang menyebabkan fluktuasi jumlah produksi. Faktor yang dapat memicu kendala tersebut adalah kualitas air yang berkaitan dengan bakteri patogen (*Vibrio*), *coliform*, dan plankton. Faktor tersebut saling berkaitan dan dapat berpengaruh positif bahkan negatif bagi kegiatan budidaya dan lingkungan di sekitarnya. Wilayah pesisir yang berada di antara daratan dan perairan, menyebabkan pesisir mendapat banyak pengaruh dari keduanya. Saat ini masih jarang penelitian ilmiah yang membahas hubungan bakteri *Vibrio*, *coliform*, dan plankton dengan tingkat kelangsungan hidup larva udang yang dapat memberi dampak pada kegiatan *hatchery* udang.

Penentu keberhasilan kegiatan budidaya salah satunya adalah dengan memahami kondisi lingkungan sebagai langkah antisipasi setiap kemungkinan yang ada. Salah satu hal yang dapat dilakukan adalah dengan mengetahui kondisi perairan. Dengan hal tersebut, diharapkan dapat dicegah kemungkinan terburuk seperti terjadinya gagal panen dan munculnya wabah penyakit serta adanya langkah pencegahan sehingga angka produksi terus meningkat dan penyakit dapat ditekan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang pola distribusi mikroba dan pengaruhnya terhadap pembenihan larva udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) di *Hatchery* Pantai Ketang Lampung.

Pola distribusi mikroba yang diteliti meliputi uji patogen (*Vibrio*), uji *coliform*, dan plankton HAB. Mikrobial patogen pada udang vanamei adalah *Vibrio harveyi*, bakteri patogen penginfeksi hepatopankreas udang pada semua fase pertumbuhan sehingga udang lesu, napsu makan turun dan terjadi kematian masal. Pengecekan *Vibrio* dilakukan dengan metode *total plate count* (TPC) dengan media *Thiosulfate-Citrate-Bile Salts-Sucrose Agar* (TCBSA). Uji *Vibrio* dilanjutkan pengecatan Gram

Coliform adalah bakteri Gram negatif yang ada pada tinja manusia dan hewan serta sering digunakan sebagai bioindikator pencemaran. Pengecekan *coliform*

dilakukan dengan metode *most probable number* (MPN) yang terdiri dari uji pendugaan, uji konfirmasi, dan uji kelengkapan. Uji *coliform* dilanjutkan dengan pengecatan Gram.

Plankton HAB adalah fitoplankton yang berdampak negatif bagi ekosistem perairan baik hewan maupun manusia karena diketahui menghasilkan senyawa beracun. Pengecekan plankton HAB dilakukan perhitungan dengan *Sedgewick Rafter Cell* (SRC) dibawah mikroskop. Plankton yang teramati diidentifikasi dengan buku identifikasi (Davis, 1995), kemudian dilanjutkan dengan perhitungan indeks keanekaragaman, dan indeks dominasi. Penelitian dilengkapi dengan data sekunder seperti data curah hujan, penambahan panjang larva, estimasi populasi larva udang, dan tingkat kelangsungan hidup.

1.5. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini sebagai berikut :

1. Terdapat perbedaan bakteri *Vibrio* pada sumber air laut di Pantai Ketang.
2. Terdapat perbedaan bakteri *coliform* pada sumber air laut di Pantai Ketang.
3. Terdapat perbedaan plankton HAB pada sumber air laut di Pantai Ketang.
4. Terdapat hubungan antara kepadatan *Vibrio*, *coliform*, dan plankton HAB terhadap kelangsungan hidup pada larva udang di Pantai Ketang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Udang Vanamei

Udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) berasal dari pantai pasifik dari Meksiko hingga ke Peru. Nama dagang udang vanamei antara lain : *white leg shrimp*, *western white shrimp*, *pasific white shrimp* (Pascoal dkk., 2011), *crevette pattes blanches* (Prancis), dan *camaron patiblanco* (Spanyol) (Ruswahyuni dan Rudiyantri, 2010). Penangkapan berlebihan dan degradasi habitat udang vanamei untuk memenuhi permintaan konsumen menyebabkan penurunan populasinya di alam sehingga budidaya udang vanamei dilakukan pada tambak atau kolam (Ciobanu dkk., 2010).

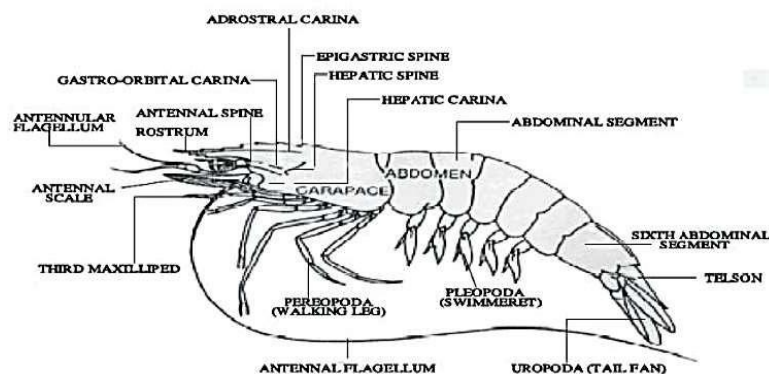
Menurut Liao dan Chien (2011), klasifikasi udang vanamei sebagai berikut:

Filum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Ordo	: Decapoda
Famili	: Penaeida
Genus	: <i>Litopenaeus</i>
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i> Boone, 1931

Udang vanamei (*L. vannamei*) diperkenalkan di Asia pada 1978 hingga 1979, terutama ke Taiwan dan Cina. Pada tahun 1996, *L. vannamei* diperkenalkan ke Asia dalam skala komersial, kemudian menyebar ke Filipina, Indonesia, Vietnam, Thailand, Malaysia, dan India (Wijayanto dkk., 2017). Di Indonesia udang vanamei disebut udang putih karena memiliki tubuh berwarna putih. Indonesia adalah negara penghasil udang tambak terbesar kedua di ASEAN. Pada tahun 2019 total produksi udang vanamei Indonesia sebanyak 517.397 ton (Bosman dkk., 2021).

Tubuh udang vanamei terdiri 19 pasang ruas dengan lima pasang ruas pertama membentuk cephalon. Delapan pasang ruas dibagian *thorax* (dada) dan enam pasang ruas terakhir di abdomen (perut). Kepala dan dada menyatu membentuk *cephalothorax* (*peron*). Lima pasang pertama abdomen terdapat kaki renang (*pleopoda*) dan sepasang terakhir terdapat kipas ekor (*tail fan*). Ruas terakhir abdomen terdiri 2 pasang uropoda dan telson yang berfungsi untuk melompat mundur dengan cepat saat terjadi bahaya (Gambar 1) (Ruppert dan Barnes, 1994).

Udang vanamei banyak dibudidaya karena memiliki sifat *euryhaline* atau dapat hidup pada kisaran salinitas lebar sekitar 0,5-40 ppt (Aisyah dkk., 2017). Udang vanamei disebut sebagai varietas unggul karena dinilai memiliki beberapa kelebihan antara lain: lebih tahan terhadap penyakit, tumbuh lebih cepat, tahan terhadap fluktuasi kondisi lingkungan, lama pemeliharaan relatif singkat, sintasan tergolong tinggi, dan lebih hemat pakan. Tingkat produktivitas udang vanamei tergolong tinggi karena dapat memanfaatkan seluruh badan air dan dapat dipelihara dalam tambak dengan padat penebaran tinggi (Mustafa dkk., 2016). Daging udang vanamei tebal (Rachmawati dkk., 2020), dan tahan terhadap lingkungan yang kurang baik terutama pada kandungan oksigen terlarut ≤ 3 ppm (Mahasri dkk., 2016).



Gambar 1. Morfologi Udang Vanamei

(Sumber : Dugassa dan Gaetan, 2018)

Menurut Supono (2017), ada beberapa permasalahan dalam budidaya udang vanamei yaitu :

a. Penyakit

Penyakit yang sering dialami dalam budidaya udang adalah *White feces*

disease (WFD) disebabkan oleh bakteri *Vibrio* sp. Infeksi *Vibrio* sp. terjadi disemua fase pertumbuhan dan menyebabkan kematian masal udang.

b. *Blooming* fitoplankton

Blooming fitoplankton menyebabkan kandungan oksigen terlarut di perairan rendah karena digunakan fitoplankton untuk proses respirasi saat malam hari, dan penyebab kenaikan pH pada siang hari yang memicu peningkatan konsentrasi ammonia sehingga mendorong kematian masal pada udang.

c. *Harmful algal blooms*

Harmful algal blooms adalah fenomena berkembangnya fitoplankton yang merugikan karena menyebabkan keracunan pada udang contohnya dari dinoflagelata dan diatom.

d. *Low dissolved oxygen syndrome* (Lodos)

Lodos atau gejala kadar oksigen terlarut yang rendah terjadi bila konsentrasi oksigen terlarut kritis (<3ppm), disebabkan karena kualitas air yang buruk seperti *blooming* plankton, konsentrasi karbon dioksida yang tinggi, dan akumulasi bahan organik.

e. Sedimentasi

Sedimentasi dalam kolam budidaya dapat disebabkan oleh beberapa hal antara lain: erosi dari tanggul, partikel tersuspensi yang dibawa oleh air, tumbuhan dan ikan yang mati, dan kotoran ikan serta sisa pakan yang tidak termakan oleh ikan. Sedimen berefek negatif, antara lain mengurangi volume kolam, sumber senyawa beracun seperti ammonia dan nitrogen dioksida, meningkatkan kebutuhan oksigen, dan mempengaruhi kualitas air dan produktivitas kolam.

2.2. *Hatchery*

Keunggulan dari udang vanamei tersebut menjadi faktor peningkatkan permintaan akan udang vanamei di pasaran sehingga banyak pengusaha mendirikan *hatchery*.

Hatchery adalah tempat yang digunakan untuk pembenihan udang dengan menerapkan prosedur pemeliharaan yang efisien dan didukung oleh tenaga kerja yang professional (Nuntung dkk., 2018). *Hatchery* bertujuan untuk memenuhi

permintaan naupli dan juga post larva untuk dikembang biakkan pada tambak pembesaran udang (Afrianto dan Muqsith, 2018). Adapun proses pembenihan udang vanamei meliputi persiapan media pemeliharaan seperti air laut dan air tawar, persiapan wadah, pengadaan calon induk, karantina dan adaptasi induk, pemberian pakan kaya nutrisi, seleksi induk matang, pemijahan atau perkawinan induk, penetasan telur, pengelolaan kualitas air, pemanenan naupli, dan pemeliharaan larva (Anam dkk., 2016).

Persiapan media pemeliharaan udang vanamei diawali dengan air laut dipompa masuk kemudian disaring secara mekanis dengan pasir penyaring (*sand filter*) yang terdiri dari batu karang, arang aktif dan pasir (Soemarjati dkk., 2015). Pasir penyaring adalah wadah saringan dengan media filter berupa pasir berukuran sangat kecil (0,5-2mm), dan penyaringan berlangsung secara gravitasi. Pasir penyaring berfungsi sebagai penyaring zat tersuspensi pada air seperti lumpur, pasir halus, bahkan mikrobial (Supryady dkk., 2022). Menurut Maryani dkk. (2014), pasir penyaring didapatkan penurunan *coliform* dengan nilai efisiensi sebesar 99% pada tebal media 120 cm dan penurunan kekeruhan 98,27% pada tebal media 100 cm yang disebabkan semakin tebal media pasir maka partikel halus tidak lolos dan bakteri akan menempel pada media pasir.

Arang aktif digunakan sebagai pemurnian air, menghilangkan bau, dan rasa karena bersifat adsorpsi terhadap senyawa kimia tertentu (selektif), tergantung besar atau volume pori-pori dan luas permukaan (Purnomo, 2019). Arang aktif diketahui dapat menurunkan zat-zat berbahaya dalam air. Kombinasi antara pasir dan arang aktif untuk media filter memiliki peran yang efektif sebagai penyaring dan absorban yang baik (Iskandar dkk., 2022).

Air laut yang telah difilter kemudian masuk ke dalam bak penampungan atau tandon dan diberi kaporit dengan dosis 20 ppm, dilakukan pengadukan dengan aerator selama 4 jam. Kaporit berfungsi untuk membunuh semua mikroorganisme di dalam air (Iskandar dkk., 2021). Air laut kemudian diberi sodium tiosulfat sebanyak 15 ppm berfungsi untuk menetralkan air bak (Mansyur dkk., 2022). Klor pada kaporit terutama HOCl umumnya sangat efektif untuk membunuh patogen

dan bakteri (Kusumanti dkk., 2022). Klorin terlarut dalam air, terbentuk asam hipoklorus (HOCl) dan ion hipoklorit (OCl⁻). Bentuk klorin bebas inilah yang berperan dalam disinfeksi terutama asam hipoklorus 100 kali lebih toksik dibandingkan ion hipoklorit (Gusmawati dkk., 2018). Air laut yang telah netral didistribusikan keseluruh *hatchery* (Usman dkk., 2022).

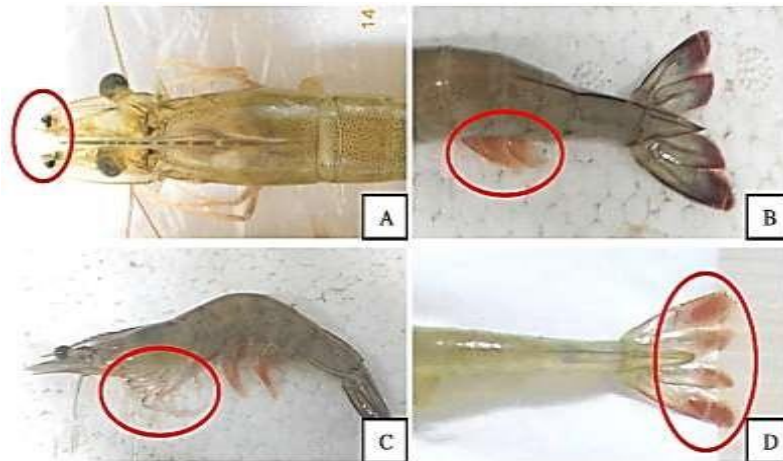
2.3. Bakteri *Vibrio* sp.

Vibriosis adalah penyakit paling sering ditemukan pada budidaya udang. Vibriosis disebabkan oleh bakteri *Vibrio* yang menyerang hepatopankreas pada udang. *Vibrio* adalah bakteri Gram negatif, oksidase positif, bentuk batang seperti koma, anaerob fakultatif, tidak membentuk spora, motil dengan flagela di ujung sel dan memiliki selubung (*sheath*) (Ratnasari, 2018). *V. harveyi* adalah bakteri penyebab vibriosis mulai dari fase nauplius, zoea, mysis dan postlarva (Sumardi dkk., 2019). *V. harveyi* adalah bakteri laut Gram negatif berbentuk batang koma, bersifat motil, optimal pada suhu 30°C, salinitas 20-30 ppt, pH 7 dan anaerobik fakultatif (Permanti dkk., 2018).

V. harveyi berkomunikasi antar individu satu spesies dengan mekanisme *quorum sensing* (QS) secara interseluler. QS dipengaruhi kepadatan jumlah sel yang berperan perubahan ekspresi gen. Molekul sinyal QS bakteri *V. harveyi* adalah *Harveyi autoinducer 1* (HAI-1) yang merupakan kelompok *Acyl homoserine lactone* (AHL); *Harveyi autoinducer 2* (AI-2), dan *Cholerae autoinducer 1* (CAI-1) (Henke dan Bassler, 2004). Sinyal tersebut akan mengaktifkan gen *Pir AB* sehingga senyawa toksik *photo-rhabdusinsect-related* (*Pir*) terekspresi dan terjadi nekrosis pada hepatopankreas udang (Muthukrishnan dkk., 2019).

Gejala klinis yaitu hepatopankreas kecoklatan, uropoda kemerahan, pereopoda kemerahan, pleopoda kemerahan, nekrosis pada antennal scale dan berwarna kemerahan, dan melanosis pada abdomen (Gambar 2). Tingkah laku selama pemeliharaan menunjukkan napsu makan menurun, udang berenang menuju permukaan air, berenang mendekati aerator dan berenang miring hingga lemas dan mati (Sarjito dan Haditomo, 2016). Jumlah *Vibrio* sp. lebih dari 10⁴ CFU/ml

pada udang dapat menyebabkan sakit dan kematian (Utami, 2016).



Gambar 2. Gejala Vibriosis pada Udang Vanamei. A= nekrosis pada antennal scale, B= pleopoda kemerahan, C= pereopoda kemerahan, dan D= uropoda kemerahan

(Sumber : Sarjito dan Haditomo, 2016).

2.4. Bakteri *Coliform*

Coliform merupakan bakteri yang hidup di saluran pencernaan dan tinja. *Coliform* adalah bakteri indikator penentuan mutu atau kualitas dari lingkungan air atau makanan. Pendeteksian *coliform* lebih murah dan cepat dari pada pendeteksian patogen lainnya. *Coliform* yang sering digunakan indikator adalah *Escherichia coli* yaitu bakteri Gram negatif, tidak membentuk spora dan dapat memfermentasi laktosa untuk menghasilkan gas dan asam dalam waktu 48 jam pada suhu 37°C (Sipriyadi dkk., 2021). Rendahnya keberadaan bakteri *coliform* pada perairan menunjukkan semakin baiknya kualitas perairan tersebut. *Coliform* di dalam perairan laut menunjukkan kemungkinan adanya mikroorganisme yang bersifat enteropatogenetik dan taksigenetik yang mampu mempengaruhi kesehatan biota maupun manusia. *Coliform* di perairan Pesisir Sepuluh, Kabupaten Bangkalan rata-rata sebesar 500-800 koloni/ml sedangkan sedimen rata-rata 27-120 MPN/g dan sesuai Kementerian Lingkungan Hidup 2006 yang menyatakan bahwa standart baku mutu bakteri *coliform* 1000 koloni/100ml (Saputri dan Efendy, 2020).

Bakteri *coliform* dibedakan menjadi 2 yaitu *coliform* fekal dan non fekal.

Coliform fekal merupakan bakteri indikator yang menjadi tanda ada tidaknya pencemaran bakteri patogen karena keberadaan koloni *coliform* fekal berkolerasi positif dengan keberadaan bakteri patogen. *Coliform* fekal berasal dari kotoran manusia atau hewan (Puspitasari dkk., 2018). *E. coli* merupakan bakteri *coliform* berasal dari kotoran hewan maupun manusia dengan sifat fermentasi laktosa, produksi asam dan gas pada suhu 37 - 44,5 °C dalam waktu 48 jam. *E. coli* adalah bakteri yang termasuk dalam Family Enterobacteriaceae, bersifat Gram negatif, berbentuk batang dan tidak membentuk spora (Fardiaz, 1992). *Coliform* non fekal seperti *Enterobacter aerogenes*. (*E. aerogenes*) ditemukan pada tumbuhan dan hewan yang telah mati (Sari dkk., 2021).

E. coli digunakan sebagai indikator pencemaran karena pasti terdapat pada air yang tercemar, mempunyai kemampuan bertahan hidup yang lebih besar dari patogen, terdapat dalam jumlah lebih banyak dibanding patogen, dan mudah dideteksi dengan teknik laboratorium yang sederhana. Pencemaran air oleh *E. coli* dapat disebabkan oleh buangan *septic tank* dan kotoran hewan yang dapat mengandung virus atau patogen lainnya, maupun berasal dari pembusukan bahan organik lainnya (Sumampouw, 2021).

2.5. Plankton

Plankton adalah tumbuhan (fitoplankton) dan hewan (Zooplankton) yang menghuni kolom air tawar maupun laut. Nama Plankton berasal dari kata Yunani “planet” atau pengembara (Imran, 2018). Plankton dapat dikelompokkan menjadi fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton merupakan tumbuhan bersel tunggal sehingga memiliki klorofil untuk fotosintesis, termasuk diatom (bacillariophyceae), coccolithophores, cyanobacteria fotosintesis dan protista flagelata (dinoflagellate). Fitoplankton adalah produsen utama di ekosistem air tawar dan air laut. Fitoplankton berukuran antara 2-200µm. Fotosintesis fitoplankton menarik karbondioksida dari atmosfer sebesar 45% dan diubah menjadi oksigen (Brierley, 2017).

Zooplankton merupakan konsumen utama di ekosistem perairan (Brierley, 2017).

Zooplankton umumnya berukuran 0,2-2 mm dan kelompok paling umum ditemui adalah kopepod (*copepod*), eupausid (*euphausid*), misid (*mysid*) ampifod (*amphipod*), kaetognat (*chaetognath*). Zooplankton hidup di permukaan dan ada pula hidup di perairan dalam (Nontji, 2008).

Fitoplankton berkumpul di zona eufotik atau zona dengan intensitas cahaya yang masih memungkinkan terjadinya fotosintesis. Kepadatan fitoplankton dipengaruhi oleh nutrisi, sinar matahari, suhu dan pemangsa oleh zooplankton. Kepadatan zooplankton mengikuti kepadatan fitoplankton karena makanan utamanya. Zooplankton pada siang hari bergerak ke bawah untuk menghindari cahaya matahari (Rangkuti dkk., 2017). Perairan tepi pantai yang relatif bersifat eutrofik, sedangkan perairan lepas pantai bersifat oligotrofik dan mengandung kadar nutrisi terlarut lebih rendah dari perairan tepi pantai. Hal ini mengakibatkan fitoplankton di perairan lepas memiliki ukuran yang lebih kecil dibanding yang berada di perairan tepi pantai (Dewanti dkk., 2018).

Perairan yang belum tercemar terdapat keseimbangan jumlah dan keanekaragaman plankton. Perairan yang tercemar menyebabkan perubahan struktur komunitas plankton terutama pada kepadatan dan keanekaragaman jenis (Evita dkk., 2021). Perubahan kepadatan maupun jumlah jenis dapat digunakan sebagai indikator kesuburan perairan pada wilayah tersebut, sebagai dampak dari perubahan kondisi lingkungan (Riyantini dkk., 2020). Keanekaragaman yang tinggi disebabkan kondisi faktor fisik kimia air yang mendukung bagi pertumbuhan plankton seperti kelarutan oksigen sebesar 7,2 mg/l, suhu 24°C, arus permukaan air 0,4 m/s, kadar nitrat 0,722 mg/l, dan kadar fosfat 0,3083 yang masih dalam batas toleransi kehidupan plankton (Sianipar, 2020).

Keanekaragaman plankton yang rendah dapat diakibatkan adanya pembuangan limbah cair dari pabrik ataupun limbah domestik dari manusia yang mengakibatkan kondisi faktor fisik dan kimia perairan menjadi kurang sesuai bagi pertumbuhan plankton. Keanekaragaman yang rendah juga mengindikasikan lingkungan mengalami gangguan dan struktur organisme tertekan sehingga genus tertentu yang toleran cenderung melimpah dibanding genus lainnya (Rosanti dan

Harahap, 2022). Baku mutu perairan laut untuk biota dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Baku Mutu Air Laut untuk Biota (Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021).

Parameter	Satuan	Baku Mutu
Fisika		
Kecerahan	M	Coral: >5 Mangrove : - Lamun : >3
Suhu	°C	Coral: 28-30 Mangrove : 28-30 Lamun : 28-30
Kimia		
Salinitas	%	Coral: 33-34 Mangrove : 33-34 Lamun : 33-34
pH	-	7-8,5
<i>Dissolved oxygen</i> (DO)	mg/l	>5
<i>Biochemical Oxygen</i> <i>Demand (BOD 5)</i>	mg/l	20
Ammonia Total	mg/l	0,3
Fosfat	mg/l	0,015
Nitrat	mg/l	0,008
Sulfida	mg/l	0,01
Biologi		
<i>Coliform</i> (total)	MPN/100 ml	1000
Patogen	Sel/100 ml	Nihil (tidak terdeteksi)
Plankton	Sel/100 ml	Tidak bloom

Keberadaan plankton diperairan dapat digunakan sebagai indikator suatu perairan. Plankton adalah organisme perairan berukuran mikro (< 1 milimeter), kemampuan gerak lemah atau tidak, melayang dalam kolom air dan terbombang ambing oleh gerakan gelombang dan arus air (Swasta, 2021). Menurut kriteria Shannon-Wiener (H'), keanekaragaman plankton yang tinggi atau indeks $H' > 3$ maka kondisi biota perairan stabil atau semakin bagus kondisi perairan tersebut karena semakin beragam genusnya. Jika nilai indeks $H' < 1$ maka diduga komunitas biota dalam kondisi tidak stabil, sedangkan nilai indeks H' antara *range* 1-3 maka dapat diartikan komunitas biota sedang. Ekosistem dengan jumlah individu dan genus atau spesies yang tinggi dan merata (keragaman tinggi) akan lebih stabil dan kurang terpengaruh tekanan dari luar dibandingkan ekosistem yang memiliki

tingkat keragaman rendah (Makmur dkk., 2011).

Fenomena *harmful algal bloom* (HAB) di perairan laut dapat menyebabkan kematian biota laut. HAB adalah fenomena terjadinya ledakan populasi fitoplankton yang berdampak negatif sehingga menimbulkan kerugian bagi ekosistem disekitarnya seperti biota laut maupun manusia (Gurning dkk., 2020). HAB dikategorikan menjadi *red tide marker* dan *toxin producer*. HAB *red tide marker* adalah peningkatan populasi fitoplankton berpigmen sehingga warna air laut berubah sesuai warna pigmen spesies fitoplanktonnya. Ledakan populasi fitoplankton tersebut dapat menutupi permukaan perairan sehingga terjadi deplesi oksigen, gangguan fungsi mekanik maupun kimiawi pada insang ikan, dan kematian massal ikan. HAB *toxin producer* disebabkan oleh fitoplankton penghasil metabolit sekunder yang bersifat toksik sehingga toksin tersebut akan terakumulasi pada biota perairan seperti kerang dan ikan (Friedemann, 2019).

Fitoplankton penyebab HAB didominasi diatom dan dinoflagellata. Diatom dari genus *Pseudo-nitzschia* diketahui menghasilkan neurotoksin asam domoat (*domoic acid*) penyebab keracunan dan kematian biota laut maupun manusia (*amnesic shellfish toxins*) (Anderson dkk., 2021). Genus *Nitzschia* sp. ini banyak ditemukan di Teluk Lampung pada musim timur (April) dan musim barat (Oktober) dengan rata-rata Kepadatan 161,207 ind/L (Barokah dkk., 2016). Dinoflagellata dari genus seperti *Alexandrium*, *Dinophysis*, dan *Karenia* diketahui juga menghasilkan asam domoat. Asam domoat ditranfer melalui jaring makanan seperti filter makan pada kerang, ikan pemakan suspensi dan zooplankton (Chinain dkk., 2021).

Asam domoat adalah asam amino penyebab neurotoksik berbentuk kristal yang larut air dan tahan suhu tinggi (Rachman, 2013). Asam domoat akan berikatan dengan reseptor asam glutamat pada sel saraf dan menyebabkan sel tersebut bekerja terus menerus tanpa henti hingga mengakibatkan kerusakan sel (lisis) (Rahayu dan Adhi, 2020). Asam domoat akan berbahaya jika konsentrasinya melebihi 20 – 30 ppm (Bates dkk., 2018). Ledakan populasi plankton kemudian mati maka sel-sel akan akan turun ke dasar perairan dan terjadi pembusukan

sehingga terjadi peningkatan populasi bakteri pembusuk yang membutuhkan banyak oksigen (Hidayati, 2020).

Faktor yang mempengaruhi HAB yaitu pengkayaan unsur hara di laut atau eutrofikasi dari meningkatnya aktifitas manusia di pesisir, serta diperkuatnya oleh pengaruh dari pemanasan global (Rachman dkk., 2021). Curah hujan dengan intensitas tinggi berperan dalam penghantaran unsur hara ke perairan dan memicu eutrofikasi. Perubahan cuaca lokal secara spesifik menimbulkan perubahan arah angin yang berdampak terhadap pola arus permukaan perairan, sehingga mempengaruhi pola sebaran *blooming*. Intensitas cahaya yang memadai serta suhu perairan yang hangat bisa memicu plankton di perairan berkembang pesat sehingga seringkali terjadi kompetisi antar spesies dan terjadi dominasi jenis tertentu (Maso dan Garcés, 2006).

Dampak negatif dari HAB pada ekosistem perairan laut yaitu terjadi ledakan populasi fitoplankton berbahaya, kematian masal organisme laut, penurunan kualitas lingkungan, dan perubahan struktur komunitas biota air (Xiao dkk., 2018). HAB berdampak juga pada kegiatan budidaya biota laut karena mengakibatkan kematian biota budidaya, harga biota menurun, peningkatan biaya monitoring perairan, dan mengganggu kegiatan pariwisata di perairan tersebut (Schaefer dkk., 2019). Selain itu kesehatan manusia dipengaruhi oleh HAB melalui air (kontak langsung atau tidak langsung), minum air atau konsumsi makanan yang terkontaminasi dengan gejala seperti sakit perut, mual, muntah, diare, demam, dan nyeri otot (Kouakou dan Poder, 2019).

2.6. Kualitas Air

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting dalam pengelolaan sumber daya perairan. Kualitas air juga memberikan informasi yang signifikan tentang ketersediaan sumber daya alam suatu ekosistem. Air untuk budidaya harus selalu dipantau karena penyakit akan menular melalui media air. Penyakit terjadi karena keseimbangan antara lingkungan, inang dan agen penyakit terganggu (Gambar 3) (Mustofa, 2020). Peningkatan jumlah agen penyakit seperti *Vibrio* sp. dan *E.coli*

akan berdampak pada kesehatan manusia, pengembangan ekonomi, prospek sosial dan keseimbangan ekosistem akuatik (Wiyoto dan Effendi, 2020). Baku mutu air laut untuk biota adalah *fecal coliform* maksimal 200 jumlah/100ml, *coliform* total 1000 MPN/100ml, patogen tidak ada, dan fitoplankton 1000 sel/ml (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2021).



Gambar 3. Keseimbangan Lingkungan

(Sumber : Mustofa, 2020)

Penyebab kematian larva dapat disebabkan karena pencemaran di dalam air pemeliharaan. Patogen pencemar air pemeliharaan larva antara lain bakteri *Vibrio* sp. dan *E. coli* yang dapat diangkut oleh arus atau kenaikan air laut. Kenaikan air laut dapat disebabkan hujan dan penambahan air tawar dari daratan sehingga terjadi kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan *Vibrio* sp. atau terbawanya bakteri *coliform* dari daratan seperti *E. coli* ke air laut (Deeb dkk., 2018).

2.7. Pasang Surut

Pasang surut (pasut) adalah suatu fenomena pergerakan naik-turun permukaan air laut secara berkala yang disebabkan oleh kombinasi gravitasi bumi dan benda-benda langit (matahari dan bulan). Arah putar bulan yang semakin dekat pada permukaan bumi, maka gravitasi terhadap laut akan meningkat, sehingga menjadikan air laut pasang. Arah putar bulan jika makin menjauhi bumi, maka gravitasi terhadap laut akan menurun dan air laut menjadi surut (Ginjar dkk., 2019). Periode pasang surut adalah waktu yang diperlukan dari posisi muka air laut pada muka air rerata ke posisi yang sama berikutnya. Periode pasang surut

bisa 12 jam 25 menit atau 24 jam 50 menit (Yanuar, 2019).

Surut air laut pertama pada jam 06:55:29 WITA dengan ketinggian 68 cm, dilanjutkan dengan pasang pertama pada jam 13:30:29 WITA pada ketinggian 162 cm. Surut kedua terjadi 18:30:29 WITA pada ketinggian 93 cm, sedangkan puncak pasang kedua terjadi pada jam 0:05:29 WITA dengan ketinggian 164 cm. Saat bulan purnama pada pukul 18:35:29 WITA ketinggian air laut yaitu 97 cm, air laut mulai pasang atau naik karena pada waktu tersebut mulai terjadinya bulan purnama. Pukul 00:10:29 WITA ketinggian air laut yaitu 160 cm permukaan air mulai turun karena pada waktu tersebut proses terjadi bulan purnama telah berakhir (Missa dkk., 2018).

Jenis pasang surut antara lain pasang purnama dan pasang perbani. Pasang purnama terjadi pasang naik dan pasang surut tertinggi. Pasang tertinggi terjadi pada tanggal 1 (berdasarkan kalender bulan) dan pada tanggal 14 (saat bulan purnama) karena posisi bumi, bulan dan matahari berada satu garis. Pasang perbani terjadi pasang naik dan pasang surut terendah terjadi pada tanggal 7 dan 21 kalender bulan. Pasang perbani terjadi saat posisi matahari, bulan, bumi membentuk sudut 90° (Samadi, 2007).

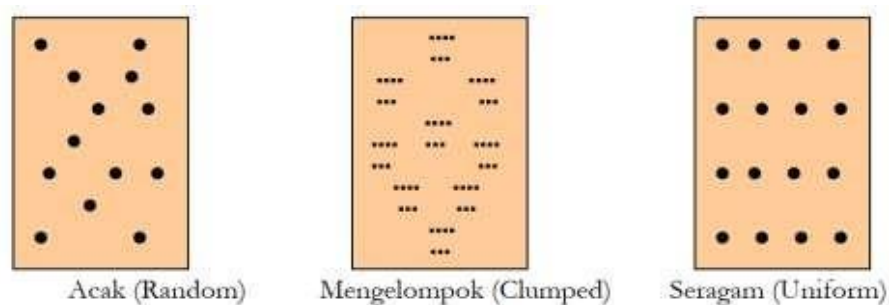
Pasang dan surut air laut juga berpengaruh terhadap kepadatan sel bakteri seperti *Vibrio* dan *E. coli*. Pengaruh pasang surut yaitu dalam keberadaan bahan organik yang berdampak pada fluktuasi kemelimpahan bakteri jadi meningkat (Meena dkk., 2019). Pola arus pasang surut adalah pola bolak-balik, kemudian berpengaruh dalam pola sebaran dan suplai bahan organik yang berasal dari laut atau sungai (Sembel dan Manan, 2018). Kondisi surut, terjadi massa air laut akan lebih dominan sehingga kandungan bahan organik dalam air laut jadi lebih tinggi. Kondisi air pasang, bahan organik menjadi rendah karena pengenceran massa air dari laut, sehingga Kepadatan bakteri pada saat pasang lebih rendah dari pada saat surut (Jubaedah dkk., 2021).

Pengaruh pasang surut air laut terhadap kepadatan bakteri didukung Madonsa dkk. (2022), bahwa kepadatan bakteri *Vibrio* saat air laut surut lebih tinggi ($8,5 \times 10^1 - 2,8 \times 10^4$ CFU/ml) dibanding saat air laut pasang ($6,6 \times 10^1 - 1,9 \times 10^4$

CFU/ml). Menurut Safitri dkk. (2021), bahwa total *E. coli* lebih tinggi saat air surut (2400/100 ml) dari pada saat air pasang (110 /100 ml). Hal ini disebabkan adanya limbah industri dan limbah domestik yang dibuang secara langsung atau tidak langsung ke perairan terdekat (Baliarsingh dkk.,2021).

2.8. Pola Distribusi

Pola distribusi adalah hubungan spasial antara anggota populasi didalam habitat. Pola distribusi dipengaruhi fisiko kimia lingkungan dan kemampuan biologis individu mikroorganisme. Individu dari suatu populasi dapat terdistribusi dalam salah satu dari tiga pola dasar: pola seragam (*uniform*) yaitu penyebaran dapat berjarak kurang lebih sama, pola acak (*random*) : penyebaran secara acak tanpa pola yang dapat diprediksi dan umum ditemukan dialam, serta pola bergerombol (*clumped*) : penyebaran organisme cenderung membentuk kelompok (Gambar 4) (Rosmawati, 2011).



Gambar 4. Pola distribusi organisme

(Sumber : Rosmawati, 2011).

Pola distribusi mikroorganisme umumnya spesifik tergantung kondisi lingkungannya. Kemampuan metabolisme mikroorganisme yang beragam dan jenis-jenis virus tertentu akan dapat mudah dijumpai pada daerah padat populasi hewan dan manusia sehingga berpotensi menjadi patogen atau kemunculan penyakit tertentu (Salama dkk., 2022). Pola sebaran dan kepadatan *coliform* (*E. coli*) akan semakin tinggi di lokasi terbangun seperti pemukiman dan kawasan perekonomian, karena secara langsung atau tidak langsung terjadi pembuangan limbah domestik (feses), pertanian, dan industri ke perairan (Anita dkk., 2020).

Pola distribusi *Vibrio* di Perairan Pantai dan Teluk pada Sentra Budidaya Ikan

Laut di Bali Utara, terjadi populasi tertinggi *Vibrio* pada bulan Maret hingga Mei, kemudian menurun pada bulan berikutnya, serta meningkat kembali pada bulan Oktober hingga November. Total *Vibrio* tertinggi di Bali Utara adalah 500-9067 CFU/ml yang dipengaruhi peralihan musim atau cuaca (Mahardika dkk., 2021). Pola distribusi fitoplankton HAB seperti *Nitzschia* sp. di Perairan Teluk Hurun, Kab. Pesawaran, Lampung, pada tahun 2016 tercatat *blooming* hanya bulan Februari, tahun 2017 tidak tercatat pernah mengalami *blooming*, tahun 2018 tercatat mengalami *blooming* pada bulan Maret dan September dengan kepadatan tertinggi sebesar 30.039 sel/l dan tahun 2019 terjadi pada bulan Desember (Lestari dkk., 2022).

Total bakteri *Vibrio* sp. di Pesisir Wundulako dan Pomalaa Kolaka yang tersebar pada bulan Juni antara 10– 1510 CFU lebih tinggi dibandingkan pada bulan Juli antara 0 – 370 CFU. Salinitas antara 20 - >30 ppt berpengaruh terhadap total bakteri terutama salinitas >28 ppt, sedangkan suhu air dan konsentrasi (1 - 1,5 mg/l) berpengaruh terhadap keberadaan bakteri. Sebaran kondisi lingkungan perairan terhadap keberadaan bakteri *Vibrio* sp., bervariasi di setiap lokasi pada bulan Juni dan Juli (Pariakan dan Rahim, 2021). Bakteri *Vibrio* sp., pada kegiatan budidaya udang intensif akan terus bertambah disebabkan oleh keberadaan akumulasi bahan organik yang tinggi, serta kadar salinitas yang rendah (Ariadi dan Mujtahidah, 2022).

Pola distribusi kepadatan fitoplankton berdasarkan pasang surut perairan di Pulau Pangkil yaitu pada saat pasang kepadatan tinggi (905,6 sel/l) dibandingkan surut (802,4 sel/l) dengan pola dispersi mengelompok atau bergerombol (*patchiness*). Plankton di laut umumnya tidak tersebar merata melainkan hidup secara mengelompok, berkelompoknya plankton lebih sering di jumpai di perairan neritik dari pada perairan oseanik (Gunawan dkk., 2022). Pengelompokan di sebabkan pencarian makanan, penghindaran predator, migrasi, reproduksi dan seleksi habitat (Latumeten dan Pello, 2019).

Berdasarkan sebaran secara horizontal, plankton diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu plankton neritik dan plankton oseanik. Plankton neritik adalah

kelompok plankton yang biasa hidup diperairan pantai dengan salinitas yang relatif rendah yaitu antara 5-10 ppt (Nontji, 2008). Komposisi dari plankton neritik sangat kompleks terdiri dari plankton laut, plankton air payau, dan plankton air tawar seperti *Labidocera muranoi* dan *Noctiluca scintillans*, disebabkan masuknya air tawar dari sungai dan pasang surut lautan di sekitar muara sungai (Rangkuti dkk., 2017). Plankton oseanik adalah kelompok plankton yang menghuni perairan samudera dengan salinitas jauh lebih tinggi seperti *Planktoniella sol* dan *Rhizosolenia robusta* (Swasta, 2018).

Berdasarkan sebaran secara vertikal, plankton diklasifikasikan menjadi tiga kelompok yaitu epiplankton, mesoplankton, dan hipoplankton. Epiplankton adalah kelompok plankton yang hidup di lapisan permukaan hingga kedalaman laut sekitar 100 meter, umumnya didominasi fitoplankton seperti kelas Bacillariophyceae, Dinophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, dan Coscinodiscophyceae (Irawati dkk., 2022). Kelompok epiplankton yang berada dilapisan teratas permukaan air yang berbatasan langsung dengan udara atmosfer (neuston) seperti *Trichodesmium* sp. yang hidup dipermukaan laut dan secara langsung dapat mengikat nitrogen dari udara (Rangkuti dkk., 2017).

Mesoplankton adalah kelompok plankton yang hidup pada kedalaman laut antara 100 – 400 meter yang umumnya didominasi oleh zooplankton seperti copepod (*Eucheuta marina*) dan kelompok eufausid (*Thysanopoda*, *Euphausia*, *Thysanoessa*, dan *Nematoscelis*). Fitoplankton sudah sangat jarang ditemukan karena cahaya sudah redup (Nontji, 2008). Hipoplankton adalah kelompok plankton yang hidup dikedalaman laut lebih dari 400 meter, dibedakan menjadi batiplankton (kedalaman >600meter) dan abisoplankton (kedalaman hingga 3000-4000 meter). Beberapa hipoplankton seperti *Bentheuphausia ambylops*, *Thysanopoda*, *Eukrohnia hamata* dan *Eukrohnia bathypelagica* (Swasta, 2018).

Faktor yang mempengaruhi pola distribusi organisme di perairan :

a. Suhu

Suhu adalah salah satu faktor fisika perairan yang langsung dapat mempengaruhi laju pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan meningkatkan laju

metabolisme berbagai organisme perairan. Suhu perairan, semakin tinggi maka tingkat kelarutan oksigen semakin turun (Edi dkk., 2021).

b. pH

Derajat keasaman atau pH adalah jumlah atau aktifitas hidrogen dalam air.

Nilai pH menggambarkan seberapa asam atau basa suatu perairan. pH perairan yang cocok untuk pertumbuhan organisme air berkisar antara 6–9 (Nugraheni dkk., 2022).

c. Salinitas

Salinitas adalah konsentrasi garam di dalam air laut, berpengaruh terhadap tekanan osmotik air, dimana semakin tinggi salinitas maka akan semakin tinggi tekanan osmotiknya. Perubahan salinitas perairan akan berpengaruh pada keseimbangan tekanan osmosis antara protoplasma mikroba, sehingga berpengaruh dalam Kepadatan dan distribusi mikroba (Samudera dkk., 2021).

d. Arus

Arus pasang surut yaitu pergerakan massa air dalam arah vertikal maupun horizontal. Arus sangat berpengaruh pada sebaran mikroorganisme seperti fitoplankton. Ukuran fitoplankton yang sangat kecil dan tidak dapat bergerak aktif melawan arus mengakibatkan pergerakannya sangat tergantung pada pergerakan air di suatu perairan. Arus pasang surut juga berperan pada penyebaran fosfat dengan membawa partikel massa air dari satu tempat ke tempat yang lain (Puspitasari dkk., 2021).

e. Nutrisi

Nutrisi adalah zat untuk pertumbuhan mikroorganisme seperti nitrat dan fosfat yang dapat larut dan terbawa oleh air dan masuk ke perairan. Nitrat adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami. Fosfat diperlukan sebagai transfer energi dari luar ke dalam sel organisme, dan dibutuhkan dalam jumlah kecil (sedikit) (Gurning dkk., 2020). Nilai alkalinitas, nitrat, dan amonia, yang melebihi ambang baku mutu dapat memicu terjadinya *blooming algae* yang dapat berdampak buruk bagi kegiatan budidaya dan lingkungan selama periode La Nina moderat (Ramadhan, 2022).

f. Musim

Musim berpengaruh ke pola fluktuasi bakteri, serta pola pergerakan suhu air.

Musim hujan akan terjadi peningkatan populasi bakteri pada permukaan air karena adanya unsur hara dari darat terbawa dan masuk ke wilayah perairan dan terjadi penurunan suhu di perairan (Mahardika dkk., 2020).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan mulai April sampai Agustus 2022. Lokasi di Pantai Ketang, Kalianda, Lampung, Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Zoologi FMIPA Universitas Lampung.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah sumber air laut (air laut pasang, air laut surut air setelah *sand filter*, air tendon, dan air pemeliharaan larva) dari Pantai Ketang, media *Thiosulfate-Citrate-Bile Salts-Sucrose Agar* (TCBSA), pereaksi oksidase, media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA), media *Nutrient Agar*, *Lactose Broth* (LB), *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB), cat Gram A, cat Gram B, cat Gram C, cat Gram D, alkohol 70%, KOH 40%, formalin 4%, dan data sekunder (data curah hujan, pertambahan panjang larva, estimasi populasi larva dan tingkat kelangsungan hidup larva udang). Alat yang digunakan adalah botol sampel, tabung reaksi, cawan petri, autoklaf, *laminar air flow* (LAF), lampu spiritus, rak tabung reaksi, tabung durham, oven, inkubator, pengaduk, *coolbox*, *colony counter*, pipet tetes, mikroskop, *Sedgewick Rafter Cell* (SRC), *plankton net*, *magnetic stirrer*, dan buku identifikasi plankton Davis (1995).

3.3. Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode survei eksploratif (Idami dan Nasution, 2020). Lokasi pengambilan sampel di Pantai Ketang yang berada di Desa Way Urang, Lingkungan Ketang, Kecamatan Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan.

Hatchery yang dipilih adalah *hatchery* budidaya udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*), dikelola secara intensif dengan sistem tidak terlalu bergantung pada lingkungan. *Hatchery* digunakan aerasi, sistem pemasukan air, sistem pembuangan air, dan pemberian pakan alami serta pakan tambahan (Nuntung dkk., 2018).

Sampel air diambil dari air permukaan pada 5 titik lokasi. Kelima titik tersebut adalah air laut pasang (P), air laut surut (S), air laut setelah *sand filter* (F), air laut tandon (T), dan air pemeliharaan larva (M) (fase zoea 3 sampai post larva 3). Sampel masing-masing diambil dua kali dalam sebulan dan dilakukan pada April sampai Agustus 2022. Air laut dilakukan uji *Vibrio*, *coliform*, dan plankton HAB, serta dilengkapi data sekunder perhitungan panjang (fase post larva 1 sampai post larva 16), estimasi populasi, dan perhitungan tingkat kelangsungan hidup larva udang (fase naupli sampai post larva 16). Pengujian dilakukan dengan ulangan sebanyak 6 kali.

Perbedaan kepadatan *Vibrio*, *coliform*, dan plankton dianalisis ANOVA, apabila terdapat beda nyata dilanjutkan uji beda nyata terkecil pada $\alpha = 0,05$. Hubungan tingkat kelangsungan hidup larva udang (Y) dengan kepadatan *coliform*, *Vibrio*, dan plankton dianalisis dengan regresi berganda (korelasi *pearson*) pada $\alpha = 0,05$. Data ditampilkan dalam tabel atau grafik, dan dianalisis secara deskriptif. Hasil dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah No.22 Tahun 2021 tentang baku mutu air laut untuk biota (Renitasari dkk., 2021).



Gambar 5. Titik pengambilan sampel.

Keterangan : air laut pasang (P), air laut surut (S), dan air laut *sand filter* (F).



T
M
Gambar 6. Lanjutan titik pengambilan sampel.

Keterangan : air laut tandon (T), dan air pemeliharaan larva (M)

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. Pengambilan Sampel Air laut

Pengambilan sampel air laut dilakukan dengan botol sampel yang disterilkan dengan autoklaf. Botol sampel dicelupkan ke dalam air tambak hingga kedalaman ± 20 cm. Botol ditutup di dalam air untuk menghindari kontaminasi bakteri dari udara. Botol dimasukkan ke dalam *ice box* untuk dianalisis di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Lampung (Idami dan Nasution, 2020).

3.4.2. Perhitungan *Vibrio* sp.

Sampel air laut sebanyak 1 ml dimasukkan pada tabung reaksi berisi 9 ml larutan NaCl yang telah disterilkan. Larutan diaduk sampai homogen dan diberi tanda 10^{-1} . Sampel dibuat pengenceran hingga 10^{-2} . Sampel diambil 1 ml dari masing-masing pengenceran. Media TCBSA (*Thiosulfate Citrate Bile Salt Sucrose Agar*) ditambahkan, kemudian diaduk dengan membentuk angka 8. Media diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam dengan posisi terbalik (Idami dan Nasution, 2020).

Metode perhitungan jumlah koloni *Vibrio* adalah metode hitungan cawan petri atau disebut *Total Plate Count* (TPC). Morfologi koloni diamati dan koloni dihitung dengan *colony counter* pada setiap tingkat pengenceran. Bakteri dilakukan pengecatan Gram (Gusman, 2019). Jumlah koloni bakteri *Vibrio* sp.

yang tumbuh dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{CFU/ml} = \text{Koloni Bakteri Yang Tumbuh} \times (1/\text{Faktor Pengenceran})$$

3.5. Perhitungan *Coliform*

3.5.1. Uji Pendugaan (*Presumptive Test*)

Uji penduga merupakan uji awal untuk menduga ada atau tidaknya kehadiran bakteri *coliform* pada sampel. Uji pendugaan diawali persiapan 9 tabung reaksi. 3 tabung reaksi pertama diisi 9 ml media *Lactose Broth* (LB) dengan 1 ml sampel (10^{-1}), 3 tabung reaksi kedua berisi 9 ml media LB dan 1 ml sampel (10^{-2}), dan 3 tabung reaksi ketiga berisi 9 ml media LB dan 1 ml sampel (10^{-3}). Hasil negatif ditandai dengan tidak ada kekeruhan dan gas dalam tabung durham, kemudian hasil tabung negatif tidak dilanjutkan uji penguat. Hasil tabung positif ditandai dengan kekeruhan dan gas dalam tabung durham, kemudian hasil tabung positif dilanjutkan uji penguat (Masri dkk., 2021).

3.5.2. Uji Penguat (*Confirm Test*)

Uji penguat dilakukan untuk meyakinkan keberadaan bakteri *coliform*. Tabung LB positif diinokulasikan ke *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB) sebanyak 1 ose. Tabung diinkubasi dengan suhu 37°C selama 48 jam. Hasil tabung positif ditandai dengan kekeruhan dan gas dalam tabung durham, kemudian hasil positif dilanjutkan uji pelengkap. Hasil positif di cocokan dengan tabel MPN seri 9 tabung (3-3-3) formula Thomas. Hasil negatif ditandai dengan tidak ada kekeruhan dan gas dalam tabung durham, kemudian hasil tabung negatif tidak dilanjutkan uji pelengkap (Masri dkk., 2021).

3.5.3. Uji Pelengkap (*Completed Test*)

Uji penguat dilakukan untuk mengetahui keberadaan bakteri *E. coli* pada sampel. Biakan tabung positif pada uji penguat *coliform* diambil satu ose dan diinokulasikan pada media *Endo Agar*, dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Koloni diduga *E. coli* akan warna hijau metalik dan digoreskan pada media

Nutrient Agar (NA). Sampel dilakukan pewarnaan Gram dan pembentukan gas (Masri dkk., 2021).

3.6. Pengecatan Gram

Koloni diambil dengan ose, kemudian diletakkan pada gelas benda dengan teknik aseptis. Suspensi diratakan dan dikeringanginkan, kemudian difiksasi dengan lampu spiritus. Cat Gram A (*crystal violet*) ditambahkan dan didiamkan 1 menit, kemudian dibilas akuades. Cat Gram B (*Gram iodine*) ditambahkan, didiamkan 1 menit, lalu dibilas akuades. Gram C (alkohol 95%) ditambahkan, didiamkan selama 10-20 detik, dan dibilas akuades. Cat Gram D (safranin) ditambahkan dan didiamkan selama 20-30 detik, lalu dibilas dan dikeringanginkan. Preparat diamati menggunakan mikroskop perbesaran 10 x 45 dan difoto. Bakteri Gram negatif berwarna merah muda dan bakteri Gram positif berwarna ungu tua (Cappuccino dan Sherman, 2014).

3.7. Keragaman Plankton

Pengambilan sampel dilakukan secara acak di empat lokasi dengan empat pengulangan. Pengambilan sampel plankton dilakukan dengan ember lalu di saring menggunakan plankton net 25 μ m, dimasukkan ke botol film 50 ml lalu diberi 3 tetes formalin 4% dan disimpan di *coolbox*. Identifikasi plankton dilakukan dengan cara mengambil sampel plankton menggunakan pipet tetes, lalu diteteskan pada *Sedgewick Rafter Cell* (SRC), kemudian di amati menggunakan mikroskop binokuler. Plankton yang telah ditemukan kemudian diidentifikasi berdasarkan ciri morfologi menggunakan acuan buku identifikasi plankton dari Davis (1955) (Afriyanti dkk., 2018).

Perhitungan plankton dengan SRC yang dilihat dibawah mikroskop pada perbesaran 10 x 40 (Umami dkk., 2018). Kepadatan plankton dihitung dalam ind/l menggunakan rumus berikut :

$$N = \frac{a \times b \times 1000}{L}$$

Keterangan :

N = Kepadatan plankton (ind/L)

a = Jumlah plankton yang teramati

b = Volume air dalam botol sampel (ml)

L = Volume air yang disaring (L) (Hatta dkk., 2022).

Indeks keanekaragaman (H) *Shanon Wiener* dihitung dengan rumus berikut :

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

Keterangan:

H'= indeks keanekaragaman *Shanon Wiener*

P_i = n_i/N (proporsi jenis plankton)

n_i = jumlah individu spesies ke-i

N = jumlah seluruh jenis plankton (Umami dkk., 2018).

Indeks dominasi (D) dihitung dengan rumus berikut :

$$D = \sum P_i^2$$

Keterangan :

D = Indeks dominasi

P_i = n_i/N (proporsi jenis plankton) (Umami dkk., 2018).

3.8. Pertambahan Panjang Larva

Sampel larva udang diambil dengan gelas beker, kemudian diukur dengan penggaris. Hasil pengukuran diukur dengan rumus berikut :

$$L = L_t - L_0$$

Keterangan :

L = Pertambahan panjang mutlak

L_t = Panjang akhir larva (mm)

L₀ = Panjang awal larva (mm) (Wiyatanto dkk., 2020).

3.9. Estimasi Populasi Larva Udang

Sampel diambil di empat titik di kedalaman 50 cm dari permukaan kolam larva. Sampel diambil dengan gelas beker, kemudian larva dihitung satu persatu. Jumlah larva dihitung dengan rumus: Jumlah larva = (rata-rata jumlah sampel / volume air sampel) × volume air kolam larva (Nuntung dkk., 2018).

3.10. Perhitungan Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup adalah perbandingan jumlah udang hidup akhir pemeliharaan dengan jumlah udang pada awal pemeliharaan atau pada fase naupli sampai post larva 16. SR dihitung dengan rumus berikut (Supono dkk., 2021) :

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100 \%$$

Keterangan :

SR= *Survival rate* atau tingkat kelangsungan hidup (%)

N_t = Jumlah udang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

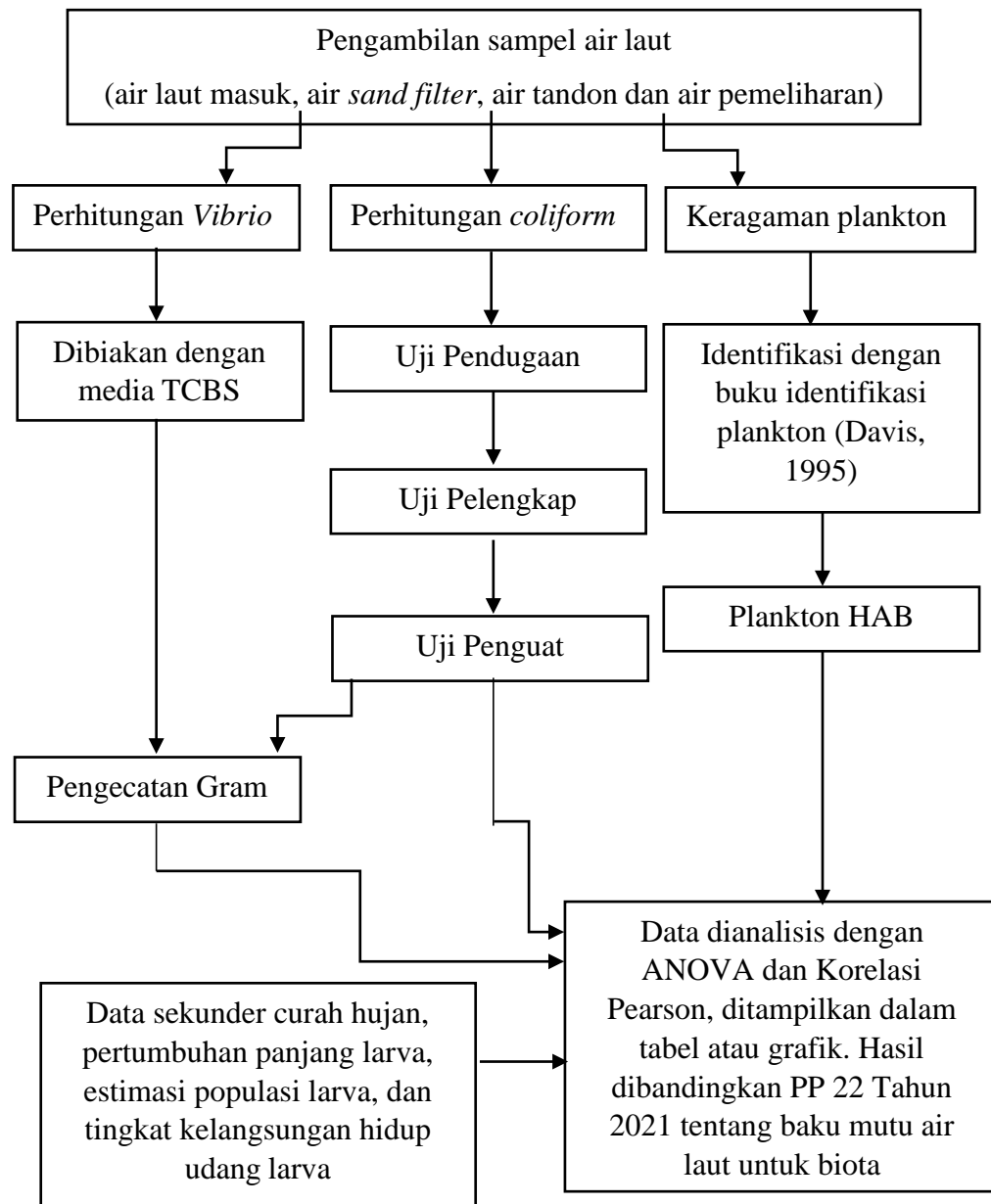
N_o = Jumlah udang pada awal pemeliharaan (ekor)

3.11. Analisis Data

Perbedaan kepadatan *Vibrio*, *coliform*, dan plankton dianalisis ANOVA, apabila terdapat beda nyata dilanjutkan uji beda nyata terkecil pada $\alpha = 0,05$. Hubungan antara tingkat kelangsungan hidup pada larva udang (Y) dengan kepadatan *Vibrio*, *coliform*, dan plankton dianalisis regresi berganda (korelasi *Pearson*) pada $\alpha = 0,05$ (Saputri dan Efendy, 2020). Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan PP 22 Tahun 2021 tentang baku mutu air laut untuk biota.

3.12. Diagram Alir Penelitian

Secara skematis diagram alir tahapan penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kepadatan total *Vibrio* tertinggi terjadi pada bulan Mei (0,62 Log X+1 atau 3 CFU/ml) dan air laut pemeliharaan larva (0,81 Log X+1 atau 5 CFU/ml).
2. Kepadatan *coliform* sebanyak < 3 MPN/100ml dan tidak ada pengaruh disetiap bulan dan tempat sampling di Pantai Ketang.
3. Keanekaragaman plankton termasuk kategori sedang (1,33 - 2,15), dengan kepadatan total plankton tertinggi terjadi pada bulan Agustus (2,44 Log X+1 atau 2×10^2 ind/L) dan air laut pasang (4,09 Log X+1 atau 1×10^4 ind/L).
4. Terdapat korelasi *Pearson* atau hubungan yang sangat rendah (0,031- 0,081) dan tidak nyata (Sig. 0,318-0,707) antara kepadatan *Vibrio*, *coliform*, dan plankton terhadap tingkat kelangsungan hidup larva udang di *hatchery* Pantai Ketang.

5.2. Saran

Saran yang diperlukan penelitian lebih lanjut tentang kualitas air secara parameter kimia atau fisika di Pantai Ketang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, R., Setyowati, D. N., dan Mukhlis, A. 2022. Pengaruh penambahan ekstrak daun jeruju (*Acanthus ilicifolius*) dengan dosis berbeda pada pakan terhadap kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang diinfeksi *Vibrio parahaemolyticus*. *Jurnal Perikanan Unram*. 12 (1) : 33-44.
- Afianti, N. F., dan Sutiknowati, L. I. 2020. Kondisi pencemaran lingkungan berdasarkan parameter mikrobiologis di Sekitar Muara Sungai Cemandiri, Teluk Pelabuhan Ratu, Jawa Barat. *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*. 37 (3) : 135-140.
- Afrianto, S., dan Muqsith, A. 2018. Manajemen produksi nauplius udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Instalasi Pembenihan Udang Balai Perikanan Budidaya Ait Payau Gelung, Situbondo, Jawa Timur. *Samakia : Jurnal Ilmu Perikanan*. 5 (2) : 53-64.
- Afriyanti, R. V., Widiastuti, E. L., dan Murwani, S. 2018. Keragaman Plankton Dan Kandungan Logam Beratnya Di Perairan Cagar Alam Laut Kepulauan Krakatau. <http://repository.lppm.unila.ac.id/8698/1/Arikel%20Keragaman%20Plankton%20dan%20Logam%20Berat%20Krakatau.pdf>, diakses 26 Maret 2022.
- Aisyah, N., Agus, M., dan Mardiana, T. Y. 2017. Analisis pemanfaatan dolomit dalam pakan terhadap periode molting udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak Unik. *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 16 (1) : 94-102.
- Anam, C., Khumaidi, A., dan Muqsith, A. 2016. Manajemen produksi nauplius udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Instalasi Pembenihan Udang Balai Perikanan Budidaya Ait Payau Gelung Situbondo Jawa Timur. *Samakia : Jurnal Ilmu Perikanan*. 5 (2) : 53-64.
- Anderson, D. M., Fensin, E., Gobler, C. J., Hoeglund, A. E., Hubbard, K. A., Kulis, D. M., Landsberg, J. H., Lefebvre, K. A., Provoost, P., Richlen, M. L., Smith, J. L., Solow, A. R dan Trainer, V. L. 2021. Marine harmful algal blooms (HABs) in the United States: History, current status and future trends. *Harmful Algae*. 102 : 1-37.
- Anita, A. W., Agus, M., dan Mardiana, T. Y. 2018. Pengaruh perbedaan salinitas terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) PL-13. *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan*

dan Kelautan. 17 (1) : 12-19.

- Anita, L., Adriman, A., dan Fauzi, M. 2020. Kualitas dan distribusi spasial karakteristik fisika-kimia Sungai Siak di Kota Pekanbaru. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 9(2): 335-343.
- Ariadi, H., dan Mujtahidah, T. 2022. Analisis permodelan dinamis Kepadatan bakteri *Vibrio* sp. pada budidaya udang vaname, *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Riset Akuakultur*. 16 (4) : 255-262.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Selatan. 2017. *Lampung Selatan Dalam Angka*. CV. Jaya Wijaya, Lampung. 105 hlm.
- Baliarsingh, S. K., Lotliker, A. A., Srichandan, S., Basu, A., Nair, T. M., dan Tripathy, S. K. 2021. Effect of tidal cycle on *Escherichia coli* variability in a tropical estuary. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 106(4) : 622-628.
- Barokah, G. R., Kurniasari, A., dan Gunawan. 2016. Kepadatan fitoplankton penyebab HAB (*harmful algal bloom*) di Perairan Teluk Lampung pada musim barat dan timur. *JPB Kelautan dan Perikanan*. 11 (2) : 115-126.
- Barokah, G. R., Putri, A. K., dan Gunawan, G. 2017. Kepadatan fitoplankton penyebab HAB (*harmful algal bloom*) di Perairan Teluk Lampung pada musim barat dan timur. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 11(2): 115-126.
- Bates, S.S., Hubbard, K.A., Lundholm, N., Montessor, M., dan Leaw, C.P. 2018. *Pseudo-nitzschia*, *Nitzschia*, and domoic acid: new research since 2011. *Harmful Algae*. 79 :3-43.
- Bosman, O., Soesilo, T. E. B., dan Rahardjo, S. 2021. Pollution index and economic value of vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*) farming in Indonesia. *Indonesian Aquaculture Journal*. 16 (1) : 51-60.
- Brierley, A. S. 2017. Plankton. *Current Biology*. 27 (11) : R478-R483.
- Cappuccino, J. G. dan Sherman, N. 2014. *Microbiology A Laboratory Manual Tenth Edition*. Pearson. London. 55-89 hlm.
- Chinain, M., Gatti, C. M. I., Darius, H. T., Quod, J. P., dan Tester, P. A. 2021. Ciguatera poisonings: A global review of occurrences and trends. *Harmful Algae*. 102 :1-22.
- Ciobanu, D. C., Bastiaansen, J. W., Magrin, J., Rocha, J. L., Jiang, D. H., Yu, N., Geiger, B., Deeb, N., Rocha, D., Gong, H., Kingdom, B. P., Paslow., G.S., Steen, H, A. M. dan Mileham, A. J. 2010. A major snp resource for dissection of phenotypic and genetic variation in pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Animal Genetics*. 41 (1) : 39-47.

- Davis, C. C. 1995. *The Marine and Fresh Water Plankton*. Michigan State University Press. USA.
- Deeb, R., Tufford, D., Scott, G. I., Moore, J. G., dan Dow, K. 2018. Impact of climate change on *Vibrio vulnificus* abundance and exposure risk. *Estuaries and Coasts*. 41 (8) : 2289-2303.
- Dewanti, L. P. P., Putra, I. D. N. N., dan Faiqoh, E. 2018. Hubungan Kepadatan dan keanekaragaman fitoplankton dengan Kepadatan dan keanekaragaman zooplankton di Perairan Pulau Serangan, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 4 (2) : 324-335.
- Donnenberg, M. S. 2000. Pathogenic strategies of enteric bacteria. *Nature*. 406 (6797): 768-774.
- Dugassa, H. dan Gaetan, D. G. 2018. Biology of white leg shrimp, *Penaeus vannamei*; Review. *World Journal of Fish And Marine Sciences*. 10 (2) :5-17.
- Edi, M. H., Nasuki, N., Alauddin, M. H. R., Abrori, M., Ritonga, L. B., Primasari, K., dan Rizky, P. N. 2021. Pengaruh penggunaan microbubble terhadap Kepadatan plankton pada budidaya udang vannamei. *Chanos chanos*. 19 (2) : 155-60.
- Evita, I. N. M., Hariyati, R., dan Hidayat, J. W. 2021. Kepadatan dan keanekaragaman plankton sebagai bioindikator kualitas air di Perairan Pantai Sayung Kabupaten Demak Jawa Tengah. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*. 23 (1) : 25-32.
- Farchan, M. dan Mulyono, M. 2011. *Dasar Dasar Budidaya Perikanan*. STP Press. Jakarta. 87-89 hlm.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta. 44 hlm.
- Friedemann, M. 2019. Ciguatera fish poisoning outbreaks from 2012 to 2017 in Germany caused by snappers from India, Indonesia, and Vietnam. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*. 14 (1) : 71-80.
- Ginjar, S., Putri, C. K., dan Nurhakim, R. 2019. Kajian kenaikan muka air laut dan tinggi genangan (ROB) pada tahun 2023, 2028, dan 2033 di Kota Saumlaki, Kabupaten Maluku Tenggara Barat. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. 6 (2) : 39-48.
- Gunawan, N., Apriadi, T., dan Muzammil, W. 2022. Pola sebaran nutrisi dan Kepadatan fitoplankton di Perairan Pulau Pangkil Kecamatan Teluk Bintan Kabupaten Bintan. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*. 15 (2) : 106-121.
- Gurning, L. F. P., Nuraini, R. A. T., dan Suryono, S. 2020. Kepadatan fitoplankton penyebab *harmful algal bloom* di Perairan Desa Bedono,

- Demak. *Journal of Marine Research*. 9 (3) : 251-260.
- Gusman, E. 2019. Identification of *Vibrio* isolated from mangrove sediment near to vannamei ponds. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*. 10 (2) : 121-127.
- Gusmawati, N. F., Soembogo, D., Lubis, A. A., dan Supriyono, E. 2018. Disain sistem iradiasi dengan cobalt-60 untuk disinfeksi air dalam budidaya udang. *Prosiding Seminar Nasional APISORA 2018*. 1 : 132-141.
- Hamzah, A. S., Mohammad-Noor, N., Adam, A., dan Ahmad, Z. 2019. Distribution of phytoplankton in Kuantan Port, Malaysia during northeast monsoon season. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*. 23 (6) : 1107-1119.
- Hatta, M., Umar, N. A., dan Rustam, A. 2022. Perbandingan klorofil-a dan Kepadatan plankton di Perairan Pantai Kabupaten Pinrang Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Kelautan Nasional*. 17 (1) : 37-46.
- Henke, J. M., dan Bassler, B. L. 2004. Bacterial social engagements. *Trends in Cell Biology*. 14 (11) : 648-656.
- Hidayat, R., dan Haryanto, Y. D. 2023. Analisis Variabilitas Iklim Di Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Fisika Unand*. 12(2): 254-260.
- Hidayati, I. 2020. Pemahaman masyarakat Pesisir Lampung akan bahaya harmful algae bloom pada sumber pangan laut. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Geografi*. 5 (2) : 122-131.
- Hossain, M. S., Hashim, M., dan Muslim, M. A. 2019. Multi-temporal modis for detection and published literatures for validation of phytoplankton blooms in Sabah and Sarawak, Malaysia. *Jurnal Teknologi*. 81(3) : 159-167.
- Idami, Z., dan Nasution, R. A. 2020. Kepadatan koloni bakteri *Vibrio* sp. berdasarkan lokasi budidaya tambak udang di Kabupaten Pidie. *Bioma: Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*. 5 (2) : 121-134.
- Imran, A. 2018. Struktur komunitas plankton sebagai bioindikator pencemaran di Perairan Pantai Jeranjang Lombok Barat. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*. 2 (1) : 1-8.
- Irawati., Sara, L., Muliddin., dan Asriyana. 2022. Spatial distribution of phytoplankton in Lasolo Bay of Southeast Sulawesi province, Indonesia. *Journal of Advanced Biotechnology and Experimental Therapeutics*. 5(3): 615-622.
- Irma, A., Wahdaniar, W., dan Miladiarsi, M. 2022. Efektivitas antimikroba bakteri probiotik dari usus itik pedaging *Anas Domesticus* terhadap pertumbuhan *Vibrio* Spp. *Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia*. 7(8) :11218-11230.
- Iskandar, A., Jannar, A. B., Sujangka, A., dan Muslim, M. 2022. Teknologi

- pembenihan abalon *Haliotis squamata* untuk meningkatkan produksi budidaya secara berkelanjutan. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*. 13 (1) : 17-31.
- Iskandar, A., Rizki, A., Hendriana, A., Darmawangsa, G. M., Abuzzar, A., Khoerullah, K., dan Muksin, M. 2021. Manajemen Pembenuhan Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* di PT Central Proteina Prima, Kalianda, Lampung Selatan. *Jurnal Perikanan Terapan*. 2 (1) :1-8.
- Isworo, S., dan Oetari, P. S. 2021. The Study of Ecological Conditions The Panjang Coastal Lampung Bay. *Agrociencia*. 55 (2):1-24.
- Jubaedah, S., Wulandari, S. Y., Zainuri, M., Maslukah, L., dan Haryo, D. 2021. Pola sebaran bahan organik di Perairan Muara Sungai Jajar, Demak, Jawa Tengah. *Indonesia Journal of Oceanography*. 03 (03) : 7–13.
- Kouakou, C. R., dan Poder, T. G. 2019. Economic impact of harmful algal blooms on human health: a systematic review. *Journal of Water and Health*. 17 (4) : 499-516.
- Kusumanti, I., Iskandar, A., Sesaria, S., dan Muslim, A. B. 2022. Studi kelayakan usaha pembenuhan ikan kakap putih di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo, Jawa Timur. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*. 47 (2) : 195-206.
- Latumeten, J., dan Pello, F. S. 2019. Komposisi, kepadatan dan distribusi spasial zooplankton pada Musim Barat (Desember-Februari) di Perairan Teluk Ambon Dalam. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan UNPATTI*. 1 (1) : 72-82.
- Lestari, N. P. T., Julyantoro, P. G. S., dan Suryaningtyas, E. W. 2018. Uji Tantang Bakteri *Vibrio harveyi* pada Pasca Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Current Trends in Aquatic Science*. 1 (1), 114-121.
- Lestari, S. W., Tugiono., Wahono, E. P. dan Rinawati. 2022. Model prediksi Kepadatan *Nitzschia* sp. di Perairan Teluk Hurun, Lampung. *Techno-Fish*. 6 (1) : 29-41.
- Liao, I. C., dan Chien, Y. H. 2011. *The Pacific White Shrimp, Litopenaeus vannamei, in Asia: The World's Most Widely Cultured Alien Crustacean*. Springer. Dordrecht. 489-519 hlm.
- Madonsa, C., Widigdo, B., Krisanti, M., dan Yuhana, M. 2022. Intensive *Litopenaeus vanamei* pond performance with irrigation system based on Distribution of *Vibrio* spp. *Depik*. 11(2) : 182-191.
- Mahardika, K., Mastuti, I., Roza, D., Syahidah, D., Astuti, W. W., Ismi, S., dan Zafran, Z. 2020. Pemantauan insidensi penyakit pada ikan kerapu dan kakap di hatchery dan keramba jaring apung di Bali Utara. *Jurnal Riset Akuakultur*. 15 (2) : 89-102.

- Mahardika, K., Mastuti, I., Septory, R., Roza, D., Zafran., dan Nasukha, A. 2021. Pola fluktuasi populasi bakteri di Perairan Pantai dan Teluk pada Sentra Budidaya Ikan Laut di Bali Utara. *Jurnal Riset Akuakultur*. 16 (1) : 49-59.
- Mahasri, G., Heryamin, A., dan Kismiyati, K. 2016. Prevalensi ektoparasit pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan padat tebar yang berbeda di Tempat Penggelondongan di Kabupaten Gresik. *Journal of Aquaculture and Fish Health*. 5 (2) : 49-55.
- Makmur., Rachmansyah., dan Fahrur, M. 2011. Hubungan antara kualitas air dan plankton di tambak Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. 2 (1) : 961-968.
- Mansyur, A., Sara, L., Annaastasia, N., Mangurana, W. O. I., dan Nurdiana, A. 2022. Manajemen kerja mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo pada PT. Benur Top De Heus. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*. 5(3) : 299-305.
- Maryani, D., Masduqi dan Moesriati, A. 2014. Pengaruh ketebalan media dan *rate filtrasi* pada *sand filter* dalam menurunkan kekeruhan dan total coliform. *Jurnal Teknik Pomits*. 3 (2) : 76-81.
- Maso, M., dan Garcés, E. 2006. Harmful microalgae blooms (HAB); problematic and conditions that induce them. *Marine Pollution Bulletin*. 53(10-12) : 620-630.
- Masri, M., Sukmawaty, E., Nur, F., dan Suriani. 2021. Bacterial contamination at whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in aquaculture. *Jurnal Biodjati*. 6 (1) : 136-145.
- Meena, B., Anburajan, L., Sathish, T., Das, A. K., Vinithkumar, N. V., Kirubakaran, R., dan Dharani, G. 2019. Studies on diversity of *Vibrio* sp. and the prevalence of *hapA*, *tcpI*, *st*, *rtxA&C*, *acfB*, *hlyA*, *ctxA*, *ompU* and *toxR* genes in environmental strains of *Vibrio cholerae* from Port Blair bays of South Andaman, India. *Marine Pollution Bulletin*. 144 : 105-116.
- Missa, I. K., Lapono, L. A., dan Wahid, A. 2018. Rancang bangun alat pasang surut air laut berbasis arduino uno dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*. 3 (2) : 102-105.
- Murwani, S., Widiastuti, E. L., Supriyanto, S., & Rivai Farida, I. (2018). Analisis Logam Berat Pada Spesies Ikan Karang Di Perairan Cagar Alam Laut Kepulauan Krakatau. <http://repository.lppm.unila.ac.id/8699/1/Artikel%20logam%20berat%20pada%20ikan%20karang.pdf> diakses 8 Agustus 2023.
- Mustafa, A., Sapo, I., dan Paena, M. 2016. Studi penggunaan produk kimia dan biologi pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *Jurnal Riset Akuakultur*. 5 (1) :

115-133.

- Mustofa, A. 2020. *Pengelolaan Kualitas Air untuk Akuakultur*. UNISNU Press. Jepara. 8-9 hlm.
- Muthukrishnan, S., Defoirdt, T., Ina-Salwany, M. Y., Yusoff, F. M., Shariff, M., Ismail, S. I., dan Natrah, I. 2019. *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio harveyi* causing acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) in *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) isolated from Malaysian shrimp ponds. *Aquaculture*. 511 : 1-8.
- Nontji, A. 2008. *Plankton Laut*. LIPI Press. Jakarta. 11-26 hlm.
- Nugraheni, A. D., Zainuri, M., Wirasatriya, A., dan Maslukah, L. 2022. Sebaran klorofil-a secara horizontal di Perairan Muara Sungai Jajar, Demak. *Buletin Oseanografi Marina*. 11(2) : 221-230.
- Nuhman. 2019. *Monograf : Logam Timbal (Pb) dan tembaga (Cu) : LC50 nya pada Udang vanamei*. Hang Tuah University Press, Surabaya. 40-55 hlm.
- Nuntung, S., Idris, A. P. S., dan Wahidah, W. 2018. Teknik pemeliharaan larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei* Bonne) di PT Central Pertiwi Bahari Rembang, Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. 1 : 137-143.
- Nurdiana, F., Julyantoro, P. G. S., dan Suryaningtyas, E. W. 2019. Kepadatan bakteri *coliform* pada Musim Kemarau di Perairan Laut Celukanbawang, Provinsi Bali. *Current Trends in Aquatic Science*. 2 (1) : 101-107.
- Pariakan, A., dan Rahim, M. 2021. Karakteristik kualitas air dan keberadaan bakteri *Vibrio* sp. pada wilayah tambak udang tradisional di Pesisir Wundulako dan Pomalaa Kolaka. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*. 5 (3) : 547-556.
- Pascoal, A. Velazquez, J. B., Ortea, I. Cepeda, A., Gallardo, J. M. dan Mata, P. C. 2011. Molecular identification of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*), the white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and the indian white shrimp (*Fenneropenaeus indicus*) by PCR targeted to the 16S rRNA mtDNA. *Food Chemistry*. 125 (4) : 1457-1461.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2021. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. https://jdih.setkab.go.id/PUUdoc/176367/PP_Nomor_22_Tahun_2021.pdf, diakses 27 Maret 2022.
- Permanti, Y. C., Julyantoro, P. G. S. dan Pratiwi, M. A. 2018. Pengaruh penambahan *Bacillus* sp. terhadap kelulushidupan pasca larva udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) yang terinfeksi vibriosis. *Current Trends in Aquatic Science*. 1 (1) : 91-97.

- Permata, M. A. D., Purwiyanto, A. I. S., dan Diansyah, G. (2018). Kandungan logam berat Cu (tembaga) dan Pb (timbal) pada air dan sedimen di Kawasan Industri Teluk Lampung, Provinsi Lampung. *Journal of Tropical Marine Science*. 1(1): 7-14.
- Purnomo, Y. S. 2019. Penurunan mangan dengan aplikasi filter dan karbon aktif. *ENVIROTEK: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 11(2) : 1-8.
- Puspitasari, A. A., Zainuri, M., Setiyono, H., Wulandari, S. Y., dan Maslukah, L. 2021. Analisa sebaran kandungan fosfat di Muara Sungai Bodri, Kendal Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*. 3(1) : 120-127.
- Puspitasari, R. L., Elfidasari, D., Sasaerila, Y., Qoyyimah, F. D., dan Fatkhurokhim, F. 2018. Deteksi bakteri pencemar lingkungan (*coliform*) pada ikan sapu-sapu asal Sungai Ciliwung. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*. 4 (1) : 24-27.
- Putra, B. D., dan Aryawati, R. 2011. Laju pertumbuhan rumput laut *Gracilaria* sp. dengan metode penanaman yang berbeda di Perairan Kalianda, Lampung Selatan. *Maspari Journal: Marine Science Research*. 3(2) : 36-41.
- Putri, T., Supono, S., dan 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.
- Rachman, A. 2013. *Pseudo-nitzschia* : fitoplankton kosmopolit dan potensial toksik. *Oseana*. 37 (1) : 15-25.
- Rachman, A., Intan, M. D. B., Thoaha, H., Sianturi, O. R., Mulyadi, H. A. Muawanah., dan Masseret, E. 2021. Distribusi dan Kepadatan kista *Pyrodinium bahamense* di Perairan Rawan Marak alga berbahaya di Indonesia. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 6 (1) : 37-53
- Rachmawati, D., Sarjito, P. Y. A., dan Windarto, S. 2020. Pengaruh penambahan asam amino lisin pada pakan komersil terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan, dan kelulushidupan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Kelautan Tropis November*. 23 (3) : 388-396.
- Rahayu, W. P. dan Adhi, W. 2020. *Toksin Alga: Karakteristik, Toksisitas Dan Analisis*. IPB Press. Bogor. 36-42 hlm.
- Ramadhan, D. 2022. Profil Kepadatan Bakteri, *Vibrio*, Plankton, Imnv, Dan Kualitas Air Pada Perairan Sekitar Tambak Udang Di Pesisir Kalianda, Lampung Selatan Pada Periode La Nina Moderat. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Rangkuti, A. M. Cordova, M. R., Rahmawati, A., Yulma. Dan Adimu, H. E. 2017. *Ekosistem Pesisir dan Laut Indonesia*. Bumi Aksara. Jakarta. 41-49 hlm.

- Rangkuti, A. M., Cordova, M. R., Rahmawati, A., dan Adimu, H. E. 2017. *Ekosistem Pesisir dan Laut Indonesia*. Bumi Aksara. Jakarta. 43-47 hlm.
- Rastina, R., Sari, W. E., Azhari, A., Munthe, Y. A., Isa, M., dan Zainuddin, Z. 2022. Deteksi Cemaran *Escherichia coli* Pada Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Di Tambak Lhoong Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*. 7(1): 75-79.
- Ratnasari, E. 2018. *Bakteriologi: Mikroorganisme Penyebab Infeksi*. Deepublish. Yogyakarta. 65-66 hlm.
- Renanda, A., Prasmatiwi, F. E., dan Nurmayasari, I. 2020. Pendapatan dan Risiko Budidaya Udang Vaname di Kecamatan Rawajitu Timur Kabupaten Tulang Bawang. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*. 7(4): 466-473.
- Renitasari, D. P., Yunarty, Y., dan Asma, S. 2021. Studi monitoring kualitas air pada Tambak Intensif Budidaya Udang Vaname, Situbondo. *Jurnal Airaha*. 10 (02) : 139-145.
- Riyantini, I., Ismail, M. R., Mulyani, Y., dan Gustiani. 2020. Zooplankton sebagai bioindikator kesuburan perairan di Hutan Mangrove Teluk Ciletuh, Kabupaten Sukabumi. *Akuatika Indonesia*. 5 (2) : 86-93.
- Rosanti, L. dan Harahap, A. 2022. Keberadaan plankton sebagai indikator pencemaran. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*. 5 (1) : 182-188.
- Rosmawati, T. 2011. *Ekologi Perairan*. Hilliana Press, Jakarta. 29-31 hlm.
- Ruppert, E.E. dan Barnes, R.D.1994. *Invertebrate Zoology 6th Edition*. Saunders College Publishing. Orlando. 1056 hlm.
- Rusdy, I., Nurfadillah., dan Harahap, D. H. M. 2021. Kualitas air pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) sistem bioflok dengan padat penebaran tinggi di Alue Naga Kota Banda Aceh. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Indonesia Desember*. 1(3) : 104-114.
- Ruswahyuni, A. H. dan Rudiyantri, S. 2010. Application of chitosan for water quality and macrobenthic fauna rehabilitation in vannamei shrimps (*Litopenaeus Vannamei*) ponds, North Coast of Semarang, Central Java-Indonesia. *Journal of Coastal Development ISSN*. 14 (1) : 1-10.
- Safitri, A., Arisanty, D., Saputra, A. N, dan Nasruddin. 2021. Content of fecal coliform bacteria as an indicator of water quality in the Sungai Jingah, Banjarmasin City. In *2nd International Conference on Social Sciences Education (ICSSE 2020)*. 525 : 414-416).
- Salama, S., Hakim, R. R. A., Samputri, S., Purnomo, T., Sinaga, J., Haris, R., Pertiwi, N., Sahabuddin, E. S., dan Abduh, M. N. 2022. *Ilmu Lingkungan*. Get Press. Padang. 16-19 hlm.

- Samadan, G. M., Supyan., Andriani, R., dan Juharni. 2020. Kelimpahan Plankton Pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Kepadatan Berbeda di Tambak Lahan Pasir. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*. 3 (2) : 222-229.
- Samadi. 2007. *Geografi 1*. Yudhistira. Jakarta. 50-57 hlm.
- Samudera, L. N. G., Widianingsih., dan Suryono, S. 2021. Struktur komunitas fitoplankton dan parameter kualitas air di Perairan Paciran, Lamongan. *Journal of Marine Research*. 10 (4) : 493-500.
- Sani, M. D., Maharani, A. Y., Riandy, M. I., Susilo, R. J. K., Wiradana, P. A., dan Soegianto, A. 2020. Monitoring of population density of *Vibrio* sp. and health condition of hepatopancreas pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) cultivated with intensive systems in Bulukumba Regency, South Sulawesi, Indonesia. *Ecol Environ Conserv*. 26(3) : 1271-1275.
- Saputri, E. T. dan Efendy, M. 2020. Kepadatan bakteri *coliform* sebagai indikator pencemaran biologis di Perairan Pesisir Sepuluh Kabupaten Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*. 1 (2) : 243-249.
- Saraswati, E., Putri, C. B., dan Sari, S. N. 2023. Analisis Kelimpahan Bakteri *Vibrio* Sp. Pada Media Budidaya Dan Hepatopankreas Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Di Kolam Tertutup Dan Terbuka. *Jurnal Lemuru*. 5(2): 252-264.
- Sari, V. M., Widyaswara, G., dan Pramonodjati, F. 2021. Pengaruh perbedaan waktu dan teknik pemerahan susu sapi terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli*. *Avicenna: Journal of Health Research*. 4 (2) : 47-58.
- Sarjito, M. A. dan Haditomo, A. H. C. 2016. Keanekaragaman agensia penyebab vibriosis pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan sensitivitasnya terhadap antibiotik. *Journal of Aquaculture Management And Technology*. 5 (1) : 98-107.
- Schaefer, A. M., Hanisak, M. D., McFarland, M., dan Sullivan, J. M. 2019. Integrated observing systems: An approach to studying harmful algal blooms in south Florida. *Journal of Operational Oceanography*. 12 (S2) : S187-S198.
- Sembel, L., dan Manan, J. 2018. Sea Water Quality Assessment Based on Tidal Condition in Sawaibu Bay Manokwari. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*. 2 (1) : 1-14.
- Setyati, W. A., Pringgenies, D., Pamungkas, D. B. P., dan Suryono, C. A. 2022. Monitoring bakteri *coliform* pada Pasir Pantai dan Air Laut di Wisata Pantai Marina dan Pantai Baruna. *Jurnal Kelautan Tropis*. 25 (1) : 113-120.
- Sianipar, H. F. 2020. *Keanekaragaman Plankton Di Pemantang Siantar*. FP.

- Aswaja. Nusa Tenggara Barat. 51-54 hlm.
- Sipriyadi, S., Putra, A. H., dan Lestari, D. P. 2021. Distribusi coliform dan *Escherichia Coli* dari beberapa Sungai di Provinsi Bengkulu. *Organisms: Journal of Biosciences*. 1 (2) : 98-106.
- Soemarjati, W., Muslim, A. B. Susiana, R., dan Saparinto. 2015. *Bisnis dan Budidaya Kerapu*. Penebar Swadaya. Jakarta. 40 hlm.
- Stasiun Meteorologi Maritim Lampung. (2019). *Curah hujan Berdasarkan Stasiun Klimatologi Maritim Panjang*. Stasiun Meteorologi Maritim Lampung, Lampung.
- Sumampouw, O. J. 2021. *Kesehatan Lingkungan Kawasan Pesisir Dan Kepulauan*. Deepublish. Yogyakarta. 43-48 hlm.
- Sumardi., Farisi, S., Ekowati, C. N. dan Oktaviana, R. 2019. Uji tantang bakteri *Bacillus* kandidat probiotik secara *in vitro* terhadap bakteri *Vibrio harveyi* penyebab penyakit pada udang. *Jurnal Biologi Papua*. 11(2) : 57-63.
- Supono, S., Harpeni, E., dan Pinem, R. 2021. Performa udang vaname *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) yang dipelihara pada sistem biofloc dengan sumber karbon berbeda. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*. 14 (2) : 192-202.
- Supono. 2017. *Teknologi Produksi Udang*. Plantaxia. Yogyakarta. 108-114 hlm.
- Supryady, S., Kurniaji, A., Syahrir, M., Budiyati, B., dan Hikmah, N. 2022. Derajat pembuahan dan penetasan telur, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup larva ikan kakap (*Lates calcarifer*). *Jurnal Salamata*. 3(1) : 7-12.
- Swasta, I. B. J. 2018. *Bioekologi Ekosistem laut dan estuaria*. Rajawali Pers. Depok. 49-50 hlm.
- Swasta, I. B. J. 2021. *Bioekologi Ekosistem Laut dan Estuaria*. PT. Raja Grafindo Persada. Depok. 47-49 hlm.
- Umami, I. R., Hariyati, R., dan Utami, S. 2018. Keanekaragaman plankton pada tambak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Tireman Kabupaten Rembang Jawa Tengah. *Jurnal Akademika Biologi*. 7 (3) : 27-32.
- Umasugi, S., Ismail, I., dan Irsan, I. 2021. Kualitas perairan laut Desa Jikumerasa Kabupaten Buru berdasarkan parameter fisik, kimia dan biologi. *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan*. 8 (1) : 29-35.
- Usman, Z., Saridu, S. A., Ihwan, I., Supryady, S., Kurniaji, A., dan Fanggi, F. Biosecurity implementation and detection of infectious myo necrosis virus in *Penaeus monodon* seed at Hatchery Surya Prima Benur. *Berkala Perikanan Terubuk*. 50 (2) : 1509-1517.

- Utami, F.T., dan Miranti, M. 2020. Metode Most Probable Number (Mpn) sebagai Dasar Uji Kualitas Air Sungai Rengganis Dan Pantai Timur Pangandaran Dari Cemaran *Coliform* Dan *Escherichia Coli*. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*. 20 (1): 21-30.
- Utami, W. 2016. Pengaruh salinitas terhadap efek infeksi *Vibrio Harveyi* pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 5 (1) : 82-90.
- Utojo, U., Mustafa, A., Rachmansyah, R., dan Hasnawi, H. 2016. Penentuan lokasi pengembangan budidaya tambak berkelanjutan dengan aplikasi sistem informasi geografis di Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Riset Akuakultur*. 4(3) : 407-423.
- Wahyuni, Y., Jamilah, I., dan Suryanto, D. 2018. Isolasi bakteri patogen oportunistik dari Tambak Udang Sumatera Utara. *Jurnal AGROHITA: Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan*. 1 (2) : 71-75.
- Wahyuningsih, N., Suharsono, S., dan Fitriani, Z. 2021. Kajian kualitas air laut di Perairan Kota Bontang Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Riset Pembangunan*. 4 (1) : 56-66.
- Wicaksono, B. A., Dwinanti, S. H., Hadi, P., Wicaksono, B. A., Dwinanti, S. H., dan Hadi, P. 2020. Pengendalian Populasi Bakteri *Vibrio* sp. Koloni Hijau Pada Pemeliharaan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Menggunakan Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L). *Intek Akuakultur*. 4(1) : 12-23.
- Wijayanto, D., Nursanto, D. B., Kurohman, F., dan Nugroho, R. A. 2017. Profit maximization of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) intensive culture in Situbondo Regency, Indonesia. *AAFL Bioflux*. 10 (6) : 1436-1444.
- Wiyatanto, M. T., Setyawan, A., dan Putri, B. 2020. Efektivitas pemberian pakan alami artemia specific pathogen free (SPF) *Vibrio* sp. terhadap insidensi vibriosis dan pertumbuhan pada pemeliharaan post larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*. 3 (1) : 42-51.
- Wiyoto, W., dan Effendi, I. 2020. Analisis kualitas air untuk marikultur di Moro, Karimun, Kepulauan Riau dengan analisis komponen utama. *Journal Aquaculture and Fish Health*. 9 (2) : 143-154.
- Xiao, W., Liu, X., Irwin, A. J., Laws, E. A., Wang, L., Chen, B., Zeng, Y. dan Huang, B. 2018. Warming and eutrophication combine to restructure diatoms and dinoflagellates. *Water Research*. 128 : 206-216.
- Yanuar, Y. 2019. Karakteristik dan peramalan pasang surut di Perairan Pagar Jaya, Lampung. *Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan*. 6 :

191-200.

Yasin, M., Fachrudin., dan Akhmad. 2022. *Meningkatkan Pendapatan Petambak Udang Tradisional Melalui Teknologi Sederhana*. Lakeisha, Jawa Tengah. 12-16 hlm.

Yogaswara, D. 2020. Distribusi dan siklus nutrient di Perairan Estuari serta pengendaliannya. *Oseana*. 45 (1) : 28-39.

Yusal, M. S. dan Hasyim, A. 2022. Kajian kualitas air berdasarkan keanekaragaman meiofauna dan parameter fisika-kimia di Pesisir Losari, Makassar. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 20 (1) : 45-57.