

**ANALISIS HUBUNGAN PARAMETER FISIKA KIMIA
KUALITAS AIR DENGAN TOTAL *Vibrio* spp. PADA TAMBAK
UDANG VANAME YANG DIBERIKAN PROBIOTIK JAMUR**

SKRIPSI

RAHMAT RIZALDI

26010120130027



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2024**

**ANALISIS HUBUNGAN PARAMETER FISIKA KIMIA
KUALITAS AIR DENGAN TOTAL *Vibrio* spp. PADA TAMBAK
UDANG VANAME YANG DIBERIKAN PROBIOTIK JAMUR**

RAHMAT RIZALDI

26010120130027

Skripsi sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Derajat Sarjana S1 pada Departemen Sumber Daya Akuatik
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Diponegoro

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Hubungan Parameter Fisika Kimia
Kualitas Air Dengan Total *Vibrio* spp. pada Tambak
Udang Vaname yang Diberikan Probiotik Jamur

Nama Mahasiswa : Rahmat Rizaldi

Nomor Induk Mahasiswa : 26010120130027

Departemen/Program Studi : Sumber Daya Akuatik/Manajemen Sumber Daya
Perairan

Pembimbing Utama

Dr. Aninditia Sabdaningsih, S.Si., M.Si
NIP. 199008092018032001

Mengesahkan,

Pembimbing Anggota

Dr. Diah Ayuningrum, S.Pd., M.Si
NIP. 199405212019032017

Dekan,

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Diponegoro

Prof. Ir. Tri Wiharini Agustini M.Sc., Ph.D.
NIP. 196508211990012001

Ketua

Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan
Departemen Sumber Daya Akuatik

Dr. Ir. Suryanti, M.Pi.
NIP. 196507062002122001

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Hubungan Parameter Fisika Kimia
Kualitas Air dengan Total *Vibrio* spp. pada Tambak
Udang Vaname yang Diberikan Probiotik Jamur

Nama Mahasiswa : Rahmat Rizaldi

Nomor Induk Mahasiswa : 26010120130027

Departemen/Program Studi : Sumber Daya Akuatik/Manajemen Sumber Daya Perairan

Skripsi ini telah disidangkan di hadapan Tim Penguji pada:

Hari/Tanggal : Jumat / 26 Juni 2024

Tempat : Ruang Sidang Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan

Penguji Utama



Ir. Siti Rudiyanthi M.Si.
NIP. 196011191988032001

Penguji Anggota



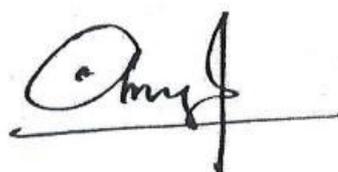
Dr. Churun Ain S.Pi., M.Si.
NIP. 198007312005012001

Pembimbing Utama



Dr. Aninditia Sabdaningsih, S.Si., M.Si.
NIP. 199008092018032001

Pembimbing Anggota



Dr. Diah Ayuningrum, S.Pd., M.Si.
NIP. 199405212019032017

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya, Rahmat Rizaldi, menyatakan bahwa karya ilmiah/skripsi yang berjudul, “Analisis Hubungan Parameter Fisika Kimia Kualitas Air Dengan Total *Vibrio* spp. Pada Tambak Udang Vaname yang Diberikan Probiotik Jamur” adalah asli karya saya sendiri dan belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Diponegoro maupun perguruan tinggi lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari karya orang lain, baik yang dipublikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar dan semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Semarang, 4 Juni 2024

Penulis,



Rahmat Rizaldi

NIM. 26010120130027

ABSTRAK

(Rahmat Rizaldi. 26010120130027. Analisis Hubungan Parameter Fisika Kimia Kualitas Air dengan Total *Vibrio* spp. pada Tambak Udang Vaname yang Diberikan Probiotik Jamur. Aninditia Sabdaningsih dan Diah Ayuningrum).

Penyakit vibriosis yang disebabkan oleh tingginya kelimpahan *Vibrio* spp. telah menyebabkan kerugian besar pada budidaya Udang Vaname. Probiotik jamur memiliki potensi sebagai probiotik untuk tambak udang yang berperan dalam menekan kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. dan menjaga kualitas air tambak. Tujuan utama penelitian ini adalah mengetahui kemampuan variabel suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut sebagai indikator total *Vibrio* spp. pada tambak Udang Vaname yang diberikan probiotik jamur. Penelitian dimulai dari bulan September 2023 hingga bulan Maret 2024. Metode pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* yaitu sampel diambil pada satu titik yang sama. Sampel yang diambil adalah sampel air tambak Udang Vaname di Balai Budidaya Ikan Air Payau dan Laut (BBIAPL) Karanganyar, Semarang setiap 1 minggu sekali dengan total 7 kali *sampling* pada masing-masing kolam : Kolam C (tanpa pemberian probiotik) dan Kolam T (perlakuan probiotik jamur). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada Kolam C yaitu $5,93 \times 10^2$ CFU/ml yang artinya memiliki rata-rata kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. yang lebih banyak dibandingkan dengan rata-rata total *Vibrio* spp. pada Kolam T yaitu $4,84 \times 10^2$ CFU/ml. Berdasarkan uji korelasi antara variabel total *Vibrio* spp. sebagai variabel terikat dengan variabel suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut sebagai variabel bebas menunjukkan bahwa variabel yang memiliki nilai *pearson correlation* (R) dengan total *Vibrio* spp. yang tinggi pada kedua perlakuan tambak adalah pH air. Nilai R pada kolam C dan T masing-masing yaitu 0,769 dan 0,524, tetapi hubungan kedua variabel tersebut hanya signifikan pada Kolam C. Oleh karena itu, variabel derajat keasaman air (pH) memiliki peluang untuk dijadikan indikator total *Vibrio* spp. pada tambak Udang Vaname.

Kata kunci : hubungan, jamur, kualitas air, probiotik, *Vibrio* spp.

ABSTRACT

(Rahmat Rizaldi. 26010120130027. Analysis of Relationship between Physical Chemical Parameters of Water Quality with Total *Vibrio* spp. in Vaname Shrimp Ponds That Given Mold Probiotic. Aninditia Sabdaningsih and Diah Ayuningrum).

*Vibriosis disease that caused by the high abundance of *Vibrio* spp. bacteria has resulted significant losses in Vannamei shrimp farm. Mold probiotic has the potential to serve as probiotic for shrimp ponds with the role in decreasing abundance of *Vibrio* spp. bacteria and maintaining pond water quality. The main purpose of this research is know the ability of temperature, salinity, pH and dissolved oxygen variables as indicator of total *Vibrio* spp. in Vaname Shrimp ponds that given mold probiotic. The research have started from September 2023 to March 2024. Sampling was conducted using purposive sampling method that samples take in the same point. The samples were taken are Vaname Shrimp ponds water in Balai Budidaya Ikan Air Payau dan Laut (BBIAPL) Karanganyar, Semarang once every 1 week with a total of 7 sampling times in each pond : Pond C (without probiotics) and Pond T (treatment with mold probiotic). The results showed that the average of total *Vibrio* spp. in Pond C, namely $5,93 \times 10^2$ CFU/ml, which means that it has an average of total *Vibrio* spp. is more than the average of total *Vibrio* spp. in Pond T, namely $4,84 \times 10^2$ CFU/ml. Based on correlation tests between the variables total *Vibrio* spp. as the dependent variable with the variables temperature, salinity, pH, and dissolved oxygen as independent variables, indicating that the variable has a strong pearson correlation (R) value with total *Vibrio* spp. in both pond treatments is the pH of water. The R values in ponds C and T are 0,769 and 0,524, but the relationship between these two variables was only significant in pond C. Therefore, the variable degree of water acidity (pH) has the opportunity to be used as an indicator of total *Vibrio* spp. in Vannamei Shrimp ponds.*

Keywords : *mold, probiotic, relationship, *Vibrio* spp., water quality*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi dengan judul “Analisis Parameter Fisika Kimia Kualitas Air Sebagai Indikator Total *Vibrio* spp. pada Tambak Udang Vaname yang Diberikan Probiotik Jamur” dengan tepat waktu.

Dalam penyusunannya penulis memperoleh bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Aninditia Sabdaningsih, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing utama dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Diah Ayuningrum, S.Pd., M.Si selaku dosen pembimbing anggota dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini.
3. Rini Nurwahyu Jelani, S.Pi selaku pembimbing lapangan dalam penelitian beserta seluruh staf kantor dan teknisi tambak BBIAPL
4. Muhammad Syaifudien Bahry, S.Kel., M.Si., selaku ketua tim pelaksana pada kegiatan penelitian *Start up* AQUBETA bekerja sama dengan BBIAPL Karanganyar, Kota Semarang.
5. Dr. Ir. Suryanti, M.Pi., selaku Ketua Program Studi sekaligus Dosen Wali yang telah memberikan izin pelaksanaan penelitian.
6. Dekan dan segenap staf Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.
7. Semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan penelitian ini masih sangat jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik demi perbaikan penulisan skripsi ini sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Semarang, 4 Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Waktu dan Tempat	5
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Probiotik Jamur <i>Trichoderma reseei</i>	7
2.2. Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	9
2.3. Kualitas Air	11
2.3.1. Oksigen Terlarut.....	11
2.3.2. Derajat Keasaman Air (pH)	12
2.3.3. Suhu	13
2.3.4. Salinitas	14
2.4. Total <i>Vibrio</i> spp.....	14
3. MATERI DAN METODE.....	16
3.1. Materi Penelitian	16
3.2. Metode Penelitian.....	17
3.2.1. Teknik <i>Sampling</i>	18
3.2.2. Metode Pengukuran Kualitas Air	23
3.2.3. Analisis Total Bakteri <i>Vibrio</i> spp.....	24
3.2.4. Total Bakteri <i>Vibrio</i> spp. sebagai indikator kualitas air	31

3.2.5.	Analisis Data	32
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1	Hasil.....	33
4.1.1.	Parameter Fisika dan Kimia Kualitas Air Tambak.....	33
4.1.2.	Kelimpahan Bakteri <i>Vibrio</i> spp.	34
4.1.3.	Perbandingan Total <i>Vibrio</i> spp. antara Kolam C (Kontrol) dengan Kolam T (Penambahan Probiotik Jamur).....	38
4.1.4.	Analisis Statistik	39
4.1.5.	Korelasi Total <i>Vibrio</i> spp. dengan Derajat Keasaman Air	45
4.2	Pembahasan	55
4.2.1.	Kelimpahan Bakteri <i>Vibrio</i> spp.	55
4.2.2.	Parameter Fisika Kimia Kualitas Air Tambak.....	56
4.2.3.	Korelasi Total <i>Vibrio</i> spp. dengan Parameter Fisika Kimia Kualitas Air.....	57
4.2.4.	Derajat Keasaman Air (pH) Sebagai Indikator <i>Total Vibrio Count</i> pada Tambak Udang Vaname.....	59
4.2.5.	Perbandingan Korelasi antara Total <i>Vibrio</i> spp. dengan Variabel Derajat Keasaman Air antar Tambak.....	61
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1	Kesimpulan.....	64
5.2	Saran	65
	DAFTAR PUSTAKA	66
	LAMPIRAN.....	75
	RIWAYAT HIDUP	83

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Parameter Fisika Kimia Kualitas Air Kolam C dan Kolam T.....	33
Tabel 4. 2. <i>Total Vibrio Count</i> Kolam C	35
Tabel 4. 3. <i>Total Vibrio Count</i> Kolam T	36
Tabel 4. 4. Uji Korelasi antar Variabel Kualitas Air Kolam C	40
Tabel 4. 5. Uji Korelasi antar Variabel Kualitas Air Kolam T.....	43
Tabel 4. 6. Statistik Deskriptif Variabel pH dan Total <i>Vibrio</i> spp. tambak C	46
Tabel 4. 7. Ringkasan Model Variabel pH dan Total <i>Vibrio</i> spp. tambak C.....	47
Tabel 4. 8. Statistik Deskriptif Variabel pH dan Total <i>Vibrio</i> spp. tambak T.....	51
Tabel 4. 9. Ringkasan Model Variabel pH dan Total <i>Vibrio</i> spp. tambak T.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Diagram Skema Perumusan Masalah	4
Gambar 2. 1. Produk Probiotik Jamur <i>Trichoderma reesei</i>	9
Gambar 2. 2. <i>Litopenaeus vannamei</i>	10
Gambar 3. 1. Lokasi Pengambilan Sampel Air	18
Gambar 3. 2. Sketsa Modifikasi Alat <i>Sampling</i> Air	22
Gambar 4. 1. Diagram <i>Clustered Column</i> Total <i>Vibrio</i> spp.	38
Gambar 4. 2. Grafik <i>Scatter Plot</i> Regresi Linear Kualitas Air Kolam C	42
Gambar 4. 3. Grafik <i>Scatter Plot</i> Regresi Linear Kualitas Air Kolam T	44
Gambar 4. 4. Grafik <i>Normal Probability Plot</i> Total <i>Vibrio</i> Tambak C	48
Gambar 4. 5. Grafik <i>Model Fit</i> Total <i>Vibrio</i> spp. Tambak C	49
Gambar 4. 6. Grafik Regresi Data <i>Vibrio</i> spp. dan pH Air Tambak C	50
Gambar 4. 7. Grafik <i>Normal Probability Plot</i> Total <i>Vibrio</i> Tambak T	52
Gambar 4. 8. Grafik <i>Model Fit</i> Total <i>Vibrio</i> spp. Tambak T	53
Gambar 4. 9. Grafik Regresi Data <i>Vibrio</i> spp. dan pH Air Tambak T	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Uji Normalitas Kolmogorov – Smirnov Data pH dan Total <i>Vibrio</i> spp. tambak C dan tambak T	75
Lampiran 2. Jadwal Aplikasi Probiotik Jamur pada Tambak Udang Vaname BBIAPL Karanganyar, Kota Semarang	76
Lampiran 3. Tabel Alat Penelitian dan Fungsi Alat.....	77
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian	78
Lampiran 5. Grafik hasil CCA (<i>Canonical Correspondence Analysis</i>) antara variabel <i>Vibrio</i> , Cyanobacteria, suhu, salinitas, dan pH air.....	81
Lampiran 6. Grafik <i>Scatterplot</i> Hubungan Kelimpahan Bakteri <i>Vibrio</i> spp. dengan Variabel pH.....	82
Lampiran 7. Data Jumlah Koloni Bakteri dan Kualitas Air Kolam Udang Setiap Perlakuan.....	82

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan Sumber Daya perikanan dan memiliki prospek yang sangat besar di bidang kelautan. Berkembangnya pembangunan pesisir dan pemanfaatan sumber daya perikanan melalui *marine culture* menjadi harapan masa depan pembangunan maritim Indonesia yang berkelanjutan dengan mengikuti 17 tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs). Salah satu dari 17 tujuan yang dicanangkan adalah *Life Below Water* (Kehidupan Bawah Air). *Life Below Water* sendiri memiliki target inti yang ingin dicapai secara global yaitu untuk melestarikan dan memanfaatkan sumber daya kelautan dan samudera secara berkelanjutan (Gumelar dan Al-Fatih, 2021). Cara mewujudkan SDGs perikanan yaitu dengan budidaya perairan sebagai penanggulangan dari penangkapan ikan yang berlebihan (*overfishing*) di laut. Salah satu contoh budidaya perairan yang berpotensi menghasilkan keuntungan besar yaitu budidaya udang. Produksi udang yang besar pada suatu tambak dapat berdampak pada *economic growth* (pertumbuhan ekonomi) di masyarakat. Oleh karena itu, meningkatkan produksi dan mencegah kerugian yang disebabkan oleh penyakit pada budidaya udang adalah sangat penting untuk menjaga pertumbuhan ekonomi di masyarakat. Menurut Asche *et al.* (2021), penyakit yang menyerang budidaya udang berdampak pada pasokan dan harga udang global sehingga berdampak pada profitabilitas budidaya. Dampak penyakit tertentu menyebabkan terjadinya kenaikan harga udang global yang berkepanjangan karena pertumbuhan produksi tidak dapat mengimbangi pertumbuhan permintaan.

Pencegahan penyakit yang menyerang budidaya udang dapat dilakukan dengan aplikasi probiotik pada tambak. Penggunaan agen bioteknologi berupa mikroba laut sebagai probiotik dapat menjadi opsi untuk menaikkan imunitas udang,

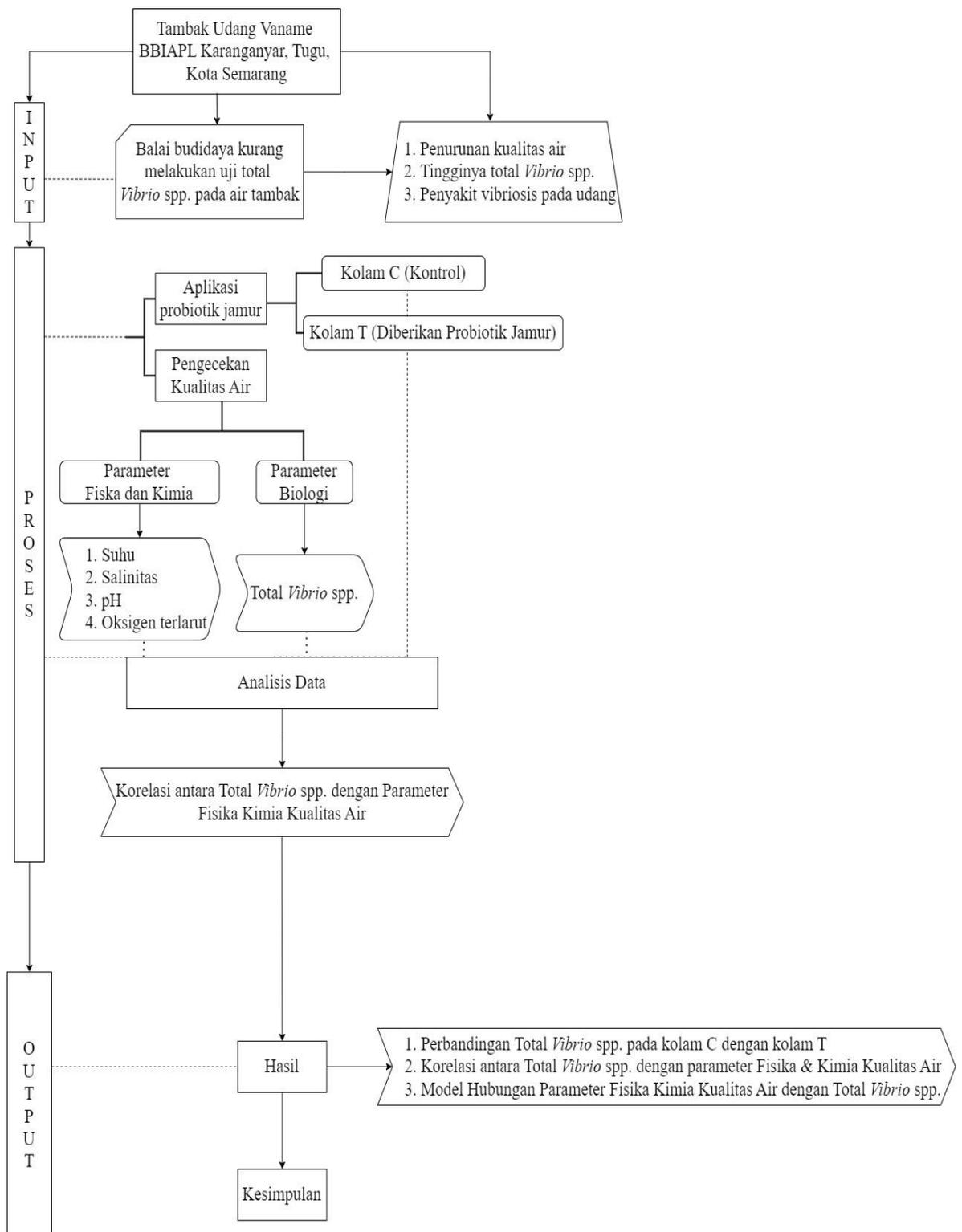
kesehatan lingkungan dan efisiensi penyerapan pakan atau *Feed Conversion Ratio* (FCR) pada udang. Probiotik dapat digunakan sebagai agen biokontrol karena memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen pada lingkungan akuakultur (Hossain *et al.* 2023). Hal ini dapat digunakan sebagai solusi alternatif untuk mengatasi dampak penurunan kualitas produk budidaya akibat penyakit. Salah satu penyakit yang sering menyerang budidaya udang adalah vibriosis. Laporan global menunjukkan bahwa 20% kerugian produksi budidaya udang disebabkan oleh infeksi bakteri *Vibrio* spp. sehingga penyakit vibriosis telah dianggap sebagai ancaman yang serius bagi industri budidaya udang di seluruh dunia (Abdel-Latif *et al.* 2022). Strategi lain yang efektif untuk menjaga sanitasi dan kesehatan lingkungan kolam yaitu dengan biokontrol mikroba untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri patogen pada tambak udang seperti bakteri *Vibrio* spp. Biokontrol adalah metode pengendalian patogen di suatu lingkungan dengan menggunakan organisme hidup yang bersifat antagonis terhadap patogen tertentu (Deb dan Tatung, 2024). Aplikasi probiotik merupakan salah satu cara biokontrol mikroba pada air kolam budidaya udang. Menurut Zainuddin (2017), probiotik merupakan pendekatan yang paling tepat karena dapat berfungsi sebagai agen biokontrol yang merupakan rangkaian proses untuk dapat mendukung kelangsungan hidup biota budidaya.

Penelitian tentang penggunaan probiotik dalam budidaya udang telah banyak dilakukan, tetapi belum banyak yang mengkaji tentang aplikasi probiotik jamur sebagai agen biokontrol pada tambak Udang Vaname. Selain itu, beberapa industri budidaya Udang Vaname melakukan uji kualitas air hanya pada parameter fisika dan kimia seperti variabel suhu, salinitas, oksigen terlarut, dan derajat keasaman air (pH) sehingga jarang melakukan uji parameter biologi kualitas air. Hal tersebut dikarenakan uji kualitas air pada parameter biologi seperti TVC (*Total Vibrio Count*) membutuhkan waktu yang tidak singkat. Industri budidaya udang lebih sering

melakukan uji kualitas air pada parameter fisika dan kimia, sedangkan uji parameter biologi seperti TVC (*Total Vibrio Count*) jarang dilakukan sehingga seringkali tidak ditampilkan dalam publikasi ilmiah. Padahal, hasil uji TVC penting untuk mengidentifikasi risiko yang terkait dengan kualitas air tambak yang buruk karena kualitas air yang kurang optimal cenderung menyebabkan peningkatan populasi bakteri (Kajornkasirat *et al.* 2021). Oleh karena itu, hubungan antara parameter fisika dan kimia kualitas air dengan variabel total *Vibrio* spp. perlu untuk diketahui supaya mudah dalam memperkirakan populasi bakteri *Vibrio* spp. pada suatu tambak melalui indikator salah satu variabel pada parameter fisika dan kimia kualitas air.

1.2. Permasalahan

Permasalahan yang dapat ditemukan pada budidaya udang pada tambak intensif yaitu jumlah limbah organik yang sangat tinggi. Kondisi tersebut dapat menyebabkan udang tidak dapat hidup secara optimal karena *stress* dan rentan terhadap serangan penyakit. Selain itu, tingginya kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada suatu perairan dapat menyebabkan penyakit vibriosis pada hewan akuatik termasuk udang yang sering menyebabkan kerugian akibat kematian yang ditimbulkannya. Beberapa industri budidaya Udang Vaname tidak melakukan uji total *Vibrio* spp. pada air tambak dikarenakan membutuhkan biaya dan waktu yang tidak singkat. Permasalahan pada tambak udang tersebut berpotensi dapat diselesaikan dengan aplikasi probiotik jamur, pengecekan kualitas air, dan uji total *Vibrio* spp. pada sampel air tambak. Selain itu, analisis tentang hubungan antara total *Vibrio* spp. dengan beberapa variabel kualitas air perlu dilakukan untuk mengetahui variabel kualitas air yang dapat dijadikan indikator kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada air tambak. Berikut adalah skema perumusan masalah :



Gambar 1. 1. Diagram Skema Perumusan Masalah

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada tambak Udang Vaname yang diberikan perlakuan probiotik jamur.
2. Mengetahui korelasi antara kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. dengan variabel-variabel pada parameter fisika kimia kualitas air tambak Udang Vaname
3. Mengetahui model hubungan parameter fisika kimia kualitas air terhadap kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada tambak Udang Vaname.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai korelasi antara kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. dengan derajat keasaman air pada tambak budidaya Udang Vaname di Balai Budidaya Ikan Air Payau dan Laut (BBIAPL) Karanganyar Tugu, Kota Semarang sehingga informasi tersebut dapat berguna sebagai basis untuk pengelolaan kualitas air tambak Udang Vaname di BBIAPL Karanganyar Tugu.

1.5 Waktu dan Tempat

Lokasi penelitian yaitu di Tambak Udang Vaname Balai Budidaya Ikan Air Payau dan Laut (BBIAPL) Karanganyar, Kec. Tugu, Kota Semarang, Jawa Tengah sebagai lokasi *sampling* air dan pengukuran parameter fisika dan kimia kualitas air tambak. Selanjutnya, tempat penelitian mikrobiologi yaitu di Laboratorium *Marine Natural Product*, UPT Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro. Kegiatan penelitian dilakukan selama 6 bulan yaitu dimulai dari bulan September 2023 hingga bulan Maret 2024. Kegiatan pengambilan sampel air kolam Udang Vaname dilakukan setiap 1 minggu sekali dengan total pengambilan sampel air yaitu sebanyak 7 kali *sampling*. Pengukuran parameter fisika dan kimia kualitas air langsung dilakukan di tempat dan pada waktu yang sama saat pengambilan sampel

air kolam. Variabel pada parameter fisika dan kimia kualitas air yang diukur yaitu suhu, salinitas, derajat keasaman air (pH), dan oksigen terlarut. *Sampling* air dan pengukuran kualitas air dimulai dari tanggal 26 September hingga tanggal 7 November tahun 2023. Kegiatan analisis total *Vibrio* spp. dimulai dari tanggal 25 September – 14 November 2023. Setelah itu, kegiatan analisis data dilakukan dari tanggal 15 November 2023 hingga bulan Maret 2024.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Probiotik Jamur *Trichoderma reesei*

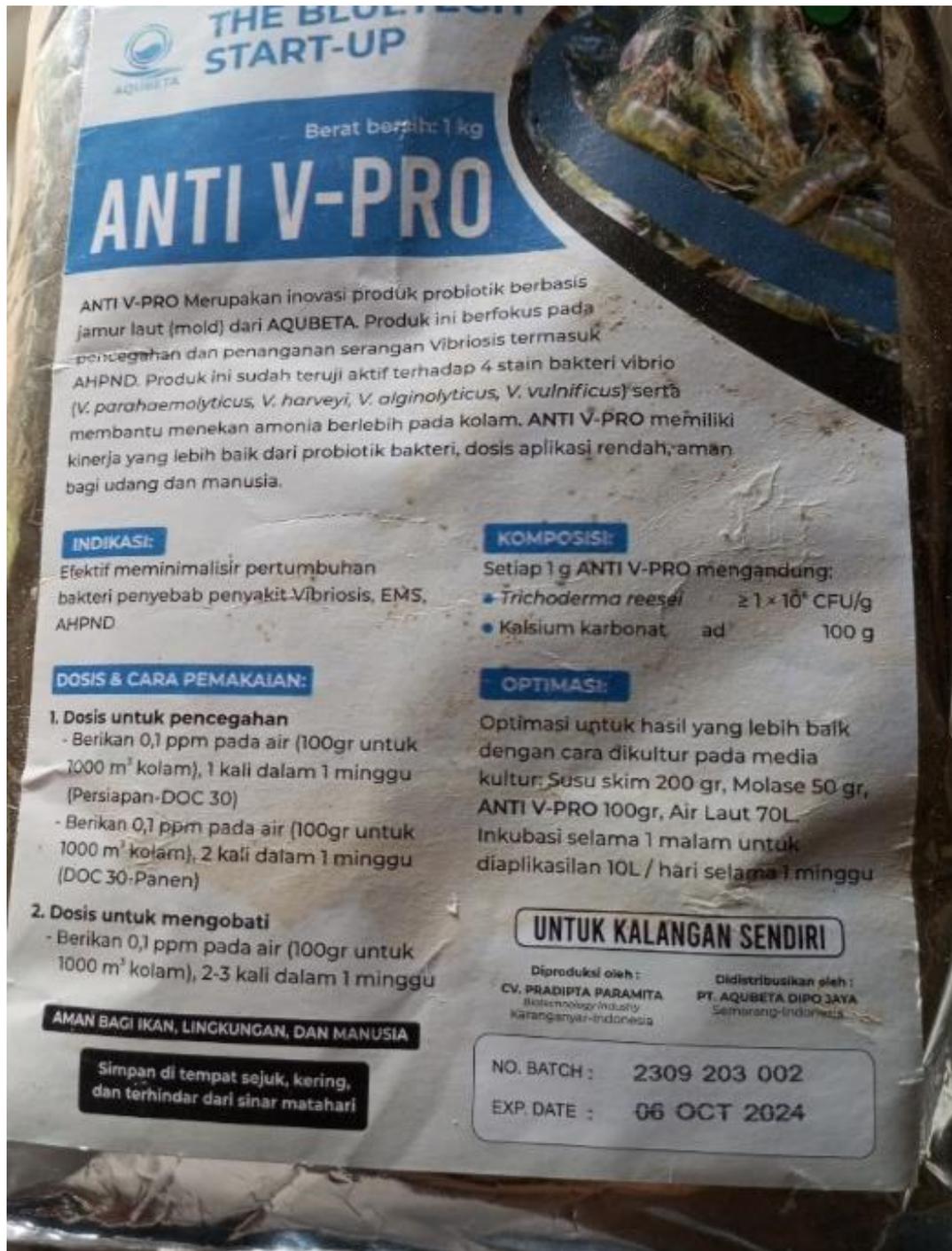
Probiotik umumnya didefinisikan sebagai mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk memodifikasi komposisi bakteri dalam saluran pencernaan hewan akuatik, air, dan sedimen serta dapat digunakan untuk suplemen pakan yang dapat meningkatkan kesehatan inang dan berperan sebagai agen biokontrol suatu tambak budidaya (Dewi *et al.* 2019). Jamur merupakan jasad eukariotik yang berbentuk benang atau sel tunggal, multiseluler atau uniseluler. Dalam bidang pakan, jamur berperan dalam fermentasi pakan untuk meningkatkan nilai nutrisi pakan udang dan juga berperan sebagai agen hayati pengapung pakan udang untuk membersihkan substrat dasar kolam dari sisa pakan dan kotoran udang (Sriherwanto *et al.* 2017). Jamur juga berpotensi dalam mengatasi masalah penyakit karena mampu menghasilkan antibiotik dan meningkatkan ketahanan tubuh udang.

Spesies jamur yang digunakan sebagai bahan probiotik ini yaitu spesies jamur *Trichoderma reesei*. Spesies tersebut merupakan jamur yang paling umum dijumpai dalam tanah khususnya tanah dengan kandungan bahan organik yang tinggi. Jamur ini mempunyai ciri morfologi koloni berwarna hijau muda sampai hijau tua, hifa bersekat, dan percabangan hifa membentuk sudut siku pada cabang utama. *T. reesei* adalah mikroorganisme komersial dan industri yang penting karena kemampuan produksi selulase. Selulase adalah nama bagi semua enzim yang memutuskan ikatan glikosidik beta-1,4 di dalam selulosa, sedodekstrin, selobiosa, dan turunan selulosa lainnya. Selulase dimiliki oleh beberapa hewan filum athropoda seperti Udang Vaname meskipun jumlahnya terbatas karena dalam sistem pencernaannya mengandung flora bakteri yang menghasilkan enzim selulase (Tzuc *et al.* 2014). Enzim selulase dapat menghidrolisis (mengurai) ikatan glikosidik beta-1,4 (Choudhury *et al.* 2024). Enzim selulase dapat membantu dalam pencernaan serat

selulosa yang terdapat dalam pakan udang sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan udang. Menurut Fang *et al.* (2021), *T. reesei* dipandang sebagai *platform* baru untuk aplikasi bioteknologi karena kemampuannya dalam meningkatkan produksi selulase pada tubuh hewan sehingga dapat memberikan alternatif berkelanjutan bagi hewan untuk memproduksi zat seperti protein rekombinan yang berfungsi meningkatkan imunitas tubuhnya.

Kandungan lain dari komposisi probiotik ini adalah kalsium karbonat (CaCO_3). Kalsium karbonat yang mengendap di dalam air berpengaruh terhadap peningkatan alkalinitas air. Nilai alkalinitas yang tinggi dapat mempertahankan pH air pada angka yang lebih tinggi dan stabil. Hal tersebut berdasarkan adanya reaksi kimia ketika ion asam (Hidrogen) ditambahkan ke air dengan alkalinitas yang tinggi maka ion bikarbonat (HCO_3^-) dan karbonat (CO_3^{2-}) bereaksi dengan ion hidrogen (H^+) dari asam untuk membentuk karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O). Oleh karena itu, adanya reaksi tersebut dapat menjaga nilai pH air supaya tidak turun hingga kondisi asam. Menurut Saalidong *et al.* (2022), kandungan kalsium karbonat dalam air menunjukkan hubungan yang kuat dengan peluang yang tinggi dalam memprediksi nilai pH air sehingga kandungan kalsium karbonat yang tinggi berhubungan erat dengan alkalinitas air yang tinggi dan nilai pH air yang lebih optimal. Dengan demikian, kalsium karbonat berperan sebagai *buffer* pH air supaya tetap dalam kisaran nilai pH air yang optimal untuk budidaya Udang Vaname.

Kandungan jamur *Trichoderma reesei* dan kandungan kalsium karbonat pada komposisi probiotik ini memiliki peran dalam meningkatkan imunitas Udang Vaname dan menjaga pH air tambak tetap dalam kisaran optimal. Dengan demikian, probiotik jamur tersebut memiliki potensi dalam menjaga tubuh udang dan kualitas air tambak dari serangan patogen berbahaya seperti *Vibrio* spp. yang umum ditemukan pada air tambak Udang Vaname. Komposisi probiotik jamur dan cara aplikasi probiotik pada tambak udang dapat dilihat pada Gambar 2.1. berikut :



Gambar 2. 1. Produk Probiotik Jamur *Trichoderma reesei*

2.2. Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Udang Vaname sering disebut dengan udang putih karena warna putih yang dimiliki tubuhnya. Udang Vaname merupakan spesies udang dari famili penaeidae dan genus *Penaeus*. Klasifikasi Udang Vaname yaitu sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Malacostraca

Ordo : Decapoda

Famili : Penaeidae

Genus : *Litopenaeus*

Spesies : *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)

Udang Vaname hidup di dasar perairan yang bersubstrat lumpur yaitu campuran lumpur dan pasir. Udang Vaname dapat hidup di air tawar, payau, dan air laut. Oleh karena itu, Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan udang yang sangat cocok untuk dibudidayakan karena memiliki tingkat keberlangsungan hidup yang tinggi dan ketahanan yang baik terhadap penyakit di berbagai tingkat salinitas air. Menurut Scabra *et al.*(2021), Udang Vaname merupakan alternatif budidaya yang cocok dilakukan. Beberapa keunggulan Udang Vaname yaitu pertumbuhan cepat, hidup pada kolom perairan sehingga dapat ditebar dengan densitas tinggi, lebih resisten terhadap kondisi lingkungan dan penyakit. Berikut adalah gambar Udang Vaname pada tambak Udang Vaname BBIAPL Karanganyar, Kota Semarang :



Gambar 2. 2. *Litopenaeus vannamei*

2.3. Kualitas Air

Kualitas air dalam budidaya perairan meliputi faktor fisika, kimia, dan biologi air yang dapat mempengaruhi produksi budidaya perairan. Udang sangat peka terhadap perubahan kualitas air. Kualitas air yang buruk dapat mengakibatkan rendahnya tingkat kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan reproduksi udang. Sebagian besar manajemen kualitas air bertujuan untuk memperbaiki kondisi kimia dan biologi dalam media budidaya. Kualitas air pada budidaya biasanya terdapat beberapa variabel yang diperhatikan, diantaranya oksigen terlarut, pH, suhu, dan salinitas. Kualitas air adalah suatu upaya memanipulasi kondisi lingkungan sehingga parameternya berada dalam kisaran yang sesuai untuk kehidupan dan pertumbuhan udang. Rendahnya kualitas air pada kolam pemeliharaan dapat mengakibatkan rendahnya tingkat pertumbuhan dan peningkatan bakteri yang merugikan. Oleh karena itu, perlu adanya aplikasi probiotik untuk Udang Vaname memiliki peranan dalam menjaga kualitas air dan meningkatkan imunitas udang. Beberapa parameter kualitas air yang sering diukur dan berpengaruh pada pertumbuhan udang yaitu oksigen terlarut (DO), suhu, pH, salinitas, amonia, dan alkalinitas (Arsad *et al.* 2017). Baku mutu parameter kualitas air untuk kolam pemeliharaan Udang Vaname mengacu pada Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan RI Nomor 75 tahun 2016.

2.3.1. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerob. Oksigen merupakan faktor pembatas sehingga apabila tidak terpenuhi maka kehidupan suatu organisme akan terhambat. Kisaran oksigen terlarut yang baik untuk budidaya udang intensif adalah ≥ 4 mg/l. Jika kandungan oksigen terlarut kurang

dari 4 mg/l maka akan menyebabkan *stress* pada udang karena otak tidak dapat mensuplai oksigen yang cukup serta kematian akibat kekurangan oksigen (*anoxia*) yang disebabkan jaringan tubuh udang tidak dapat mengikat oksigen yang terlarut dalam darah. Menurut Ariadi *et al.*(2021), kelarutan oksigen di dalam tambak dipengaruhi oleh variabel pH, suhu, salinitas, turbulensi dan tekanan udara. Proses transfer oksigen pada tambak udang intensif yaitu dari udara ke kolom air dan sebaliknya sangat ditentukan oleh efektivitas pengadukan kincir air.

2.3.2. Derajat Keasaman Air (pH)

pH berhubungan erat dengan aktivitas dekomposer. Aktivitas dekomposer pada pH asam akan sangat rendah sehingga perombakan bahan organik akan menjadi lamban. Proses dekomposisi memainkan peranan penting dalam ekosistem. Oleh karena itu, terhambatnya proses ini akan berakibat pada terakumulasinya bahan organik yang tidak dapat dimanfaatkan langsung oleh lingkungan ekosistem sehingga pasokan nutrien juga akan terhambat. Selain itu, pH asam juga memberikan dampak pada penurunan kualitas karapas udang menjadi lebih lunak (Kawamura *et al.* 2015). Karapas udang yang lunak dapat menyebabkan udang mudah terkena serangan penyakit pada budidaya udang. Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri. Dimana bakteri yang bersifat autotrof akan tumbuh pada pH kisaran 7,5 hingga 8,5, sedangkan bakteri yang bersifat heterotrof akan lebih toleran pada lingkungan asam dan tumbuh lebih cepat dengan hasil lebih tinggi pada kondisi konsentrasi DO yang rendah. pH perairan yang optimal untuk sistem budidaya Udang Vaname intensif adalah berkisar antara 7,5 sampai 8,5. Kisaran pH optimal untuk pertumbuhan bakteri *Vibrio* spp. pada air yaitu antara 7,86 hingga 8,06 (Namadi dan Deng, 2023). Menurut Pariakan *et al.* (2023), nilai pH air merupakan faktor yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup Udang Vaname dan keberadaan bakteri *Vibrio* spp. sebagai penyakit pada tambak-tambak udang.

Perubahan pH di kolam pemeliharaan Udang Vaname disebabkan oleh perombakan bahan organik, respirasi, proses nitrifikasi, dan akumulasi karbon dioksida terlarut di air tambak. Oleh karena itu, nilai pH sangat mempengaruhi sistem imun Udang Vaname sehingga memudahkan bakteri *Vibrio* spp. untuk berkembang dan menginfeksi setiap individu udang pada tambak.

2.3.3. Suhu

Suhu berpengaruh terhadap kelangsungan hidup udang dan pencernaan pakan. Peningkatan suhu menyebabkan udang lebih banyak mengonsumsi pakan sehingga dapat menurunkan rasio konversi pakan dan dapat mempengaruhi kecepatan metabolisme. Oleh karena itu, suhu air yang tinggi dapat memacu metabolisme udang, sedangkan pada suhu yang lebih rendah dapat memperlambat proses metabolisme udang karena nafsu makan udang akan menurun. Udang yang masih dalam stadia larva membutuhkan suhu air yang rendah karena membutuhkan banyak oksigen untuk pertumbuhan larva. Semakin tinggi suhu maka semakin rendah oksigen terlarut dalam air, sedangkan kebutuhan oksigen bagi larva udang semakin besar karena tingkat metabolisme semakin tinggi (Anita *et al.* 2017). Udang dewasa membutuhkan suhu yang tinggi untuk meningkatkan nafsu makannya sehingga dapat mempercepat proses metabolisme yang dapat menghasilkan energi untuk meningkatkan daya tahan tubuh udang. Udang Vaname dewasa hidup di habitat laut tropis dimana suhu air biasanya lebih dari 20°C sepanjang tahun (Darwatin *et al.* 2016). Namun, suhu air yang terlalu tinggi juga dapat memacu pertumbuhan patogen infeksius seperti *Vibrio* spp. yang dapat menyebabkan penyakit vibriosis pada udang. Oleh karena itu, suhu air optimal untuk pemeliharaan Udang Vaname skala intensif sesuai Peraturan Menteri Kementrian Kelautan dan Perikanan Nomor 75 tahun 2016 yaitu lebih dari 27°C. Menurut Mugwanya *et al.* (2022), peningkatan suhu air pada ekosistem perairan berhubungan dengan patogen dan parasit perairan, toksisitas, dan serapan logam

berat. Contoh patogen infeksius yang umumnya menyebar pada kondisi suhu air yang tinggi yaitu *Vibrio* spp., *S. agalactiae*, dan *Infectious Pancreatic Necrosis Virus* (IPNV) yang semuanya berbahaya bagi kesehatan organisme akuatik.

2.3.4. Salinitas

Salinitas merupakan salah satu aspek kualitas air yang memegang peran penting karena mempengaruhi pertumbuhan Udang Vaname. Udang Vaname bersifat *euryhalin* yaitu dapat bertahan dalam salinitas yang luas sehingga dapat dipelihara di daerah pantai yang salinitasnya berkisar 15-40 ppt. Berdasarkan Peraturan Menteri KKP Nomor 75 tahun 2016 tentang pedoman umum pembesaran Udang Windu dan pembesaran Udang Vaname, Udang Vaname dapat tumbuh baik atau optimal pada salinitas 26 – 32 ppt di tambak intensif. Salinitas juga merupakan faktor lingkungan penyebab terjadinya *outbreak* penyakit dalam sistem budidaya. Salinitas air sebesar 15 ppt pada tambak dapat menjadi perkembangan penyakit *Infectious Myo Necrosis Virus* (IMNV) lebih cepat dua kali lipat dibandingkan pada salinitas 30 ppt (Vieira-Girao *et al.* 2015). Salah satu contoh penyakit yang sering menyerang tambak budidaya Udang Vaname yaitu penyakit vibriosis yang disebabkan oleh infeksi bakteri *Vibrio* spp. Menurut Utami (2016), salinitas media budidaya udang berpengaruh sangat nyata terhadap efek infeksi bakteri *Vibrio harveyi* pada Udang Vaname (*L. vannamei*). Budidaya Udang Vaname sebaiknya dilakukan pada salinitas 30 ppt untuk meminimalisir infeksi vibriosis pada tambak Udang Vaname.

2.4. Total *Vibrio* spp.

Bakteri *Vibrio* spp. banyak dijumpai di air payau dan laut. Beberapa spesies bakteri *Vibrio* spp. dapat menyebabkan penyakit vibriosis pada hewan akuatik termasuk udang. Penyakit vibriosis pada udang, baik di pembenihan maupun di pembesaran merupakan salah satu jenis penyakit yang sering menyebabkan

kerugian akibat kematian yang ditimbulkannya. Bakteri *Vibrio* spp. mempunyai sifat anaerob fakultatif yang artinya dapat hidup baik dengan ada atau tidak adanya oksigen. Bakteri *Vibrio* spp. dapat tumbuh pada media TCBS agar dengan koloni berwarna kuning atau hijau. Mengingat bakteri *Vibrio* spp. merupakan bakteri yang cukup membahayakan dan butuh penanganan yang cukup serius sehingga sangat perlu dijaga keseimbangannya dalam kolam budidaya Udang Vaname. Baku mutu kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada air tambak Udang Vaname intensif sesuai PerMen KKP Nomor 75 tahun 2016 yaitu $\leq 1 \times 10^3$ CFU/ml. Spesies bakteri *Vibrio* penyebab penyakit vibriosis pada udang umumnya adalah *Vibrio cholerae* dan *Vibrio parahaemolyticus*. *Vibrio cholerae* memiliki koloni berwarna kuning apabila ditumbuhkan pada media TCBS agar, sedangkan *Vibrio parahaemolyticus* memiliki koloni berwarna hijau. Kedua spesies *Vibrio* ini merupakan patogen yang umum dan tersebar luas di suatu perairan. Menurut Liu *et al.*(2024), investigasi yang terbaru telah menjelaskan bahwa bakteri *V. parahaemolyticus* berperan sebagai pemicu penyakit nekrosis hepatopankreatik akut (AHPND), sebuah penyakit baru yang parah dan telah menimbulkan kerugian yang sangat besar pada industri budidaya udang. Oleh karena itu, perlu adanya strategi komprehensif untuk memitigasi dampak buruk penyakit ini.

3. MATERI DAN METODE

3.1. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian adalah air sampel yang diambil pada tambak budidaya Udang Vaname di Balai Budidaya Ikan Air Payau dan Laut, Karanganyar, Kecamatan Tugu, Kota Semarang sesuai dengan titik pengambilan sampel yang telah ditentukan sebagai perwakilan dari tambak.

3.1.1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari alat – alat lapangan dan alat – alat laboratorium. Alat – alat yang digunakan di lapangan yaitu botol *sampling* steril untuk mengambil air sampel, refraktometer digunakan untuk mengukur salinitas perairan, pH meter digunakan untuk mengukur pH perairan, DO meter digunakan untuk mengukur kandungan oksigen terlarut dan suhu perairan. Alat – alat laboratorium yang digunakan diantaranya yaitu *autoclave* digunakan untuk mensterilisasi alat dan bahan – bahan yang akan digunakan, *hot plate magnetic stirrer* digunakan untuk homogenisasi larutan media, timbangan elektrik digunakan untuk menimbang media, *Petri dish* digunakan untuk tempat media, inkubator untuk menginkubasi media yang sudah ditanam air sampel, mikropipet digunakan untuk inokulasi air sampel, mikrotip digunakan untuk mengambil sampel air, Erlenmeyer sebagai tempat larutan media, Bunsen digunakan untuk menjaga keadaan tetap steril, *laminary flow* digunakan sebagai tempat melakukan isolasi bakteri, *spreader glass* untuk meratakan air sampel di cawan petri, gelas beaker untuk wadah *spreader glass* yang dicelupkan dengan alkohol, gelas ukur untuk menampung dan mengukur kadar *Aquades*, dan tabung reaksi untuk tempat air sampel dan pengencerannya.

3.1.2. Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu media kultur bakteri dan sampel air tambak Udang Vaname sebagai bahan yang akan diuji.

Media yang digunakan dalam penelitian ini yaitu media TCBS (*Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose Agar*) sebagai media tumbuh bakteri *Vibrio* spp. dan ditambah dengan *Bacterial Agar* untuk membantu proses perubahan larutan TCBS menjadi agar. Bahan lainnya yaitu *Aquades* 1 liter untuk pengenceran air sampel dan alkohol 96% digunakan untuk sterilisasi *spreader glass* saat proses meratakan air sampel di cawan petri.

3.2. Metode Penelitian

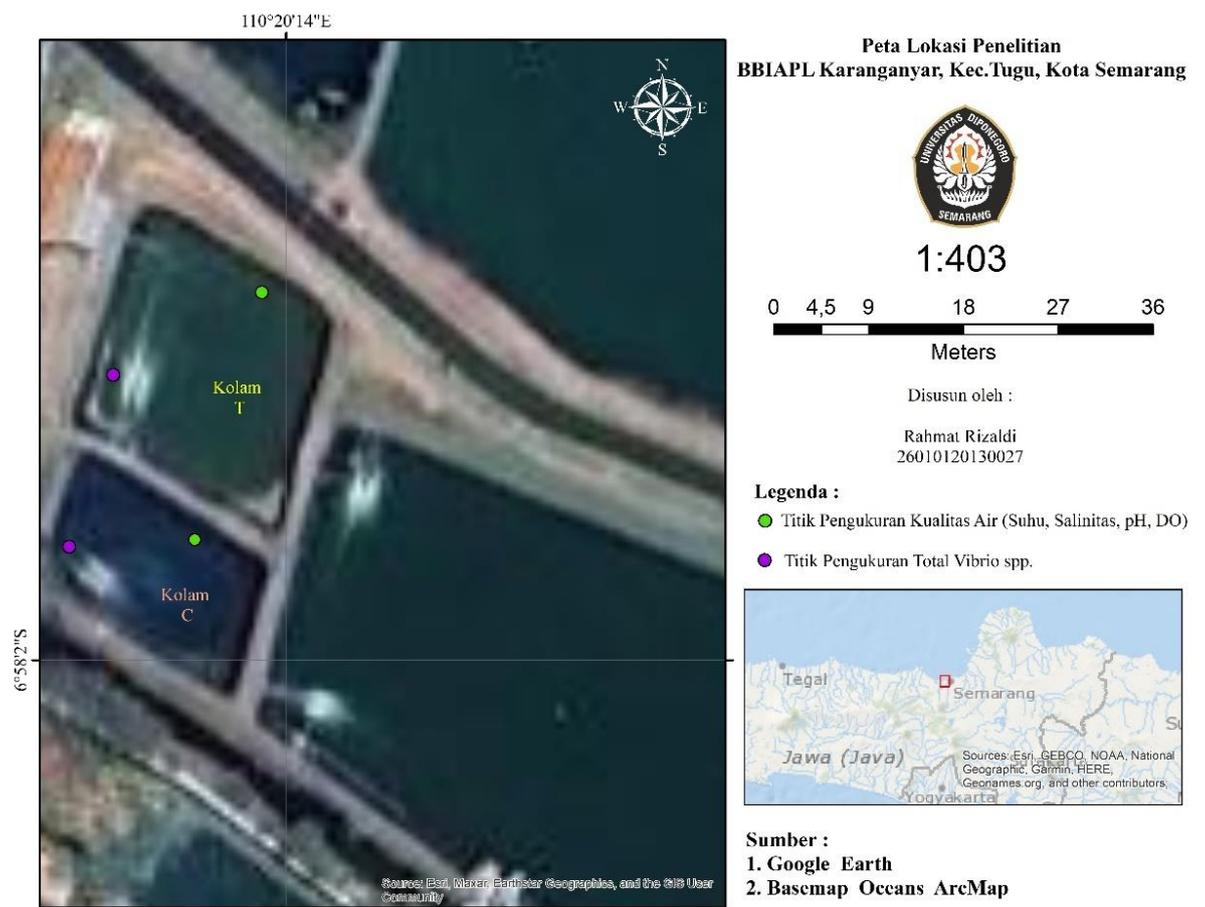
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif yang digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu. Desain penelitian ini adalah desain eksperimental. Jenis desain eksperimental yang digunakan yaitu *static group comparison* karena sampel yang diteliti adalah sampel air tambak Udang Vaname pada 2 kolam dengan perlakuan yang berbeda. 1 kolam sebagai kontrol (tanpa pemberian probiotik) dan 1 kolam lainnya diberi perlakuan probiotik jamur. Jenis eksperimen lanjutannya yaitu desain *factorial* karena dari kedua kolam tersebut diteliti hubungan antara variabel terikat yaitu data total *Vibrio* spp. dengan variabel bebas yaitu variabel suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut. Data yang dianalisis meliputi total *Vibrio* spp. dan data kualitas air dengan variabel suhu, oksigen terlarut, salinitas, dan pH air pada setiap kolam C (kontrol) dan kolam T (perlakuan probiotik jamur). Sampel air kolam diambil 1 kali setiap 1 minggu dengan total *sampling* sebanyak 7 kali. Pemberian probiotik jamur di kolam T dilakukan saat 1 hari sebelum pengambilan sampel air pada minggu ke-2 sehingga pada minggu pertama *sampling*, kondisi kolam C dan T sama-sama tidak diberikan probiotik. Setelah memperoleh data, data tersebut diuji untuk melihat korelasi antara total bakteri *Vibrio* spp. dengan suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut menggunakan uji statistik korelasi. Uji statistik korelasi bertujuan untuk mengetahui tingkat hubungan kausalitas antara data variabel

independen dengan variabel dependen. Menurut Siyoto dan Sodik (2015), dalam menjelaskan hubungan kausalitas pada metode eksperimen, peneliti harus melakukan kontrol dan pengukuran yang sangat cermat terhadap variabel – variabel penelitiannya.

3.2.1. Teknik *Sampling*

a. Penentuan Lokasi dan Titik *Sampling*

Lokasi pengambilan sampel air dan pengukuran kualitas air dilakukan di Tambak Udang Vaname Balai Budidaya Ikan Air Payau dan Laut (BBIAPL) Karanganyar, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. Lokasi *sampling* penelitian disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1. Lokasi Pengambilan Sampel Air

(Sumber : *Software ArcMap 10.3*)

Berdasarkan peta pada Gambar 3.1, lokasi tambak Udang Vaname BBIAPL Karanganyar Tugu, Kota Semarang terletak di dekat Kawasan Pantai Utara. Lokasi *sampling* terletak pada 2 titik kolam budidaya Udang Vaname yaitu kolam C (kontrol) dan kolam T (perlakuan probiotik jamur). Kolam C memiliki luas kolam sebesar 292 m² dan kolam T memiliki luas kolam sebesar 473 m².

Titik pengambilan sampel air untuk analisis total *Vibrio* spp. pada setiap tambak ditandai dengan titik berwarna ungu pada Gambar 3.1. yang dimana titik *sampling* berada di dasar kolam dekat kincir air. Hal tersebut bertujuan untuk mendapatkan hasil total *Vibrio* spp. yang optimum pada setiap tambak. Keberadaan bakteri *Vibrio* sp. yang melimpah ditandai dengan semakin menurunnya kandungan oksigen terlarut di perairan tambak karena adanya kompetisi penggunaan oksigen terlarut oleh setiap mikroorganisme akuatik (Ariadi *et al.* 2022). Oksigen terlarut cenderung menurun pada lapisan dasar karena proses pencampuran yang dihasilkan oleh kincir permukaan dengan *impeller* (pemutar air) yang hanya tenggelam dalam air sekitar 7-10 cm sehingga tidak menghasilkan pergerakan oksigen sampai ke dasar (Suhendar *et al.* 2020). Hasil penelitian pada sampel air dan sedimen tambak Udang Vaname yang diambil di bawah *aerator* tambak menunjukkan bahwa keanekaragaman komunitas mikroba pada lapisan dasar perairan hingga sedimen tambak adalah semakin tinggi. Hal tersebut menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut pada lapisan dasar sehingga komunitas bakteri patogen cenderung lebih mendominasi di dasar air tambak (Xu *et al.* 2022). Oleh karena itu, hasil total *Vibrio* spp. akan optimum apabila titik pengambilan sampel air berada di dasar kolam dekat kincir air yang minim oksigen terlarut.

Titik pengukuran kualitas air (suhu, oksigen terlarut, pH, dan salinitas) pada setiap tambak ditandai dengan titik berwarna hijau pada Gambar 3.1. yang dimana titik pengukurannya berada jauh dari kincir air tambak. Hal tersebut bertujuan untuk

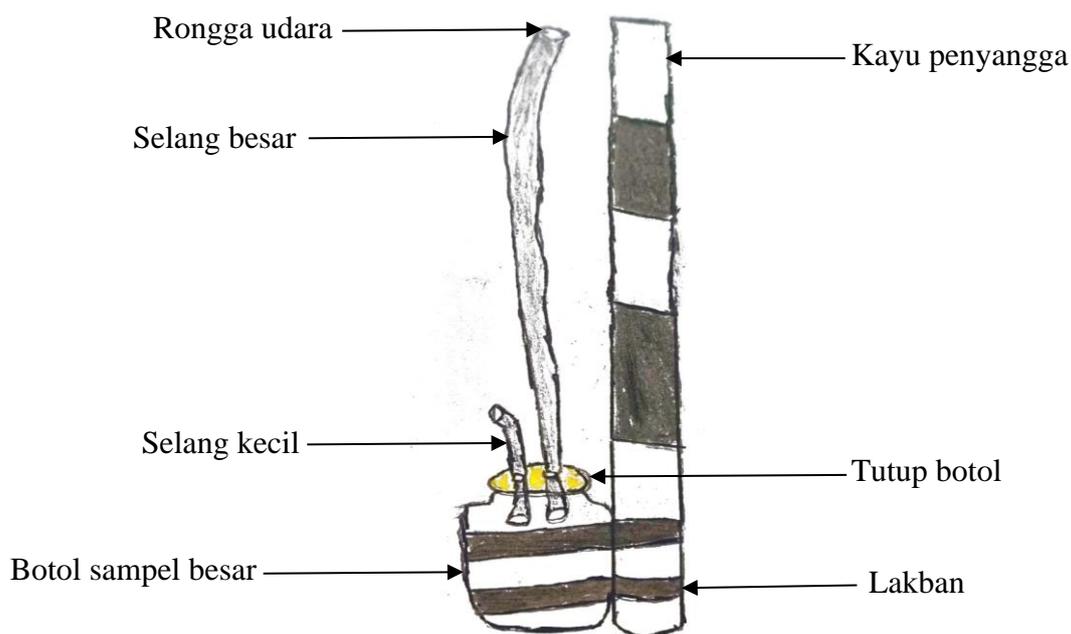
memberikan hasil pengukuran parameter fisika dan kimia kualitas air yang optimal. Menurut Renitasari dan Musa (2020), titik pengukuran beberapa variabel kualitas air seperti suhu dan oksigen terlarut harus pada titik yang jauh dari kincir air dan tidak terpengaruh oleh arus karena untuk mengetahui berapa oksigen terendah yang dapat ditolelir udang.

b. Aplikasi Probiotik Jamur

Berdasarkan Gambar 2.1, produk probiotik jamur yang digunakan pada penelitian ini adalah probiotik Anti V-Pro. Ketentuan dosis pemberian probiotik Anti V-Pro untuk luas tambak setiap 1000 m² adalah 1 kemasan (100 gram). Jumlah koloni jamur untuk setiap 1 gram probiotik Anti V-Pro adalah $\geq 1 \times 10^6$ CFU/g. Kolam C merupakan kolam kontrol sehingga tidak diberikan probiotik, Kolam T diberi probiotik jamur dengan dosis normal sesuai dengan Gambar 2.1. DOC Udang vaname yang dibudidayakan pada tambak C dan T berumur 8 hari saat pengambilan sampel air pada hari pertama. Padat tebar benih udang pada tambak C dan T masing-masing yaitu 20.000 dan 30.000 ekor. Aplikasi probiotik jamur untuk kolam T adalah 1/2 kemasan (50 gram) yang dilarutkan pada media cair dan diberikan setiap seminggu 1 kali apabila DOC udang < 30 hari, sedangkan jika DOC udang > 30 hari maka pemberian probiotik dilakukan 2 kali dalam seminggu. Pemberian probiotik jamur pada tambak T mulai dilakukan pada tanggal 27 September 2023 saat DOC udang berumur 9 hari. Pemberian probiotik dilakukan setiap sore hari pada jam 16.00 setelah pemberian pakan udang pada pukul 15.00 sehingga ada jeda waktu selama 1 jam untuk menunggu pakan larut dalam air dan dimakan oleh udang. Titik pemberian probiotik berada di belakang kincir air supaya probiotik dapat tersebar ke seluruh bagian kolam. Jadwal aplikasi probiotik jamur pada tambak Udang Vaname BBIAPL Karanganyar, Kota Semarang dapat dilihat pada lampiran 2.

c. Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air dan pengukuran kualitas air dilakukan 1 kali setiap 1 minggu secara rutin pada pukul 07.00 karena pada jam tersebut, kondisi kolam belum disifon sehingga masih terakumulasi oleh sisa pakan dan kotoran udang pada hari sebelumnya. Total pengambilan sampel air sebanyak 7 kali *sampling* yang dimulai dari tanggal 26 September – 7 November 2023. Metode pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* yaitu sampel diambil pada satu titik yang sama setiap pengambilan sampel. Tujuan menggunakan metode *purposive sampling* adalah untuk menganalisis perbandingan data antar perlakuan yang berbeda (Junus *et al.* 2023). Sampel yang diambil adalah sampel air payau pada populasi tambak Udang Vaname. Berdasarkan Gambar 3.1, pengukuran parameter fisika kimia kualitas air dilakukan secara langsung pada titik kolam (warna hijau) yang posisinya jauh dari kincir kolam, sedangkan untuk menghitung kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. dilakukan di laboratorium. Oleh karena itu, sampel air diambil terlebih dahulu, kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisis. Alat yang digunakan untuk *sampling* air adalah botol *sampling* steril dengan diameter tutup botol yang besar dan dimodifikasi dengan dikaitkan pada kayu penyangga menggunakan lakban tebal dan diberikan 2 rongga pada tutup botolnya sebagai tempat masuknya potongan selang kecil dan selang besar. Desain alat untuk *sampling* air dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2. Sketsa Modifikasi Alat *Sampling* Air

Potongan selang kecil berguna untuk memasukkan air ke dalam botol, sedangkan potongan selang besar untuk membuka rongga udara saat posisi botol sampel sudah ditenggelamkan hingga ke dasar air dan menutup rongga udara dari atas kolam saat proses penenggelaman botol sampel dan saat akan menaikkan kembali botol sampel dengan indikator air sudah terlihat masuk ke potongan selang besar. Cara kerja penggunaan alat *sampling* ini yaitu dengan memegang selang besar dan menutupi rongga udara selang dengan ibu jari supaya rongga udara benar-benar tertutup. Selanjutnya, seluruh bagian botol sampel ditenggelamkan menggunakan tekanan pada kayu penyangga hingga botol tenggelam sampai dasar kolam. Setelah itu, rongga udara selang besar dibuka dan ditunggu beberapa saat sampai dirasa air pada dasar tambak sudah memenuhi isi botol dengan indikator air sudah terlihat masuk ke potongan selang besar. Selanjutnya, rongga udara selang besar kembali ditutup dan botol sampel dinaikkan ke atas kolam dengan tekanan pada kayu penyangga secara pelan – pelan. Setelah itu, air sampel dituangkan dari botol sampel besar steril ke botol sampel kecil steril yang sudah diberikan label sesuai dengan nama kolam. Tujuan dari modifikasi botol *sampling* tersebut adalah

untuk memudahkan dalam pengambilan sampel air kolam Udang Vaname dengan kedalaman air yang dalam. Pengambil sampel air cukup dengan cara menenggelamkan botol sampel dari atas kolam menggunakan kayu penyangga. Selain itu, teknik *sampling* air tersebut bertujuan untuk mengambil sampel air di dasar kolam tambak karena limbah organik dan bakteri patogen pada kolam berkumpul di dasar perairan. Menurut Alfiansah *et al.* (2018), bakteri patogen anaerobik seperti *Vibrio* spp. mudah berkembangbiak di dasar air tambak. Hal tersebut dikarenakan adanya penumpukan sisa pakan dan kotoran udang di dasar perairan yang dapat menyebabkan perubahan kualitas air secara tiba – tiba.

3.2.2. Metode Pengukuran Kualitas Air

a. Suhu dan Oksigen Terlarut

Pengukuran suhu dan oksigen terlarut dilakukan menggunakan DO (*Dissolved Oxygen*) meter YSI (*Yellow Springs Instruments*) 550A. Sensor DO meter dikalibrasi dengan akuades terlebih dahulu sebelum digunakan, kemudian dikeringkan dengan tisu. Selanjutnya kabel sensor DO meter dimasukkan ke dalam badan air tambak, kira-kira setengah dari kedalaman tambak, kemudian membaca hasil pengukuran suhu dan kandungan oksigen terlarut yang tertera pada layar DO meter. Menurut Langenfeld *et al.*(2021), tingkat akurasi DO meter YSI 550 A adalah 0,1 mg/L. DO meter YSI juga memiliki waktu stabilisasi yang lebih cepat (10 detik) dibandingkan DO Sper meter (15 detik) sehingga dapat mengukur oksigen terlarut pada kondisi lingkungan yang berubah dengan cepat atau saat melakukan beberapa kali pengukuran. Oleh karena itu, DO meter YSI 550 A dapat digunakan untuk mengukur kandungan oksigen terlarut di air tawar dan air bersalinitas rendah hingga tinggi.

b. Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH sampel air pada budidaya perikanan dilakukan menggunakan pH meter Digital LCD *Pen Tester* dengan cara ujung pH meter dikalibrasi dengan

menggunakan akuades terlebih dahulu sebelum digunakan, kemudian dikeringkan dengan tisu. Selanjutnya memasukkan ujung sensor pH meter ke dalam air tambak secara langsung dan membaca hasil pengukuran yang tertera di layar pH meter. Menurut Yanes *et al.*(2020), pengukuran pH air pada budidaya perikanan umumnya menggunakan pH meter *Digital Pen Tester* karena dapat mengukur pH air dengan *range* 5,5 hingga 10. Jika di luar kisaran pH tersebut maka nilai pH tidak terbaca oleh sistem pH meter sehingga menandakan bahwa pH air dapat mengubah keseimbangan sistem akuakultur.

c. Salinitas

Pengukuran salinitas dilakukan menggunakan *refractometer* ATC (*Automatic Temperature Compensation*) dengan cara kaca refraktometer dikalibrasi dengan menggunakan akuades terlebih dahulu sebelum digunakan, kemudian dikeringkan dengan tisu. Selanjutnya, air sampel diteteskan beberapa tetes ke kaca refraktometer dengan pipet tetes, dan membaca hasil pengukuran pada lensa refraktometer yang diarahkan ke cahaya atau tempat yang terang. Menurut Ugwu *et al.* (2018), *hand refractometer* ATC beroperasi dengan baik pada kisaran suhu 20 – 300°C (68 - 86°F). Oleh karena itu, refraktometer tersebut dapat berguna untuk pengendalian kualitas perairan dan tidak memerlukan sumber energi dalam pengoperasiannya.

3.2.3. Analisis Total Bakteri *Vibrio* spp.

Sampel air yang telah diambil dari tambak Udang Vaname dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pemeriksaan bakteri *Vibrio* spp. Teknik kultur dalam penelitian ini menggunakan teknik *spread plate*. Teknik ini dilakukan dengan menanam sampel air ke dalam media kultur kemudian diratakan secara merata pada permukaan media agar dengan menggunakan spatula drigalski. Sampel kemudian dipindahkan dari setiap tabung pengenceran sebanyak 1 ml dan ditempatkan pada permukaan piringan agar. Metode penghitungan yang digunakan untuk pemeriksaan total bakteri *Vibrio* spp. yaitu dengan metode TPC (*Total Plate Count*).

Menurut Ekamaida (2017), metode TPC atau cawan hitung adalah metode penghitungan secara tidak langsung yaitu jumlah bakteri yang hidup dihitung secara keseluruhan. Cawan yang dipilih dan dihitung adalah cawan petri yang mengandung kisaran 30-300 koloni. Jika tidak ada maka dipilih yang mendekati 300 koloni. Prinsip dari metode ini adalah jika sel mikroba yang masih hidup ditumbuhkan dalam media maka mikroba tersebut akan berkembangbiak dan membentuk koloni yang dapat dilihat langsung dan kemudian dihitung tanpa menggunakan mikroskop.

a. Tahapan Sterilisasi Alat Laboratorium

Metode pemulihan untuk menonaktifkan mikroorganisme yang hidup pada suatu benda atau produk disebut sterilisasi (Jildeh *et al.* 2021). Tujuan utama sterilisasi alat penelitian adalah untuk mematikan dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang terdapat pada alat dan bahan laboratorium yang akan digunakan supaya tidak terjadi kesalahan pada hasil pengamatan yang disebabkan oleh menempelnya mikroorganisme pada peralatan laboratorium. Selain itu, juga bertujuan untuk mencegah berkembangnya virus ataupun bakteri pada alat laboratorium yang dapat membahayakan tubuh manusia. Sterilisasi alat laboratorium menggunakan metode sterilisasi basah dengan menggunakan autoklaf merek GEA medical. Menurut Mamang *et al.* (2018), peralatan laboratorium yang terbuat dari bahan plastik ataupun kaca perlu disterilisasi secara basah terlebih dahulu dengan autoklaf selama 15 menit dengan suhu 121°C.

Langkah – langkah dalam sterilisasi alat laboratorium menggunakan autoklaf yaitu sebagai berikut :

1. Peralatan penelitian yaitu 10 petri dish untuk 2 sampel air dengan 2 pengenceran setiap sampel (10^0 , 10^{-1} , 10^{-2}) dan 2 kali pengulangan pada pengenceran 10^{-1} dan 10^{-2} serta mempersiapkan Erlenmeyer berisi larutan

bacterial agar sebanyak 160 ml dan 6 tabung reaksi masing – masing berisi air sampel sebanyak 9 ml dipersiapkan untuk disterilisasi.

2. Sebanyak 10 *petri dish* dibungkus menggunakan kertas dan dilapisi dengan plastik transparan dan menutup erlenmeyer dan tabung reaksi dengan mengikatkan kapas beserta alumunium foil dengan ukuran yang sesuai dengan bukaannya. Selanjutnya, tabung reaksi diikatkan dengan tabung lainnya menggunakan karet dan ikatan tabung reaksi dibungkus dengan plastik transparan.
3. Sisa air di dalam autoklaf dibuang dan diganti dengan air yang baru
4. Seluruh *petri dish*, tabung reaksi, dan erlenmeyer dimasukkan ke autoklaf
5. Autoklaf ditutup rapat dan ditekan tombol *heat* (atas)
6. Jarum pada termometer autoklaf ditunggu sampai menunjukkan suhu di antara 121 – 126 °C
7. Jika suhu sudah mencapai angka tersebut maka autoklaf dinyalakan *timer* selama 15 menit
8. Jika suhu sudah mulai turun hingga dibawah 121°C sebelum 15 menit maka autoklaf ditekan tombol *heat* lagi hingga suhu naik lagi di antara 121-126°C.
9. Langkah sebelumnya dilakukan sampai 15 menit. Jika sudah 15 menit maka tombol *heat* pada autoklaf dimatikan.
10. Autoklaf ditunggu beberapa menit dan uap autoklaf dibuka pelan pelan untuk mengeluarkan uap dari dalam autoklaf secara perlahan
11. Seluruh pengunci autoklaf dan tutup autoklaf dibuka kemudian seluruh *petri dish*, tabung reaksi, dan Erlenmeyer dikeluarkan dari autoklaf

Sterilisasi peralatan laboratorium untuk penelitian sudah selesai. Selanjutnya, seluruh alat diletakkan pada tempat yang steril sebelum digunakan.

b. Tahapan Pembuatan Media

Media yang digunakan pada penelitian ini yaitu media TCBS (*Thiosulfate Citrate Bile Salt Sucrose*). Media TCBS merupakan media tumbuh yang selektif sehingga bakteri yang tumbuh pada media ini hanya dari jenis tertentu, misalnya *Vibrio* spp. Media TCBS mampu menghambat bakteri yang tidak diinginkan sehingga medium tersebut tergolong media selektif. Media TCBS mengandung agen *gelling* untuk menyaring sejumlah bakteri *Vibrio* spp. TCBS juga mengandung *Sodium Thiosulfate* dan *Oxbile* untuk menghambat bakteri gram positif sedangkan gula sukrosa sebagai penanda ada tidaknya bakteri yang memiliki kemampuan untuk memfermentasi sukrosa. Bakteri *Vibrio* spp. juga dapat tumbuh di media non selektif seperti TSA (*Tryptone Soya Agar*). Namun, media TCBS tetap menjadi pilihan yang lebih baik dibandingkan media TSA untuk mendeteksi bakteri patogen *Vibrio parahaemolyticus* yang masih aktif pada sampel air. Menurut Anupama *et al.*(2019), media TCBS Agar lebih selektif dalam menumbuhkan bakteri *V. parahaemolyticus* karena memiliki inhibitor yang dapat menghambat pertumbuhan sel bakteri yang sudah rusak. Dengan demikian, kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. yang masih aktif pada sampel air dapat ditumbuhkan dan dihitung pada media TCBS Agar. Sebelum membuat media TCBS, perlu membuat larutan *bacterial* agar (10 gram/1000 ml) untuk membantu proses perubahan larutan TCBS menjadi agar.

Langkah – langkah yang dilakukan dalam pembuatan media TCBS Agar yaitu sebagai berikut :

1. Bubuk *bacterial* agar dan TCBS Agar ditimbang dengan perhitungan sebagai berikut :
2. *Bacterial* Agar : $10/1000 \times (10 \text{ petri dish} \times 16 \text{ ml}) = 1,6 \text{ gram}$
3. TCBS Agar : $89/1000 \times (10 \text{ petri dish} \times 16 \text{ ml}) = 14,24 \text{ gram}$

4. *Bacterial* agar dimasukkan ke erlenmeyer yang sudah berisi akuades 160 ml dan bubuk media TCBS disimpan di aluminium foil
5. Larutan *bacterial* agar diletakkan di *hot plate magnetic stirrer* dan stirrer dinyalakan untuk homogenisasi larutan dengan akuades, kemudian larutan *bacterial* agar ditunggu hingga terlihat homogen
6. Larutan *bacterial* agar diautoklaf selama ± 15 menit
7. Setelah autoklaf selesai, autoklaf ditunggu sampai mengalami penurunan suhu hingga 0°C , kemudian uap autoklaf dibuka secara perlahan. Selanjutnya, pengunci autoklaf dan tutup autoklaf dibuka secara perlahan.
8. Erlenmeyer yang berisi *bacterial* agar dikeluarkan dari autoklaf, kemudian Erlenmeyer tersebut kembali diletakkan di *hot plate magnetic stirrer*.
9. Bubuk media TCBS dimasukkan ke larutan *bacterial* agar.
10. Tombol *heat* dan *stirrer* pada *hot plate magnetic stirrer* dinyalakan untuk homogenisasi larutan *bacterial* agar dengan media TCBS, kemudian larutan ditunggu hingga mengeluarkan gelembung dan uap
11. Setelah itu, tombol *heat* dan *stirrer* dimatikan dan larutan media TCBS dipindahkan ke *laminar flow* untuk persiapan penuangan media
12. Api bunsen dinyalakan untuk menjaga ruang *laminar flow* tetap steril.
13. Larutan media TCBS dituangkan ke 15 *petri dish* dengan teknik aseptik. Teknik aseptik yaitu dengan mendekatkan nyala api bunsen dengan *petri dish* dan erlenmeyer pada saat proses penuangan media.
14. Sebanyak 6 tabung reaksi yang berisi air sampel 9 ml setiap tabung dipersiapkan untuk pengenceran air sampel yang akan dituangkan di media TCBS
15. Setelah proses penuangan selesai, *petri dish* disimpan di tempat yang steril untuk sementara waktu.

Petri dish disimpan sementara waktu dikarenakan penanaman air sampel akan dilakukan sekitar 1 jam setelah pembuatan media.

c. Tahapan Inokulasi Sampel Air

Tahapan inokulasi sampel air ke media TCBS terdiri dari 2 tahap yaitu tahap pengenceran sampel air dan penanaman air sampel. Setiap tahapan juga memiliki proses – proses sebagai berikut :

1. Tahap Pengenceran Sampel Air

- 1) Pengenceran dilakukan secara bertingkat yaitu 10^0 (9 ml air sampel), 10^{-1} , dan 10^{-2} untuk media TCBS (6 tabung reaksi)
- 2) Tabung reaksi dihomogenkan dahulu sebelum pengenceran tingkat berikutnya dilanjutkan.
- 3) Label dituliskan nama sampel dan tingkat pengencerannya. Selanjutnya, label ditempelkan pada setiap tabung reaksi
- 4) Seluruh tabung reaksi pengenceran dipindahkan ke *laminary flow* untuk persiapan penuangan air sampel

2. Tahap Penanaman Sampel Air

- 1) Air sampel dituangkan ke setiap *petri dish* sebanyak 100 mikro liter setiap cawan petri. Proses penuangan air sampel berada di ruang *laminary flow*.
- 2) Air yang sudah dituang ke *petri dish* diratakan menggunakan spatula drigalski
- 3) Tutup petri dan alas petri dilekatkan menggunakan *plastic wrap*
- 4) Spatula drigalski disterilkan dengan cara membakar ujung spatula pada api bunsen, kemudian spatula drigalski dicelupkan ke *beaker glass* yang berisi larutan alkohol.
- 5) Label nama sampel ditempelkan pada setiap *petri dish*.
- 6) Langkah – langkah sebelumnya dilakukan kembali untuk proses penuangan air sampel ke 9 *petri dish* lainnya.

7) *Petri dish* diletakkan di ruangan steril dan bakteri *Vibrio* spp. akan tumbuh \pm 24 jam setelah penanaman sampel air.

d. Tahap Perhitungan Bakteri *Vibrio* spp.

Media TCBS yang telah diinkubasi selama 24 jam kemudian dihitung koloni bakteri yang tumbuh pada media kultur tersebut. Penghitungan dilakukan dengan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC). Selanjutnya penghitungan jumlah koloni dapat ditentukan dengan *Colony Forming Unit* (CFU). Syarat perhitungan jumlah bakteri menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) yaitu sebagai berikut :

1. Jumlah koloni dihitung pada masing – masing *plate* cawan petri
2. Jumlah koloni bakteri yang memenuhi syarat adalah 30 – 300 koloni per *plate* cawan petri. Jika jumlah koloni bakteri kurang dari 30 koloni maka akan menghasilkan perhitungan yang kurang teliti secara statistik dan apabila lebih dari 300 koloni maka akan menghasilkan hal yang sama karena terjadi persaingan diantara koloni (Suharman *et al.* 2023).
3. Nilai TPC ditentukan dengan rumus perhitungan berikut :

$$\text{Jumlah koloni} = [\text{total bakteri/plate}] \times \left[\frac{1}{\text{Faktor Pengenceran}} \right]$$

4. Apabila terdapat dua atau lebih cawan petri dengan pengenceran beruntun mengandung 30 – 300 koloni maka nilai TPC dapat ditentukan dengan cara tertentu. Menurut Suharman *et al.* (2023), jika jumlah koloni pada pengenceran lebih tinggi (misalkan: 10^{-3}) lebih besar 2x dari jumlah koloni pengenceran dibawahnya (misalkan: 10^{-2}) maka nilai TPC ditentukan oleh tingkat pengenceran terkecil (10^{-2}). Jika jumlah koloni pada pengenceran lebih tinggi (misalkan: 10^{-3}) lebih kecil 2x dari jumlah koloni pada pengenceran dibawahnya (misalkan: 10^{-2}) maka nilai TPC ditentukan oleh kedua tingkat pengenceran tersebut yaitu 10^{-2} dan 10^{-3} .

Keterangan tambahan, jika koloni yang tumbuh pada *plate* 10^{-1} dan 10^{-2} kurang dari 30 koloni maka TPC dihitung dengan menggunakan teknik *Direct Plating* (DP). *Direct Plating* (DP) adalah teknik menghitung total koloni bakteri langsung pada *plate* sampel yang tidak dilakukan suatu pengenceran (10^0). Menurut FAO dan WHO (2016), Teknik *Direct Plating* digunakan karena koloni bakteri pada *plate* pengenceran memiliki jumlah koloni diluar LOQ (*Limit of Quantification*). LOQ adalah batas konsentrasi terendah dari suatu mikroorganisme yang dapat dikuantifikasi secara akurat dan tepat dengan metode tertentu. LOQ pada metode *Total Plate Count* ini adalah jumlah koloni bakteri yang kurang dari batas koloni terendah yaitu kurang dari 30 koloni. Oleh karena itu, teknik *Direct Plating* bisa digunakan untuk menghitung jumlah koloni bakteri *Vibrio* spp. pada sampel air yang memiliki jumlah koloni kurang dari 30 koloni pada *plate* pengenceran.

3.2.4. Total Bakteri *Vibrio* spp. sebagai indikator kualitas air

Penentuan total bakteri *Vibrio* spp. sebagai indikator kualitas air berdasarkan kriteria yang ditentukan oleh Balai Budidaya Ikan Air Payau dan Laut (BBIAPL) Karanganyar, Tugu, Kota Semarang. Ketentuan yang ditetapkan BBIAPL Karanganyar mengenai baku mutu total bakteri *Vibrio* spp. pada air pemeliharaan Udang Vaname yaitu *Total Vibrio Count* $\leq 1 \times 10^3$ CFU/ml. Baku mutu tersebut berdasarkan PerMen KKP Nomor 75 tahun 2016 tentang pedoman umum pembesaran Udang Windu (*Penaeus monodon*) dan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Jika kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. sesuai dengan baku mutu tersebut maka kualitas air pemeliharaan Udang Vaname dapat diasumsikan masih tergolong baik, sedangkan jika melebihi baku mutu maka kualitas air diasumsikan tergolong buruk sehingga berpotensi menimbulkan wabah penyakit pada kolam pemeliharaan Udang Vaname.

3.2.5. Analisis Data

Data yang dianalisis pada penelitian ini meliputi *Total Vibrio Count* dan data kualitas air dengan variabel suhu, oksigen terlarut, salinitas, dan pH. Setelah memperoleh data, data tersebut diuji untuk melihat korelasi antara total bakteri *Vibrio* spp dengan parameter fisika dan kimia kualitas air menggunakan uji statistik korelasi. Uji korelasi untuk mengetahui pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Dalam pengolahan data ini menggunakan *software* SPSS versi 25 dan *Microsoft excel*. Data yang digunakan sebelumnya diuji dengan uji normalitas untuk mengetahui data tersebut terdistribusi normal atau tidak. Dikatakan normal apabila nilai signifikansi atau $\alpha > 0,05$ dan tidak normal apabila $\alpha < 0,05$. Kriteria pengujian normalitas menggunakan metode analitik Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk dengan mengacu pada signifikansinya. Jika $\alpha < 0,05$ maka menandakan ada hubungan signifikan antar variabel (Li *et al.* 2024). Analisis korelasi termasuk analisis bivariat dimana analisis ini digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Koefisien korelasi (R) digunakan untuk mengukur keeratan hubungan antar variabel dan menentukan indikator salah satu variabel. Nilai koefisien korelasi (R) yang semakin mendekati 1 maka semakin tinggi tingkat korelasi antar variabel. Menurut Putra *et al.* (2014), cara mengetahui korelasi antara dua variabel yaitu dengan melakukan uji *pearson correlation* (R) dengan kriteria sebagai berikut :

$r = 0$ artinya tidak memiliki korelasi

$0 < r \leq 0,19$ artinya korelasi sangat lemah

$0,2 < r \leq 0,39$ artinya memiliki korelasi lemah

$0,4 < r \leq 0,69$ artinya memiliki korelasi cukup

$0,7 < r \leq 0,89$ artinya memiliki korelasi yang kuat

$0,9 < r \leq 1$ artinya memiliki korelasi sangat kuat

$r = 1$ artinya memiliki korelasi yang sempurna

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini yaitu data parameter fisika dan kimia kualitas air seperti suhu, oksigen terlarut, derajat keasaman air, dan salinitas. Selain itu, ada data kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. sebagai variabel bebas dalam analisis statistika. Hasil dan data yang didapatkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

4.1.1. Parameter Fisika dan Kimia Kualitas Air Tambak

Hasil parameter fisika dan kimia kualitas air serta total bakteri *Vibrio* spp. yang didapatkan selama 7 kali pengambilan sampel pada tambak Udang Vaname kolam C (kontrol) dan kolam T (perlakuan probiotik jamur) tersaji pada Tabel 4.1. sebagai berikut :

Tabel 4. 1. Parameter Fisika Kimia Kualitas Air Kolam C dan Kolam T

Tanggal <i>Sampling</i> (tahun 2023)	DOC (hari)	Kolam C				Kolam T			
		Fisika		Kimia		Fisika		Kimia	
		Suhu (°C)	Salinitas (ppt)	pH	DO (mg/l)	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)	pH	DO (mg/l)
26 September	8	28	33	7,23	4,8	28,30	31	7,22	5,1
3 Oktober	15	28,8	35	6,97	5,5	27,70	28	8,03	5,4
10 Oktober	22	28	37	7,94	4,8	29,70	28	7,72	4,5
17 Oktober	29	28,5	39	7,85	4,8	29,5	28	7,86	5,2
24 Oktober	36	29,1	28	7,69	4,5	29,9	20	7,87	4,7
31 Oktober	43	29,4	28	8,43	5,6	30,3	19	8,48	5,2
7 November	50	28,5	22	8,62	4,8	29,9	18	8,65	4,7
Rata – Rata		28,61	31,71	7,82	4,97	29,33	24,57	7,98	4,97

Sumber : Hasil Penelitian di BBIAPL Karanganyar, Kota Semarang

Keterangan : Baku mutu kualitas air pemeliharaan Udang Vaname skala intensif berdasarkan PerMen KKP Nomor 75 tahun 2016 tentang pedoman umum pembesaran Udang Windu dan Udang Vaname.

Berdasarkan hasil parameter fisika kualitas air tambak Udang Vaname kolam C didapatkan variabel suhu air berkisar antara 28 – 29,4°C. Suhu tersebut sesuai dengan baku mutu kualitas air pemeliharaan Udang Vaname skala intensif yaitu suhu > 27°C. Hasil parameter kimia kualitas air didapatkan variabel salinitas air berkisar antara 22-39 ppt. Salinitas air yang berada di bawah baku mutu (26-32ppt) hanya terdapat pada minggu ke-7 (Tanggal 7 November 2023) yaitu sebesar 22 ppt. Selain itu, variabel pH berkisar 6,97 – 8,62. Nilai pH yang tidak sesuai dengan baku mutu (7,5 – 8,5) terdapat pada minggu pertama, kedua, dan ketujuh dengan kadar pH masing – masing yaitu 7,23 , 6,97 , dan 8,62. Variabel oksigen terlarut (DO) berkisar 4,5 – 5,6 mg/l. Kadar oksigen terlarut tersebut berada di atas baku mutu ($DO \geq 4$) sehingga kadar oksigen terlarut pada tambak C masih sangat mencukupi.

Berdasarkan hasil parameter fisika kualitas air tambak Udang Vaname kolam T didapatkan variabel suhu air berkisar antara 27,70 – 30,3°C. Suhu tersebut sesuai dengan baku mutu kualitas air pemeliharaan Udang Vaname skala intensif yaitu suhu > 27°C. Hasil parameter kimia kualitas air didapatkan variabel salinitas air berkisar antara 18 – 31 ppt. Salinitas air yang berada dibawah baku mutu (26 – 32 ppt) terdapat pada minggu ke-5,6, dan 7 dengan salinitas masing-masing 20, 19, dan 18 ppt. Selain itu, variabel pH berkisar 7,22 – 8,65. Nilai pH yang tidak sesuai dengan baku mutu (7,5 – 8,5) terdapat pada minggu pertama dan ketujuh dengan kadar pH masing – masing yaitu 7,22 dan 8,65. Variabel oksigen terlarut (DO) berkisar antara 4,5 – 5,4 mg/l. Kadar oksigen terlarut tersebut berada di atas baku mutu ($DO \geq 4$) sehingga kadar oksigen terlarut pada tambak T masih sangat mencukupi.

4.1.2. Kelimpahan Bakteri *Vibrio* spp.

Perhitungan kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. dilakukan dengan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) dengan langkah-langkah sesuai dengan materi dan metode bagian 3.23. Jumlah koloni bakteri yang memenuhi syarat adalah 30 – 300

koloni per *plate* cawan petri. Perhitungan *Total Plate Count* dilakukan pada 3 *plate* yaitu *plate* sampel air tanpa pengenceran (10^0) dan *plate* pengenceran sampel air tingkat pertama dan tingkat kedua (10^{-1} dan 10^{-2}). Menurut Thomas *et al.* (2015), perhitungan total bakteri pada sampel air yang diperkirakan *minim* pertumbuhan koloni bakteri pada setiap *plate* yaitu dengan melakukan perhitungan jumlah koloni pada *plate* $10^0 - 10^{-2}$ dengan metode yang sudah ditentukan sejak awal. Hasil Total *Vibrio* spp. pada tambak C (kontrol) dan tambak T (perlakuan probiotik jamur) yaitu sebagai berikut :

a. Tambak C (Kontrol)

Hasil kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. yang didapatkan selama 7 kali pengambilan sampel pada tambak Udang Vaname kolam C tersaji pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2. *Total Vibrio Count* Kolam C

Sampel air Minggu ke-	Pengenceran / Pengulangan	Jumlah Koloni <i>Vibrio</i> spp.		Total <i>Vibrio</i> spp. × Pengenceran	Rata-Rata <i>Total</i> <i>Vibrio</i> spp. (CFU/ml)
		Kuning	Hijau		
1	$10^{-1} / 1$	192	0	192×10^{-1}	$1,285 \times 10^3$
	$10^{-1} / 2$	48	17	65×10^{-1}	
2	$10^{-1} / 1$	70	50	120×10^{-1}	9×10^2
	$10^{-1} / 2$	40	20	60×10^{-1}	
3	$10^{-1} / 1$	65	0	65×10^{-1}	$7,2 \times 10^2$
	$10^{-1} / 2$	79	0	79×10^{-1}	
4	$10^{-1} / 1$	69	0	69×10^{-1}	$7,15 \times 10^2$
	$10^{-1} / 2$	74	0	74×10^{-1}	
5	$10^0 / 1$	170	0	170×10^0	$1,7 \times 10^2$
6	$10^0 / 1$	242	3	245×10^0	$2,45 \times 10^2$
7	$10^0 / 1$	115	0	115×10^0	$1,15 \times 10^2$
Nilai rata-rata <i>Total Vibrio</i> spp. (CFU/ml) dari 7 sampel air					$5,93 \times 10^2$

Keterangan : Baku mutu kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada air pemeliharaan Udang Vaname skala intensif yaitu $\leq 1 \times 10^3$ CFU/ml (PerMen KKP Nomor 75 tahun 2016 tentang pedoman umum pembesaran Udang Windu dan Udang Vaname).

Berdasarkan Tabel 4.2, hasil kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada kolam C yang melebihi baku mutu hanya terdapat pada sampel air minggu ke-1 dengan total *Vibrio* spp. adalah $1,285 \times 10^3$ CFU/ml. Kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. terendah terdapat pada sampel air minggu ke-7 yaitu $1,15 \times 10^2$ CFU/ml. Koloni *Vibrio* spp. yang berwarna kuning pada media TCBS diduga sebagai spesies *Vibrio cholerae*, sedangkan koloni berwarna hijau diduga merupakan spesies *V.parahaemolyticus*. Hasil kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada kolam C menunjukkan bahwa koloni *Vibrio cholerae* tertinggi terdapat pada sampel air minggu ke-1 pada pengulangan pertama yaitu $1,92 \times 10^2$ CFU/ml, sedangkan koloni *V.parahaemolyticus* terdapat pada sampel air minggu ke-2 pada pengulangan pertama yaitu 5×10^1 CFU/ml. Jumlah koloni terbanyak dari masing-masing kedua spesies *Vibrio* spp. tersebut tidak melebihi baku mutu ($\leq 1 \times 10^3$ CFU/ml) sehingga tidak berpotensi menimbulkan penyakit vibriosis pada Udang Vaname.

b. Tambak T (Penambahan Probiotik Jamur Dosis 50 gram / 473 m²)

Hasil kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. yang didapatkan selama 7 kali pengambilan sampel pada tambak Udang Vaname kolam T tersaji pada Tabel 4.3.

berikut :

Tabel 4. 3. *Total Vibrio Count* Kolam T

Sampel air Minggu ke-	Pengenceran / Pengulangan	Jumlah Koloni <i>Vibrio</i> spp.		Total <i>Vibrio</i> spp. × Pengenceran	Rata-Rata <i>Total Vibrio</i> spp. (CFU/ml)
		Kuning	Hijau		
1	10 ⁻¹ / 1	84	0	84 × 10 ⁻¹	5,95 × 10 ²
	10 ⁻¹ / 2	35	0	35 × 10 ⁻¹	

Lanjutan Tabel 4.3 . Total *Vibrio* Count Kolam T

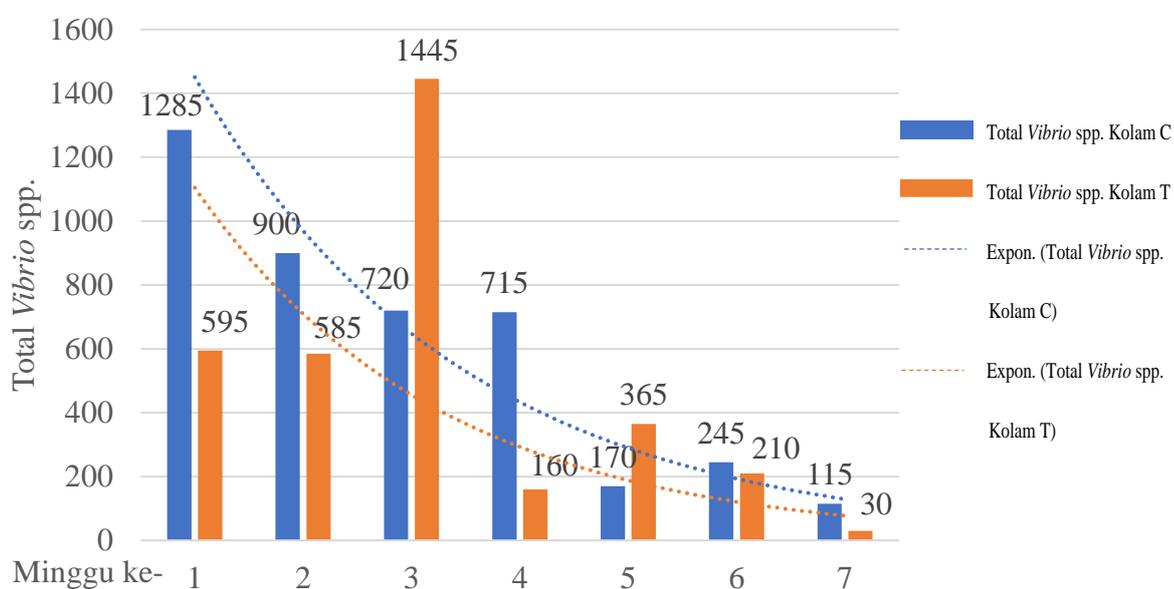
2	10 ⁻¹ / 1	33	3	36 × 10 ⁻¹	5,85 × 10 ²
	10 ⁻¹ / 2	72	9	81 × 10 ⁻¹	
3	10 ⁻¹ / 1	99	0	99 × 10 ⁻¹	1,445 × 10 ³
	10 ⁻¹ / 2	190	0	190 × 10 ⁻¹	
4	10 ⁻¹ / 1	120	0	120 × 10 ⁻¹	1,60 × 10 ²
	10 ⁻¹ / 2	200	0	200 × 10 ⁻¹	
5	10 ⁻¹ / 1	38	4	42 × 10 ⁻¹	3,65 × 10 ²
	10 ⁻¹ / 2	27	4	31 × 10 ⁻¹	
6	10 ⁰ / 1	206	4	210 × 10 ⁰	2,1 × 10 ²
7	10 ⁰ / 1	30	0	30 × 10 ⁰	3 × 10 ¹
Nilai rata-rata <i>Total Vibrio</i> spp. (CFU/ml) dari 7 sampel air					4,84 × 10 ²

Keterangan : Baku mutu kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada air pemeliharaan Udang Vaname skala intensif yaitu $\leq 1 \times 10^3$ CFU/ml (PerMen KKP Nomor 75 tahun 2016 tentang pedoman umum pembesaran Udang Windu dan Udang Vaname).

Berdasarkan Tabel 4.3, hasil kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada kolam T yang melebihi baku mutu hanya terdapat pada sampel air minggu ke-3 dengan total *Vibrio* spp. adalah $1,445 \times 10^3$ CFU/ml. Kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. terendah terdapat pada sampel air minggu ke-7 yaitu 3×10^1 CFU/ml. Hasil kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada kolam T menunjukkan bahwa koloni *Vibrio cholerae* (kuning) tertinggi terdapat pada sampel air minggu ke-4 pada pengulangan kedua yaitu 2×10^2 CFU/ml, sedangkan koloni *Vibrio parahaemolyticus* (hijau) terdapat pada sampel air minggu ke-2 pada pengulangan kedua yaitu 9×10^1 CFU/ml. Jumlah koloni terbanyak dari masing-masing kedua spesies *Vibrio* spp. tersebut tidak melebihi baku mutu ($\leq 1 \times 10^3$ CFU/ml) sehingga tidak berpotensi menimbulkan penyakit vibriosis pada Udang Vaname di kolam T.

4.1.3. Perbandingan Total *Vibrio* spp. antara Kolam C (Kontrol) dengan Kolam T (Penambahan Probiotik Jamur)

Analisis perbandingan total *Vibrio* spp. pada kolam C dan kolam T dengan menggunakan diagram *clustered column* pada *software Microsoft Excel*. Data total *Vibrio* spp. pada kolam C dan kolam T dipilih dan dimasukkan ke diagram *clustered column*. Perbandingan antara 2 data yang memiliki rasio setara dapat dilihat perbedaan nilainya pada diagram *clustered column* (Schoeman *et al.* 2017). Perbandingan data antara total *Vibrio* spp. pada kolam C dan kolam T dapat dilihat pada Gambar 4.1. berikut :



Gambar 4. 1. Diagram *Clustered Column* Total *Vibrio* spp.

Berdasarkan diagram pada Gambar 4.1 dapat dijelaskan bahwa kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada kolam C (tanpa pemberian probiotik jamur) lebih tinggi daripada total *Vibrio* spp. pada kolam T (diberikan probiotik jamur). Diagram batang berwarna biru menunjukkan total *Vibrio* spp. pada kolam C, sedangkan diagram batang berwarna jingga menunjukkan total *Vibrio* spp. pada kolam T. diagram batang berwarna biru (kolam C) rata-rata memiliki nilai lebih besar daripada diagram batang berwarna jingga (kolam T). Total *Vibrio* spp. pada kolam

T yang lebih tinggi daripada kolam C hanya terdapat pada sampel air minggu ke-3 dan minggu ke-5. Dengan demikian, nilai rata-rata total *Vibrio* spp. pada kolam C lebih tinggi daripada kolam T. Hal tersebut juga dapat dilihat pada Tabel 4.3. dan Tabel 4.4. yang memberikan hasil rata-rata total *Vibrio* spp. selama 7 kali *sampling* pada kolam C adalah $5,93 \times 10^2$ CFU/ml, sedangkan total *Vibrio* spp. pada kolam T yaitu $4,84 \times 10^2$ CFU/ml. Selain itu, gambar *trendline exponential* pada Gambar 4.1. menunjukkan bahwa *trend* kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada kolam C dan kolam T diprediksi akan terus mengalami penurunan, tetapi total *Vibrio* spp. pada kolam C akan cenderung lebih tinggi daripada total *Vibrio* spp. pada kolam T. Hal tersebut dapat dilihat pada garis titik – titik berwarna biru pada diagram yang menunjukkan *trend* penurunan total *Vibrio* spp. pada kolam C dan garis titik-titik berwarna jingga pada diagram yang menunjukkan *trend* penurunan total *Vibrio* spp. pada kolam T. Perbedaan kedua garis titik – titik tersebut adalah garis titik berwarna biru (kolam C) cenderung memiliki nilai berada di atas garis titik berwarna jingga (kolam T). Menurut Junthopas dan Wongoutong (2023), pola *exponential* banyak digunakan untuk memperkirakan nilai suatu data dengan pola fluktuasi yang stabil di masa depan. Pola ini digambarkan dengan mempertimbangkan nilai rata-rata setiap data.

4.1.4. Analisis Statistik

Analisis statistik menggunakan model regresi linear pada *software* SPSS versi 25 dan grafik *scatter plot* pada *software* Microsoft Excel. Pembuatan model regresi linear pada *software* SPSS yaitu dengan cara memasukkan data variabel Total *Vibrio* spp. pada variabel dependen dan memasukkan data variabel suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut pada variabel independen. Setelah itu, akan muncul hasil berupa Tabel deskriptif statistik, *pearson correlation*, ringkasan model, ANNOVA, dan lain – lain. Pembuatan grafik *scatter plot* pada *software* Microsoft Excel yaitu dengan cara memasukkan data variabel terikat (Total *Vibrio*

spp.) ke sumbu Y pada grafik dan memasukkan data variabel bebas (suhu, salinitas, pH, dan DO) ke sumbu X pada grafik *scatter plot*. Setelah itu, membuat *trendline linear* pada grafik untuk mengetahui nilai koefisien determinasi (R^2) setiap data variabel bebas (suhu, salinitas, pH, dan DO). Analisis statistik ini untuk mengetahui tingkat korelasi antara variabel kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. dengan variabel suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut pada tambak sehingga cukup dengan mengamati tabel *pearson correlation* dapat menentukan variabel yang memiliki nilai korelasi (R) paling besar dengan variabel Total *Vibrio* spp. pada setiap kolam budidaya. Analisis korelasi antar variabel pada 2 kolam budidaya Udang Vaname dengan perlakuan berbeda adalah sebagai berikut :

- a. Korelasi *Vibrio* spp. dengan Parameter Fisika Kimia Kualitas Air Tambak C (Kontrol)

Korelasi antara data variabel total *Vibrio* spp. pada Tabel 4.1. dengan variabel suhu, salinitas, oksigen terlarut dan pH air tambak C pada Tabel 4.2 dijelaskan melalui uji korelasi menggunakan *Software SPSS Versi 25* dengan hasil *pearson correlation* dan nilai signifikansi (*Sig. (1-tailed)*) pada Tabel 4.4 berikut :

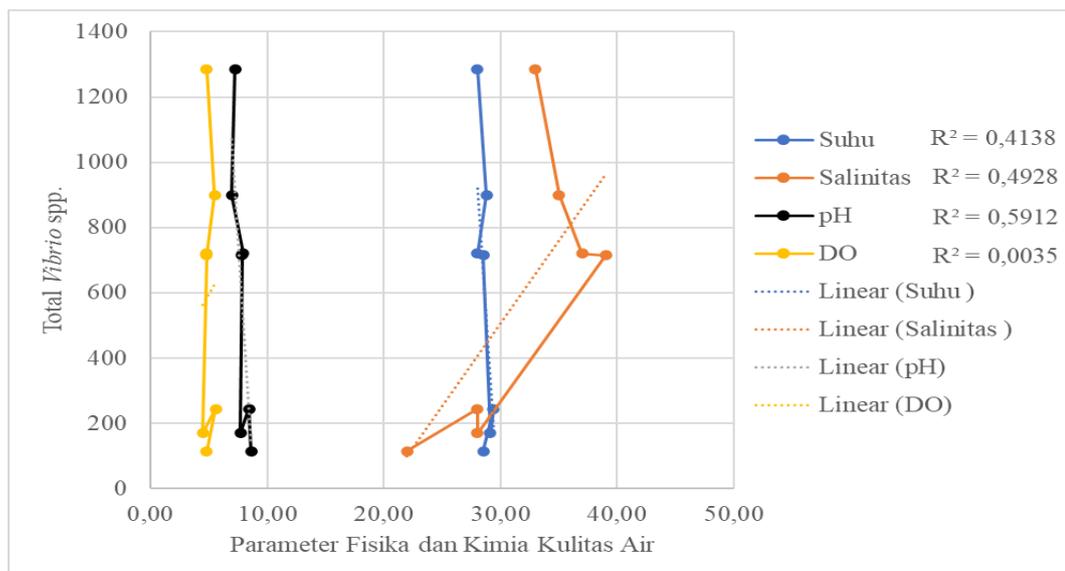
Tabel 4. 4. Uji Korelasi antar Variabel Kualitas Air Kolam C

<i>Correlations</i>		
		Total <i>Vibrio</i> spp. Kolam C
<i>Pearson</i>	Total <i>Vibrio</i> spp. Kolam C	1.000
<i>Correlation</i>	pH Kolam C	-.769
	Suhu Kolam C	-.643
	DO Kolam C	.059
	Salinitas Kolam C	.702
	<i>Sig. (1-tailed)</i>	Total <i>Vibrio</i> spp. Kolam C
	Ph Kolam C	.022
	Suhu Kolam C	.060
	DO Kolam C	.450
	Salinitas Kolam C	.039

Sumber : Output Uji Korelasi SPSS 25

Berdasarkan uji korelasi antar variabel kualitas air tambak C didapatkan hasil bahwa variabel pada parameter fisika kimia kualitas air yang memiliki nilai *pearson correlation* (R) yang kuat dengan Total *Vibrio* spp. adalah derajat keasaman air dan salinitas air dengan nilai R masing-masing yaitu 0,769 dan 0,702. Variabel lainnya seperti oksigen terlarut memiliki nilai *pearson correlation* yang sangat lemah terhadap Total *Vibrio* spp. (0,059), sedangkan variabel suhu memiliki nilai *pearson correlation* yang cukup (0,643). Nilai signifikansi (Sig. 1-tailed) pada variabel pH dan salinitas air memiliki nilai signifikansi $< 0,05$ yaitu masing-masing 0,022 dan 0,039 sehingga dapat disimpulkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara variabel pH dan salinitas dengan Total *Vibrio* spp. pada tambak C. Berbeda dengan variabel suhu dan oksigen terlarut yang memiliki nilai signifikansi $> 0,05$ menandakan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel suhu dan oksigen terlarut dengan Total *Vibrio* spp. Dengan demikian, salinitas dan derajat keasaman air layak dijadikan sebagai indikator kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada tambak Udang Vaname kolam C (tidak diberikan perlakuan probiotik jamur).

Dalam menilai tingkat kelayakan variabel salinitas dan derajat keasaman air untuk dijadikan indikator total *Vibrio* spp. pada kolam C maka dilakukan analisis regresi linear menggunakan grafik *scatter plot* pada *software* Microsoft Excel dengan hasil pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2. Grafik *Scatter Plot* Regresi Linear Kualitas Air Kolam C

Berdasarkan grafik *scatter plot* dengan *trendline linear* pada Gambar 4.2 didapatkan hasil bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) dari yang tertinggi ke terendah yaitu variabel pH ($R^2=0,5912$), salinitas ($R^2= 0,4928$), suhu ($R^2=0,4138$), dan oksigen terlarut ($R^2 = 0,0035$). Berdasarkan hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa variabel yang sangat layak dijadikan indikator total *Vibrio* spp. pada kolam C (kontrol) adalah variabel derajat keasaman air (pH). Nilai koefisien determinasi (R^2) pH air kolam C adalah 0,5912. Hal tersebut menandakan bahwa 59% variabilitas pada data total *Vibrio* spp. dapat dijelaskan oleh variabel pH air. Variabel lain seperti suhu dan salinitas kurang baik dalam menjelaskan data total *Vibrio* spp. karena nilai koefisien determinasi kedua variabel tersebut berada di kisaran 0,25 – 0,5 sehingga varian kedua variabel tersebut tergolong kecil dalam menjelaskan data total *Vibrio* spp. Varian oksigen terlarut tergolong sangat kecil atau tidak bisa dalam menjelaskan data total *Vibrio* spp. karena nilai koefisien determinasi oksigen terlarut berada di kisaran 0 hingga 0,25. Menurut Karch (2020), nilai koefisien determinasi (R^2) yang semakin mendekati 1 menunjukkan bahwa data variabel independen semakin baik dalam menjelaskan variabilitas data variabel

dependen. Berikut adalah rentang nilai R^2 berdasarkan kemampuan varian dalam menjelaskan suatu data :

$R^2 = 0$ hingga $0,25$: Sedikit hingga tidak ada varian yang dapat menjelaskan data

$R^2 = 0,25$ hingga $0,5$: Sejumlah kecil varian dapat menjelaskan data

$R^2 = 0,5$ hingga $0,75$: Jumlah varian cukup baik dalam menjelaskan data

$R^2 = 0,75$ hingga 1 : Jumlah varian yang sempurna dalam menjelaskan data

- b. Korelasi *Vibrio* spp. dengan Parameter Fisika Kimia Kualitas Air Tambak T (Penambahan Probiotik Jamur Dosis 50 gram / 473 m²)

Korelasi antara variabel total *Vibrio* spp. dengan variabel suhu, salinitas, oksigen terlarut dan pH air tambak T dijelaskan melalui uji korelasi menggunakan *Software* SPSS Versi 25 dengan hasil *pearson correlation* dan nilai signifikansi (*Sig. (1-tailed)*) pada Tabel 4.5 berikut :

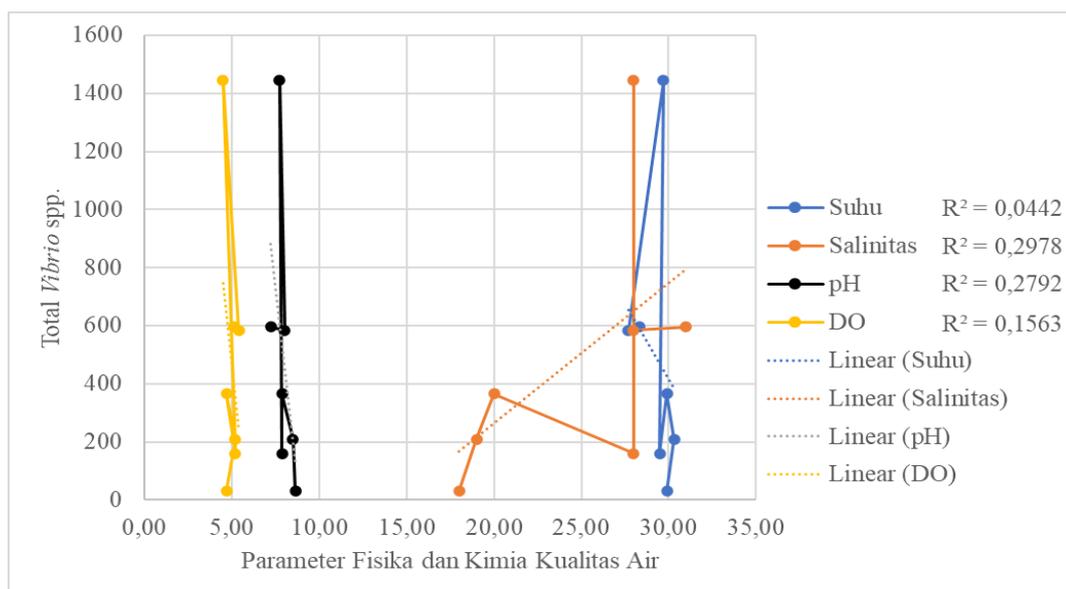
Tabel 4. 5. Uji Korelasi antar Variabel Kualitas Air Kolam T

<i>Correlations</i>		
		Total <i>Vibrio</i> spp. Kolam T
<i>Pearson</i>	Total <i>Vibrio</i> spp. Kolam T	1.000
<i>Correlation</i>	Salinitas Kolam T	.546
	Suhu Kolam T	-.210
	pH Kolam T	-.524
	DO Kolam T	-.395
<i>Sig. (1-tailed)</i>	Total <i>Vibrio</i> spp. Kolam T	.
	Salinitas T	.103
	Suhu T	.325
	pH T	.114
	DO T	.190
	N	7

Sumber : Output Uji Korelasi SPSS 25

Berdasarkan uji korelasi antar variabel kualitas air tambak T didapatkan hasil bahwa variabel pada parameter fisika kimia kualitas air yang memiliki nilai *pearson correlation* (R) yang cukup dengan total *Vibrio* spp. adalah salinitas dan derajat keasaman air dengan nilai R masing-masing yaitu 0,546 dan 0,524. Variabel lainnya seperti suhu dan oksigen terlarut memiliki nilai *pearson correlation* yang lemah terhadap total *Vibrio* spp. (0,210 dan 0,395). Namun, nilai signifikansi (*Sig. 1-tailed*) antara seluruh parameter fisika kimia kualitas air dengan total *Vibrio* spp. memiliki nilai signifikansi $> 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara parameter fisika kimia kualitas air dengan total *Vibrio* spp. pada tambak T. Dengan demikian, salinitas dan derajat keasaman air dapat dijadikan indikator kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada tambak Udang Vaname kolam T (diberikan probiotik jamur), tetapi kedua variabel tersebut kurang memiliki hubungan yang signifikan dengan total *Vibrio* spp. pada tambak.

Dalam menilai tingkat kelayakan variabel salinitas dan derajat keasaman air untuk dijadikan indikator total *Vibrio* spp. pada kolam T maka dilakukan analisis regresi linear menggunakan grafik *scatter plot* pada *software* Microsoft Excel dengan hasil pada Gambar 4.3. berikut :



Gambar 4. 3. Grafik *Scatter Plot* Regresi Linear Kualitas Air Kolam T

Berdasarkan grafik *scatter plot* dengan *trendline linear* pada Gambar 4.3 didapatkan hasil bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) dari yang tertinggi ke terendah yaitu variabel salinitas ($R^2=0,2978$), pH ($R^2= 0,2792$), oksigen terlarut ($R^2=0,1563$), dan suhu ($R^2 = 0,0442$). Nilai koefisien determinasi (R^2) salinitas dan pH air kolam T tergolong rendah yaitu pada kisaran 0,25 – 0,5 sehingga menandakan bahwa kedua variabel tersebut kurang baik dalam menjelaskan data total *Vibrio* spp. Nilai koefisien determinasi (R^2) suhu dan oksigen terlarut tergolong sangat kecil atau tidak bisa dalam menjelaskan data total *Vibrio* spp. karena nilai koefisien determinasi kedua variabel tersebut berada di kisaran 0 hingga 0,25. Berdasarkan hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada variabel yang sangat layak dijadikan indikator total *Vibrio* spp. pada kolam T (perlakuan probiotik jamur).

4.1.5. Korelasi Total *Vibrio* spp. dengan Derajat Keasaman Air

Berdasarkan Tabel 4.4 menunjukkan bahwa variabel pH air tambak C (kontrol) memiliki korelasi yang kuat dengan kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. dan memiliki nilai signifikansi $<0,05$ yang artinya kedua variabel tersebut memiliki hubungan yang signifikan. Selain itu, berdasarkan Gambar 4.2 menunjukkan bahwa variabel pH juga layak dijadikan indikator kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. di tambak C. Berdasarkan Tabel 4.5 menunjukkan bahwa variabel pH air tambak T memiliki korelasi yang cukup dengan kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. dan memiliki nilai signifikansi $> 0,05$ yang artinya kedua variabel tersebut kurang memiliki hubungan yang signifikan. Selain itu, berdasarkan Gambar 4.3 menunjukkan bahwa variabel pH air kurang layak sehingga perlu ada analisis statistik lanjutan antara variabel pH air kurang layak dijadikan indikator kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. di tambak T. Oleh karena itu, perlu ada analisis lanjutan tentang korelasi data total *Vibrio* spp. dengan variabel derajat keasaman air (pH) untuk lebih memastikan tingkat korelasi antara kedua variabel tersebut dan juga mengetahui tingkat

kelayakan variabel pH air sebagai indikator total *Vibrio* spp. pada tambak C (kontrol) dan T (perlakuan probiotik jamur). Analisis ini menggunakan model regresi linear dengan *software* SPSS Versi 25 dan menggunakan grafik *scatter plot* pada *Microsoft Excel*. Beberapa hasil model regresi linear yaitu statistik deskriptif, ringkasan model, dan bagian-bagian grafik.

a. Korelasi *Vibrio* spp. dengan Derajat Keasaman Air Tambak C (Kontrol)

Korelasi antara variabel total *Vibrio* spp. dengan variabel pH air tambak C dijelaskan melalui model regresi linear menggunakan *Software* SPSS Versi 25 dengan hasil berupa statistik deskriptif, ringkasan model, grafik persyaratan normalitas, dan grafik kelayakan regresi. Selain itu, hasil korelasi juga dijelaskan melalui grafik *scatter plot* regresi antara variabel pH dengan total *Vibrio* spp. pada *software micorosoft excel*. Analisis lanjutan tentang korelasi variabel pH dengan total *Vibrio* spp. pada air tambak C dijelaskan pada poin-poin berikut :

1. Statistik Deskriptif

Tabel 4. 6. Statistik Deskriptif Variabel pH dan Total *Vibrio* spp. tambak C

<i>Descriptive Statistics</i>			
	<i>Mean</i>	<i>Std. Deviation</i>	N
Total <i>Vibrio</i> spp.	592.8571	434.48108	7
pH	7.8186	.59370	7

Sumber : Output Uji Korelasi SPSS 25

Berdasarkan Tabel 4.6. tentang statistik deskriptif diperoleh hasil besarnya rata-rata prediksi variabel pH adalah 7,82 dan total *Vibrio* spp. adalah 592,86 CFU/ml. Nilai standard deviasi variabel pH sebesar 0,594 dan untuk total *Vibrio* spp. adalah 434,481. Jumlah data yang dikumpulkan (N) berjumlah 7 data setiap variabel.

2. Ringkasan model

Tabel 4. 7. Ringkasan Model Variabel pH dan Total *Vibrio* spp. tambak C

<i>Model Summary</i> ^b					
<i>Model</i>	<i>R</i>	<i>R Square</i>	<i>Adjusted R Square</i>	<i>Std. Error of the Estimate</i>	<i>Durbin-Watson</i>
1	.769 ^a	.591	.509	304.31291	2.299

a. *Predictors: (Constant), pH*

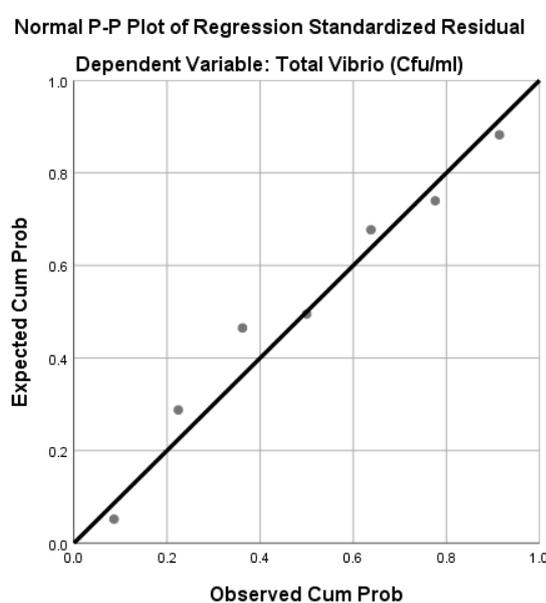
b. *Dependent Variable: Total Vibrio spp.*

Sumber : Output Uji Korelasi SPSS 25

Berdasarkan Tabel 4.7 diperoleh nilai *R Square* (koefisien determinasi) yaitu 0,591. Angka tersebut berarti bahwa sebesar 59,1 % derajat keasaman air dapat dijelaskan dengan menggunakan variabel Total *Vibrio* spp., sedangkan sisanya yaitu 40,9 % harus dijelaskan oleh faktor – faktor penyebab lainnya di luar ringkasan model regresi tersebut. Hal tersebut menandakan bahwa hubungan antara *Total Vibrio Count* dengan derajat keasaman air pada tambak C tergolong kuat. Nilai *Standard Error of the Estimate* (SEE) pada Tabel 4.6 yaitu 304,313. Nilai ini akan digunakan untuk menilai kelayakan *predictor* (variabel bebas : pH) dalam kaitannya dengan variabel terikat (Total *Vibrio* spp.) dengan ketentuan sebagai berikut : jika nilai SEE < Standar deviasi maka *predictor* yang digunakan untuk memprediksi variabel terikat sudah layak (Sarwono, 2022). Berdasarkan Tabel 4.6 dan Tabel 4.7 didapatkan bahwa nilai SEE sebesar 304,313 dan nilai standar deviasi untuk variabel *Total Vibrio Count* adalah 434.481 maka nilai SEE < Standar deviasi. Ini artinya derajat keasaman air (pH) sudah layak dijadikan *predictor* untuk Total *Vibrio* spp. pada tambak C. Nilai Durbin – Watson pada Tabel 4.7 adalah 2,299. Nilai tersebut mendekati 2 sehingga mempunyai makna bahwa tidak ada otokorelasi positif maupun otokorelasi negatif dalam residual. Oleh karena itu, variabel terikat yaitu Total *Vibrio* spp. tidak memiliki korelasi dengan variabel lain diluar model regresi tambak C. Menurut Atouba dan Shumate (2020), nilai Durbin

– Watson berkisar antara 0 hingga 4. Nilai yang lebih dekat ke 0 menunjukkan kecenderungan otokorelasi positif antara variabel dependen dengan variabel lain di luar model regresi, sedangkan nilai yang lebih dekat ke 4 menunjukkan kecenderungan otokorelasi negatif antara variabel dependen dengan variabel lain. Nilai yang mendekati 2 menunjukkan bahwa tidak ada korelasi positif maupun negatif antara variabel dependen dengan variabel lain di luar model regresi.

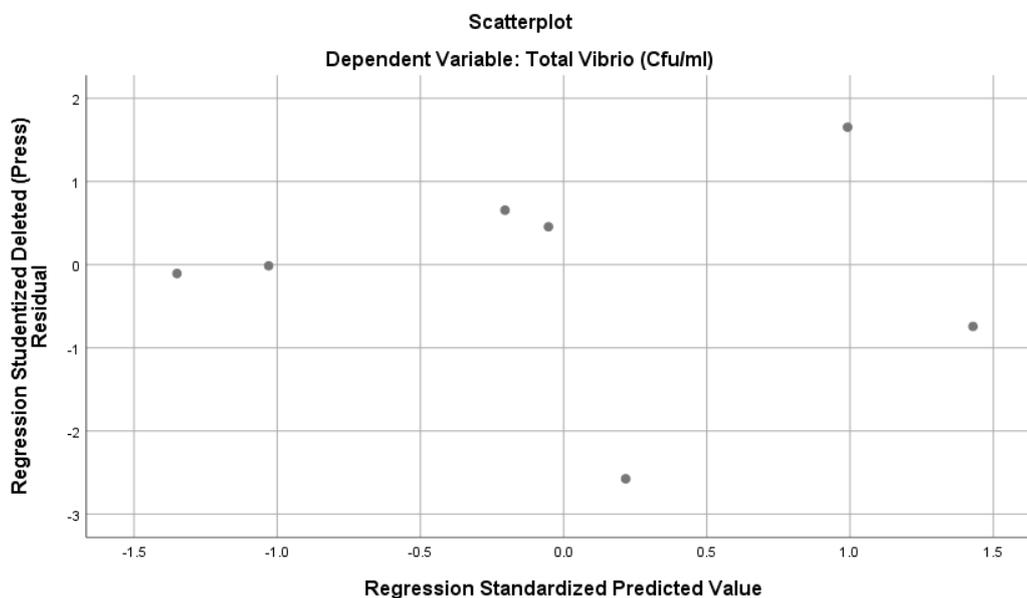
3. Grafik Persyaratan Normalitas (*Normal Probability Plot*)



Gambar 4. 4. Grafik *Normal Probability Plot* Total *Vibrio* Tambak C

Gambar 4.4 menunjukkan pemenuhan persyaratan normalitas sebaran data yaitu jika residual berasal dari distribusi normal maka nilai – nilai sebaran data akan berada pada area di sekitar garis lurus (Sarwono, 2022). Gambar 4.5 menunjukkan bahwa sebaran data ada 5 titik yang berada pada posisi di sekitar garis lurus yang membentuk garis miring dari arah kiri bawah ke kanan atas dan ada 2 titik yang berada di luar garis lurus. Oleh karena itu, persyaratan normalitas sudah terpenuhi sehingga dapat dinyatakan bahwa data variabel Total *Vibrio* spp. pada tambak C dapat diasumsikan sudah terdistribusi normal.

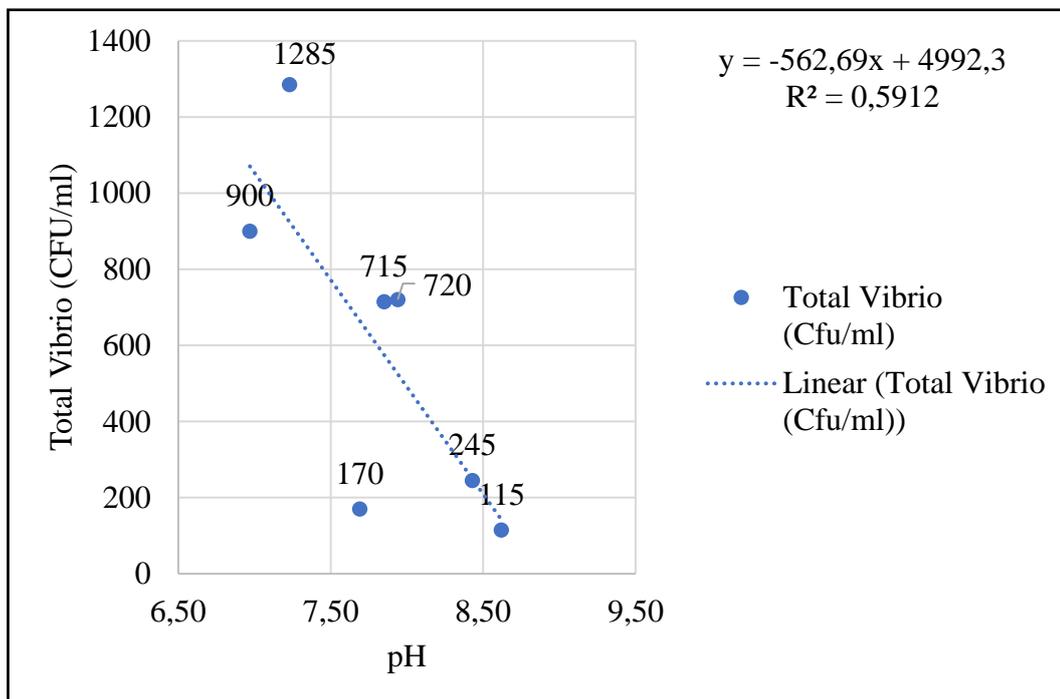
4. Grafik Persyaratan Kelayakan Model Regresi (Model Fit)



Gambar 4. 5. Grafik *Model Fit* Total *Vibrio* spp. Tambak C

Gambar 4.5 memberikan penjelasan adanya hubungan antara nilai yang diprediksi (Total *Vibrio* spp.) dengan *studentized delete residual* masing – masing. *Studentized delete residual* adalah nilai residual untuk titik data yang telah disesuaikan dengan ukuran ketidakpastian (variabilitas) dalam model. Nilai ini digunakan untuk mengidentifikasi titik – titik data yang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap model. Model regresi layak digunakan untuk memprediksi jika data yang tersebar berpecah disekitar angka 0 (nol) pada sumbu Y serta tidak membentuk pola atau kecenderungan tertentu (Sarwono, 2022). Berdasarkan sebaran data pada grafik di atas, hampir seluruh data berada di area titik nol sumbu Y. Meskipun ada 2 data yang jauh berada di luar nilai 0, model regresi ini tetap layak digunakan untuk memprediksi variabel terikat yaitu total *Vibrio* spp.

5. Grafik *Scatter Plot* Regresi antara pH dengan Total *Vibrio* spp.



Gambar 4. 6. Grafik Regresi Data *Vibrio* spp. dan pH Air Tambak C

Berdasarkan Gambar 4.6 diperoleh persamaan linier : $y = -562,69x + 4992,3$. Koefisien $-562,69$ menggambarkan kecenderungan penurunan nilai y (Total *Vibrio* spp.) saat nilai x (pH) meningkat. Artinya, terdapat hubungan linier negatif antara kedua variabel yaitu semakin besar nilai x , semakin kecil nilai y . Nilai R^2 (koefisien determinasi) yang diperoleh adalah $0,5912$. Nilai koefisien determinasi (R^2) berkisar dari 0 hingga 1 yang dimana semakin mendekati 1 maka semakin baik modelnya karena menunjukkan bahwa variasi variabel terikat dapat dijelaskan oleh variasi variabel bebas (Jasper *et al.* 2020). Nilai R^2 pada grafik tersebut adalah $0,5912$ sehingga menunjukkan bahwa sekitar 59,12% variasi dalam variabel Total *Vibrio* spp. (y) dapat dijelaskan oleh variabel pH (x) menggunakan model linier tersebut. Artinya model linier cukup baik dalam menjelaskan hubungan antara kedua variabel. Garis linier pada grafik *scatter plot* pada Gambar 4.6 berawal dari kiri atas dan menuju ke kanan bawah. Hal tersebut menunjukkan bahwa arah

hubungan linier negatif antara kedua variabel. Jika nilai x (pH) meningkat maka nilai y (Total *Vibrio* spp.) cenderung menurun.

- b. Korelasi *Vibrio* spp. dengan Derajat Keasaman Air Tambak T (Penambahan Probiotik Jamur Dosis 100 g / 1000 m²)

Korelasi antara variabel total *Vibrio* spp. dengan variabel pH air tambak T dijelaskan melalui model regresi linear menggunakan *Software* SPSS Versi 25 dan *software micorosoft excel*. Analisis lanjutan tentang korelasi variabel pH dengan total *Vibrio* spp. pada air tambak T dijelaskan pada poin-poin berikut :

1. Statistik Deskriptif

Tabel 4. 8. Statistik Deskriptif Variabel pH dan Total *Vibrio* spp. tambak T

	<i>Descriptive Statistics</i>		
	<i>Mean</i>	<i>Std. Deviation</i>	<i>N</i>
Total <i>Vibrio</i> spp. T	484.2857	473.70375	7
pH T	7.9729	.48366	7

Sumber : Output Uji Korelasi SPSS 25

Berdasarkan Tabel 4.8. tentang statistik deskriptif diperoleh hasil besarnya rata rata prediksi variabel pH adalah 7,97 dan total *Vibrio* spp. adalah 484,29 CFU/ml. Nilai standard deviasi variabel pH sebesar 0,484 dan untuk total *Vibrio* spp. adalah 473,704. Jumlah data yang dikumpulkan (N) berjumlah 7 data setiap variabel.

2. Ringkasan model

Tabel 4. 9. Ringkasan Model Variabel pH dan Total *Vibrio* spp. tambak T

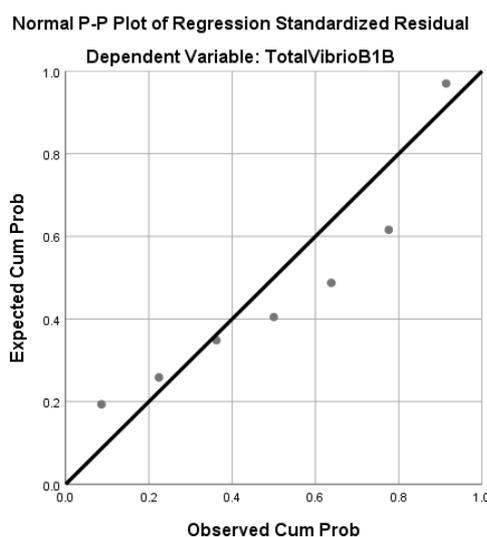
<i>Model Summary^b</i>					
<i>Model</i>	<i>R</i>	<i>R Square</i>	<i>Adjusted R Square</i>	<i>Std. Error of the Estimate</i>	<i>Durbin-Watson</i>
1	.524 ^a	.275	.130	441.90932	2.267
a. <i>Predictors: (Constant), pH T</i>					
b. <i>Dependent Variable: Total Vibrio spp. T</i>					

Sumber : Output Uji Korelasi SPSS 25

Berdasarkan Tabel 4.9 diperoleh nilai *R Square* (koefisien determinasi) yaitu 0,275. Angka tersebut berarti bahwa sebesar 27,5 % derajat keasaman air dapat

dijelaskan dengan menggunakan variabel total *Vibrio* spp., sedangkan sisanya yaitu 72,5 % harus dijelaskan oleh faktor – faktor penyebab lainnya di luar ringkasan model regresi tersebut. Hal tersebut menandakan bahwa hubungan antara Total *Vibrio* spp. dengan derajat keasaman air pada tambak T masih tergolong lemah. Nilai *Standard Error of the Estimate* (SEE) pada Tabel yaitu 441,909. Berdasarkan Tabel 4.8 dan 4.9 didapatkan bahwa nilai SEE sebesar 441,909 dan nilai standar deviasi untuk variabel Total *Vibrio* adalah 473,704 maka nilai $SEE < \text{Standar deviasi}$. Ini artinya derajat keasaman air (pH) sudah layak dijadikan *predictor* untuk kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada tambak T. Nilai Durbin – Watson pada Tabel 4.9 adalah 2,267. Nilai ini mempunyai makna bahwa tidak ada otokorelasi positif maupun negatif dalam residual karena nilainya mendekati 2. Oleh karena itu, dapat dinyatakan bahwa variabel terikat yaitu *Total Vibrio Count* tidak ada korelasi yang signifikan dengan variabel selain derajat keasaman air pada mode regresi tersebut sehingga menandakan bahwa nilai Durbin-Watson sudah memenuhi asumsi otonomitas.

3. Grafik Persyaratan Normalitas (*Normal Probability Plot*)

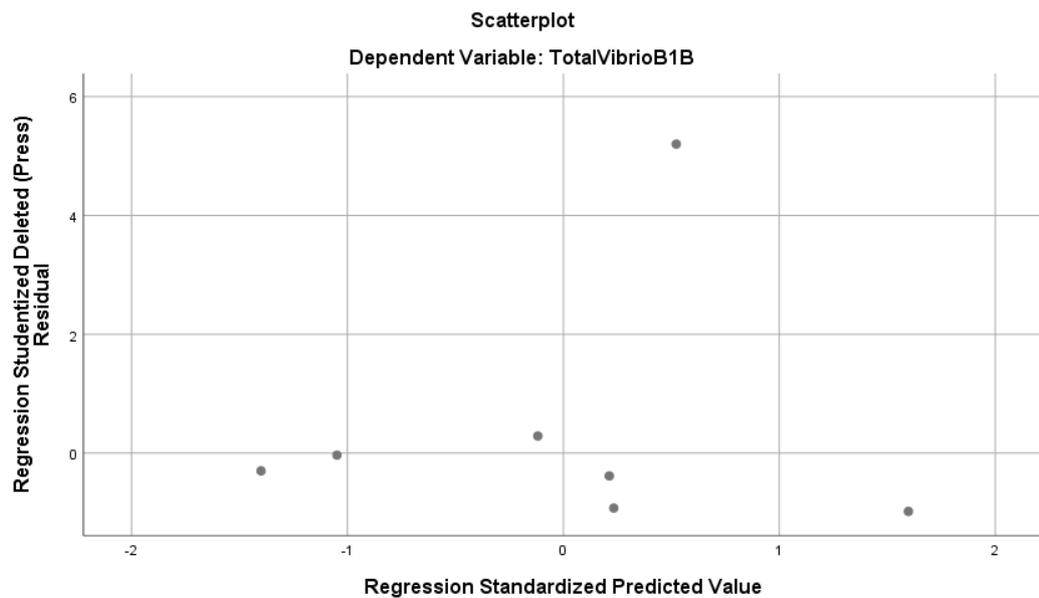


Gambar 4. 7. Grafik *Normal Probability Plot* Total *Vibrio* Tambak T

Berdasarkan Gambar 4.7 menunjukkan bahwa sebaran data ada 5 titik yang berada pada posisi di sekitar garis lurus yang membentuk garis miring dari arah kiri

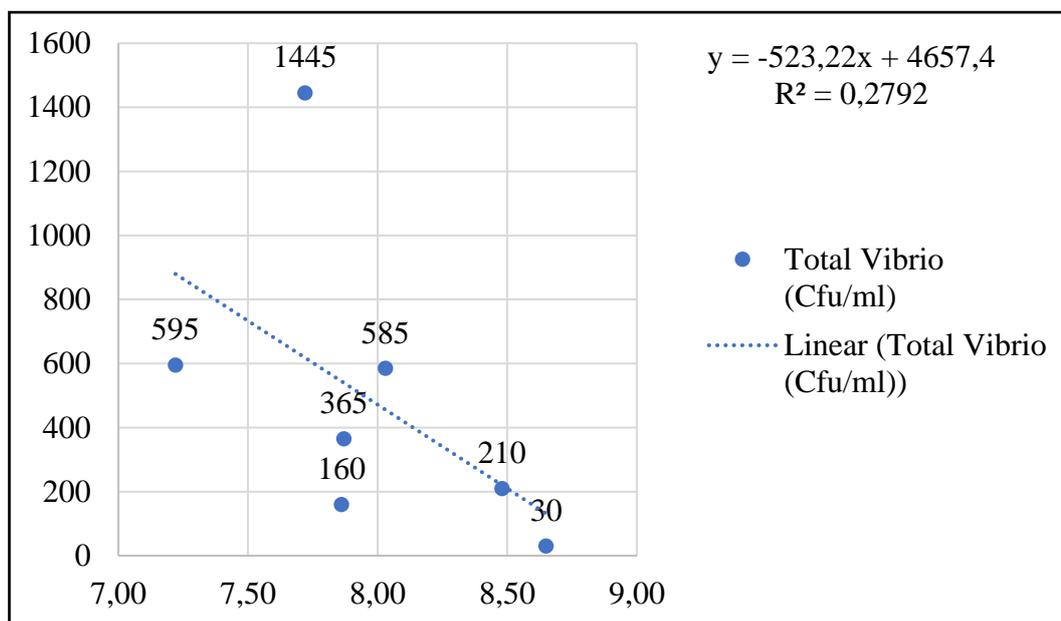
bawah ke kanan atas dan hanya ada 2 titik yang berada di luar garis lurus. Oleh karena itu, persyaratan normalitas sudah terpenuhi sehingga dapat dinyatakan bahwa data variabel Total *Vibrio* spp. pada tambak T dapat diasumsikan sudah terdistribusi normal.

4. Grafik Persyaratan Kelayakan Model Regresi (Model Fit)



Gambar 4. 8. Grafik *Model Fit* Total *Vibrio* spp. Tambak T

Gambar 4.8 memberikan penjelasan bahwa adanya hubungan antara nilai yang diprediksi (Total *Vibrio* spp.) dengan *studentized delete residual* masing – masing. Berdasarkan sebaran data pada grafik di atas, hampir seluruh data berada di area titik nol sumbu Y. Meskipun ada 1 data yang jauh berada diluar nilai 0, model regresi ini tetap layak digunakan untuk memprediksi variabel terikat yaitu total *Vibrio* spp.

5. Grafik *Scatter Plot* Regresi antara pH dengan Total *Vibrio* spp.

Gambar 4. 9. Grafik Regresi Data *Vibrio* spp. dan pH Air Tambak T

Berdasarkan Gambar 4.9. diperoleh persamaan linier : $y = -523,22x + 4657,4$. Koefisien $-523,22$ menggambarkan kecenderungan penurunan nilai y (Total *Vibrio* spp.) saat nilai x (pH) meningkat. Artinya, terdapat hubungan linier negatif antara kedua variabel yaitu semakin besar nilai x , semakin kecil nilai y . Nilai R^2 (koefisien determinasi) yang diperoleh adalah $0,2792$. Grafik tersebut menunjukkan nilai $R^2 = 0,2792$ sehingga menunjukkan bahwa sekitar $27,92\%$ variasi dalam variabel Total *Vibrio* spp. (y) dapat dijelaskan oleh variabel pH (x) menggunakan model linier tersebut. Artinya model linier kurang baik dalam menjelaskan hubungan antara kedua variabel. Garis linier pada grafik *scatter plot* pada Gambar 4.9. berawal dari kiri atas dan menuju ke kanan bawah. Hal tersebut menunjukkan bahwa arah hubungan linier negatif antara kedua variabel. Jika nilai x (pH) meningkat maka nilai y (Total *Vibrio* spp.) cenderung menurun.

4.2 Pembahasan

4.2.1. Kelimpahan Bakteri *Vibrio* spp.

Kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. yang sesuai baku mutu air pemeliharaan Udang Vaname pada tambak intensif menurut PerMen KP Nomor 75 tahun 2016 adalah $\leq 1 \times 10^3$ CFU/ml. Berdasarkan Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 dapat terlihat perbedaan Total *Vibrio* spp. antar kedua tambak Udang Vaname. Kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada Tambak C (kontrol) yang melebihi baku mutu hanya terdapat pada sampel air minggu pertama (DOC Udang : 8 hari) dengan total *Vibrio* spp. adalah $1,285 \times 10^3$ CFU/ml. Kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada Tambak T (Diberikan probiotik jamur) yang melebihi baku mutu hanya terdapat pada sampel air minggu ke-3 (DOC udang : 22 hari) dengan total *Vibrio* spp. sebesar $1,445 \times 10^3$ CFU/ml. Berdasarkan Gambar 4.1, total *Vibrio* spp. pada kolam T setelah minggu ke-3 yaitu minggu ke-4 sampai minggu ke-7 cenderung mengalami penurunan drastis. Hal tersebut disebabkan oleh adanya penambahan intensitas pemberian probiotik pada kolam T yang semula diberikan 1 kali dalam seminggu menjadi 2 kali dalam seminggu. Hal tersebut mulai dilakukan saat DOC udang berumur 23 hari (1 hari setelah *sampling* air minggu ke-3). Informasi tersebut dapat dilihat pada jadwal aplikasi probiotik jamur di tambak Udang Vaname BBIAPL pada lampiran 2 di bagian baris Tabel pada kolom DOC 20 ke 23 hari. Penambahan intensitas pemberian probiotik waktu pemberian probiotik pada kolam T dilakukan oleh pihak BBIAPL Karanganyar karena adanya Udang Vaname yang mati terindikasi penyakit *Infectious Myo Necrosis Virus* (IMNV). Virus Nekrosis Miogenik Infeksius atau IMNV ini dapat melemahkan sistem kekebalan tubuh Udang Vaname sehingga dapat meningkatkan kerentanan tubuh udang terhadap infeksi bakteri *Vibrio harveyi* (Nurhayati *et al.* 2015). Selain itu, adanya IMNV ini juga berdampak pada peningkatan limbah organik dalam air kolam sehingga menyebabkan peningkatan total *Vibrio* spp. (Baladrat *et al.* 2022). Hal tersebut dapat terlihat pada Gambar 4.1 yaitu total *Vibrio* spp. pada kolam T di minggu ke-

3 telah mengalami peningkatan yang besar setelah minggu ke-2. Setelah penambahan intensitas pemberian probiotik jamur, total *Vibrio* spp. di kolam T pada Gambar 4.1 menunjukkan *trend* penurunan drastis pada minggu ke-4 sampai minggu ke-7. Kolam C (kontrol) juga mulai menunjukkan *trend* penurunan pada minggu ke-5 hingga minggu ke-7. Hal tersebut bisa disebabkan oleh adanya sifon kolam dan pergantian air kolam yang rutin dilakukan setiap 4 hari sekali.

Nilai rata-rata total *Vibrio* spp. selama 7 kali *sampling* pada kolam C adalah $5,93 \times 10^2$ CFU/ml. Hasil rata-rata tersebut lebih besar daripada total *Vibrio* spp. pada kolam T yaitu $4,84 \times 10^2$ CFU/ml. Dari data tersebut dan uraian pada paragraf sebelumnya dapat disimpulkan bahwa kolam C (kontrol) yang tidak diberikan perlakuan probiotik jamur cenderung memiliki rata – rata kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. lebih tinggi dibandingkan dengan kolam T yang diberikan probiotik jamur. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pemberian probiotik jamur pada tambak Udang Vaname dapat menekan kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada air tambak. Menurut Bahry *et al.* (2021), Beberapa jamur laut seperti *Trichoderma* sp. yang diisolasi dari spons memiliki aktivitas melawan bakteri penyebab vibriosis. Kemampuan anti vibrio pada probiotik jamur *Trichoderma reesei* berpotensi sebagai biokontrol untuk mengatasi penyakit pada budidaya laut yang didominasi penyakit vibriosis karena aktivitas anti vibrionya.

4.2.2. Parameter Fisika Kimia Kualitas Air Tambak

Berdasarkan Tabel 4.1 didapatkan hasil rata – rata setiap variabel parameter fisika kimia kualitas air pada masing – masing tambak. Variabel suhu pada tambak C (kontrol) dan T (diberikan probiotik jamur) memiliki nilai rata-rata berturut-turut yaitu 28,61°C dan 29,33°C. Dari nilai rata-rata suhu kedua tambak tersebut tidak ada yang kurang dari baku mutu suhu air pemeliharaan Udang Vaname skala intensif ($>27^\circ\text{C}$) sehingga masih tergolong aman untuk kolam budidaya Udang Vaname. Variabel salinitas pada tambak C dan T memiliki nilai rata – rata berturut

– turut yaitu 31,71 ppt dan 24,57 ppt. Dari nilai rata – rata salinitas kedua tambak tersebut hanya tambak T (diberikan probiotik jamur) yang memiliki nilai kurang dari baku mutu salinitas air pemeliharaan Udang Vaname skala intensif (26 – 32 ppt). Meskipun demikian, tambak T masih tergolong aman dari perkembangbiakan *Vibrio* spp. Hal tersebut bisa dikarenakan adanya pemberian probiotik jamur atau pertumbuhan bakteri *Vibrio* spp. terhambat. Menurut Deris *et al.*(2022), salinitas air pada budidaya Udang Vaname sebesar 20 ppt dapat menumbuhkan berbagai ragam spesies bakteri seperti *Pseudoruegeria*, *Rhodovulum*, *Ruegeria*, *Shimia* dan *Lactobacillus* dalam usus udang yang dibudidayakan dan mungkin telah menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *V. harveyi* dibandingkan budidaya Udang Vaname pada salinitas 5 ppt dan 30 ppt.

Variabel oksigen terlarut pada tambak C (kontrol) dan T (perlakuan probiotik jamur) memiliki nilai rata – rata yang sama yaitu 4,97 mg/l. sehingga tidak ada yang kurang dari baku mutu oksigen terlarut pemeliharaan Udang Vaname skala intensif (≥ 4 mg/l). Dengan demikian, oksigen terlarut masih mencukupi kolam budidaya Udang Vaname intensif tersebut. Variabel derajat keasaman air (pH) pada tambak C (kontrol), T (perlakuan probiotik jamur) memiliki nilai rata – rata berturut – turut yaitu 7,82 dan 7,98. Dari nilai rata – rata pH kedua tambak tersebut tidak ada yang kurang atau lebih dari kisaran baku mutu pH air pemeliharaan Udang Vaname skala intensif (7,5 – 8,5) sehingga pH air masih tergolong netral untuk kolam budidaya Udang Vaname intensif tersebut.

4.2.3. Korelasi Total *Vibrio* spp. dengan Parameter Fisika Kimia Kualitas Air

Berdasarkan Tabel 4.4 hingga Tabel 4.5 melalui uji statistik korelasi antara variabel Total *Vibrio* spp. sebagai variabel dependen dengan variabel suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut sebagai variabel independen menunjukkan bahwa variabel yang memiliki nilai *pearson correlation* tertinggi dengan total *Vibrio* spp. pada kedua perlakuan tambak adalah pH dan salinitas air. Namun, kedua variabel

tersebut memiliki hubungan yang signifikan dengan total *Vibrio* spp. hanya pada kolam C (kontrol), sedangkan pada kolam T (perlakuan) kurang memiliki hubungan yang signifikan (*Sig. (1-tailed)* > 0,05). Berdasarkan Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 memberikan hasil bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) antara variabel pH (variabel bebas) dengan total *Vibrio* spp. (variabel terikat) pada tambak C (kontrol) memiliki nilai R^2 sebesar 0,5912 sehingga dapat diartikan bahwa data variabel pH cukup baik dalam menjelaskan data Total *Vibrio* spp. pada tambak C. Sebaliknya, nilai (R^2) antara variabel pH (variabel bebas) dengan total *Vibrio* spp. (variabel terikat) pada tambak T (perlakuan probiotik jamur) memiliki nilai R^2 sebesar 0,2792 sehingga dapat diartikan bahwa data variabel pH kurang mampu dalam menjelaskan data Total *Vibrio* spp. pada tambak T. Oleh karena itu, hasil berdasarkan Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 serta Gambar 4.2 dan 4.3 dapat dinyatakan bahwa variabel derajat keasaman air memiliki korelasi yang kuat dan hubungan yang signifikan dengan total *Vibrio* spp. pada tambak C (kontrol) dibandingkan dengan tambak T (perlakuan probiotik jamur) yang memiliki korelasi yang cukup dan hubungan yang tidak signifikan. Oleh karena itu, variabel derajat keasaman air (pH) lebih layak dijadikan indikator total *Vibrio* spp. pada tambak C (kontrol).

Berdasarkan penelitian lain yang serupa yaitu tentang pengaruh spesies *Vibrio* dan *Cyanobacteria* pada tambak udang di Kawasan Satang Biru, Kuching, Sarawak, Malaysia pada tahun 2024 didapatkan hasil bahwa keberadaan populasi *Vibrio* berkorelasi kuat dengan pH air, sedangkan *Cyanobacteria* menunjukkan hubungan yang kuat dengan variabel lain seperti salinitas dan suhu. Hal tersebut dapat dilihat pada lampiran 5 yaitu grafik CCA (*Canonical Correspondence Analysis*) antara variabel *Vibrio*, *Cyanobacteria*, suhu, salinitas, dan pH air. Grafik tersebut menjelaskan bahwa hubungan antara *Vibrio* spp. dengan pH air memiliki garis lurus dari angka 0 naik ke arah kanan atas grafik yang menandakan bahwa hubungan antara 2 variabel tersebut memiliki korelasi positif daripada variabel –

variabel lain yang memiliki garis lurus dari titik 0 ke arah kiri bawah grafik yang cenderung negatif. Menurut Najwa *et al.* (2024), hubungan antara jumlah spesies *Vibrio* dan *Cyanobacteria* cukup lemah. Secara khusus, nilai pH berkorelasi kuat dengan keberadaan populasi *Vibrio* dibandingkan dengan *Cyanobacteria*.

4.2.4. Derajat Keasaman Air (pH) Sebagai Indikator *Total Vibrio Count* pada Tambak Udang Vaname

Hubungan antara variabel derajat keasaman air (pH) dengan Total *Vibrio* spp. pada tambak C memiliki hubungan yang signifikan karena nilai signifikansinya $< 0,05$, sedangkan hubungan antara variabel derajat keasaman air (pH) dengan Total *Vibrio* spp. pada tambak T tidak memiliki hubungan yang signifikan karena nilai signifikansinya $> 0,05$. Nilai *pearson correlation* (R) pada tambak C (kontrol) tergolong kuat karena nilainya berada pada kisaran $0,7 < r \leq 0,89$, sedangkan nilai R pada tambak T (perlakuan probiotik jamur) memiliki nilai R yang cukup kuat karena nilainya berada pada kisaran $0,4 < r \leq 0,69$. Oleh karena itu, variabel derajat keasaman air masih berpeluang dijadikan sebagai *predictor* kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada kedua tambak. Berdasarkan Tabel 4.6 sampai Tabel 4.9 dapat dinyatakan bahwa nilai *Standard Error of the Estimate* (SEE) pada tabel ringkasan model regresi linear antara variabel pH (Independen) dengan variabel Total *Vibrio* (Dependen) di semua perlakuan tambak adalah nilai SEE lebih kecil dari nilai standar deviasi. Hal tersebut membuktikan bahwa derajat keasaman air (pH) layak dijadikan indikator untuk Total *Vibrio* spp. pada tambak C (kontrol) dan T (perlakuan probiotik jamur). Nilai Durbin – Watson pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.9 di tambak C dan T sama – sama memiliki nilai yang mendekati 2. Hal tersebut dapat dinyatakan bahwa variabel terikat yaitu total *Vibrio* spp. tidak memiliki korelasi yang signifikan dengan variabel selain derajat keasaman air pada model regresi linear sehingga menandakan bahwa nilai Durbin – Watson pada kedua tambak tersebut sudah memenuhi asumsi otonomitas.

Berdasarkan penelitian lain yang serupa tentang model aditif umum untuk meningkatkan kelimpahan *Vibrio* spp. pada tambak Udang Vaname sistem bioflok dengan luas kolam sebesar 300 m² serta padat tebar benih 500 ekor/m³ di Carcar Prawn Farm, Cebu, Filipina didapatkan hasil bahwa total *Vibrio* spp. bisa diperhitungkan oleh serangkaian prediktor signifikan seperti DOC ($t = -2,032$, $P = 0,043$), tingkat pH ($t = 3,896$, $P < 0,001$), kepadatan fitoplankton ($t = -2,027$, $P = 0,043$), dan alkalinitas ($t = -6,726$, $P < 0,001$). Dari keempat variabel prediktor tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat pH merupakan prediktor yang paling signifikan. Hal tersebut juga dapat dibuktikan pada Gambar grafik *scatterplot* hubungan kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. terhadap variabel pH pada lampiran 6 yang cenderung memiliki garis lurus dari kiri bawah mengarah ke kanan atas meskipun ada sedikit fluktuasi pada kisaran pH antara 7,5 – 8. Hasil penelitian tersebut adalah nilai pH air merupakan prediktor yang paling signifikan terhadap total *Vibrio* spp. Menurut Dequito *et al.* (2022), Kelimpahan *Vibrio* spp. sangat berkorelasi dengan alkalinitas, pH, dan kepadatan fitoplankton. Perubahan alkalinitas, pH, kepadatan fitoplankton, dan salinitas menentukan kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. Oleh karena itu, penting untuk memantau parameter tersebut dan mempertahankannya pada tingkat yang diinginkan untuk mencapai pengelolaan kesehatan udang yang efektif.

Selanjutnya, untuk melihat tingkat normalitas data bisa didapatkan pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.7 yaitu Gambar grafik persyaratan normalitas. Berdasarkan grafik persyaratan normalitas pada tambak C dan T dapat diasumsikan bahwa data total *Vibrio* spp. sudah terdistribusi secara normal pada setiap tambak, tetapi ada beberapa *plot* pada grafik yang di luar garis lurus sehingga ada beberapa data yang belum memenuhi persyaratan normalitas. Oleh karena itu, perlu ada uji normalitas lanjutan menggunakan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk pada data. Dengan demikian, seluruh data dapat dipastikan telah

terdistribusi secara normal melalui uji normalitas tersebut. Hasil uji normalitas Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk akan dilampirkan pada bagian lampiran 1.

4.2.5. Perbandingan Korelasi antara Total *Vibrio* spp. dengan Variabel Derajat Keasaman Air antar Tambak

Berdasarkan pembahasan 4.2.4. dapat disimpulkan bahwa kemampuan variabel derajat keasaman air (pH) sebagai *predictor* data kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. dapat dipengaruhi oleh variabel lain seperti suhu, salinitas, dan oksigen terlarut, tetapi variabel – variabel tersebut tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada data total *Vibrio* spp. setiap tambak. Selain itu, faktor lain seperti perbedaan luas kolam dan padat tebar juga memiliki kemungkinan memberikan pengaruh pada perkembangbiakan bakteri *Vibrio* spp. pada setiap tambak. Kolam C memiliki luas tambak 292 m² dan kolam T memiliki luas tambak 473 m², sedangkan padat tebar benih udang pada tambak C dan T masing-masing yaitu 20.000 dan 30.000 ekor. Perbedaan perlakuan seperti pemberian probiotik jamur pada tambak T dan tanpa pemberian probiotik jamur pada tambak C (kontrol) juga memberikan pengaruh pada korelasi antara variabel pH dengan total *Vibrio* spp. Hal tersebut dapat terlihat bahwa nilai *pearson correlation* (R) pada tambak C lebih tinggi dibandingkan dengan nilai R pada tambak T. Oleh karena itu, dapat diasumsikan bahwa pemberian probiotik jamur pada tambak dapat memperlemah nilai *pearson correlation* (R) antara pH air dengan total *Vibrio* spp.

Berdasarkan penelitian lain yang serupa tentang efek pemberian probiotik jamur terhadap pertumbuhan 120 ekor udang (*Post Larvae* 30 hari) dan kualitas air pada *Hatchery* Udang Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Kabupaten Jepara. hasil penelitian tersebut adalah nilai pH air pada kolam udang (volume 15 Liter air laut) tanpa pemberian probiotik (P0) yaitu berkisar 7,79±0,85 (6,94 – 8,64). Nilai pH air kolam perlakuan dengan pemberian probiotik dosis 25 ml/15 Liter air laut (P1) yaitu berkisar 7,76±0,78 (6,98 – 8,54). Nilai pH air kolam perlakuan dengan pemberian probiotik dosis 50 ml/15 Liter air laut (P2) yaitu

berkisar $7,83 \pm 0,81$ ($7,02 - 8,64$). Nilai pH air kolam perlakuan dengan pemberian probiotik dosis 75ml/15 Liter air laut (P3) yaitu berkisar $6,97 - 8,65$ ($7,81 \pm 0,84$). Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar dosis probiotik yang diberikan maka *range* nilai pH juga semakin besar. Selain itu, jumlah koloni *Vibrio* sp. pada air akan semakin berkurang apabila semakin besar dosis pemberian probiotik jamur yang dapat memperbanyak jumlah koloni bakteri asam laktat pada air kolam udang. Hal ini terjadi karena bakteri asam laktat dapat memproduksi senyawa antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme patogen (Nurliana *et al.* 2020). Tabel hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada lampiran 7.

Berdasarkan hasil penelitian Nurliana *et al.* (2020) pada lampiran 7, hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa total *Vibrio* spp. cenderung tinggi pada kolam udang yang tidak diberikan probiotik jamur (P0). Hal tersebut berbanding terbalik dengan nilai pH air kolam yang cenderung rendah pada kolam udang P0. Oleh karena itu, dapat diasumsikan bahwa nilai pH air yang berkisar antara $6,94 - 8,64$ merupakan nilai pH air yang optimal untuk pertumbuhan jumlah koloni bakteri *Vibrio* spp. pada air kolam udang pada penelitian tersebut. Hubungan antara kelimpahan bakteri *Vibrio* sp. dengan nilai pH air yaitu berbanding terbalik dimana saat nilai pH semakin naik maka jumlah koloni *Vibrio* sp. semakin menurun. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini pada Gambar 4.6 dan 4.9 yaitu variabel pH dan total *Vibrio* spp. memiliki arah hubungan linear negatif. Selain itu, besarnya dosis pemberian probiotik pada air kolam juga berpengaruh terhadap nilai derajat keasaman air (pH) dan kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. Berdasarkan lampiran 7 dapat dinyatakan bahwa semakin besar dosis pemberian probiotik maka akan memberikan efek terhadap meningkatnya nilai pH air dan menurunnya jumlah koloni bakteri *Vibrio* sp. Oleh karena itu, probiotik jamur memiliki peran penting dalam menekan kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. dalam menjaga kualitas air tambak

udang, tetapi besarnya dosis pemberian probiotik pada setiap kolam udang masih perlu disesuaikan dengan luas kolam dan padat tebar benih udang supaya nilai parameter fisika dan kimia kualitas air tetap terjaga dalam kisaran optimal.

Hasil penelitian secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa variabel derajat keasaman air (pH) sangat layak dijadikan indikator kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada tambak C (tanpa pemberian probiotik jamur), tetapi variabel pH masih kurang layak untuk dijadikan indikator kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada tambak T (perlakuan probiotik jamur). Oleh karena itu, adanya perlakuan probiotik jamur pada kolam T dapat diasumsikan memberikan efek dalam menekan kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. dan meningkatkan nilai derajat keasaman air (pH).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tentang analisis hubungan parameter fisika kimia kualitas air dengan total *Vibrio* spp. di tambak Udang Vaname yang diberikan probiotik jamur dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada kolam C yang tidak diberikan probiotik jamur memiliki rata-rata kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. lebih banyak dibandingkan dengan total *Vibrio* spp. pada kolam T yang diberikan probiotik jamur. Rata-rata kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada Kolam C yaitu $5,93 \times 10^2$ CFU/ml yang artinya memiliki nilai rata-rata kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. lebih tinggi daripada rata-rata total *Vibrio* spp. pada Kolam T yaitu $4,84 \times 10^2$ CFU/ml. Dengan demikian, hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian probiotik jamur pada tambak Udang Vaname dapat mengendalikan kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada air tambak.
2. Berdasarkan uji statistik korelasi antara variabel total *Vibrio* spp. dengan variabel suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut menunjukkan bahwa variabel yang memiliki nilai *pearson correlation* dengan total *Vibrio* spp. yang kuat pada kedua perlakuan tambak adalah pH dan salinitas air. Nilai *pearson correlation* (R) antara derajat keasaman air (pH) dengan total *Vibrio* spp. pada tambak C (kontrol) tergolong kuat karena nilainya berada pada kisaran $0,7 < r \leq 0,89$, sedangkan nilai R pada tambak T (perlakuan probiotik jamur) memiliki nilai R yang cukup kuat karena nilainya berada pada kisaran $0,4 < r \leq 0,69$. Oleh karena itu, variabel derajat keasaman air memiliki peluang untuk dijadikan sebagai *predictor* kelimpahan bakteri *Vibrio* spp. pada kedua tambak

3. Model hubungan variabel suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut dengan total *Vibrio* spp. menunjukkan bahwa variabel yang memiliki korelasi yang tertinggi dengan total *Vibrio* spp. pada kedua perlakuan tambak adalah pH dan salinitas air. Namun, variabel yang juga memiliki hubungan yang juga memiliki hubungan yang signifikan dan memiliki persentase varian yang cukup besar dalam menjelaskan data total *Vibrio* spp. pada tambak C (kontrol) adalah derajat keasaman air (pH) yaitu dengan persentase varian 59,12%. Akan tetapi, variabel derajat keasaman air (pH) memiliki persentase varian yang kurang cukup dalam menjelaskan data total *Vibrio* spp. pada tambak T (perlakuan probiotik jamur) karena memiliki persentase varian sebesar 27,92%.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebaiknya perlu ada penambahan pengukuran variabel lain pada parameter fisika kimia kualitas air seperti *Total Ammonia Nitrogen* (TAN) dan *Total Organic Matter* (TOM) sehingga dapat diketahui jumlah limbah organik yang dapat menurunkan kualitas air dan berpotensi menumbuhkembangkan bakteri *Vibrio* spp. pada tambak Udang Vaname.
2. Sebaiknya perlu ada penelitian lain terkait pengaruh aplikasi probiotik jamur *Trichoderma reesei* terhadap adanya virus IMNV (*Infectious Myo Necrosis Virus*) pada Tambak Udang Vaname sehingga dapat diketahui performa probiotik jamur selain menekan kelimpahan bakteri *Vibrio* spp.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Latif, H.M.R., E.Yilmaz, M.A.O. Dawood, E.Ringø, E.Ahmadifar, dan S.Yilmaz. 2022. "Shrimp Vibriosis and Possible Control Measures Using Probiotics, Postbiotics, Prebiotics, and Synbiotics: A Review." *Aquaculture*, 551: 737951. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.737951>.
- Alfiansah, Y.Rovi, C.Hassenrück, A.Kunzmann, A.Taslihan, J.Harder, dan A.Gärdes. 2018. "Bacterial Abundance and Community Composition in Pond Water From Shrimp Aquaculture Systems With Different Stocking Densities." *Frontiers in Microbiology*, 9: 2457. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02457>.
- Anita, A.W., M.Agus, T.Y.Mardiana. 2017."Pengaruh Perbedaan Salinitas Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Larva Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) PL-1". *PENA Akuatika*, 16(1): 12-19.
- Anupama, K.Padyana, K.Deeksha, A.Deeksha, I.Karunasagar, I.Karunasagar, dan B.Maiti. 2019. "Comparative Performance of TCBS and TSA for the Enumeration of Trh+ *Vibrio parahaemolyticus* by Direct Colony Hybridization". *Journal of Microbiological Methods*, 157: 37-42. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2018.12.020>.
- Ariadi, Heri, dan T.Mujtahidah. 2022. "Analisis Permodelan Dinamis Kelimpahan Bakteri *Vibrio* sp. pada Budidaya Udang Vaname, *Litopenaeus vannamei*." *Jurnal Riset Akuakultur*, 16(4): 255-262. <https://doi.org/10.15578/jra.16.4.2021.255-262>.
- Ariadi, H., A.Wafi, dan B.D.Madusari. 2021. *Dinamika Oksigen Terlarut (Studi Kasus Pada Budidaya Udang)*. Indramayu: Penerbit Adab.

- Arsad, Sulastri, A.Afandy, dan A.P. Purwadhi. 2017. “Studi Kegiatan Budidaya Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Dengan Penerapan Sistem Pemeliharaan Berbeda.” *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 9(1): 1-14.
- Asche, F., J.L.Anderson, R.Botta, G.Kumar, E.B.Abrahamsen, L.T.Nguyen, D.Valderrama. 2021. “The Economics of Shrimp Disease.” *Journal of Invertebrate Pathology* 186: 107397.
<https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107397>.
- Atouba, Y.C., dan M.D. Shumate. 2020. “Meeting the Challenge of Effectiveness in Nonprofit Partnerships: Examining the Roles of Partner Selection, Trust, and Communication.” *VOLUNTAS: International Journal of Voluntary and Nonprofit Organizations*, 31(2): 301–315.
<https://doi.org/10.1007/s11266-019-00143-2>.
- Bahry, M.S., O.K. Radjasa, dan A.Trianto. 2021. “Potential of Marine Sponge-Derived Fungi in the Aquaculture System.” *Biodiversitas*, 22(7): 2883-2892.
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d220740>.
- Baladrat, N.K., M.Nurhudah, dan H.B.Utari. 2022. “Immune Response of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) to Different Density and IMNV Challenge.” *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 14(1): 83-92.
- Choudhury, S.R., A.Das, R.Chakraborty. 2024. “Review on Progress in Cellulase Catalyzed Saccharification of Agricultural Lignocellulosic Biomass towards Fermentable Sugar and Bioethanol: Kinetics & Reactor Configurations.” *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 58: 103142,
<https://doi.org/10.1016/j.bcab.2024.103142>.
- Darwatin, K., R.Sidik, dan G.Mahasri. 2016. ”Efisiensi Penggunaan Immunostimulan Dalam Pakan Terhadap Laju Pertumbuhan, Respon Imun Dan Kelulushidupan Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*)”. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 18(2): 123.

- Deb, C.R., dan M.Tatung. 2024. "Siderophore Producing Bacteria as Biocontrol Agent against Phytopathogens for a Better Environment: A Review." *South African Journal of Botany*, 165: 153–162. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.12.031>.
- Dequito, A.Q. Daytic, V.Jr. Corre, dan E.J.Abacan. 2022."Generalised Additive Model Improves Estimates of *Vibrio* Species Abundance in *Penaeus vannamei* Boone, 1931 Biofloc Production System." *Asian Fisheries Science*, 35(2): 108-116. <https://doi.org/10.33997/j.afs.2022.35.2.002>.
- Deris, Z.M., S.Iehata, H.M.Gan, M.Ikhwanuddin, M.Najiah, M.Asaduzzaman, M.Wang, Y.Liang, M.Danish-Daniel, Y.Y.Sung, L.L.Wong. 2022. "Understanding the Effects of Salinity and *Vibrio harveyi* on the Gut Microbiota Profiles of *Litopenaeus vannamei*." *Frontiers in Marine Science*, 9: 974217. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.974217>.
- Dewi, N.Nurmalia, Kismiyati, Rozi, G.Mahasri, dan W.H.Satyantini. 2019. "Aplikasi Probiotik, Immunostimulan, dan Manajemen Kualitas Air Dalam Upaya Peningkatan Produksi Budidaya Udang *Vannamei* (*Litopenaeus vannamei*) di Kecamatan Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik." *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 8(3): 178-183. <https://doi.org/10.20473/jafh.v8i3.15127>.
- Ekamaida. 2017. "Counting Total Bacteria In Land Organic Waste Household and Land Inorganic With Total Plate Count Method (TPC)." *Jurnal Penelitian Agrisamudra*, 4(2): 87–91. <https://doi.org/10.33059/jpas.v4i2.288>.
- Fang, Hao, Chaofeng Li, Jiajia Zhao, dan Chen Zhao. 2021."Biotechnological Advances and Trends in Engineering *Trichoderma reesei* towards Cellulase Hyperproducer." *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 26(4): 517-528. <https://doi.org/10.1007/s12257-020-0243-y>.

FAO dan WHO. 2016. *Selection and Application of Methods for the Detection and Enumeration of Human-Pathogenic Halophilic Vibrio spp. in Seafood: Guidance*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization.

Gumelar, R.Ata dan R.W.Al-Fatih. 2021. “Pencarian Informasi Mengenai Sustainable Development Goals (SDFs) ‘Life Bellow Water.’” *Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication*, 1(1): 1-16. <https://doi.org/10.52435/complete.v1i1.100>.

Hossain, M.Iqbal, M.Sadekuzzaman, dan S.D.Ha. 2017. “Probiotics as Potential Alternative Biocontrol Agents in the Agriculture and Food Industries: A Review.” *Food Research International*, 100: 63–73. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.077>.

Jasper, E.Estella, V.O.Ajibola, dan J.C.Onwuka. 2020. “Nonlinear Regression Analysis of the Sorption of Crystal Violet and Methylene Blue from Aqueous Solutions onto an Agro-Waste Derived Activated Carbon.” *Applied Water Science*, 10(6): 132. <https://doi.org/10.1007/s13201-020-01218-y>.

Jildeh, Z.B., P.H. Wagner, dan M.J. Schöning. 2021. “Sterilization of Objects, Products, and Packaging Surfaces and Their Characterization in Different Fields of Industry: The Status in 2020.” *Physica Status Solidi (a)*, 218(13): 2000732. <https://doi.org/10.1002/pssa.202000732>.

Junus, A., Y.Hsu, C.Wong, dan P.S.F. Yip. 2023. “Is Internet Gaming Disorder Associated with Suicidal Behaviors among the Younger Generation? Multiple Logistic Regressions on a Large-Scale Purposive Sampling Survey.” *Journal of Psychiatric Research*, 161: 2–9. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2023.02.038>.

- Junthopas, W., dan C.Wongoutong. 2023. "Setting the Initial Value for Single Exponential Smoothing and the Value of the Smoothing Constant for Forecasting Using Solver in Microsoft Excel." *Applied Sciences*, 13(7): 4328. <https://doi.org/10.3390/app13074328>.
- Kajornkasirat, S., J.Ruangsi, C.Sumat, dan P.Intaramontri. 2021. "Online Analytics for Shrimp Farm Management to Control Water Quality Parameters and Growth Performance." *Sustainability*, 13: 5839. <https://doi.org/10.3390/su13115839>.
- Karch, Julian. 2020. "Improving on Adjusted R-Squared." *Collabra: Psychology*, 6(1): 45. <https://doi.org/10.1525/collabra.343>.
- Kawamura, G., T. Bagarinao, A.S.K. Yong, C.Y.Chen, S.N.M. Noor, dan L.S.Lim. 2015. "Low pH Affects Survival, Growth, Size Distribution, and Carapace Quality of the Postlarvae and Early Juveniles of the Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* de Man". *Ocean Science Journal*, 50(2): 371-379. <http://dx.doi.org/10.1007/s12601-015-0034-0>.
- Langenfeld, N.J., dan B.Bugbee. 2021. "Evaluation of Three Electrochemical Dissolved Oxygen Meters." *HortTechnology* 31(4): 428-431. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04819-21>.
- Li, X., G.Liu, Y.Ni, D.Song, F.Yang, X.Wang, Y.Niu, C.Zhang, dan Y.Zhang. 2024. "Analysis of Macula Structural Changes in Moyamoya Disease Using AI-Assisted OCT." *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy* 45: 103939. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2023.103939>.
- Liu, J., Q.Wu, H.Xu, Y.Pan, P.K. Malakar, Y.Zhao, dan Z.Zhang. 2024. "Change of Antibiotic Resistance in *Vibrio* spp. during Shrimp Culture in Shanghai." *Aquaculture*, 580:740303. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.740303>.

- Mamang, M., M.Bilang, dan S.Salengke. 2018. "Pengaruh Pemanasan Basah Dengan Autoklaf Terhadap Aktifitas Senyawa Toxalbumin Pada Biji Kemiri (*Aleurites moluccana* (L.) Willd)." *Indo. J. Chem. Res.*, 5(2): 53–57. <https://doi.org/10.30598/ijcr.2018.5-mam>.
- Mugwanya, M., M.A.O. Dawood, F.Kimera, dan H.Sewilam. 2022. "Anthropogenic Temperature Fluctuations and Their Effect on Aquaculture: A Comprehensive Review." *Aquaculture and Fisheries*, 7(3): 223–243. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2021.12.005>.
- Najwa, D., A.Baki, N.Elexson, L.Dalene, dan S.T.Teng. 2024. "Vibrio Species and Cyanobacteria: Understanding Their Association in Local Shrimp Farm Using Canonical Correspondence Analysis (CCA)." *Microbial Ecology*, 87(1): 51. <https://doi.org/10.1007/s00248-024-02356-5>.
- Namadi, P., dan Z.Deng. 2023. "Optimum Environmental Conditions Controlling Prevalence of *Vibrio parahaemolyticus* in Marine Environment." *Marine Environmental Research* 183: 105828. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105828>.
- Nurhayati, D., Widanarni, dan M.Yuhana. 2015. "Dietary Synbiotic Influence on the Growth Performances and Immune Responses to Co-Infection with Infectious Myonecrosis Virus and *Vibrio harveyi* in *Litopenaeus vannamei*." *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 10(1): 13-23.
- Nurliana, N., F.Khairunisa, B.H. Siregar, D.H.M. Harahap, R.S. Zamzami, S.R. Ayuti, Ismail Ismail, and Rastina Rastina. 2020. "Effect of Yeast and Lactic Acid Bacteria Probiotic on The Growth of Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*), Microbiology and Water Quality." *E3S Web of Conferences* 151: 01017. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015101017>.
- Pariakan, A., R.Rahim, dan I.Indrayani. 2023. "Pola Hubungan Salinitas, Oksigen Terlarut dan pH Terhadap Bakteri *Vibrio sp.* pada Lokasi Budidaya Udang (*Litopenaeus vannamei*) di Kabupaten Kolaka." *Samakia : Jurnal Ilmu Perikanan* 14(2): 119–128. <https://doi.org/10.35316/jsapi.v14i2.2654>.

- Putra, S.J.W., M.Nitisupardjo, dan N.Widyorini. 2014. “Analisis Hubungan Bahan Organik dengan Total Bakteri pada Tambak Udang Intensif Sistem Semibioflok di BBPBAP Jepara”. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(3): 121-129.
- Renitasari, D.P., dan M.Musa. 2020. “Teknik Pengelolaan Kualitas Air Pada Budidaya Intensif Udang Vanamei (*Litopeneus vanammei*) Dengan Metode Hybrid System”. *Jurnal Salamata*, 2(1): 7-12.
- Saalidong, B.M., S.A.Aram, S.Otu, dan P.O.Lartey. 2022. “Examining The Dynamics of The Relationship Between Water pH and Other Water Quality Parameters In Ground and Surface Water Systems”. *PLOS ONE*, 17(1): e0262117. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262117>.
- Sarwono, Jonathan. 2022. *Metodologi Penelitian Kuantitatif Menggunakan SPSS*. Bandung: GAVA MEDIA.
- Siyoto, S., dan M.A. Sodik. 2015. *Dasar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Literasi Media Publishing.
- Suharman, N.K.Izzati, dan T.A.N.Himelda. 2023. “Analisis Cemaran Mikroba dalam Produk Minuman Sari Kedelai dengan Metode *Total Plate Count* (TPC)”. *Journal of Innovative Food Technology and Agricultural Product*, 1(1): 9-13. <https://doi.org/10.31316/jitap.vi.5748>.
- Suhendar, D.T., A.B.Zaidy, dan S.I.Sachoemar. 2020. “Profil Oksigen Terlarut, Total Padatan Tersuspensi, Amonia, Nitrat, Fosfat Dan Suhu Pada Tambak Intensif Udang Vaname”. *Jurnal Akuatek*, 1(1): 1-11.

- Scabra, A.R., M.Junaidi, dan L.A.O.Rinaldi. 2021. "Pengaruh Penambahan Daun Ketapang *Terminalia catappa* terhadap Pertumbuhan Larva Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* pada Salinitas 0 ppt." *Jurnal Perikanan Unram*, 11(2): 218–231. <https://doi.org/10.29303/jp.v11i2.258>.
- Schoeman, E.M., G.H.Lopez, E.C.McGowan, G.M.Millard, H.O'Brien, E.V.Roulis, Y.Liew, dkk. 2017. "Evaluation of Targeted Exome Sequencing for 28 Protein-based Blood Group Systems, Including the Homologous Gene Systems, for Blood Group Genotyping." *Transfusion*, 57(4): 1078-1088. <https://doi.org/10.1111/trf.14054>.
- Sriherwanto, C., I.Suja'i, dan S.Soraya. 2017. "Pemanfaatan Kapang *Rhizopus sp.* sebagai Agen Hayati Pengapung Pakan Ikan." *Jurnal Mikologi Indonesia*, 1(2): 70-81. <https://doi.org/10.46638/jmi.v1i2.21>.
- Thomas, P., A.C.Sekhar, R.Upreti, M.M.Mujawar, dan S.S.Pasha. 2015. "Optimization of Single Plate-Serial Dilution Spotting (SP-SDS) with Sample Anchoring As An Assured Method For Bacterial And Yeast CFU Enumeration and Single Colony Isolation From Diverse Samples". *Biotechnology Reports*, 8: 45-55. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2015.08.003>.
- Tzuc, J.T., D.R.Escalante, R.R.Herrera, G.G.Cortés, dan M.L.A.Ortiz. 2014. "Microbiota from *Litopenaeus vannamei* : Digestive Tract Microbial Community of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*)." *SpringerPlus*, 3(1): 280. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-280>.
- Ugwu, K.C., C.C. Mbajiorgu, W.I. Okonkwo, dan A.O. Ani. 2018. "Design, Fabrication and Performance Evaluation of a Portable Hand-Held Refractometer." *Nigerian Journal of Technology*, 37(2): 537-542. <https://doi.org/10.4314/njt.v37i2.33>.
- Utami, W., Sarjito, dan Desrina. 2016. "Pengaruh Salinitas Terhadap Efek Infeksi *Vibrio harveyi* Pada Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)." *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 5(1): 82–90.

- Vieira-Giao, P.R.N., I.R.C.B.Rocha, M.Gazzieno, H.M.R.Lucena, F.H.F.Costa, dan G.Rádis-Baptista. 2015. "Low Salinity Facilitates the Replication of Infectious Myonecrosis Virus and Viral Co-Infection in the Shrimp *Litopenaeus vannamei*." *Journal of Aquaculture Research & Development*, 6(2): 1000302. <https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000302>.
- Xu, Y., L.Li, S.Lou, J.Tian, S.Sun, X.Li, dan Y.Li. 2022. "Effects of Nano-Aerators on Microbial Communities and Functions in the Water, Sediment, and Shrimp Intestine in *Litopenaeus vannamei* Aquaculture Ponds." *Microorganisms*, 10: 1302. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10071302>.
- Yanes, A.R., P.Martinez, dan R.Ahmad. 2020. "Towards Automated Aquaponics: A Review on Monitoring, IoT, and Smart Systems." *Journal of Cleaner Production*, 263: 121571. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121571>.
- Zainuddin, Muhammad. 2017. "Isolasi, Seleksi dan Identifikasi Genotipik 16 S-rRNA Bakteri Proteolitik Indogeneus Dari Ekosistem Mangrove Karimunjawa Sebagai Kandidat Konsorsium Probiotik Untuk Bioremediasi Limbah Organik Tambak." *Akuatik Jurnal Sumber Daya Perairan*, 11(1): 71-77.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Uji Normalitas Kolmogorov – Smirnov Data pH dan Total *Vibrio* spp. tambak C dan tambak T

	<i>Tests of Normality</i>					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Total <i>Vibrio</i> spp. Tambak C	.217	7	.200*	.914	7	.422
pH Tambak C	.134	7	.200*	.963	7	.843
Total <i>Vibrio</i> spp. Tambak T	.265	7	.148	.845	7	.110
pH Tambak T	.167	7	.200*	.955	7	.775

*. Sig. < 0,05 : Data tidak terdistribusi normal

Sig. > 0,05 : Data terdistribusi normal

a. *Lilliefors Significance Correction*

Lampiran 2. Jadwal Aplikasi Probiotik Jamur pada Tambak Udang Vaname BBIAPL Karanganyar, Kota Semarang

DOC	HARI	TANGGAL	JUMLAH (Kemasan)		KETERANGAN
			KOLAM C (KONTROL)	KOLAM T (PERLAKUAN)	
9	RABU	27-Sep-23	-	0,5	Sifon dan pergantian air pada kedua kolam (Sebelum pemberian probiotik)
11	JUMAT	29-Sep-23	-	-	-
12	SABTU	30-Sep-23	-	-	-
13	MINGGU	1 Okt 23	-	-	-
14	SENIN	2 Okt 23	-	-	Sifon dan pergantian air pada kedua kolam
15	SELASA	3 Okt 23	-	-	-
16	RABU	4 Okt 23	-	0,5	-
17	KAMIS	5 Okt 23	-	-	-
18	JUMAT	6 Okt 23	-	-	Sifon dan pergantian air pada kedua kolam
19	SABTU	7 Okt 23	-	-	-
20	MINGGU	8 Okt 23	-	0,5	-
21	SENIN	9 Okt 23	-	-	-
22	SELASA	10 Okt 23	-	-	Sifon dan pergantian air pada kedua kolam
23	RABU	11 Okt 23	-	0,5	-
24	KAMIS	12 Okt 23	-	-	-
25	JUMAT	13 Okt 23	-	-	-
26	SABTU	14 Okt 23	-	-	Sifon dan pergantian air pada kedua kolam
27	MINGGU	15 Okt 23	-	-	-
28	SENIN	16 Okt 23	-	-	-
29	SELASA	17 Okt 23	-	-	-
30	RABU	18 Okt 23	-	0,5	Sifon dan pergantian air pada kedua kolam (Sebelum pemberian probiotik)
31	KAMIS	19 Okt 23	-	-	-
32	JUMAT	20 Okt 23	-	-	-
33	SABTU	21 Okt 23	-	-	-
34	MINGGU	22 Okt 23	-	0,5	Sifon dan pergantian air pada kedua kolam (Sebelum pemberian probiotik)
35	SENIN	23 Okt 23	-	-	-
36	SELASA	24 Okt 23	-	-	-
37	RABU	25 Okt 23	-	-	-
38	KAMIS	26 Okt 23	-	0,5	Sifon dan pergantian air pada kedua kolam (Sebelum pemberian probiotik)
39	JUMAT	27 Okt 23	-	-	-
40	SABTU	28 Okt 23	-	-	-
41	MINGGU	29 Okt 23	-	-	-
42	SENIN	30 Okt 23	-	0,5	Sifon dan pergantian air pada kedua kolam (Sebelum pemberian probiotik)
43	SELASA	31 Okt 23	-	-	-
44	RABU	01-Nov	-	-	-
45	KAMIS	02-Nov-23	-	-	-
46	JUMAT	03-Nov-23	-	-	Sifon dan pergantian air pada kedua kolam
47	SABTU	04-Nov-23	-	-	-
48	MINGGU	05-Nov-23	-	0,5	-

Lampiran 3. Tabel Alat Penelitian dan Fungsi Alat

No.	Alat	Fungsi
1.	Botol <i>sampling</i> steril	Alat untuk pengambilan air sampel
2.	Refraktometer	Alat pengukur salinitas air
3.	pH meter	Alat pengukuran pH air
4.	DO meter	Alat pengukur kandungan oksigen terlarut dan suhu air
5.	Autoklaf	Tempat untuk sterilisasi alat dan bahan – bahan yang akan digunakan
6.	<i>Hot plate magnetic stirrer</i>	Tempat untuk homogenisasi larutan media
7.	Timbangan elektrik	Alat untuk menimbang bubuk media
8.	<i>Petri dish</i>	Tempat penuangan media
9.	Inkubator	Alat untuk inkubasi media
10.	Mikropipet	Alat untuk inokulasi air sampel
11.	Mikrotip	Alat untuk mengambil sampel air dalam ukuran kecil
12.	Erlenmeyer	Tempat larutan media
13.	Bunsen	Nyala api Bunsen untuk menjaga keadaan alat tetap steril
14.	<i>Laminary flow</i>	Tempat steril untuk melakukan isolasi bakteri
15.	<i>Spreader glass</i>	Alat untuk meratakan air sampel di cawan petri
16.	Gelas <i>beaker</i>	Alat untuk wadah <i>spreader glass</i> yang dicelupkan dengan alkohol 96%
17.	Gelas ukur	Alat untuk menampung dan mengukur kadar akuades
18.	Tabung reaksi	Tempat air sampel dan pengencerannya

Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian



Pengukuran Oksigen Terlarut



Pengambilan Sampel Air Kolam T



Pengukuran Salinitas Air
Menggunakan Refraktometer



Refraktometer ATC

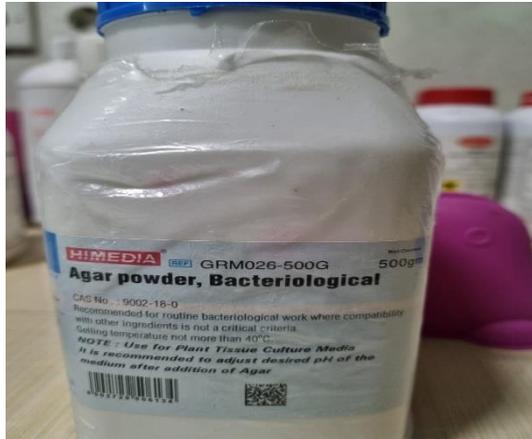


DO meter YSI 550A

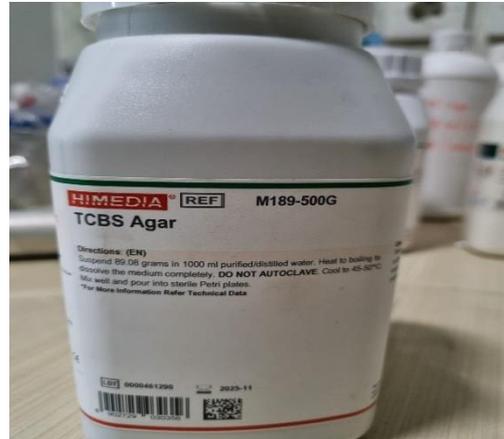


pH meter Digital LCD *Pen Tester*

Lanjutan Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian



Bacterial Agar



Media TCBS Agar



Autoklaf GEA medical

Lanjutan Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

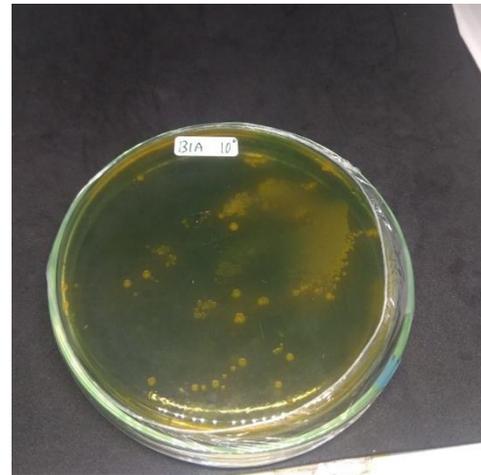
Penuangan Media TCBS Agar ke
Petri Dish



Inokulasi Air Sampel ke
Media TCBS Agar

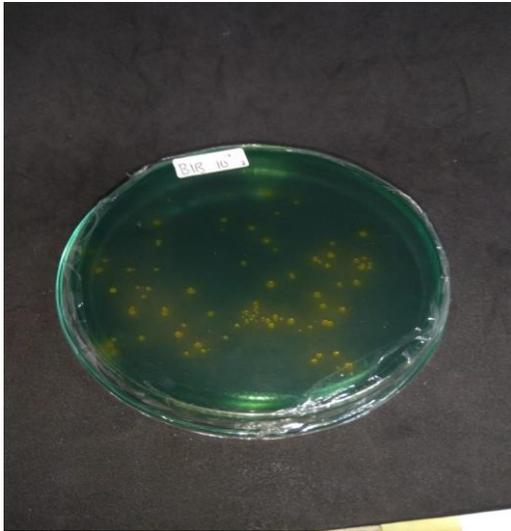


Total Vibrio Count Sampel Air
Kolam C Minggu ke-1

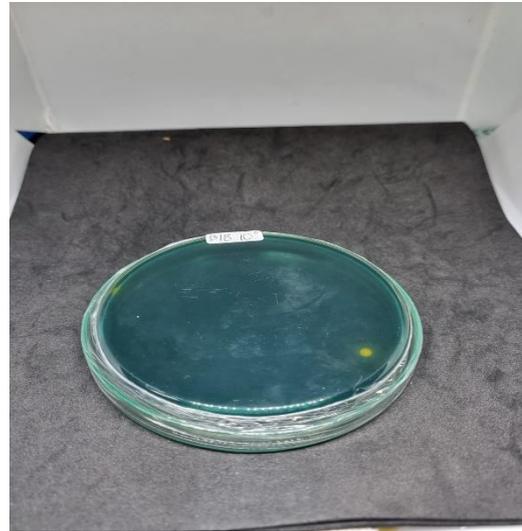


Total Vibrio Count Sampel Air
Kolam C Minggu ke-7

Lanjutan Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

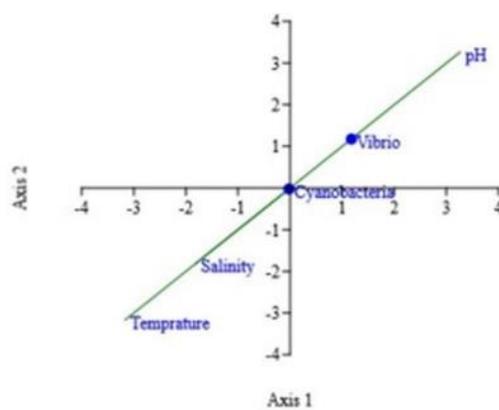


Total Vibrio Count Sampel Air
Kolam T Minggu ke-1



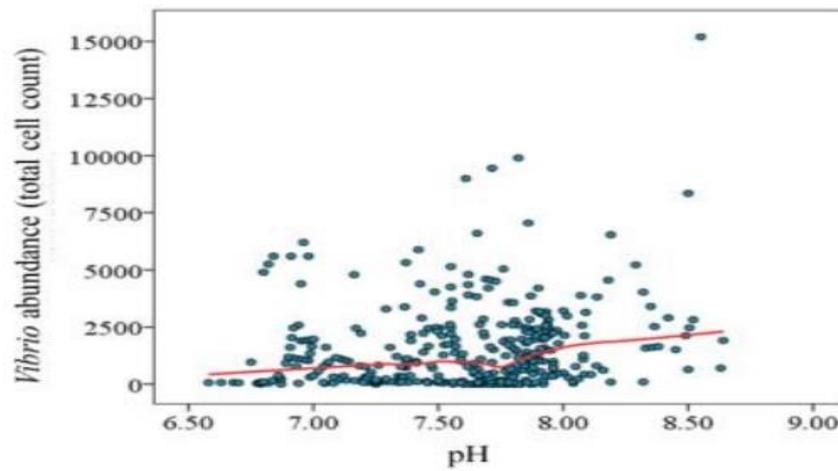
Total Vibrio Count Sampel Air
Kolam T Minggu ke-7

Lampiran 5. Grafik hasil CCA (*Canonical Correspondence Analysis*) antara variabel Vibrio, Cyanobacteria, suhu, salinitas, dan pH air



(Sumber : Najwa *et al.* 2024)

Lampiran 6. Grafik *Scatterplot* Hubungan Kelimpahan Bakteri *Vibrio* spp. dengan Variabel pH



(Sumber : Dequito *et al.* 2022)

Lampiran 7. Data Jumlah Koloni Bakteri dan Kualitas Air Kolam Udang Setiap Perlakuan

Group Treatment	Number of Colonies		Water quality parameters	Treatments			
	Lactic acid bacteria	<i>Vibrio</i> sp.		P0	P1	P2	P3
P0	7.016±0.009 ^a	8.009±0.064 ^c	Temp (°C)	28.09±0.75 ^a	27.98±0.66 ^a	27.94±0.62 ^a	27.91±0.59 ^a
P1	8.364±0.009 ^b	6.929±0.004 ^b	Salinity(ppt)	40.04±3.24 ^a	40.33±3.42 ^a	40.61±3.70 ^a	41.00±3.88 ^a
P2	7.114±0.010 ^a	6.456±0.011 ^a	DO (ppm)	3.88±0.50 ^a	3.77±0.66 ^a	3.60±0.61 ^a	3.55±0.66 ^a
P3	8.447±0.047 ^b	6.505±0.034 ^a	pH	7.79±0.85 ^a	7.76±0.78 ^a	7.83±0.81 ^a	7.81±0.84 ^a

Note: P0= without giving yeast and lactic acid bacteria; P1= yeast and lactic acid bacteria 25ml/week; P2= yeast and lactic acid bacteria 50 ml/week; P3= yeast and lactic acid bacteria 75 ml/week

The same superscript in the same line shows no significant effect ($P > 0.05$).

(Sumber : Nurliana *et al.* 2020)

RIWAYAT HIDUP



Rahmat Rizaldi. Lahir di Semarang, Jawa Tengah pada tanggal 6 Agustus 2002. Penulis merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak Mochamad Santoso dan Ibu Heny Rahmani. Penulis menempuh pendidikan di SD Negeri Lamper Kidul 02 Semarang pada tahun 2008–2014. Penulis melanjutkan pendidikan di SMP Islam Al Azhar 14 Semarang pada tahun 2014 – 2017 kemudian dilanjutkan dengan menempuh pendidikan di SMA Negeri 1 Kota Semarang dan lulus pada tahun 2020. Selanjutnya, penulis diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro melalui jalur SBMPTN tahun 2020.

Selama kuliah, penulis aktif dalam organisasi LDK INSANI UNDIP sebagai Staf Muda Internal Bidang Hubungan Masyarakat tahun 2021. Penulis juga aktif di Himpunan Mahasiswa Sumber Daya Akuatik sebagai Kepala Bidang Penalaran, Penelitian, dan Keilmuan (P2K) pada tahun 2022 dan aktif di Kelompok Studi CFish UNDIP sebagai staf muda hingga staf ahli Divisi Keilmuan tahun 2022-2023.

Bulan Agustus – Desember 2022, penulis mengikuti program MBKM Kedaireka dengan nama kegiatan, **“Pengembangan Probiotik ANVPRO untuk Meningkatkan Produksi Budidaya Udang”**. Kegiatan MBKM Kedaireka tersebut telah dikonversikan sebagai kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) dan KKN (Kuliah Kerja Nyata) Tematik. Kegiatan PKL dilaksanakan di Lembaga Pengembangan Wilayah Pantai (LPWP) Kabupaten Jepara dan KKN Tematik dilaksanakan di Desa Ujungbatu, Kec. Jepara, Kabupaten Jepara. Sebagai tugas akhir, penulis melaksanakan penelitian dan menyusun skripsi dengan judul, **“Analisis Hubungan Parameter Fisika Kimia Kualitas Air dengan Total *Vibrio* spp. pada Tambak Udang Vaname yang Diberikan Probiotik Jamur”**.