

PROFIL DAN ANALISIS KOVARIANS PRODUKTIVITAS DAN PARAMETER KUALITAS AIR PADA BUDIDAYA UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* SISTEM INTENSIF DI BANYUWANGI

AHMAD SHOFA AL MAKKY



DEPARTEMEN BUDIDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Profil dan Analisis Kovarians Produktivitas dan Parameter Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* Sistem Intensif di Banyuwangi” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing yang belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Ahmad Shofa Al Makky
C1401211022



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

AHMAD SHOFA AL MAKKY. Profil dan Analisis Kovarians Produktivitas dan Parameter Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* Sistem Intensif di Banyuwangi Dibimbing oleh YUNI PUJI HASTUTI dan EDDY SUPRIYONO.

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan perbandingan kualitas air dan produktivitas budidaya udang vaname pada dua unit di PT Surya Windu Kartika Banyuwangi. Penelitian dilakukan pada tiga petak dari setiap unit dengan padat tebar 197 – 243 ekor/m². Parameter yang diamati yaitu salinitas, suhu, pH, *dissolved oxygen*, kecerahan, TAN, nitrit, nitrat, fosfat, alkalinitas, TOM, TBC, TVC, *survival rate*, *feed conversion ratio* dan *average daily growth*. Metode yang digunakan adalah deskriptif komparatif dianalisis dengan uji t, *Principal Component Analysis* (PCA) dan analisis kluster. Hasil menunjukkan produktivitas antar kedua unit tidak berbeda nyata ($p>0,05$), namun unit dengan kualitas air yang lebih stabil menghasilkan produktivitas lebih baik. Faktor utama yang membedakan kedua lokasi yaitu *dissolved oxygen*, nutrien dan bahan organik. Analisis PCA menunjukkan keterkaitan antara bahan organik dengan peningkatan senyawa nitrogen yang dapat menurunkan ekologi kualitas air. Analisis kluster menunjukkan setiap unit membentuk kelompok sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap lokasi memiliki karakteristik yang berbeda.

Kata kunci: kualitas air, lokasi, produktivitas, udang vaname

ABSTRACT

AHMAD SHOFA AL MAKKY. Profile and Covariance Analysis of Productivity and Water Quality Parameters in Intensive Vannamei Shrimp *Litopenaeus vannamei* Culture in Banyuwangi. Supervised by YUNI PUJI HASTUTI and EDDY SUPRIYONO.

The study aims to describe the comparison of water qualities and productivities of vannamei shrimp culture in Jatisari and Bomo units at PT Surya Windu Kartika Banyuwangi. The study was conducted in three ponds from each unit with stocking density of 197-243 fish/m². The parameters observed were salinity, temperature, pH, dissolved oxygen, brightness, TAN, nitrite, nitrate, phosphate, alkalinity, TOM, TBC. TVC, survival rate, feed conversion ratio, average daily growth. The method used was comparative analysis using the t-test, Principal Component Analysis (PCA) and cluster analysis. The results showed that productivity between the two units was not significantly different ($p>0,05$), but the unit with more stable water quality produced better productivity. The main factors that differentiated the two locations were dissolved oxygen, nutrient, and organic matter. PCA analysis shows a relationship between organic matters and increased nitrogen compounds that can degrade the ecology of water quality. Cluster analysis shows that each unit forms group, so it can be concluded that each location has different characteristics.

Keywords: locations, productivity, vannamei shrimp, water qualities



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

**PROFIL DAN ANALISIS KOVARIANS PRODUKTIVITAS DAN
PARAMETER KUALITAS AIR PADA BUDIDAYA UDANG VANAME
Litopenaeus vannamei SISTEM INTENSIF DI BANYUWANGI**

AHMAD SHOFA AL MAKKY

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Perikanan pada

Program Studi Teknologi dan Manajemen Perikanan Budidaya

**DEPARTEMEN BUDIDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
IPB UNIVERSITY
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ir. Irzal Effendi, M.Si.
2. Prof. Dr. Sri Nuryati, S.Pi, M.Si.



Judul Skripsi : Profil dan Analisis Kovarians Produktivitas dan Parameter Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* Sistem Intensif di Banyuwangi

Nama : Ahmad Shofa Al Makky

NIM : C1401211022

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Yuni Puji Hastuti, S.Pi., M.Si.

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Eddy Supriyono, M.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Budidaya Perairan:

Prof. Dr. Alimuddin, S.Pi., M.Sc.

NIP.197001031995121001

Tanggal Ujian:
20 Juli 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa dengan segala rahmat dan nikmat yang telah diberikan sehingga dapat menyusun skripsi yang berjudul “Profil dan Analisis Kovarians Produktivitas dan Parameter Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* Sistem Intensif di Banyuwangi” telah berhasil diselesaikan. Skripsi ini menjadi syarat untuk menyelesaikan pendidikan sarjana pada Program Studi Teknologi dan Manajemen Perikanan Budidaya, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan doa serta dukungannya, yakni :

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Hardi Pitoyo dan Ibu Titik Rofiqoh serta keluarga besar yang selalu memberikan doa, arahan dan bimbingan serta dukungan baik secara mental dan material.
2. Ibu Dr. Yuni Puji Hastuti, S.Pi., M.Si. dan Bapak Prof. Dr. Ir. Eddy Supriyono, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang memberikan arahan, saran dan masukkan dalam penyusunan skripsi.
3. Bapak Dr. Ir. Irzal Effendi, M.Si. dan Ibu Prof. Dr. Sri Nuryati, S.Pi, M.Si. sebagai dosen penguji pada ujian skripsi.
4. Bapak Prof. Dr. Alimuddin, S.Pi., M.Sc. selaku Ketua Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
5. Pak Puji, Mas Sigit, Mas Welly, Mas Dendy, Mas Ade serta seluruh staf PT Surya Windu Kartika yang telah membantu penulis selama penelitian.
6. Bang Haikal Aziz, Bang Vinsensius Valentino, Bang Muhammad Razi dan Bang Muhamad Zidan Nafis yang telah membantu dan memberi saran terhadap penulisan skripsi ini.
7. Akmal Ariiq Kusuma Dinata, Akbar Nabil Hidayat, Hidayat Nur Alam, Daffa Bassayev teman seperjuangan yang selalu menemani, memberi saran dan nasihat selama awal hingga akhir perkuliahan.
8. Kepada orang yang selalu ada untuk penulis, Adelia Rosita. Terima kasih telah menjadi pendengar, penasihat, dan senantiasa memberikan cinta dan dukungan selama penulisan skripsi.
9. Teman-teman Budidaya Perairan FPIK IPB angkatan 58 yang telah kebersamai penulis selama masa perkuliahan.

Semoga karya ilmiah dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan kemajuan ilmu pengetahuan terutama perkembangan industri udang.

Bogor, Juli 2026

Ahmad Shofa Al Makky



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II METODE	3
2.1 Waktu dan Tempat	3
2.2 Rancangan Penelitian	3
2.3 Prosedur Budidaya Udang Vaname	4
2.4 Parameter Penelitian	6
2.5 Analisis Data	12
III HASIL DAN PEMBAHASAN	13
3.1 Hasil	13
3.2 Pembahasan	28
IV SIMPULAN DAN SARAN	34
4.1 Simpulan	34
4.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	40
RIWAYAT HIDUP	50

DAFTAR TABEL

1	Parameter kualitas air yang diukur	7
2	Rata-rata kinerja produksi unit tambak yang diamati	13
3	Kisaran kualitas air pada setiap unit selama 8 minggu pemeliharaan	14

DAFTAR GAMBAR

1	Peta lokasi PT Surya Windu Kartika	3
2	Hasil pengukuran salinitas setiap minggu pada unit berbeda	15
3	Hasil pengukuran Suhu pagi setiap minggu pada unit berbeda	15
4	Hasil pengukuran Suhu siang setiap minggu pada unit berbeda	16
5	Hasil pengukuran pH pagi setiap minggu pada unit berbeda	16
6	Hasil pengukuran pH siang setiap minggu pada unit berbeda	17
7	Hasil pengukuran DO siang setiap minggu pada unit berbeda	17
8	Hasil pengukuran DO malam setiap minggu pada unit berbeda	18
9	Hasil pengukuran kecerahan setiap minggu pada unit berbeda	18
10	Hasil pengukuran TAN setiap minggu pada unit berbeda	19
11	Hasil pengukuran nitrit setiap minggu pada unit berbeda	19
12	Hasil pengukuran nitrat setiap minggu pada unit berbeda	20
13	Hasil pengukuran fosfat setiap minggu pada unit berbeda	20
14	Hasil pengukuran alkalinitas setiap minggu pada unit berbeda	21
15	Hasil pengukuran TOM setiap minggu pada unit berbeda	22
16	Hasil pengukuran TBC setiap minggu pada unit berbeda	22
17	Hasil pengukuran TVC setiap minggu pada unit berbeda	23
18	Kelimpahan fitoplankton di Unit Jatisari dan Bomo	24
19	Indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi fitoplankton	24
20	Kelimpahan zooplankton di Unit Jatisari dan Bomo	25
21	Indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi zooplankton	25
22	Dendrogram observasi Unit Jatisari dan Bomo	26
23	Biplot PCA pada Unit Jatisari (A) dan Bomo (B)	27

DAFTAR LAMPIRAN

1	Uji Independent Samples T-Test Kinerja Produksi	41
2	Uji Independents Samples T-Test kualitas air	42
3	Cluster analisis observasi unit Jatisari dan Bomo	47
4	Eigenanalysis karakteristik variabel unit Jatisari dan Bomo	48
5	Eigenvectors karakteristik variabel unit Jatisari dan Bomo	48

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas unggulan dengan kontribusi penghasil devisa negara terbesar dalam sektor perikanan. Spesies ini berasal dari Amerika Tengah dan telah berhasil dibudidayakan secara luas di Indonesia menggantikan udang windu yang produksinya menurun (Nababan *et al.* 2015). Keunggulan udang vaname meliputi tingkat kelangsungan hidup yang tinggi, toleransi terhadap kepadatan populasi, ketahanan terhadap penyakit, serta laju pertumbuhan yang relatif cepat sehingga para pembudidaya lebih memilih udang vaname sebagai komoditas budidayanya (Sa'adah dan Milah 2019). Sistem pembesaran udang vaname umumnya dikembangkan melalui sistem ekstensif, semi intensif, dan intensif. Sistem intensif ditandai dengan penggunaan sarana produksi secara maksimal, seperti aerator, kincir air, serta pakan buatan dengan padat tebar tinggi mencapai 100-300 ekor/m² sehingga biaya yang dibutuhkan lebih banyak (Nababan *et al.* 2015). Berbeda dengan sistem ekstensif yang dicirikan dengan padat tebar dan biaya produksi lebih rendah sehingga produktivitas yang dihasilkan juga lebih rendah (Mira *et al.* 2022). Keberhasilan budidaya dengan sistem intensif sangat ditentukan oleh kualitas air yang mencakup parameter fisika, kimia dan biologi (Suhendar *et al.* 2020). Namun, sistem ini berpotensi menimbulkan penurunan kualitas air akibat akumulasi limbah organik yang berasal dari feses, urin, sisa pakan, hasil ekskresi serta metabolisme udang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem mikroba tambak dan memicu proliferasi patogen (Husna *et al.* 2023; Hayuningtyas *et al.* 2024).

Kondisi lingkungan perairan pada budidaya udang terus berubah dan berfluktuasi seiring waktu. Menurut Do *et al.* (2025), perubahan kualitas air pada budidaya udang dipengaruhi oleh manajemen pemberian pakan, kondisi cuaca dan perubahan musim serta iklim. Kestabilan kondisi lingkungan perairan merupakan tujuan utama yang harus diperhatikan oleh para pembudidaya. Lingkungan yang optimal pada perairan budidaya bergantung pada kestabilan parameter kualitas air seperti pH, oksigen terlarut, suhu, salinitas dan kandungan senyawa nitrogen mampu menciptakan ekologi yang sesuai bagi udang sehingga meningkatkan produktivitas (Pratama *et al.* 2017). Parameter biologi seperti fitoplankton juga merupakan produsen primer yang berperan penting sekaligus menjadi indikator biologis kualitas air (Hastuti *et al.* 2024). Ketidakstabilan kualitas air dapat menyebabkan peluang timbulnya penyakit mengakibatkan gangguan terhadap kesehatan dan nafsu makan udang sehingga mengalami penurunan produktivitas yang mencakup tingkat kelangsungan hidup, pertumbuhan dan rasio konversi pakan (Ariadi *et al.* 2021). Menurut Boyd (1989), upaya pencegahan penurunan kualitas air yang disarankan adalah pengaplikasian probiotik pada perairan untuk membantu proses dekomposisi bahan organik di dalam air.

Setiap lokasi memiliki karakteristik lingkungan yang berbeda seperti kualitas sumber air dan kualitas tanahnya sehingga menyebabkan perbedaan kondisi ekologi yang dapat berpengaruh terhadap produktivitas (Setyawan *et al.* 2021). Pemilihan lokasi budidaya harus diperhatikan agar mencapai keberlanjutan dan hasil produksi maksimal. Status perairan di pesisir Pantai Bomo Kabupaten Banyuwangi menunjukkan kesuburan yang tinggi karena konsentrasi nutrisi yang melimpah

sehingga perairan dikategorikan mengalami pencemaran karena terdapat parameter kualitas air yang melebihi baku mutu yang sesuai untuk biota laut (Dewi *et al.* 2025). Kualitas air sumber dengan kondisi tersebut berpotensi membawa beban nutrisi yang tinggi ke dalam tambak sehingga perlu dilakukan pengelolaan kualitas air sumber untuk menyesuaikan kualitas air optimal bagi udang vaname.

Unit Jatisari dan Unit Bomo merupakan dua unit produksi budidaya udang vaname di PT Surya Windu Kartika Banyuwangi yang berlokasi relatif berdekatan dengan jarak sekitar 1 km dari garis pesisir. Kedua unit menerapkan sistem budidaya intensif dengan prosedur operasional yang sama sesuai standar perusahaan meliputi pemilihan benur, manajemen pemberian pakan, pengelolaan kualitas air serta tahapan operasional budidaya lainnya. Meskipun demikian, hasil produksi yang diperoleh di kedua unit menunjukkan perbedaan pada setiap siklus budidayanya. Perbedaan produktivitas mengindikasikan bahwa prosedur keseragaman prosedur tidak menentukan hasil produksi yang sama sehingga diduga terdapat faktor-faktor lain seperti kualitas air dan kondisi lingkungan maupun karakteristik biofisik lahan lokasi budidaya.

Berdasarkan uraian tersebut, parameter kualitas air yang fluktuatif dan karakteristik biofisik lahan dari setiap lokasi menjadi dasar untuk menganalisis perbedaan hasil produktivitas. Oleh karena itu, diperlukan kajian mengenai profil kualitas air serta hubungannya terhadap produktivitas pada kedua unit. Selain itu, analisis kovarians dilakukan untuk mengevaluasi hubungan antar parameter kualitas air dan produktivitas. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar pengelolaan sistem kualitas air agar tetap optimal sehingga mendukung peningkatan produktivitas budidaya udang vaname.

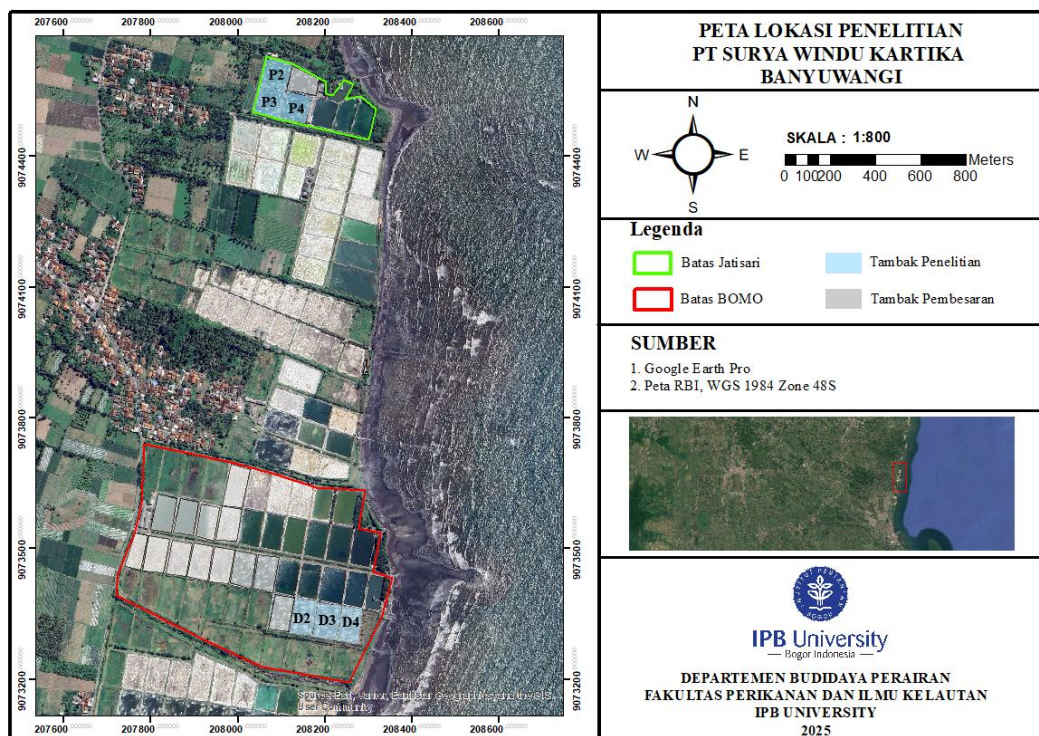
1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi lingkungan dan produktivitas budidaya udang vaname sistem intensif di Unit Jatisari dan Unit Bomo pada perusahaan PT Surya Windu Kartika.

II METODE

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2025 – September 2025. Penelitian ini berlokasi di tambak pembesaran udang vaname Unit Jatisari dan Unit Bomo PT Surya Windu Kartika, Desa Bomo, Kecamatan Blimbingsari, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur.



Gambar 1 Peta lokasi PT Surya Windu Kartika

2.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan non eksperimental menggunakan metode deskriptif komparatif, yaitu metode yang digunakan untuk menggambarkan variabel penelitian secara sistematis sekaligus membandingkan satu atau variabel pada dua kelompok sampel yang berbeda (Sugiyono 2013). Kelompok sampel yang dibandingkan merupakan parameter kualitas air dan produktivitas pada dua lokasi unit budidaya yang berbeda. Data penelitian diperoleh melalui observasi lapangan dan analisis parameter kualitas air *in situ* dan *ex situ*. Penelitian menggunakan data kualitas air dari tiga petak yang berbeda pada dua unit PT Surya Windu Kartika dengan *day of culture* (DOC) yang tidak berbeda jauh. Data kinerja produksi yang diambil dari kedua unit merupakan hasil *sampling* pada DOC yang sama.

2.3 Prosedur Budidaya Udang Vaname

2.3.1 Persiapan Wadah dan Air

Wadah pemeliharaan yang digunakan yaitu Unit Jatisari Petak 2 luasan 3500 m², Petak 3 luasan 3400 m² dan Petak 4 luasan 3500 m² serta Unit Bomo Petak D2 luasan 3518 m², Petak D3 luasan 4163 m² dan Petak D4 luasan 3576 m². Konstruksi dasar petak budidaya berbahan beton dengan kedalaman sekitar 150 cm. Persiapan tambak dilakukan selama 2 – 3 minggu meliputi beberapa proses yaitu pengeringan petak budidaya, perbaikan konstruksi, pembersihan petak budidaya, sterilisasi. Persiapan Pengeringan dilakukan selama minimal 2 hingga 7 hari. Perbaikan konstruksi dilakukan dengan menambal bagian petak yang berlubang. Pembersihan petak dilakukan untuk menghilangkan hama moluska yang ada di sekitar petak. Sterilisasi dilakukan untuk disinfeksi dasar petak tambak agar steril dari virus dan bakteri yang merugikan. Pengisian air dilakukan setelah sterilisasi sebanyak kurang lebih 120 cm. Air yang sudah terisi diberi kapur, pupuk dan fermentasi untuk pertumbuhan fitoplankton dan bakteri.

2.3.2 Penebaran Benur

Benur udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan ukuran PL8 – PL11 yang didapatkan dari PT Prima Larva Bali dalam kondisi siap dibudidayakan dan telah lulus uji dengan sertifikasi *Specific Pathogen Free* (SPF). Perhitungan *sampling* benur dilakukan sebelum penebaran untuk mengetahui jumlah aktual dan kualitas benur yang didapatkan. Jumlah tebar pada Unit Jatisari Petak 2 berjumlah ±781.475 ekor dengan padat tebar 230 ekor/m³, Petak 3 berjumlah ±792.884 ekor dengan padat tebar 227 ekor/m³ dan Petak 4 berjumlah ±758.659 ekor dengan padat tebar 211 ekor/ m³. Jumlah tebar pada Unit Bomo Petak D2 berjumlah ±851.356 ekor dengan padat tebar 242 ekor/m³, Petak D3 berjumlah ±820.205 ekor dengan padat tebar 197 ekor/m³ dan Petak D4 berjumlah ±870.730 dengan padat tebar 243 ekor/ m³. Benur udang vaname yang siap tebar diaklimatisasi dahulu selama 30 menit di petak yang sudah disiapkan untuk menyesuaikan suhu lingkungan. Proses penebaran dilakukan secara manual dengan membuka setiap kantong benur secara bertahap sembari melepaskan benur ke dalam petak pemeliharaan.

2.3.3 Pemberian Pakan

Pemberian pakan udang dilakukan menggunakan dua metode yaitu *blind feeding* dan *demand feeding*. *Blind feeding* dilakukan selama awal pemeliharaan hingga DOC 30 atau bobot udang di bawah 1 g. Metode ini bertujuan untuk mengadaptasikan benur terhadap. Sistem pemberian pakan dilakukan secara manual dengan jumlah pakan yang ditingkatkan secara bertahap berdasarkan populasi udang yang ditebar. Jumlah pakan setelah penebaran diberikan sebanyak 8 kg per hari dan meningkat seiring pertumbuhan udang.

Pemberian pakan dengan metode *demand feeding* diterapkan setelah mengetahui bobot udang pada *sampling* pertama. Jumlah dosis pakan ditentukan berdasarkan *feeding rate* yang disesuaikan dengan target pertumbuhan dan biomassa udang. Selanjutnya, dosis pakan dievaluasi berdasarkan nafsu makan udang yang dapat dilihat pada anco setiap satu setengah jam setelah pemberian

pakan. Sistem pemberian pakan metode ini menggunakan *automatic feeder* yang telah diatur jadwalnya secara otomatis. Jenis pakan yang digunakan pada awal pemeliharaan berbentuk tepung dan *crumble*, sedangkan setelah DOC 20 atau bukaan mulut udang sudah cukup besar menggunakan pakan berbentuk pelet. Pakan tepung yang digunakan bermerek STP SGH C0 dan C1 dengan protein sebesar 36%, sedangkan pakan pelet yang digunakan bermerek Evergreen dengan protein sebesar 33% dan SGH P1 dengan protein 32%.

2.3.4 Pengelolaan Air

Pengelolaan air pada petak budidaya dilakukan berdasarkan kebutuhan volume serta mutu kualitas air. Air yang dialirkan ke petak pembesaran telah melalui proses pengendapan dan *treatment* di petak tandon dan disterilisasi melalui filtrasi UV untuk menyesuaikan kondisi kualitas air pada udang. Selama masa pemeliharaan, pergantian dan pengisian air dilakukan secara rutin setiap hari sebesar 20% dari total volume air petak.

Proses pembuangan endapan pada petak pembesaran dilakukan dengan penyiponan menggunakan pompa dan selang spiral pada bagian *central drain*. Penyiponan dilakukan secara rutin selama 5 hari sekali untuk mencegah penurunan kualitas air akibat penumpukan endapan organik maupun lumpur di dasar tambak. Pengelolaan air dilakukan berdasarkan kondisi kualitas air dan pertumbuhan udang. Kualitas air yang diukur secara rutin terdiri dari parameter fisika, kimia dan biologi.

Parameter fisika yang diukur secara *in situ* meliputi suhu yang diukur menggunakan termometer dengan frekuensi dua kali sehari, kecerahan yang diukur sekali sehari menggunakan *secchi disk* dan *dissolved oxygen* yang berupa parameter fisika-kimia diukur menggunakan DO meter sebanyak dua kali sehari. Sementara itu, pengukuran *ex situ* meliputi salinitas diukur menggunakan refraktometer dengan frekuensi satu kali sehari, pH diukur menggunakan pH meter secara *ex situ* sebanyak dua kali sehari. Parameter kimia meliputi TAN, nitrit, nitrat, fosfat, alkalinitas dan TOM. Seluruh parameter kimia diukur secara *ex situ* menggunakan metode *test kit* dan titrasi dengan frekuensi pengukuran satu kali seminggu. Parameter biologi yang diukur secara *ex situ* meliputi TBC, TVC dan plankton yang seluruhnya diukur menggunakan media vibrio berupa *Sea Water Complete* (SWC) dengan frekuensi satu kali seminggu.

2.3.5 Sampling

Sampling udang mulai dilakukan secara rutin setelah udang mencapai umur DOC 30 untuk memantau pertumbuhan dan memperkirakan populasi udang dalam setiap petak budidaya. Kegiatan *sampling* dilakukan setiap lima hari sekali hingga menjelang panen. Udang yang berumur kurang dari DOC 60 diambil dari anco karena ukuran masih relatif kecil. Udang yang berumur lebih dari DOC 60 diambil menggunakan jala karena ukuran udang telah lebih besar dan penyebarannya di dalam air semakin luas.

Kegiatan *sampling* dilakukan dengan mengambil udang minimal 50 ekor lalu ditimbang satu per satu untuk mendapatkan bobot individu yang digunakan untuk menghitung bobot rata-rata atau *average body weight* (ABW). Nilai tersebut digunakan sebagai dasar dalam menghitung estimasi *survival rate* (SR), biomassa dan pertumbuhan udang selama masa pemeliharaan. Hasil *sampling*

juga menjadi acuan dalam menyesuaikan jumlah pakan agar pemberian pakan lebih efisien.

2.3.6 Panen

Pemanenan udang vaname dapat dilakukan melalui metode panen parsial dan panen total. Panen parsial dilakukan sebelum akhir masa pemeliharaan untuk mengurangi kepadatan udang di dalam petak budidaya. Metode ini dilakukan menggunakan jala dan hanya mengambil sebagian udang sesuai permintaan pasar. Panen total dilakukan pada akhir masa pemeliharaan setelah udang mencapai ukuran target yang ditentukan atau ketika udang terserang penyakit agar mencegah kematian massal. Metode panen total dilakukan dengan menurunkan volume air melalui pintu saluran *outlet* yang telah dipasang jaring sehingga udang ikut mengalir dan tertampung ke dalam jaring. Setelah udang dipanen, dilakukan *grading* dan *sizing* untuk memisahkan ukuran konsumsi lalu ditimbang untuk mengetahui berat akhir total panen.

@Hak cipta milik IPB University

2.4 Parameter Penelitian

2.4.1 Kinerja Produksi

a. *Survival Rate* (SR)

Survival Rate (SR) merupakan jumlah dari banyaknya udang yang hidup pada akhir pemeliharaan dalam bentuk persentase. *Survival Rate* dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Huisman 1987):

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

Keterangan:

Nt = Jumlah udang pada akhir pemeliharaan

No = Jumlah udang pada awal pemeliharaan

b. *Average Daily Growth* (ADG)

Average Daily Growth (ADG) merupakan parameter yang menunjukkan laju pertumbuhan harian dari udang yang dapat diketahui melalui selisih bobot akhir pemeliharaan dengan bobot awal pemeliharaan dibagi dengan waktu pemeliharaan. Nilai pertumbuhan harian dapat dihitung dengan rumus berikut (Goddard 1996):

$$ADG = \frac{Wt - Wo}{t}$$

Keterangan:

Wt = Bobot pada akhir pemeliharaan

Wo = Bobot pada awal pemeliharaan

t = Waktu pemeliharaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

c. Feed Conversion Ratio (FCR)

Feed conversion ratio merupakan jumlah pakan yang dikonversi menjadi satu kilogram daging pada udang. Nilai FCR dapat diketahui melalui rumus berikut (Goddard 1996):

$$FCR = \frac{F}{W_t - W_o}$$

Keterangan:

F = Jumlah pakan selama pemeliharaan
 W_t = Biomassa akhir pemeliharaan udang
 W_o = Biomassa awal pemeliharaan udang

d. Produktivitas

Produktivitas merupakan bobot total udang yang dihasilkan dalam satu hektar lahan, dihitung dengan membagi total hasil panen dalam kilogram dengan luas petak dalam hektar. Nilai produktivitas didapatkan melalui rumus berikut (Muta'ali 2018):

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Jumlah produksi (kg)}}{\text{Luas kolam (ha)}}$$

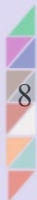
2.4.2 Kualitas air

Parameter kualitas air diukur dan dianalisis di Laboratorium lapangan PT Surya Windu Kartika. Parameter kualitas air, satuan, cara pengukuran dan waktu pengukuran pada parameter yang diamati disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Parameter kualitas air yang diukur

Parameter	Satuan	Alat	Waktu Pengukuran
Suhu	°C	Termometer	2 kali sehari
Salinitas	ppt	Refraktometer	1 kali sehari
pH	Unit	pH meter	2 kali sehari
Kecerahan	cm	<i>Secchi disk</i>	1 kali sehari
Oksigen terlarut	mg L ⁻¹	DO meter	2 kali sehari
TAN (NH _{3,4})	mg L ⁻¹	<i>Test kit</i>	1 kali seminggu
Nitrit (NO ₂)	mg L ⁻¹	<i>Test kit</i>	1 kali seminggu
Nitrat (NO ₃)	mg L ⁻¹	<i>Test kit</i>	1 kali seminggu
Fosfat (PO ₄)	mg L ⁻¹	<i>Test kit</i>	1 kali seminggu
Alkalinitas	mg L ⁻¹	Titration	1 kali seminggu
TOM	mg L ⁻¹	Titration	1 kali seminggu
TBC	CFU mL ⁻¹	Media SWC	1 kali seminggu
TVC	CFU mL ⁻¹	Media SWC	1 kali seminggu

TAN = *total ammonia nitrogen*, TOM = *total organic matter*, TBC = *total bacteria count*,
 TVC = *total vibrio count*



Prosedur pengukuran kualitas air dilakukan sesuai metode yang telah ditetapkan sebagai berikut:

a. Kecerahan

Kecerahan diukur menggunakan *secchi disk* yang terbuat dari pipa sepanjang 3 meter yang diberi tanda per satuan panjang setiap 50 cm dengan papan lingkaran pada ujung pipa. Pengukuran kecerahan dilakukan berdasarkan SNI dengan memasukkan *secchi disk* ke dalam air hingga papan lingkaran tidak terlihat lalu dihitung panjang pipa paralon yang tenggelam dengan perhitungan sebagai berikut

$$\text{Kecerahan} = \frac{D1 + D2}{2}$$

Keterangan:

D1 = Kedalaman saat *secchi disk* tidak terlihat (cm)

D2 = Kedalaman saat *secchi disk* terlihat (cm)

b. Total Ammonia Nitrogen (TAN)

Air sampel diambil sebanyak 10 mL. Air dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya, ditambahkan Clorox sebanyak 0,5 mL dan didiamkan selama 1 menit. Kemudian, air sampel ditambahkan Phenate sebanyak 0,6 mL. Air sampel didiamkan selama 15 menit. Setelah 15 menit, air sampel diukur secara visual menggunakan bagan warna standar atau menggunakan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 630 nm untuk laboratorium. Konsentrasi TAN dihitung menggunakan rumus (APHA 2017):

$$\text{TAN}(\text{mg L}^{-1}) = \frac{\text{absorban sampel} - \text{absorban blanko}}{\text{absorban standar} - \text{absorban blanko}} \times C$$

Keterangan:

Absorban sampel (Mg L^{-1})

Absorban standar (Mg L^{-1})

Absorban blanko (Mg L^{-1})

C = Konsentrasi larutan standar

c. Nitrit (NO_2)

Pengukuran nitrit dilakukan setiap minggu di laboratorium lapang. Prosedur pengukuran yaitu air sampel diambil sebanyak 10 mL Air dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya, ditambahkan 2 tetes sulfanilamide dan didiamkan selama 2 menit. Kemudian, air sampel ditambahkan 2 tetes NED. Air sampel didiamkan selama 10 menit. Setelah 10 menit, air sampel diukur secara visual menggunakan bagan warna standar atau menggunakan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 543 nm untuk laboratorium. Konsentrasi nitrit dihitung menggunakan rumus (APHA 2017):

$$\text{Nitrit} (\text{mg L}^{-1}) = \frac{\text{absorban sampel} - \text{absorban blanko}}{\text{absorban standar} - \text{absorban blanko}} \times C$$

Keterangan:

Absorban sampel (mg L^{-1})

Absorban standar (mg L^{-1})

Absorban blanko (mg L^{-1})

C = Konsentrasi larutan standar

d. Nitrat (NO_3)

Air sampel diambil sebanyak 5 mL. Air dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya, ditambahkan 0,5 mL Brucine dan 5 mL H_2SO_4 . Kemudian, air sampel didiamkan selama 20 menit. Setelah 20 menit, air sampel diukur secara visual menggunakan bagan warna standar atau menggunakan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 410 nm untuk laboratorium. Konsentrasi nitrat dihitung menggunakan rumus (APHA 2017):

$$\text{NO}_2 \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = \frac{\text{absorban sampel} - \text{absorban blanko}}{\text{absorban standar} - \text{absorban blanko}} \times C$$

Keterangan:

Absorban sampel (mg L^{-1})

Absorban standar (mg L^{-1})

Absorban blanko (mg L^{-1})

C = Konsentrasi larutan standar

e. Fosfat (PO_4)

Air sampel diambil sebanyak 35 mL lalu dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer. Selanjutnya, ditambahkan 10 reagen vanadat-molibdat dan didiamkan selama 10 menit. Setelah itu, sampel diukur secara visual menggunakan bagan warna standar atau menggunakan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 470 nm untuk laboratorium. Perhitungan kandungan fosfat pada perairan menggunakan rumus (APHA 2017):

$$\text{mg P/L} = \frac{\text{mg P} \times 1000}{V \text{ sampel}}$$

Keterangan:

mg P = Volume fosfat dalam 50 mL

V_{sampel} = Volume sampel (ml)

f. Alkalinitas (CaCO_3)

Alkalinitas total dapat diukur menggunakan metode titrimetri mengacu pada SNI 06-2420-1991. Pengukuran dilakukan dengan memasukkan 25 ml air sampel ke botol erlenmeyer lalu diteteskan 3 tetes indikator *Methyl Orange* hingga warna air sampel menjadi orange dan dititrasi dengan H_2SO_4 0,02 N hingga berubah menjadi warna merah muda. Volume yang didapat kemudian dicatat dan dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\text{CaCO}_3 \text{ (mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3\text{)} = \frac{V \times N \times 50 \times 1000}{V_{\text{sampel}}}$$

Keterangan:

V = Volume titran H_2SO_4 (ml)

N = Normalitas titran H_2SO_4

V_{sampel} = Volume sampel (ml)

g. *Total Organic Matter (TOM)*

TOM diukur mengikuti standar pengukuran SNI 06-6968.22-2004 melalui metode titrimetri. Pengukuran dilakukan dengan penggunaan 10 ml natrium oksalat 0,01 N dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer 250 mL, lalu 5 mL H₂SO₄ 4 N dipanaskan dengan suhu 70 °C. Kemudian dititrasi dengan KMNO₄ 0,01 N hingga berubah warna menjadi warna merah muda dan dicatat titran (a mL) yang digunakan. Selanjutnya 50 mL air sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 5 mL H₂SO₄ 4 N lalu “a mL” 0,01 N KMNO₄ ditambahkan dari buret dan dididihkan 10 menit dengan suhu 70 °C. Ketika suhunya turun menjadi 60 °C, langsung ditambahkan Natrium Oksalat 0,01 N sampai berubah warna menjadi warna merah muda dan dicatat titran yang digunakan (X mL). Selanjutnya menggunakan 50 mL akuades dengan prosedur yang sama seperti prosedur sampel air, dan dicatat titran yang digunakan (Y mL). Rumus perhitungan bahan organik total yaitu sebagai berikut:

$$\text{TOM (mg L}^{-1}\text{)} = \frac{(x - y) \times 31,6 \times 0,01 \times 1000}{\text{mL sampel}}$$

Keterangan:

- x = mL titran air sampel
- y = mL titran akuades
- 31,6 = seperlima dari BM KMNO₄
- 0,01 = Normalitas KMNO₄

h. *Total Bacteria Count (TBC)*

Kelimpahan vibrio dan bakteri dilakukan dengan metode sebar menggunakan *total plate count* (TPC). Media yang digunakan untuk mengamati kelimpahan bakteri yaitu media SWC. Pengamatan kelimpahan bakteri berasal dari air tambak. Kelimpahan bakteri dihitung menggunakan rumus dari Pelczar dan Chan (1986).

$$\text{Kelimpahan Bakteri (CFU mL}^{-1}\text{)} = \sum \text{Koloni} \times \frac{1}{\text{Faktor Pengencer}} \times \frac{1}{\text{mL Sampel}}$$

2.4.3 Plankton

Pengamatan fitoplankton dan zooplankton dilakukan di laboratorium secara *ex-situ*. Proses identifikasi jenis plankton mengacu pada buku Yamaji (1979). Penentuan indeks kelimpahan dan ekologi plankton meliputi keanekaragaman, keseragaman dan dominansi plankton mengacu pada perhitungan berikut:

a. Indeks Kelimpahan Plankton

Perhitungan kelimpahan plankton menggunakan rumus menurut APHA (2017):

$$N=n \times \frac{V_t}{V_d} \times \left(\frac{1000}{L \times D \times W \times S} \right) \times \text{FP}$$

Keterangan:

- N = Kelimpahan plankton (sel/m³)
- n = Jumlah plankton yang terhitung (sel atau ind)
- V_t = Volume air terkonsentrasi (ml)
- V_d = Volume air tersaring (ml)
- L = Panjang strip (mm)
- D = Kedalaman Chamber (mm)
- W = Lebar strip (mm)
- S = Jumlah bidang yang dihitung pada chamber (mm²)
- FP = Faktor pengenceran

b. Indeks Keanekaragaman Plankton

Perhitungan keragaman plankton menggunakan rumus menurut Odum (1993):

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

Keterangan:

- H' = Indeks keanekaragaman
- P = n_i/N
- N_i = Jumlah individu spesies ke-i
- N = Jumlah total individu semua jenis

Nilai indeks keanekaragaman dapat dikatakan stabil ketika H' > 3:

- H' < 1 = kestabilan komunitas rendah
- 1 < H' < 3 = kestabilan komunitas sedang
- H' > 3 = kestabilan komunitas tinggi

c. Indeks Keseragaman Plankton

Perhitungan keseragaman plankton dilakukan menggunakan rumus menurut Odum (1993):

$$E = \frac{H'}{H_{maks}}$$

Keterangan:

- E = Indeks keseragaman
- H' = Indeks keragaman
- H maks = Keragaman maksimum
- S = Jumlah seluruh jenis yang ditemukan

Nilai indeks keseragaman dapat dikatakan seragam ketika E > 0,6:

- E < 0,4 = keseragaman rendah
- 0,4 < E < 0,6 = keseragaman sedang
- E > 0,6 = keseragaman tinggi

d. Indeks Dominansi Plankton

Perhitungan dominansi plankton dilakukan berdasarkan rumus menurut Odum (1993):

$$C = \sum_{i=1}^n \left(\frac{ni}{N} \right)^2$$

Keterangan:

- C = Indeks dominansi
- Ni = Jumlah individu dari jenis ke-i
- N = Jumlah total individu

Dominansi dinyatakan tinggi jika $C = 1$:

- $C < 0,5$ = Dominansi rendah
- $0,5 < C < 0,75$ = Dominansi sedang
- $0,75 < C < 1$ = Dominansi tinggi

2.5 Analisis Data

Data penelitian yang didapatkan melalui observasi lapangan dengan mengamati secara langsung perilaku objek yang diteliti. Data penelitian yang terkumpul dianalisis menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan SPSS 31 untuk uji t. *Minitab* untuk analisis kluster dan *Principal Component Analysis* (PCA). Uji t digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata signifikan antara dua kelompok sampel independen (Ghozali 2018). Analisis kluster digunakan untuk mengelompokkan kekerabatan suatu variabel atau objek berdasarkan kemiripan karakteristiknya dengan mengukur jarak setiap variabel atau objek sehingga membentuk dendrogram (Muflihan *et al.* 2022). PCA bertujuan menggambarkan hubungan antar variabel dan antar objek dengan cara menumpuk beberapa vektor yang mewakili baris dan kolom dalam suatu matriks (Utami dan Indrasetianingsih 2018). Hasil data disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Hasil observasi akan dianalisis secara mendalam untuk mengetahui hubungan antara variabel yang diamati. Pengambilan keputusan pada uji T menurut Ghozali (2018):

1. Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ dengan nilai signifikan $> 0,05$ maka variabel bebas tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat (H_0 diterima)
2. Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ dengan nilai signifikan $< 0,05$ maka variabel bebas berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat (H_0 ditolak)

III HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

3.1.1 Kinerja Produksi

Pengambilan data kinerja produksi dilakukan dengan metode *sampling* setelah udang mencapai DOC ke-20 dan dilakukan setiap lima hari setelah proses *sampling* pertama hingga waktu panen. *Sampling* dilakukan untuk memperoleh data mengenai *Survival Rate* (SR), *Average Daily Growth* (ADG) dan *Feed Conversion Ratio* (FCR) pada udang di setiap unit. Hasil rata-rata kinerja produksi di setiap unit dari 3 petak pada DOC 55 dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2 Rata-rata kinerja produksi unit tambak yang diamati

Unit	Jatisari	Bomo	Baku Mutu
Padat tebar (ekor/m ²)	223 ± 8,34	228 ± 21,70	250*
SR (%)	88,4 ± 15,50	87,0 ± 1,60	>75%*
ABW (g)	7,14 ± 1,16	6,37 ± 1,04	15 – 18*
ADG (g/hari)	0,12 ± 0,03	0,28 ± 0,32	>0,2*
JKP (kg)	6507 ± 1203,51	5331 ± 557,40	-
FCR	1,37 ± 0,30	1,31 ± 0,30	1,2 – 1,8**
Ukuran (ekor/kg)	144 ± 21,56	172 ± 28,71	-
Biomassa (kg)	4765 ± 152,69	4790 ± 918,40	-
Produktivitas (kg/ha)	13615 ± 436,33	12996 ± 3211,38	20.250*

DOC = *day of culture*, ABW = *average body weight*, ADG = *Average Daily Growth*, FCR = *feed conversion ratio*, JKP = jumlah konsumsi pakan, SR = *Survival Rate*, * = SNI (2006), ** = Gompi *et al.* (2023)

Berdasarkan hasil pengamatan pada DOC 55, unit Jatisari memiliki rata-rata hasil SR, ABW, JKP, FCR dan produktivitas lebih tinggi dibandingkan Bomo. Nilai rata-rata ADG, FCR dan biomassa unit Bomo lebih tinggi dari unit Jatisari. Secara umum, unit Jatisari menghasilkan kinerja produksi yang lebih baik dari hasil produktivitasnya. Perbedaan lokasi unit menunjukkan hasil yang tidak berbeda secara signifikan ($p > 0,05$) terhadap SR, ABW, ADG, JKP, FCR, ukuran, biomassa dan produktivitas (Lampiran 1). Kedua unit memiliki hasil SR, ADG dan FCR yang sesuai dengan baku mutu untuk budidaya udang sistem intensif.

3.1.2 Kualitas Air

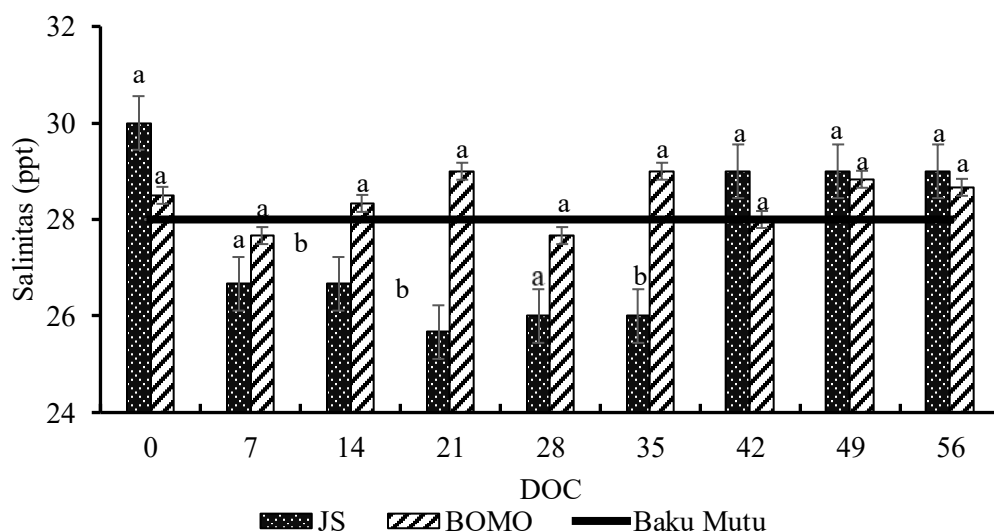
Hasil pengamatan kualitas air pada setiap petak di unit Jatisari dan Bomo selama 8 minggu disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Kisaran kualitas air pada setiap unit selama 8 minggu pemeliharaan

Parameter	Jatisari	Bomo	Baku Mutu*
Salinitas (ppt)	26 – 30	28 – 29	28 – 32
Suhu pagi (°C)	27,0 – 27,9	27,3 – 28,8	29 – 32
Suhu siang (°C)	28,9 – 31,1	29,2 – 29,8	29 – 32
pH pagi	7,7 – 8,1	7,5 – 8,0	7,5 – 8,5
pH siang	7,9 – 8,3	7,8 – 8,4	7,5 – 8,5
Oksigen terlarut siang (mg L ⁻¹)	5,7 – 7,0	5,7 – 8,1	≥ 4
Oksigen terlarut malam (mg L ⁻¹)	4,2 – 5,1	3,4 – 5,5	≥ 4
Kecerahan (cm)	47 – 133	36 – 113	30 – 50
TAN (NH _{3,4}) (mg L ⁻¹)	0 – 1,73	0 – 3,70	<0,1
Nitrit (NO ₂) (mg L ⁻¹)	0 – 0,1	0 – 0,3	≤ 1
Nitrat (NO ₃) (mg L ⁻¹)	0 – 0,47	0,33 – 3,67	≤ 0,5
Fosfat (PO ₄) (mg L ⁻¹)	0,17 – 1,42	0,27 – 2,63	0,1 – 5
Alkalinitas (mg L ⁻¹)	156 – 172	116 – 149	100 – 150
TOM (mg L ⁻¹)	51,20 – 70,67	58,78 – 68,59	≤ 90
TBC (CFU mL ⁻¹)	1,2 × 10 ⁵ – 8 × 10 ⁶	8,8 × 10 ⁵ – 6,6 × 10 ⁶	≤ 1 × 10 ⁶
TVC (CFU mL ⁻¹)	160 – 2867	300 – 1513	≤ 1 × 10 ³

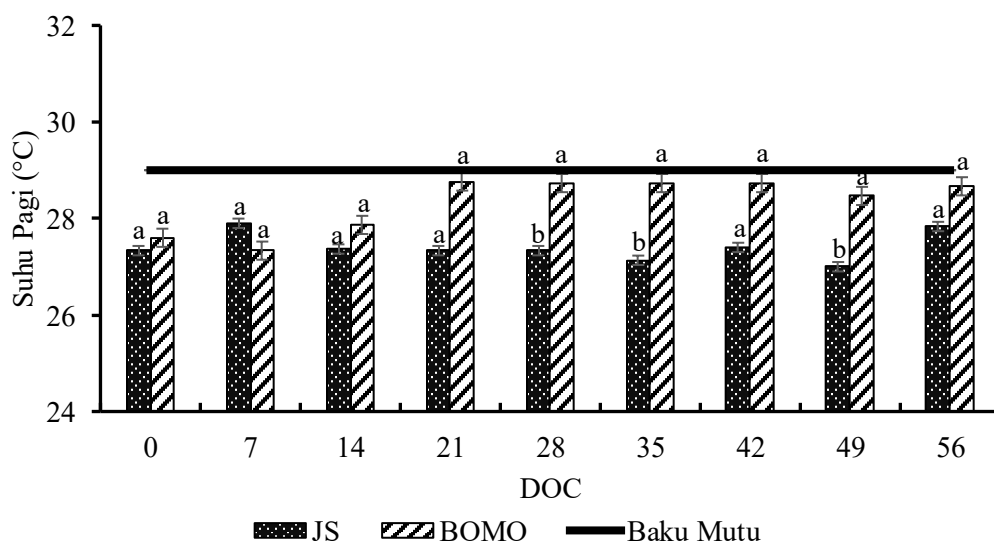
*= SNI 2015

Hasil kisaran kualitas air antar unit yang diamati disesuaikan dengan baku mutu kualitas air berdasarkan SNI 2015. Perbedaan kualitas air secara signifikan dapat mempengaruhi produktivitas budidaya udang vaname (Lampiran 2). Kisaran kualitas air yang diamati antar unit dikomparasikan menggunakan *Independent Samples T-Test*.



Gambar 2 Hasil pengukuran salinitas setiap minggu pada unit berbeda

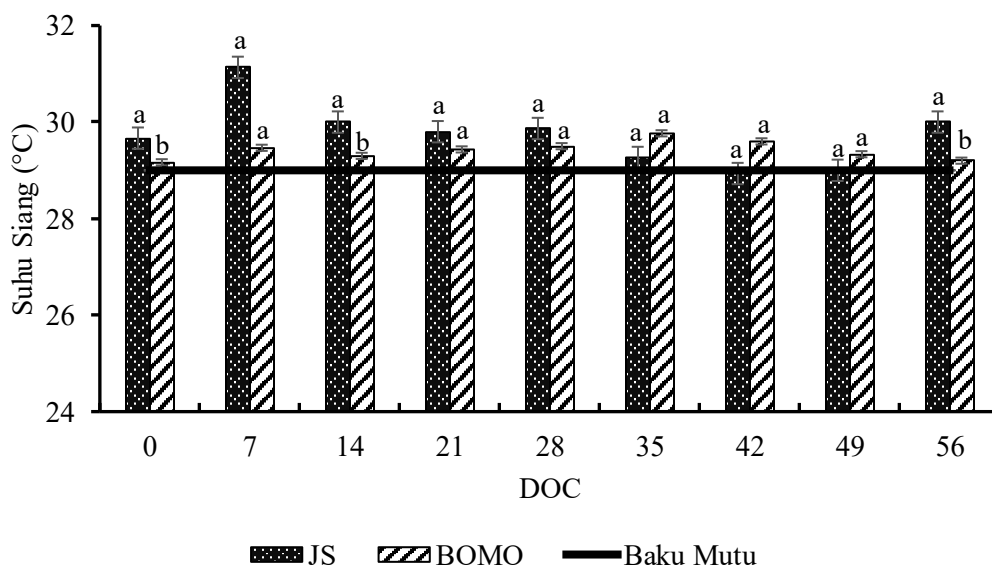
Hasil pengukuran parameter salinitas pada setiap unit ditampilkan pada Gambar 2. Unit Jatisari memiliki kisaran 26 – 30 sedangkan unit Bomo berkisar 28 – 29. Rata-rata salinitas pada unit Jatisari ($28 \pm 0,16$) sama dengan unit Bomo ($28 \pm 0,10$). Nilai rata-rata salinitas pada unit Jatisari lebih rendah dari baku mutu yang disarankan sedangkan pada unit Bomo sesuai dengan kisaran baku mutu yang disarankan. Hasil uji *Independent T-Test* menunjukkan nilai ($p > 0,05$), sehingga tidak terdapat perbedaan signifikan nilai salinitas antara kedua unit.



Gambar 3 Hasil pengukuran Suhu pagi setiap minggu pada unit berbeda

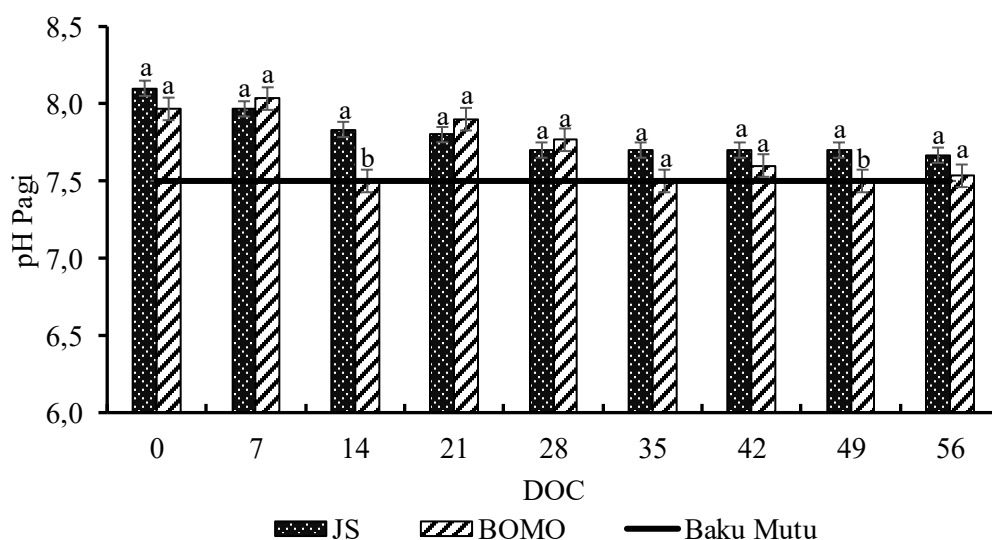
Berdasarkan hasil pada Gambar 3, pengukuran suhu pagi pada unit Jatisari menghasilkan kisaran $27,1^{\circ} - 27,9^{\circ} \text{C}$ sedangkan unit Bomo menghasilkan kisaran sebesar $27,3 - 28,8^{\circ} \text{C}$. Rata-rata suhu pagi pada Jatisari ($27,4 \pm 0,07$) lebih rendah dibandingkan pada unit Bomo ($28,3 \pm 0,43$). Suhu pada unit Jatisari lebih rendah dari baku mutu yang disarankan sedangkan pada unit Bomo

termasuk dalam kisaran baku mutu yang baik untuk budidaya udang vaname. Hasil uji *Independent T-Test* menunjukkan nilai ($p < 0,05$) dapat diartikan terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua unit.



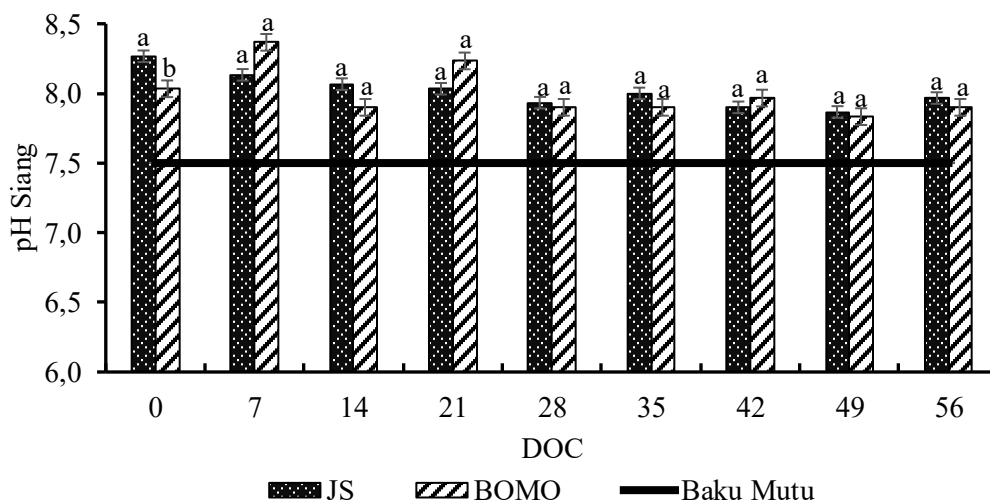
Gambar 4 Hasil pengukuran Suhu siang setiap minggu pada unit berbeda

Gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran suhu siang pada setiap unit. Unit Jatisari menghasilkan kisaran 28,9–31,1 °C sedangkan unit Bomo menghasilkan kisaran sebesar 29,2–29,8 °C. Rata-rata suhu siang pada Jatisari ($29,7 \pm 0,03$) lebih tinggi dibandingkan pada unit Bomo ($29,4 \pm 0,26$). Suhu siang kedua unit termasuk dalam baku mutu yang baik untuk budidaya udang vaname. Hasil uji *Independent T-Test* menunjukkan nilai ($p < 0,05$) yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan pada parameter suhu siang antara kedua unit.



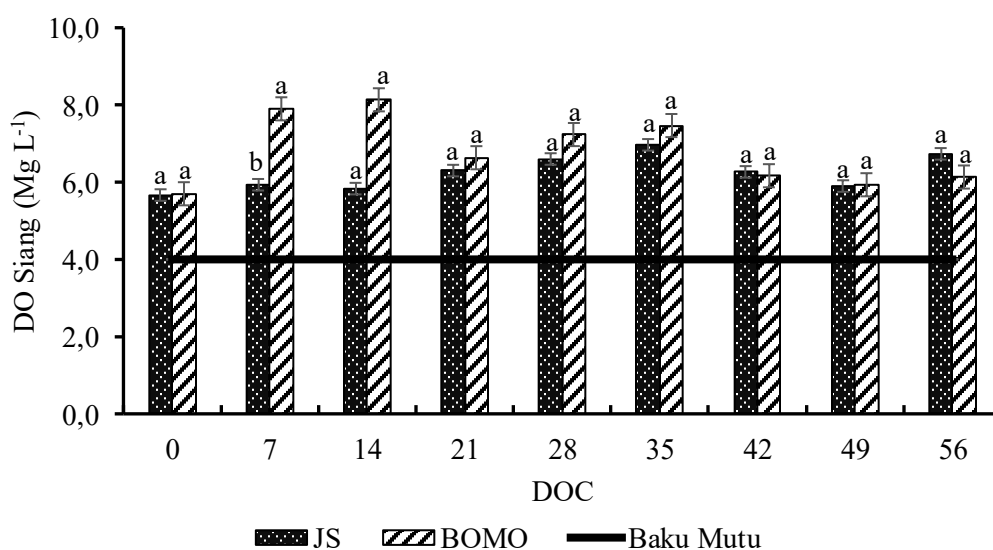
Gambar 5 Hasil pengukuran pH pagi setiap minggu pada unit berbeda

Hasil pengukuran parameter pH pagi pada setiap unit ditampilkan pada Gambar 5. Unit Jatisari memiliki kisaran 7,7-8,1 sedangkan unit Bomo berkisar 7,5 – 8,0. Rata-rata pH pagi pada unit Jatisari ($7,8 \pm 0,01$) lebih tinggi dibandingkan pada unit Bomo ($7,7 \pm 0,06$). Nilai rata-rata pH pagi pada kedua unit sesuai dengan kisaran baku mutu yang disarankan. Hasil uji *Independent T-Test* menunjukkan nilai ($p < 0,05$) dapat diartikan terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua unit.



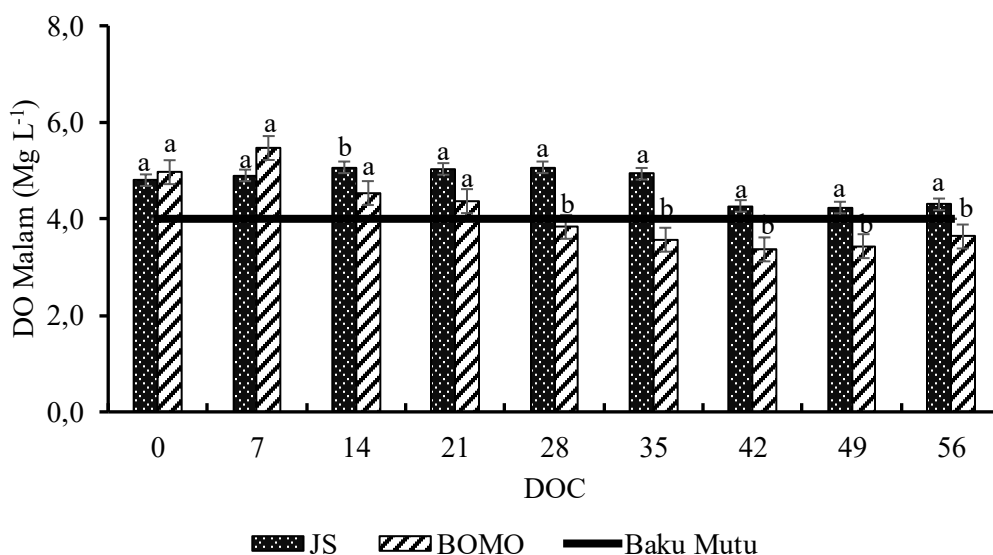
Gambar 6 Hasil pengukuran pH siang setiap minggu pada unit berbeda

Hasil pengukuran parameter pH siang pada setiap unit ditampilkan pada Gambar 6. Unit Jatisari memiliki kisaran 7,9 – 8,3 sedangkan unit Bomo berkisar 7,8 – 8,4. Rata-rata pH siang pada unit Jatisari ($8,0 \pm 0,01$) sama dengan unit Bomo ($8,0 \pm 0,04$). Nilai rata-rata pH siang pada kedua unit sesuai dengan baku mutu yang disarankan. Hasil uji *Independent T-Test* menunjukkan nilai ($p > 0,05$) yang berarti parameter pH siang tidak memiliki perbedaan yang signifikan dari kedua unit.



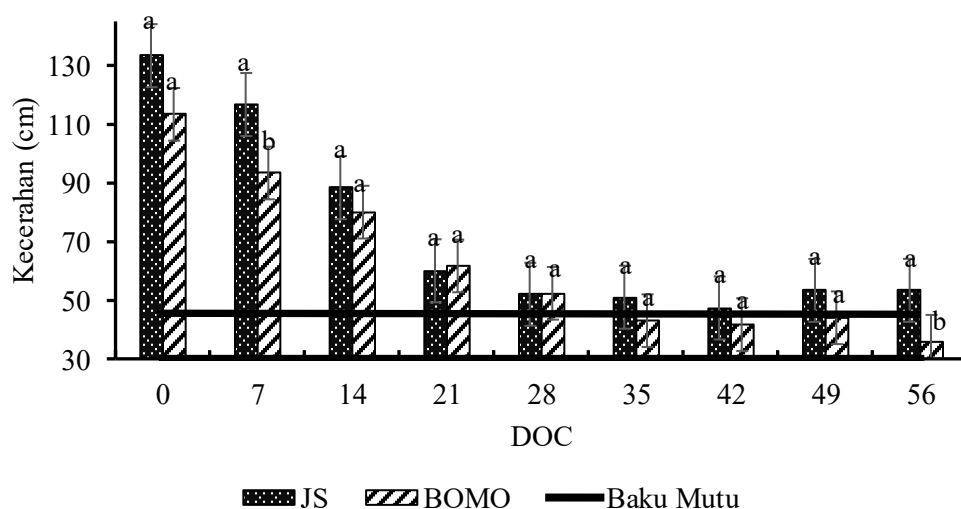
Gambar 7 Hasil pengukuran DO siang setiap minggu pada unit berbeda

Hasil pengukuran parameter DO siang dapat dilihat pada Gambar 7. Unit Jatisari memiliki kisaran 5,7 – 7,0 sedangkan unit Bomo berkisar 5,7 – 8,1. Rata-rata nilai DO siang pada unit Jatisari ($6,2 \pm 0,051$) lebih rendah dibandingkan pada unit Bomo ($6,8 \pm 0,137$). Nilai DO siang pada kedua unit sesuai dengan baku mutu yang baik untuk budidaya udang vaname. Hasil uji *Independent T-Test* menunjukkan nilai ($p < 0,05$), terdapat perbedaan signifikan nilai DO siang antara kedua unit.



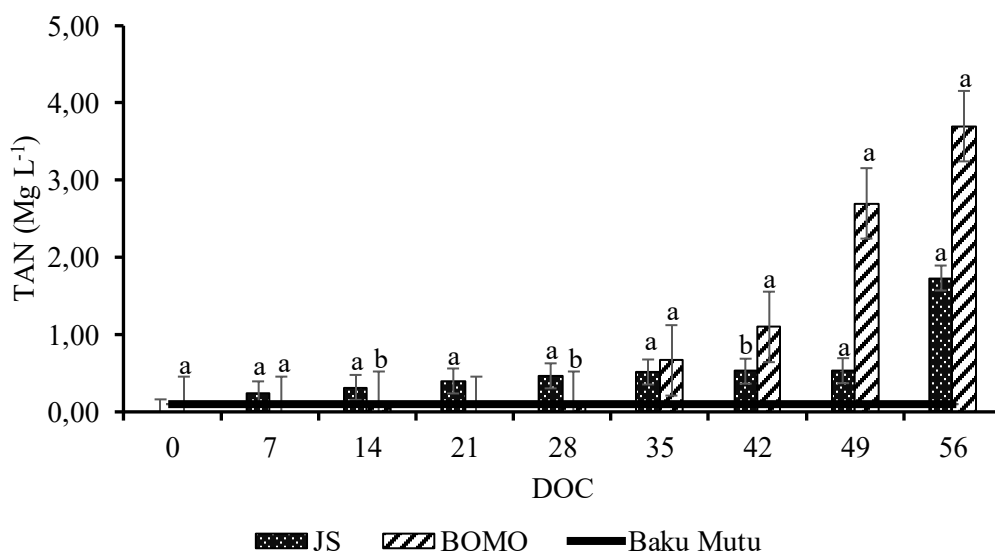
Gambar 8 Hasil pengukuran DO malam setiap minggu pada unit berbeda

Gambar 8 menunjukkan hasil pengukuran parameter DO malam pada unit Jatisari memiliki kisaran 4,2 – 5,1 sedangkan unit Bomo berkisar 3,4 – 5,5. Rata-rata nilai DO malam pada unit Jatisari ($4,7 \pm 0,083$) lebih tinggi dibandingkan pada unit Bomo ($4,1 \pm 0,300$). Nilai DO malam pada unit Jatisari sesuai dari baku mutu yang disarankan sedangkan pada unit Bomo kurang dari kisaran baku mutu yang disarankan. Hasil uji *Independent T-Test* menunjukkan nilai ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan signifikan nilai DO malam antara kedua unit.



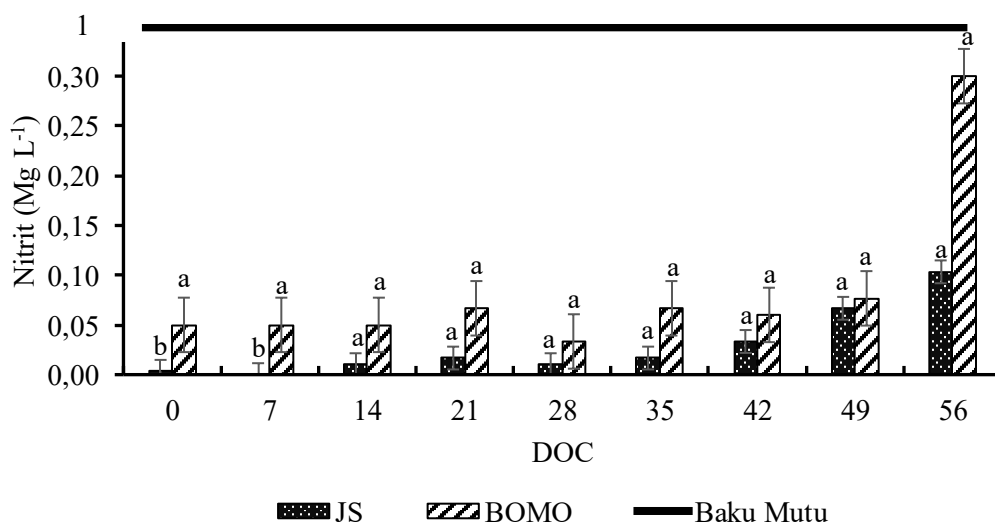
Gambar 9 Hasil pengukuran kecerahan setiap minggu pada unit berbeda

Berdasarkan hasil pada Gambar 9, parameter kecerahan pada unit Jatisari memiliki kisaran 47 – 133 sedangkan unit Bomo berkisar 36 – 113. Rata-rata kecerahan pada unit Jatisari ($73 \pm 1,71$) lebih tinggi dibandingkan pada unit Bomo ($63 \pm 9,14$). Nilai rata-rata kecerahan pada kedua unit sesuai dengan baku mutu yang disarankan. Hasil uji *Independent T-Test* menunjukkan nilai ($p > 0,05$), yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan nilai kecerahan antara kedua unit.



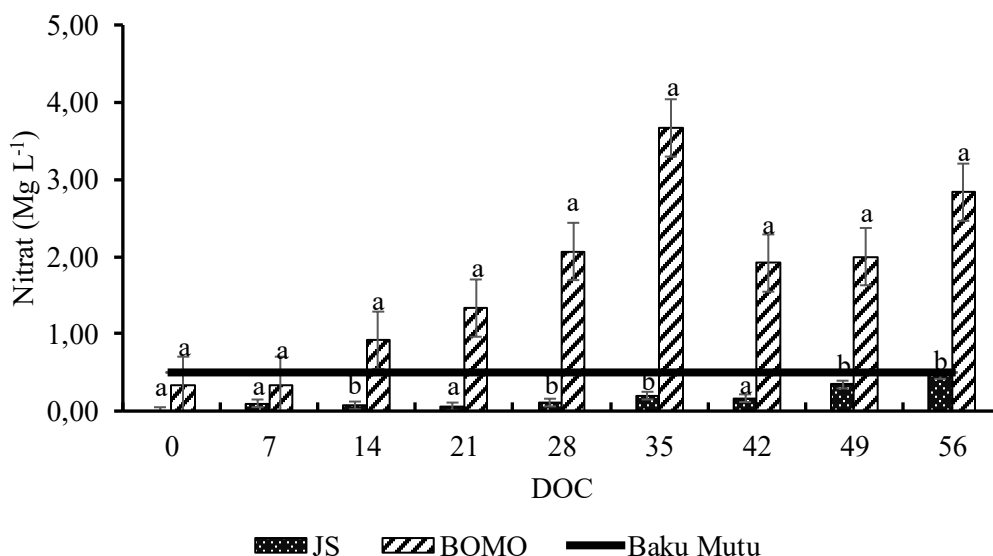
Gambar 10 Hasil pengukuran TAN setiap minggu pada unit berbeda

Grafik pada Gambar 10 menunjukkan hasil bahwa pengukuran parameter TAN pada unit Jatisari memiliki kisaran 0 – 1,73 sedangkan unit Bomo berkisar 0 – 3,7. Rata-rata TAN pada unit Jatisari ($0,43 \pm 0,018$) lebih rendah dibandingkan pada unit Bomo ($0,92 \pm 0,300$). Nilai rata-rata TAN kedua unit melebihi baku mutu parameter. Hasil uji *Independent T-Test* menunjukkan nilai ($p > 0,05$) dapat diartikan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua unit.



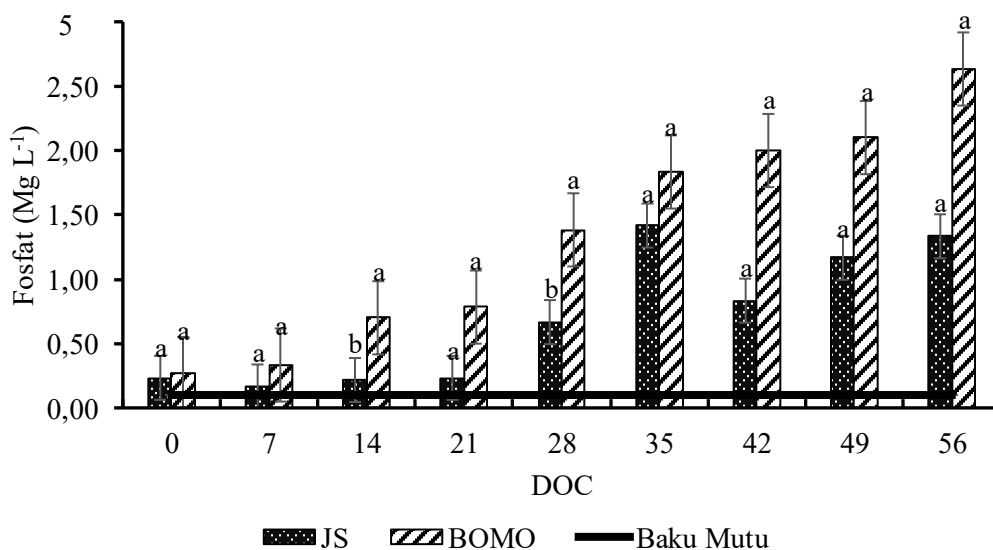
Gambar 11 Hasil pengukuran nitrit setiap minggu pada unit berbeda

Gambar 11 menunjukkan hasil pengukuran nitrit pada unit Jatisari yaitu 0 – 0,1 sedangkan pada unit Bomo berkisar 0 – 0,3. Rata-rata nitrit ($0,03 \pm 0,007$) pada unit Jatisari lebih rendah pada unit Bomo ($0,08 \pm 0,041$). Nilai rata-rata nitrit pada kedua unit termasuk dalam batas aman baku mutu parameter. Hasil uji *Independent T-Test* nitrit menunjukkan nilai ($p < 0,05$) sehingga dapat diartikan bahwa nitrit pada kedua unit memiliki perbedaan yang signifikan.



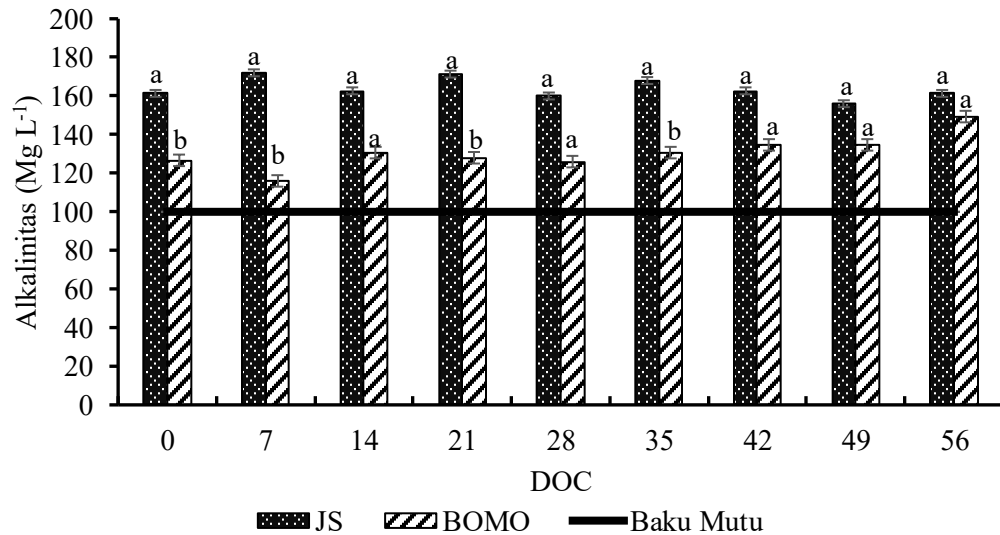
Gambar 12 Hasil pengukuran nitrat setiap minggu pada unit berbeda

Berdasarkan hasil pada Gambar 12, pengukuran nitrat pada unit Jatisari yaitu 0 – 0,47 sedangkan pada unit Bomo berkisar 0,33 – 3,67. Rata-rata nitrat ($0,17 \pm 0,082$) pada unit Jatisari lebih rendah pada unit Bomo ($1,71 \pm 1,143$). Nilai rata-rata nitrat pada unit Bomo melebihi baku mutu parameter. Hasil uji *Independent T-Test* menunjukkan nilai ($p < 0,05$) sehingga dapat diartikan bahwa nitrat pada kedua unit memiliki perbedaan yang signifikan.



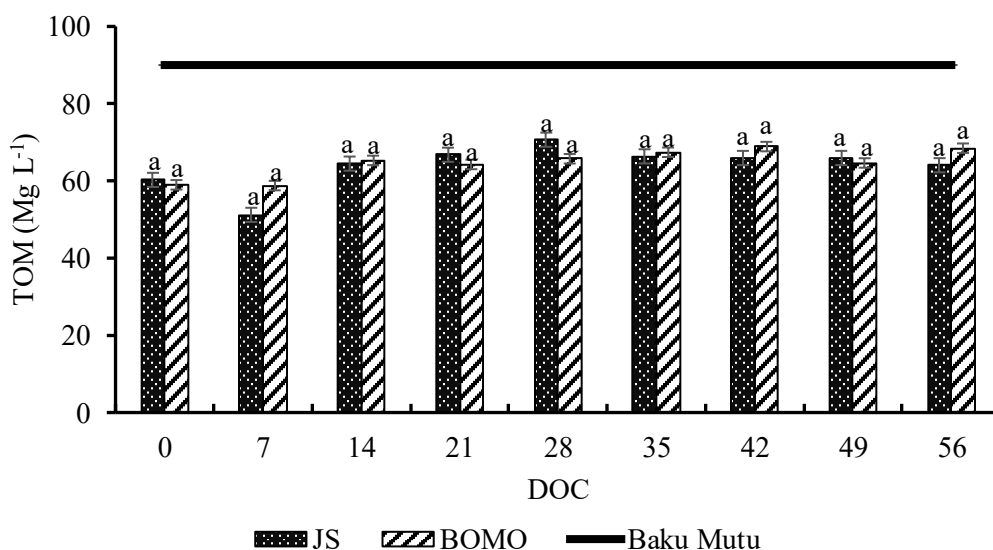
Gambar 13 Hasil pengukuran fosfat setiap minggu pada unit berbeda

Hasil pengukuran parameter fosfat dapat dilihat pada Gambar 13. Unit Jatisari memiliki kisaran 0,17 – 1,42 sedangkan unit Bomo berkisar 0,27 – 2,63. Rata-rata fosfat pada unit Jatisari ($0,67 \pm 0,03$) lebih rendah dibandingkan pada unit Bomo ($1,34 \pm 0,471$). Nilai rata-rata fosfat pada kedua unit sesuai dengan baku mutu yang disarankan. Hasil uji *Independent T-Test* menunjukkan nilai ($p > 0,05$), sehingga nilai fosfat pada kedua unit tidak memiliki perbedaan yang signifikan.



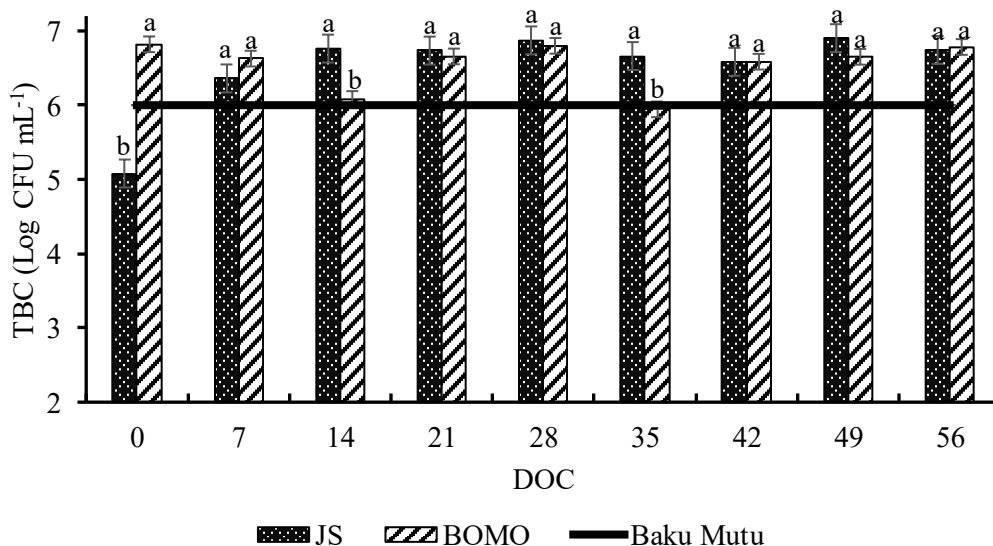
Gambar 14 Hasil pengukuran alkalinitas setiap minggu pada unit berbeda

Hasil pengukuran parameter alkalinitas dapat dilihat pada Gambar 14. Unit Jatisari memiliki kisaran 156 – 172 sedangkan unit Bomo berkisar 116 – 149. Rata-rata alkalinitas pada unit Jatisari ($164 \pm 2,59$) lebih tinggi dibandingkan pada unit Bomo ($131 \pm 11,60$). Nilai rata-rata alkalinitas pada unit Jatisari lebih tinggi dari baku mutu yang disarankan sedangkan pada unit Bomo sesuai dengan kisaran baku mutu yang disarankan. Hasil uji *Independent T-Test* menunjukkan nilai ($p < 0,05$), sehingga terdapat perbedaan signifikan nilai alkalinitas antara kedua unit.



Gambar 15 Hasil pengukuran TOM setiap minggu pada unit berbeda

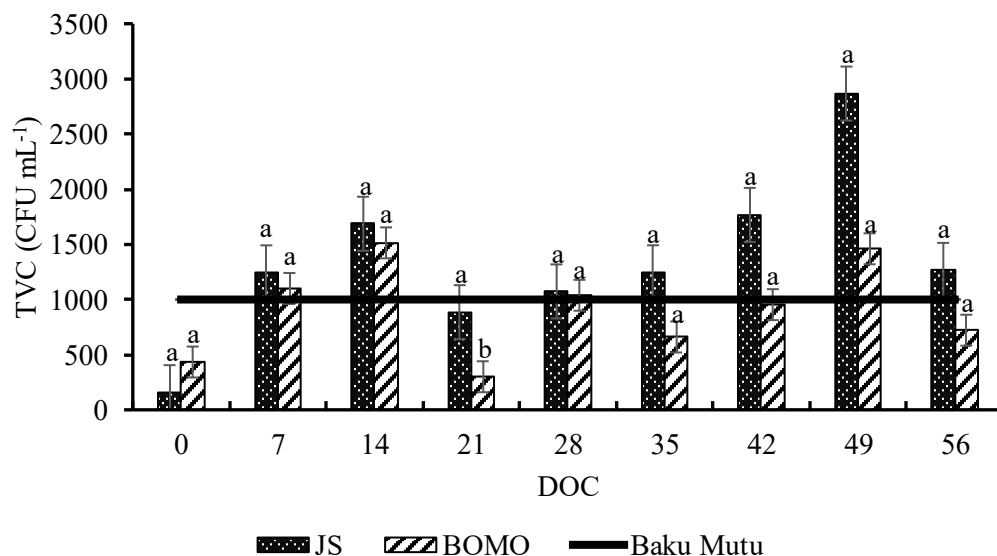
Berdasarkan Gambar 15, parameter TOM pada unit Jatisari memiliki kisaran 51,2 – 70,67 sedangkan unit Bomo berkisar 58,78 – 68,89. Rata-rata TOM pada unit Jatisari ($63,96 \pm 0,674$) lebih rendah dibandingkan pada unit Bomo ($64,72 \pm 0,803$). Nilai rata-rata TOM kedua unit sesuai dengan baku mutu parameter yang baik untuk budidaya udang vaname. Hasil uji *Independent T-Test* menunjukkan nilai ($p > 0,05$), sehingga nilai TOM pada kedua unit memiliki perbedaan yang tidak signifikan.



Gambar 16 Hasil pengukuran TBC setiap minggu pada unit berbeda

Hasil pada Gambar 16 menunjukkan pengukuran parameter TBC pada unit Jatisari memiliki kisaran 120267 – 8000000 sedangkan unit Bomo berkisar 880000 – 6613333. Rata-rata TBC pada unit Jatisari (4785956 ± 748193) lebih tinggi dibandingkan pada unit Bomo (424963 ± 517286). Nilai rata-rata TBC kedua unit melebihi baku mutu parameter yang baik untuk budidaya udang

vaname. Hasil uji *Independent T-Test* menunjukkan nilai ($p>0,05$), sehingga nilai TBC pada kedua unit memiliki perbedaan yang tidak signifikan.

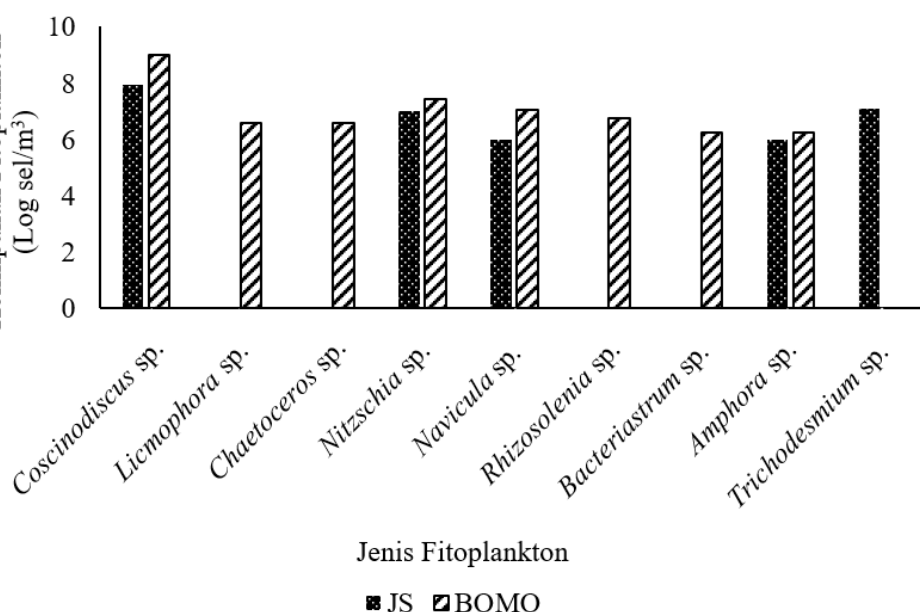


Gambar 17 Hasil pengukuran TVC setiap minggu pada unit berbeda

Hasil pada Gambar 17 menunjukkan hasil parameter TVC pada unit Jatisari memiliki kisaran 160 – 2867 sedangkan unit Bomo berkisar 300 – 1513. Rata-rata TVC pada unit Jatisari ($1355 \pm 95,55$) lebih tinggi dibandingkan pada unit Bomo ($909 \pm 317,01$). Nilai rata-rata TVC kedua unit sesuai dengan baku mutu parameter yang baik untuk budidaya udang vaname. Hasil uji *Independent T-Test* menunjukkan nilai ($p<0,05$), sehingga nilai TVC pada kedua unit memiliki perbedaan yang signifikan.

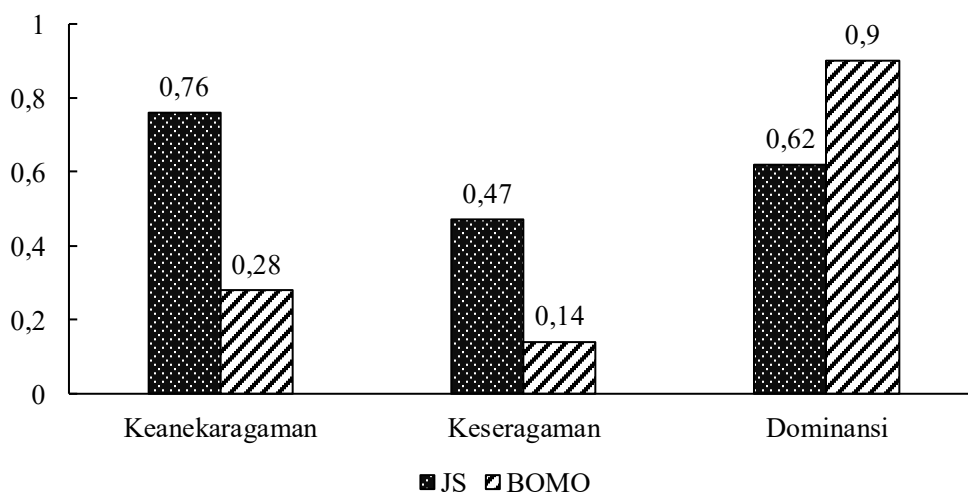
3.1.3 Analisis Kelimpahan Plankton

Kelimpahan fitoplankton yang diamati menghasilkan variasi yang berbeda. Berdasarkan hasil pada Gambar 18 kelimpahan fitoplankton unit Jatisari sebanyak 108.291.666 sel/m² dan unit Bomo sebanyak 1.021.166.667 sel/m². Hasil pengamatan jenis fitoplankton pada unit Jatisari terdapat dua kelas yaitu Bacillariophyceae (4 genera) dan Cyanophyceae (1 genera), sedangkan pada unit Bomo didapatkan hanya kelas Bacillariophyceae (8 genera). Suprakto *et al.* (2024) melaporkan bahwa kelimpahan fitoplankton pada budidaya udang sistem intensif dalam 58 hari pemeliharaan berkisar $190 \times 10^3 - 960 \times 10^3$ sel/m³. Kelimpahan plankton di lokasi penelitian jauh lebih tinggi dikarenakan faktor sumber air yang tergolong subur.



Gambar 18 Kelimpahan fitoplankton di Unit Jatisari dan Bomo

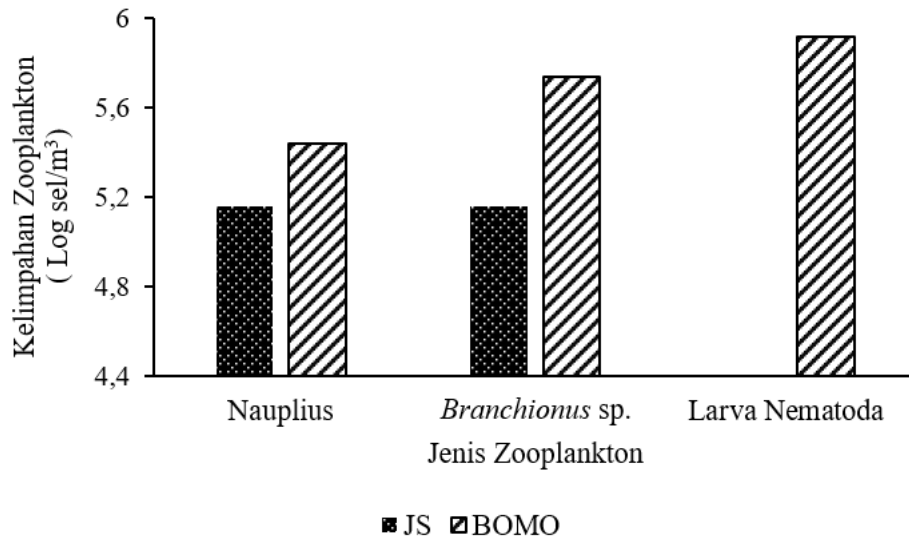
Komponen ekologi fitoplankton dapat dilihat melalui indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (C) untuk mendeteksi kesuburan dan kestabilan ekologi perairan (Lubis *et al.* 2023). Hasil pengamatan nilai indeks ekologi fitoplankton dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19 Indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi fitoplankton

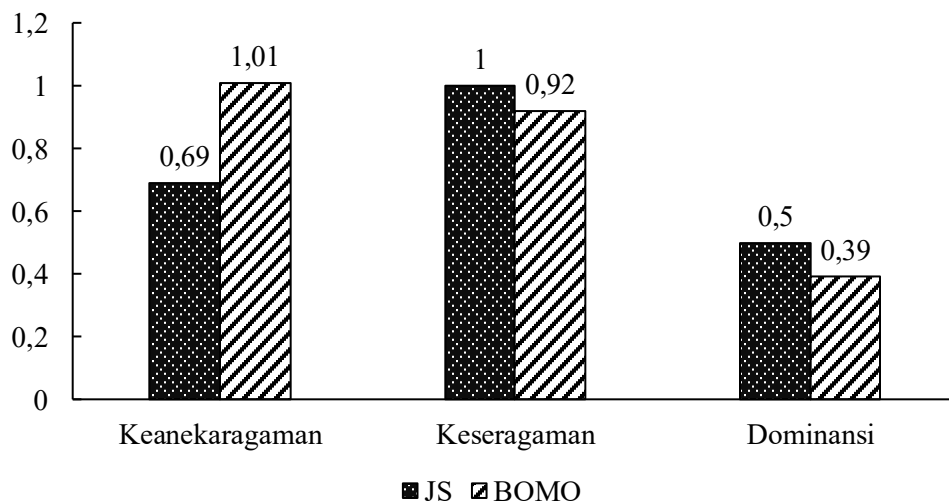
Berdasarkan Gambar 19 menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman fitoplankton pada unit Jatisari sebesar 0,76 sedangkan Bomo sebesar 0,28. Nilai indeks keanekaragaman fitoplankton kedua unit dihasilkan $H' < 1$ yang diartikan bahwa kestabilan komunitasnya rendah. Nilai keseragaman fitoplankton pada Unit Jatisari sebesar 0,47 lebih rendah dibandingkan dengan Bomo yang bernilai sebesar 0,14. Nilai indeks keseragaman pada unit Jatisari dikategorikan keseragaman sedang ($0,4 < E < 0,6$) dan Bomo keseragaman rendah ($E < 0,4$). Nilai dominansi fitoplankton pada unit Jatisari sebesar 0,62, sedangkan Bomo sebesar

0,9. Nilai indeks dominansi unit Jatisari dikategorikan dalam dominansi sedang ($0,5 < C < 0,75$) dan unit bomo termasuk kategori dominansi tinggi ($0,75 < C < 1$)



Gambar 20 Kelimpahan zooplankton di Unit Jatisari dan Bomo

Kelimpahan zooplankton yang dihasilkan pada unit Jatisari sebanyak 297.500 sel/m² dan Bomo sebanyak 1.650.000 sel/m². Hasil pengamatan jenis zooplankton pada unit Jatisari terdapat dua kelas yaitu Crustaceae berjenis nauplius dan Rotifera berjenis *Branchionus* sp.. Sedangkan pada unit Bomo didapatkan kelas Crustaceae berjenis nauplius, filum Rotifera berjenis *Branchionus* sp., dan Nematoda. Berdasarkan hasil pada Gambar 20, kelimpahan zooplankton pada unit Bomo lebih tinggi dan bervariasi dibandingkan Jatisari.

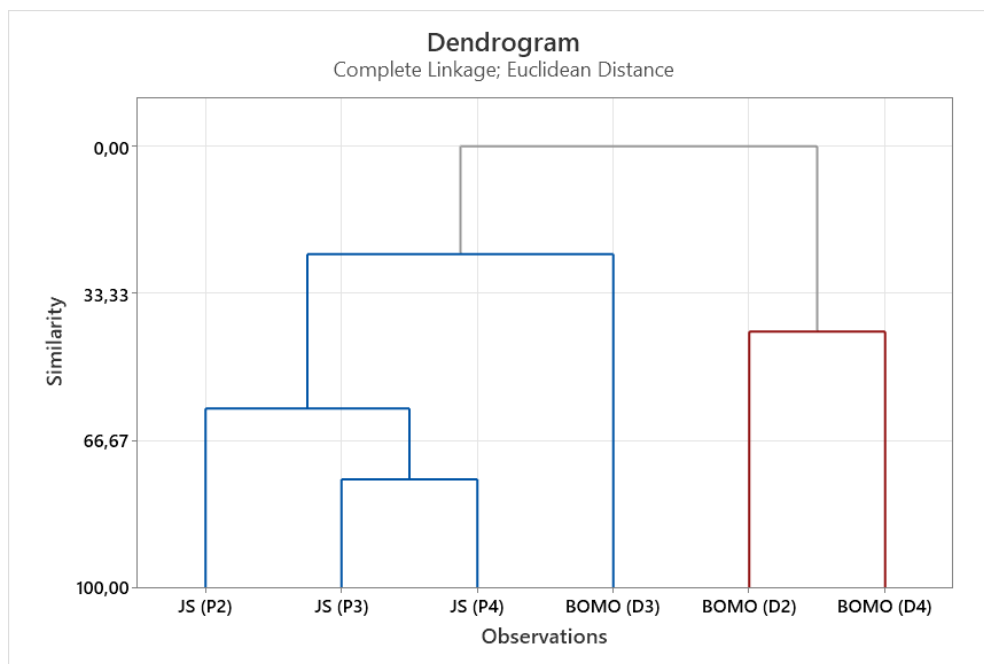


Gambar 21 Indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi zooplankton

Hasil pada Gambar 21 menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman zooplankton pada unit Jatisari sebesar 0,69 sedangkan Bomo sebesar 1,01. Nilai keseragaman zooplankton pada Unit Jatisari sebesar 1,00 lebih tinggi dibandingkan dengan Bomo yang bernilai 0,92. Nilai dominansi zooplankton pada unit Jatisari sebesar 0,50, sedangkan Bomo sebesar 0,39.

3.1.4 Analisis Kluster

Analisis kluster berupa dendrogram menggunakan metode hierarki *complete linkage* untuk mengetahui kemiripan variabel pada masing-masing petak di Unit Jatisari dan Bomo. Dendrogram hasil analisis kluster disajikan pada Gambar 22.

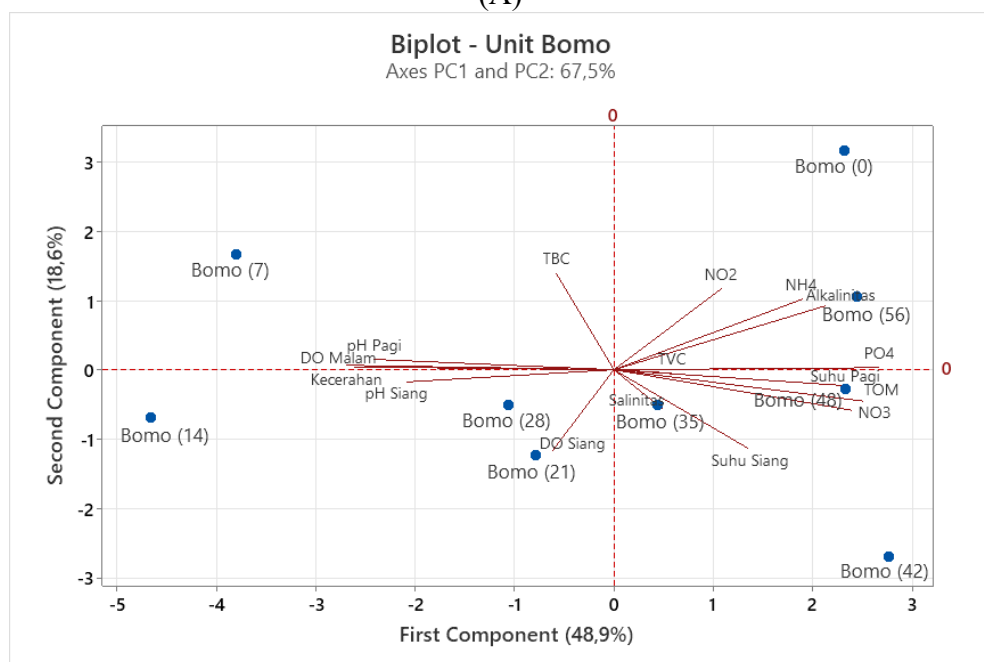
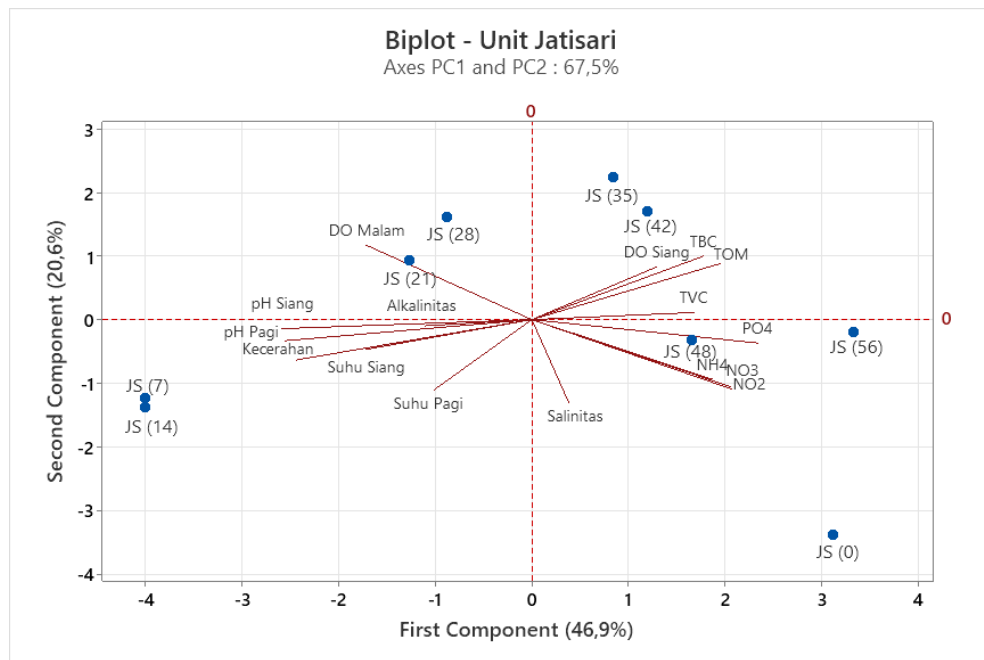


Gambar 22 Dendrogram observasi Unit Jatisari dan Bomo

Berdasarkan dendrogram pada Gambar 22 dapat diketahui bahwa terbagi dua klaster besar. Klaster pertama terdiri dari JS (P2), JS (P3), JS (P4) dan BOMO (D3) dengan *similarity* antar klaster sebesar 24,48% yang berarti 4 petak memiliki kemiripan kondisi lingkungan. Klaster kedua terdiri dari unit BOMO (D2) dan BOMO (D4) dengan *similarity* antar klaster sebesar 42,02%. Kemiripan tertinggi terdapat pada JS (P3) dan JS (P4) sebesar 75,52% (Lampiran 5). *Similarity* yang mendekati 100% menunjukkan bahwa hubungan dan kemiripan antar variabelnya semakin kuat.

3.1.5 Analisis *Principal Component Analysis* (PCA)

Analisis PCA akan menghasilkan dugaan hubungan antar variabel berbentuk komponen utama. Hasil biplot PCA pada Unit Jatisari dan Bomo ditunjukkan pada Gambar 23.



Gambar 23 Biplot PCA pada Unit Jatisari (A) dan Bomo (B)

Hasil biplot pada Gambar 23 menunjukkan parameter kualitas air yang mencirikan setiap waktu sampling pada masing-masing unit. Nilai *eigenvalue* unit Jatisari dan Bomo menjelaskan 67,5% total variasi dari seluruh data. Unit Jatisari dicirikan oleh parameter DO siang, TBC, TOM, TAN, nitrit, nitrat dan fosfat, sedangkan unit Bomo dicirikan oleh parameter suhu, TOM, TAN, nitrit, nitrat, fosfat dan alkalinitas. *First component* (PC1) menunjukkan variabel positif ke arah kanan dan *second component* (PC2) menunjukkan variabel positif ke arah atas.

Semakin positif pemuatan komponen maka semakin kuat korelasi variabel pada komponen (Fitrianingsih dan Sugiyarto 2019).

Berdasarkan hasil *eigenanalysis* (Lampiran 3) dapat diketahui bahwa pola dan pengelompokan lokasi berdasarkan parameter kualitas air dan kinerja produksi udang vaname. *Eigenvalues* merupakan nilai yang menunjukkan pengaruh variansi data terhadap pembentukan matriks pada komponen utama, semakin besar nilai *eigenvalues* maka semakin besar perwakilan faktor yang terbentuk (Widiasih dan Suarmanayasa 2021).

3.2 Pembahasan

Rekapitulasi data kinerja produksi udang vaname pada akhir fase pemeliharaan hari ke-55 dapat dilihat pada Tabel 2. Unit Jatisari mencatatkan total produktivitas yang sedikit lebih unggul dengan capaian sebesar $13.615 \pm 436,33$ kg/ha, sedangkan unit Bomo menghasilkan sebesar $12.996 \pm 3211,38$ kg/ha pada periode waktu pemeliharaan yang sama. Disparitas produktivitas ini merepresentasikan adanya ketimpangan kualitas daya dukung lingkungan antara kedua lokasi budidaya. Menurut Putra *et al.* (2023), keberhasilan panen pada industri akuakultur sangat ditentukan oleh kemampuan sistem dalam menjaga kestabilan parameter kualitas air.

Tingkat produktivitas biomassa udang vaname dipengaruhi oleh fluktuasi parameter kualitas air di masing-masing petak budidaya. Kualitas lingkungan yang buruk akan membuat benur unggul dan pakan premium kehilangan efektivitasnya dalam memacu produksi (Supono 2018). Hal ini tercermin dari perbandingan tingkat kelangsungan hidup udang yang dapat dilihat pada Tabel 2. Unit Jatisari berhasil mempertahankan persentase kehidupan populasi pada angka rata-rata 88,4 persen. Angka penyintasan ini sedikit lebih tinggi dibandingkan Unit Bomo yang bertahan pada level 87,0 persen. Angka tersebut menjadi indikator adanya tekanan lingkungan pada kolom air. Kematian individu udang ini berdampak langsung pada penyusutan total tonase panen di akhir siklus.

Penurunan angka kelangsungan hidup di tambak Bomo memiliki keterkaitan erat dengan fenomena minimnya ketersediaan oksigen terlarut. Udang vaname yang terpapar kadar oksigen rendah pada malam hari akan mengalami penurunan fungsi imunitas non-spesifik (Fatmala *et al.* 2019). Penurunan drastis aktivitas sel hemosit membuat tubuh udang menjadi rentan terhadap infeksi patogen di perairan. Hal ini juga selaras dengan penelitian Suasono *et al.* (2026), yang menyatakan bahwa tingkat penyintasan udang berbanding lurus dengan kemampuan sistem dalam menyediakan oksigen terlarut yang memadai.

Tingkat efisiensi pemanfaatan pakan melalui rasio konversi pakan pada kedua unit memiliki kemiripan. Unit Jatisari mencatat nilai yang lebih sedikit lebih tinggi sebesar 1,37 dan Unit Bomo sebesar 1,31. Nilai rasio mengindikasikan bahwa nutrisi pakan berhasil ditransformasi menjadi jaringan daging, sedangkan tingginya rasio mengarah pada adanya gangguan dalam proses metabolisme dan penyerapan nutrisi. Hal ini juga dijelaskan pada penelitian Sarmin *et al.* (2025) yang menegaskan bahwa probiotik memiliki peran dalam meningkatkan kesehatan saluran pencernaan dan efisiensi penyerapan nutrien. Meskipun demikian, laju pertumbuhan harian udang vaname yang tercantum pada Tabel 2 memperlihatkan hasil yang berbeda jauh. Nilai rata-rata penambahan bobot harian di Unit Jatisari

hanya berada pada level 0,12 gram per ekor dan Unit Bomo mencatatkan laju pertumbuhan 0,28 gram. Perbedaan ukuran pertumbuhan ini menyingkap fakta bahwa potensi genetik benur di kedua lokasi memiliki kualitas yang berbeda walaupun kedua unit menggunakan benur dengan karakter SPF. Hal tersebut disebabkan karena genetik induk mempengaruhi tingkat pertumbuhan larva benur (Kurniawan *et al.* 2025).

Fluktuasi parameter kualitas air selama periode penelitian terangkum pada Tabel 3. Parameter suhu, persentase salinitas, dan pH pada kedua lokasi berada di dalam rentang toleransi organisme budidaya. Parameter seperti tingkat DO malam hari, alkalinitas, dan senyawa nitrogen memperlihatkan perbedaan nilai antar lokasi. Udang vaname memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap berbagai bentuk penurunan kualitas kimiawi air di habitatnya. Menurut Supono (2018), fluktuasi lingkungan yang melampaui batas kemampuan adaptasi udang akan memicu stres dan kematian secara bertahap. Petak budidaya Unit Jatisari mencatatkan rentang salinitas air yang stabil pada kisaran 26 hingga 30 gram per liter (Gambar 2). Perairan tambak Unit Bomo menunjukkan tingkat salinitas pada rentang 28 hingga 29 gr/L. Angka salinitas yang terukur di kedua lokasi ini tergolong sangat ideal untuk standar operasional budidaya udang vaname.

Stabilitas parameter salinitas memegang peran penting dalam menjaga keseimbangan cairan tubuh udang dengan lingkungannya. Kinerja organ osmoregulasi udang menjadi lebih ringan ketika profil salinitas perairan berada dalam kondisi yang stabil. Tubuh udang tidak perlu menggunakan cadangan energi pakan secara berlebihan untuk mengatur keseimbangan ion garam tubuh. Energi nutrisi yang berhasil dihemat dari proses osmoregulasi ini dapat dialihkan untuk memaksimalkan proses pertumbuhan udang. Tingkat salinitas optimal menjamin kelancaran metabolisme basal udang tanpa adanya hambatan stres lingkungan (Jayanti *et al.* 2022). Profil salinitas yang seragam ini membuktikan bahwa permasalahan utama di tambak Bomo tidak berasal dari tingkat salinitas perairan.

Dinamika suhu perairan tambak pada rentang waktu pagi dan siang hari terukur dengan baik pada Gambar 3 dan Gambar 4. Suhu air pada waktu pagi hari di tambak Jatisari berada pada kisaran angka rata-rata 27,4 °C. Perairan Bomo mencatatkan angka suhu pagi yang sedikit lebih tinggi dengan rata-rata ukur menyentuh 28,3 °C. Pengukuran pada siang hari memperlihatkan peningkatan temperatur yang wajar akibat paparan radiasi sinar matahari ke permukaan air. Nilai rata-rata suhu siang di Jatisari naik menjadi 29,7 °C dan berdekatan dengan Bomo di posisi 29,4 °C. Lingkungan dengan suhu yang terkendali terbukti mampu menstimulasi udang untuk mencerna pakan secara maksimal (Telaumbanua *et al.* 2024). Nilai suhu siang hari yang optimal sangat mendukung aktivitas pernapasan mikroorganisme pengurai dan laju fotosintesis fitoplankton. Produktivitas akan menurun ketika suhu meningkat lebih dari 32 °C (Palafox *et al.* 2019).

Perkembangan nilai derajat keasaman atau pH air tambak pada dua waktu berbeda dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Angka rata-rata pH pagi di kompleks Unit Jatisari tercatat sebesar 7,8 dengan tingkat fluktuasi yang cukup rendah. Perairan Unit Bomo mencatatkan angka rata-rata ukur pH pagi pada kisaran posisi 7,7. Pengamatan pada waktu siang hari merekam peningkatan nilai pH air menjadi rata-rata 8,0 di seluruh unit budidaya. Kisaran pH yang cenderung basa pada kedua unit tambak mendukung kinerja bakteri pengurai secara optimal.

Bakteri autotrof pengurai amonia membutuhkan kondisi pH yang stabil untuk menjalankan proses nitrifikasi dengan baik (Zhang *et al.* 2021). p

Hasil pengukuran parameter DO pada siang hari di kedua unit tersaji pada Gambar 7. Unit Jatisari mencatatkan nilai DO pada kisaran 5,7 hingga 7,0 mg/L, sedangkan Unit Bomo pada rentang nilai yang sedikit lebih lebar yaitu antara 5,7 hingga 8,1 mg/L. Tingginya kadar oksigen pada siang hari sangat dikendalikan oleh intensitas proses fotosintesis fitoplankton di kolom air. Kumpulan mikroalga memproduksi oksigen dalam jumlah masif ketika mendapat paparan sinar matahari yang maksimal (Gultom 2018). Udang vaname membutuhkan pasokan oksigen yang stabil selama dua puluh empat jam penuh untuk memaksimalkan proses penyerapan nutrisi pakan. Kondisi supersaturasi oksigen di Bomo pada siang hari justru menjadi awal mula dari serangkaian masalah penurunan produktivitas udang (Wahyuni *et al.* 2022).

Ketersediaan oksigen terlarut pada malam hari merujuk pada sisa kadar oksigen air setelah proses fotosintesis terhenti akibat ketiadaan cahaya matahari. Parameter ini sangat menentukan tingkat kelangsungan hidup udang karena malam hari merupakan fase kritis ketika seluruh organisme perairan saling bersaing menghirup oksigen (Renitasari *et al.* 2023). Grafik fluktuasi oksigen terlarut pada waktu malam hari dapat dilihat pada Gambar 8. Unit Jatisari tetap mampu mempertahankan rata-rata oksigen malam hari pada batas yang sangat aman yaitu 4,7 mg/L. Konsentrasi oksigen di Unit Bomo justru mengalami penurunan tajam hingga menyentuh angka terendah pada posisi 3,4 mg/L.

Penurunan oksigen secara drastis di Unit Bomo dipicu oleh tingginya beban respirasi seluruh organisme perairan. Kepadatan fitoplankton yang sangat tinggi di tambak Bomo diduga menyerap oksigen dalam jumlah masif selama masa gelap. Aktivitas pernapasan mikroalga ini menjadi penyumbang utama hilangnya cadangan oksigen terlarut di perairan Bomo. Penelitian Suasono *et al.* (2026) menegaskan bahwa kelimpahan plankton yang tidak terkendali selalu berakhir pada krisis oksigen malam hari yang mencekik biota budidaya. Ketiadaan oksigen mendesak tubuh udang untuk membatasi pernapasan aerobik dan beralih menggunakan proses anaerobik. Hal ini juga dijelaskan pada penelitian Rosas *et al.* (1999) yang menyatakan bahwa kelelahan organ akibat kurangnya oksigen dapat meruntuhkan sistem kekebalan tubuh udang sehingga tingkat kelangsungan hidup atau SR menurun secara tajam.

Tingkat kecerahan perairan pada kedua unit tambak divisualisasikan melalui grafik pada Gambar 9. Rata-rata nilai kecerahan di Unit Jatisari mencapai 73 cm yang menunjukkan kondisi penetrasi cahaya cukup ideal. Sedangkan unit Bomo memiliki rata-rata tingkat kecerahan yang lebih rendah pada angka 63 cm. Jarak tembus cahaya yang semakin pendek di Unit Bomo menjadi bukti bahwa perairan tersebut sangat pekat. Menurut (Zega *et al.* 2023) kecerahan air merupakan ukuran kejernihan visual yang menentukan seberapa dalam cahaya matahari mampu menembus lapisan kolom air. Penetrasi cahaya sangat dibutuhkan oleh fitoplankton untuk menjalankan proses fotosintesis di kedalaman air. Udang vaname yang hidup di dasar tambak Bomo diduga kehilangan pasokan oksigen dari fotosintesis benthik akibat pekatnya air. Suhendar *et al.* (2020) mencatat bahwa perairan yang terlalu keruh akan memicu penumpukan gas beracun di dasar air akibat minimnya proses oksidasi.

Nitrogen Amonia Total atau TAN merupakan gabungan dari senyawa amonia bebas beracun dan ion amonium yang terlarut di dalam air. Senyawa ini merupakan produk utama dari sisa metabolisme protein udang dan pembusukan materi organik di dasar tambak. Hasil pengukuran konsentrasi amonia pada masing-masing unit pengamatan ditampilkan secara visual pada Gambar 10. Unit Jatisari menunjukkan kualitas sirkulasi unsur hara yang lebih baik dengan rata-rata amonia pada level 0,43 mg/L. Parameter amonia di perairan Unit Bomo melonjak cukup tinggi hingga mencapai angka rata-rata 0,92 mg/L. Akumulasi senyawa amonia yang berlebihan di tambak Bomo murni diduga bersumber dari sisa pakan tidak dikonsumsi dan ekskresi udang. Peningkatan kadar amonia akan selalu diikuti oleh tingginya laju konsumsi oksigen oleh mikroorganisme (Arsad *et al.* 2017). Ion pada TAN relatif lebih aman dan tidak beracun bagi organisme akuatik dibandingkan dengan nitrit. (Wahyuningsih dan Gitarama 2020)

Nitrit merupakan senyawa nitrogen anorganik beracun yang terbentuk sebagai produk dalam proses nitrifikasi dan keberadaannya menandakan aktivitas oksidasi ammonia oleh bakteri (Wijaya dan Putra 2021). Dinamika senyawa nitrit di kedua unit dapat dilihat pada Gambar 11 yang menunjukkan rata-rata kandungan nitrit di Unit Jatisari mampu dijaga pada batas yang sangat aman yaitu sebesar 0,03 mg/L, sedangkan unit Bomo mendapat konsentrasi nitrit yang lebih tinggi dengan rata-rata mencapai 0,08 mg/L. Peningkatan kadar nitrit di Bomo mengindikasikan terhambatnya proses nitrifikasi lanjutan akibat keterbatasan oksigen terlarut sehingga konversi nitrit menjadi nitrat tidak berlangsung secara optimal dan menyebabkan akumulasi senyawa toksik. Hal ini selaras dengan penelitian Arsad *et al.* (2017), yang menyatakan bahwa kondisi tersebut berimplikasi serius karena nitrit dapat mengikat hemoglobin dalam darah udang dan menghambat transport oksigen.

Konsentrasi nitrat sebagai produk akhir nitrifikasi dapat dilihat pada Gambar 12 yang menunjukkan pola berlawanan, dengan Unit Jatisari sebesar 0,17 mg/L dan Unit Bomo mencapai 1,71 mg/L. Tingginya kadar nitrat di Bomo mencerminkan besarnya beban limbah nitrogen yang teroksidasi sekaligus berperan sebagai sumber hara yang mempercepat pertumbuhan fitoplankton. Kondisi ini berpotensi memicu eutrofikasi yang tidak terkendali, sebagaimana dinyatakan oleh Sigalingging *et al.* (2023). Ledakan populasi plankton akibat tingginya nitrat menjadi titik awal dari permasalahan oksigen di tambak Bomo. Menurut Gultom (2018), kumpulan sel alga yang dipupuk oleh nitrat akan membutuhkan oksigen dalam jumlah masif untuk bernapas pada malam hari. Siklus ini menciptakan sebuah rantai masalah di mana limbah pakan berubah menjadi nitrat, nitrat memicu plankton, dan plankton menghabiskan oksigen. Hal ini dikarenakan nitrat menjadi sumber nitrogen esensial bagi bakteri maupun alga di perairan (Olutiola *et al.* 2010). Stabilitas kadar nitrat ini menjadi pondasi dasar tercapainya lingkungan yang sehat bagi udang vaname.

Fosfat merupakan unsur hara esensial yang berperan penting dalam proses transfer energi dan pembelahan sel fitoplankton. Perbedaan konsentrasi fosfat pada kedua unit dapat dilihat pada Gambar 13. Unit Jatisari mempertahankan konsentrasi fosfat pada tingkat terkendali dengan rata-rata 0,67 mg/L, sedangkan Unit Bomo mencapai 1,34 mg/L yang menandakan akumulasi nutrient melebihi kebutuhan ekosistem. Tingginya konsentrasi ini diduga terjadi karena ketidakseimbangan nutrisi karena fosfat berinteraksi dengan nitrat sebagai sumber hara utama yang

mempercepat proses eutrofikasi. Kombinasi kedua unsur tersebut mendorong proliferasi fitoplankton, khususnya kelas Bacillariophyceae yang mampu berkembang pesat ketika ketersediaan nutrisi melimpah (Yuliana *et al.* 2012). Hal ini juga dijelaskan oleh Yunus *et al.* 2025 yang mengatakan bahwa dominasi diatom ketidakseimbangan nitrat dan fosfat menjadi pemicu utama dominasi spesies tertentu.

Alkalinitas mencerminkan kapasitas penyangga air dalam menahan perubahan pH secara mendadak melalui peran ion karbonat dan bikarbonat. Tingkat kapasitas penyangga pada kedua unit tambak divisualisasikan dengan jelas melalui grafik pada Gambar 14. Unit Jatisari mampu mempertahankan alkalinitas pada rata-rata 164 mg/L, sedangkan Unit Bomo berada pada tingkat lebih rendah yaitu 131 mg/L yang mengindikasikan berkurangnya cadangan penyangga akibat tingginya produksi ion asam. Penurunan ini berkaitan erat dengan aktivitas biologis, terutama proses nitrifikasi yang melepaskan ion hidrogen sehingga menekan kestabilan pH perairan (Wijaya dan Putra 2021). Ketersediaan bikarbonat menjadi krusial untuk menetralkan asam, namun kapasitas penyangga yang rendah di Unit Bomo diduga menjadi penyebab sistem perairan rentan terhadap fluktuasi pH. Penelitian Amalliyah *et al.* (2025) menyatakan bahwa alkalinitas dibawah optimal dapat memicu perubahan pH yang ekstrem. Stabilitas alkalinitas di Unit Jatisari mendukung kondisi lingkungan yang lebih kondusif bagi udang.

Parameter TOM menggambarkan akumulasi materi organik terlarut dan tersuspensi di perairan yang berasal dari sisa pakan, feses, dan biomassa plankton. Perbedaan nilai TOM pada kedua unit dapat dilihat pada Gambar 15. Rata-rata TOM di Unit Jatisari tercatat 63,96 mg/L, sedangkan Unit Bomo sebesar 64,72 mg/L. Proses perombakan bahan organik ini sangat penting untuk mencegah terbentuknya endapan lumpur hitam di dasar petak budidaya. Endapan kotoran yang tidak terurai dapat memicu pembentukan gas hidrogen sulfida yang bersifat sangat mematikan bagi kehidupan dasar tambak. Putra *et al.* (2023) menyebutkan bahwa aplikasi probiotik pengurai sangat efektif dalam menjaga kualitas dasar perairan tetap higienis.

Parameter total bakteri menunjukkan jumlah mikroorganisme pengurai yang hidup di perairan tambak. Hasil pengamatan kepadatan bakteri pada kedua lokasi budidaya disajikan secara grafik pada Gambar 16. Unit Jatisari memiliki rata-rata kepadatan bakteri sebesar 4.785.956 CFU/mL selama masa pemeliharaan berlangsung. Perairan Unit Bomo mencatatkan populasi bakteri yang lebih rendah pada kisaran 4.249.630 CFU/mL. Tingginya populasi bakteri merupakan hasil dari penambahan fermentasi probiotik dengan media dedak padi. Menurut penelitian Burhanuddin *et al.* (2016), produksi udang vaname pada perlakuan aplikasi fermentasi probiotik dapat meningkat dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa fermentasi probiotik karena aktivitas bakteri yang merombak bahan organik dalam air lebih tinggi.

Analisis kluster menunjukkan kemiripan karakteristik berdasarkan kedekatan objek yang tergambar di dendrogram. Semakin dekat posisi antar objek maka kemiripannya semakin tinggi, sedangkan semakin jauh posisi antar dua objek maka semakin tidak berkorelasi (Muflihan 2022). Berdasarkan dendrogram, setiap unit membentuk klusternya masing-masing. Akan tetapi, petak D3 pada unit Bomo memiliki sedikit kemiripan dengan unit Jatisari. Hal ini menunjukkan bahwa lokasi

yang berbeda akan menghasilkan kondisi lingkungan yang berbeda sehingga tingkat produktivitas yang dihasilkan juga berbeda (Setyawan *et al.* 2021)

Analisis PCA dilakukan untuk mengetahui keterkaitan antara kualitas air dengan kinerja produksi udang vaname pada setiap lokasi. Ketika sudut antar variabel $>90^\circ$ maka korelasi yang terbentuk bersifat positif, ketika sudut $<90^\circ$ maka korelasi yang terbentuk bersifat negatif. Ketika sudut antar variabel positif semakin tajam, maka korelasi yang terbentuk semakin kuat. Secara keseluruhan, hasil analisis PCA menunjukkan bahwa Unit Jatisari dan Bomo memiliki karakteristik lingkungan yang berbeda. Unit Jatisari cenderung terbagi menjadi dua sebaran antara parameter fisika-kimia seperti kecerahan, DO, pH dan alkalinitas berlawanan dengan parameter kimia-biologi seperti fosfat, senyawa nitrogen serta total bakteri. Berdasarkan Gambar 23, TOM pada Unit Jatisari dan Bomo menunjukkan sudut searah dengan TBC, TVC, fosfat dan senyawa nitrogen yang dapat diartikan memiliki hubungan positif yang saling berkaitan. Tingginya bahan organik pada perairan dapat meningkatkan kandungan senyawa nitrogen seperti amonium, nitrit dan nitrat yang menyebabkan toksik pada udang sehingga menurunkan pertumbuhannya (Hastuti 2011).

Kelimpahan fitoplankton menunjukkan kondisi perairan dengan ketersediaan nutrisi yang masih mendukung produktivitas primer di tambak. Berdasarkan Gambar 18, kelimpahan fitoplankton pada unit Bomo lebih tinggi daripada unit Jatisari. Kondisi ini diduga karena nilai oksigen terlarut pada unit Bomo lebih tinggi ($6,8 \pm 0,137 \text{ mg L}^{-1}$) daripada unit Jatisari ($6,2 \pm 0,051 \text{ Mg L}^{-1}$). Indeks keragaman dan dominansi spesies fitoplankton pada kedua lokasi penelitian divisualisasikan pada grafik di Gambar 19. Unit Bomo mencatatkan nilai indeks keanekaragaman yang rendah di angka 0,28 dan indeks dominansi tinggi mencapai 0,90. Indeks keanekaragaman fitoplankton menunjukkan kestabilan struktur fitoplankton sehingga dapat menentukan kondisi kesuburan perairan. Hal ini selaras dengan penelitian Putri *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa semakin tinggi indeks keanekaragaman maka komunitas fitoplankton semakin beragam. Nilai indeks keanekaragaman yang tinggi mencerminkan komunitas plankton yang beragam dan tidak didominasi oleh spesies atau genus tertentu (Arazi *et al.* 2019). Menurut Hastuti *et al.* (2024), kelimpahan fitoplankton dipengaruhi oleh kualitas air lain seperti ketersediaan nutrisi, intensitas cahaya, suhu dan pH.

Spesies alga dari kelas Bacillariophyceae atau diatom teridentifikasi menguasai perairan tambak Bomo secara keseluruhan. Penelitian Kamariah *et al.* (2023) menyebutkan bahwa kelas Bacillariophyceae (diatom) memiliki kemampuan pembelahan sel yang tinggi ketika persediaan nutrisi silikat perairan sangat melimpah. Kondisi ini berkontribusi terhadap tingginya biomassa fitoplankton pada perairan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi klorofil-a di unit Bomo lebih tinggi ($257.646 \mu\text{g/L}$) dibandingkan dengan unit Jatisari ($102.917 \mu\text{g/L}$), yang mengindikasikan tingkat produktivitas primer lebih besar di unit tersebut. Tingginya klorofil-a ini diduga berkaitan dengan ketersediaan nutrisi yang mendukung pertumbuhan fitoplankton secara intensif. Unit Jatisari menunjukkan struktur komunitas yang berbeda, ditandai dengan ditemukannya jumlah taksa yang lebih beragam serta nilai indeks dominansi yang lebih tinggi. Keberadaan komunitas Bacillariophyceae dan Cyanophyceae mencerminkan dinamika komunitas yang lebih kompleks (Apresia dan Wahyudi 2025). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun produktivitas di unit Jatisari relatif lebih rendah,

struktur komunitasnya lebih beragam dan tersusun atas lebih banyak jenis organisme. Namun, populasi Cyanophyceae pada budidaya udang vaname sangat dihindari karena dapat menghambat pertumbuhan melalui penekanan konsentrasi hemosit sehingga berdampak pada sistem imunnya (Hastuti *et al.* 2023). Dewi *et al.* (2025) melaporkan bahwa pada perairan Pesisir Pantai Bomo, Kabupaten Banyuwangi termasuk dalam kategori eutrofik yang menunjukkan bahwa kesuburan pada perairan tersebut tinggi karena melimpahnya konsentrasi nutrisi.

Tingginya kelimpahan zooplankton di unit Bomo merupakan respons adaptasi langsung terhadap ketersediaan fitoplankton sebagai sumber makanan. Kehadiran komunitas zooplankton ini menambah ragam komponen penyusun jaring makanan di dalam ekosistem tambak tanpa memberikan dampak kenaikan laju pertumbuhan udang (Putri *et al.* 2019). Kelimpahan organisme renik yang tidak diawasi keberadaannya dalam sistem budidaya intensif terbukti memperparah permasalahan kualitas air (Yunarty *et al.* 2024).

IV SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Perbedaan lokasi menghasilkan kondisi lingkungan yang berbeda mempengaruhi kinerja produksi dan produktivitas budidaya udang vaname. Unit Jatisari menunjukkan parameter DO, pH dan suhu yang lebih optimal serta konsentrasi senyawa nitrogen yang lebih rendah dibandingkan Unit Bomo. Beberapa parameter seperti suhu, pH, TOM dan alkalinitas pada Unit Jatisari terlihat lebih stabil selama pemeliharaan. Kinerja produksi dan produktivitas yang dihasilkan Unit Jatisari lebih tinggi walaupun secara statistik tidak berbeda nyata dengan Unit Bomo. Hasil menunjukkan bahwa stabilitas kualitas air menjadi faktor yang menentukan hasil produksi udang vaname sistem intensif.

4.2 Saran

Stabilitas parameter kualitas air harus dijaga untuk meningkatkan kinerja produksi. Lokasi penelitian disarankan lebih banyak dan lebih jauh untuk mengetahui perbedaan kondisi lingkungan secara signifikan. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait kondisi air sumber pada lokasi yang berbeda dan dampaknya terhadap budidaya udang vaname.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalliyah HN, Hakimah N, Sugianti B. 2025. Pengaruh *total organic matter* (TOM) dan alkalinitas terhadap kelimpahan *Vibrio sp.* pada pembenihan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*. 16(1): 30-38.
- American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation. 2017. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Ed ke-23. Washington, DC (US): American Public Health Association.
- Apresia F, Wahyudi NR. 2025. Stabilitas ekosistem marikultur udang vannamei pada komunitas fitoplankton melalui indeks saprobik di Desa Kedongkelor, Kabupaten Pemalang. *Journal of Marine Research*. 14(2): 277-282.
- Arazi R, Isnaini, Fauziyah. 2019. Struktur komunitas dan kelimpahan fitoplankton serta keterkaitannya dengan parameter fisika kimia di perairan pesisir Banyuasin, Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Penelitian Sains*. 21(1): 1-8.
- Ariadi H, Wafi A, Musa M, Supriatna S. 2021. Keterkaitan hubungan parameter kualitas air pada budidaya intensif udang putih (*Litopenaeus vannamei*). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*. 12(1): 18-28.
- Ariadi H, Wafi A, Madusari BD. 2021. *Dinamika Oksigen Terlarut (Studi Kasus pada Budidaya Udang)*. Indramayu: Penerbit Adab.
- Arsad S, Afandy A, Purwadhi AP, Maya VB, Saputra DK, Buwono NR. 2017. Studi kegiatan budidaya pembesaran udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan penerapan sistem pemeliharaan berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 9(1): 1-14.
- Boyd. C.E. 1989. *Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming*. Fisheries and allied Aquacultures Department Series No.2. Alabama (US): Alabama Agriculture Experiment Station. Auburn University.
- Burhanuddin , Wahyu F, Suratman. 2016. Aplikasi probiotik dengan konsentrasi yang berbeda terhadap pertumbuhan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Octopus: Jurnal Ilmu Perikanan*. 5(1): 462-465.
- Dewi NN, Nindarwi DD, Sari PDW, Fauzan AL. 2025. Analysis of water quality based on trophic status and pollution status in Bomo Coastal Waters, Banyuwangi, Indonesia. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 9(3): 40-49.
- Do DD, Le AH, Vu VV, Le DAN, Bui HM. 2025. Evaluation of water quality and key factors influencing water quality in intensive shrimp farming systems using principal component analysis-fuzzy approach. *Desalination and Water Treatment*. 321: 101002.
- Fatmala I, Pranggono H, Linayati. 2019. Identifikasi bakteri *Vibrio sp.* dalam hepatopankreas udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada tambak yang diberi probiotik di tambak sampang tigo Kelurahan Degayu Kota Pekalongan. *Jurnal Litbang Kota Pekalongan*. 16(1): 42-48.
- Fitrianingsih, Sugiyarto. 2019. Implementasi analisa komponen utama untuk mereduksi variabel yang mempengaruhi perbaikan pada fungsi ginjal tikus. *Jurnal Ilmiah Matematika*. 1(2): 115-124

- Ghozali I. 2018. *Desain Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Semarang: Yoga Pratama.
- Goddard S. 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*. Newfoundland (CA): Chapman & Hall.
- Gompi W, Sambali H, Kalesaran OJ, Ngangi ELA, Mudeng JD, Mingkid WM. 2023. Studi kasus rasio konversi pakan (FCR) di tambak intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) CV. Sinar Limunga. *E-Journal Budidaya Perairan*. 11(2): 309-320.
- Gultom SO. 2018. Mikroalga: sumber energi terbarukan masa depan. *Indonesian Journal of Marine Science and Technology*. 11(1): 95-103.
- Hastuti YP. 2011. Nitrifikasi dan denitrifikasi di tambak *Nitrification and denitrification in pond*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 10(1). 89-98.
- Hastuti YP, Fatma YS, Tridesianti S. 2023. Assessment of bacterial community profile in the rearing pond environment and the intestinal tract of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in Lampung Province, Indonesia using 16S rRNA Gene Amplicon Sequencing: a short research investigation. *Trends in Sciences*. 20(1): 3418.
- Hastuti YP, Nirmala K, Hutagaol MP, Tanjung D, Kriswantriyono A, Nurussalam W, Wulandari YP, Fatma YS. 2024. Analysis of main components of Lake Toba's water quality in different seasons. *Advances in Oceanography and Limnology*. 15: 11726.
- Hayuningtyas C, Pardede MS, Ulkhaq MF, Kusdarwati R, Tjahjaningsih W, Fasya AH, Budi DS. 2024. Uji in vitro fungi yang berpotensi sebagai kandidat probiotik dari organ tubuh udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) terhadap bakteri vibrio parahaemolyticus. *Jurnal Balitbang KKP*. 469-478.
- Huisman EA. 1987. The principles of fish culture production. Department of fish culture and fisheries. Wageningen (NL): Wageningen University.
- Husna U, Fitri S, Nazlia S. 2023. Perbandingan keunggulan pendapatan dari sistem budidaya tambak intensif dan semi intensif pada budidaya udang vannamei di kecamatan baitussalam. *MAHSEER: Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan Dan Perikanan*. 5(1): 32-42. Doi: doi.org/10.55542/mahseer.v5i1.330.
- Jayanti SLL, Atjo AA, Fitriah R, Lestari D, Nur M. 2022. Pengaruh perbedaan salinitas terhadap pertumbuhan dan sintasan larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *AQUACOASTMARINE: Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*. 1(1): 40-48.
- Kamariah, Umar NA, Budi S. 2023. Explorasi rasio optimum silikon dan nitrogen (si/N) untuk pertumbuhan fitoplankton jenis diatom *Skeletonema costatum*. *Journal of Aquatic Environment*. 6(1): 22-29.
- Kurniawan I, Subhan R, Witoko P. 2025. Maintenance of vannamei shrimp larvae (*Litopenaeus vannamei*) with different genetics. *Jurnal Perikanan Terapan*. 4(1): 9-15.
- Lubis F, Lisdayanti E, Najmi N. 2023. Kelimpahan dan indeks ekologi jenis fitoplankton di Perairan Pulau Seururong, Aceh Selatan. *Habitus Aquatica*. 4(1): 23-33
- Mira, Sujarwo PA, Triyanti R, Shafitri N, Zulham A. 2022. Analisis komparatif usaha tambak udang vaname dengan teknik tradisional, semi intensif, dan intensif di wilayah pesisir. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*. 7(1): 51-62

- Muflihan Y, Retnawati H, Kristian A. 2022. Analisis *cluster* dengan metode hierarki untuk pengelompokan sekolah menengah atas berdasarkan rapor mutu sekolah di Kabupaten Nagan Raya. *Measurement in Educational Research*. 2(1): 22-33.
- Muta'ali L. *Dinamika Peran Sektor Pertanian dalam Pembangunan Wilayah Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Nababan E, Putra I, Rusliadi. 2015. Pemeliharaan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan persentase pemberian pakan yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 3(2): 1-9.
- Odum EP. 1996. *Dasar-dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Olutiola PO, Awojobi KO, Oyedeji O, Ayansina ADV, Cole OO. 2010. Relationship between bacterial density and chemical composition of a tropical sewage oxidation pond. *African Journal of Environmental Science and Technology*. 4(9): 595-602.
- Palafox JTP, Pavia AA, Lopez DGM, Figueroa JLA, Reynoso FL, Chavez MRC, Leal HE, Luna AR, Ozuna FP, Vargasmachuca SGC, *et al*. 2019. Response surface analysis of temperature-salinity interaction effects on water quality, growth and survival of shrimp *Penaeus vannamei* post larvae raised in biofloc intensive nursery production. *Aquaculture*. 503: 312-321
- Pelczar MJ, Chan ECS. 1986. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Volume ke-1. Hadioetomo RS, Imas T, Tjitrosomo SS, Angka SL, penerjemah. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Pratama A, Wardiyanto, Supono. 2017. Studi performa udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang dipelihara dengan sistem semi intensif pada kondisi air tambak dengan kelimpahan plankton yang berbeda pada saat penebaran. *E-Journal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 6(1): 644-652.
- Putra A, Ilham I, Rukmono D, Aini S, Larasati RF, Suriadin H. 2023. Peningkatan produktivitas budidaya udang vaname sistem intensif melalui pendekatan kaizen. *Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*. 7(2): 153-174.
- Putri CR, Djunaedi A, Subagyo. 2019. Ekologi fitoplankton : ditinjau dari aspek komposisi, kelimpahan, distribusi, struktur komunitas, dan indeks saprobitas di Perairan Mososari, Demak. *Journal of Marine Research*. 8(2): 197-203.
- Renitasari DP, Yunarty Y, Saridu SA. 2021. Pemberian pakan pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) intensif dengan sistem indeks. *Jurnal Salamata*. 3(1): 20-24.
- Rosas C, Martinez E, Gaxiola G, Brito R, Diaz-Iglesia E. Soto LA. 1998. Effect of dissolved oxygen on the energy balance and survival of *Penaeus setiferus* juveniles. *Marine Ecology Progress Series*. 174: 67-75.
- Sa'adah W, Milah K. 2019. Permintaan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) di kelompok pembudidaya udang at-taqwa Paciran Lamongan. *Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*. 5(2): 243-251.
- Sarmin, Setyastuti AI, Yudistira DI, Prasetyo DYB. 2025. Specific growth rate (sgr), feed conversion ratio (fcr), and survival rate (sr) of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed probiotics (probio-7) with different concentrations. *Aquatic Sciences Journal*. 12(3): 331-336.

- Setyawan A, Purnama S, Sudarmaji S. 2021. Suitability analysis of source water for shrimp farming in Purwodadi Sub-district, Purworejo Regency. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*. 23(1): 25-30
- Sigalingging A, Bulan DE, Suryana I. 2023. Hubungan kelimpahan fitoplankton dengan kandungan nitrat dan fosfat pada tambak *secure* di Kampung Suaran, Kabupaten Berau. *BIOPROSPEK: Jurnal Ilmiah Biologi*. 15(2): 43-54.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 1991. Metode pengujian kelindian dalam air dengan titrimetri. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2004. Air dan air limbah. Bagian 22. Cara uji nilai permanganat secara titrimetri. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2006. Produksi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di tambak dengan teknologi intensif. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2015. Produksi udang vaname (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) intensif di tambak lining. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Suasono ZS, Setiawardhana S, Gunawan AI, Winarno I. 2026. Performance evaluation of water quality for shrimp farming using deep learning classification. *Aquacultural Engineering*. 112.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Suhendar DT, Sachoernar SI, Zaidy AB. 2020. Hubungan kekeruhan terhadap suspended particulated matter (SPM) dan klorofil dalam tambak udang. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 4(3): 332-338.
- Supono. 2018. *Manajemen kualitas air untuk budidaya udang*. Lampung: Penerbit Aura.
- Suprakto B, Bintari YK, Aulia D, Rizky PN, Wartini S. 2024. Kelimpahan plankton dan profil kualitas air budidaya udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) sistem intensif. *Aurelia Journal*. 6(2): 227-336.
- Telaumbanua BH, Pangemanan NP, Tumbol RA, Undap SL, Tumembouw SS, Salindeho IR. 2024. Fluktuasi parameter kualitas air di tambak super intensif udang vaname: Studi kasus pertambakan PT. Pillar Persada Parigi, Desa Bajo, Minahasa Selatan. *e-Journal BUDIDAYA PERAIRAN* 12(2): 72-79.
- Utami DA, Indrasetianingsih A. 2018. Analisis biplot pada pemetaan karakteristik indeks pembangunan manusia (IPM) kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur tahun 2016. *J Statistika*. 11(2): 17-22.
- Wahyuni RS, Rahmi R, Hamsah H. 2022. Efektivitas oksigen terlarut terhadap pertumbuhan dan sintasan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perikanan Unram* 12(4): 536-543.
- Wahyuningsih S, Gitarama AM. 2020. Amonia pada sistem budidaya ikan. *Jurnal Ilmiah Indonesia*. 5(2): 112-125.
- Widiasih LH, Suarmanayasa IN. 2021. Faktor penentu kepuasan kerja karyawan toserba KSA di Kabupaten Buleleng. *Prospek: Jurnal Manajemen dan Bisnis*. 3(2): 178-185.
- Yamaji I. 1979. *Illustrations of the marine plankton of Japan*. Osaka (JP): Hoikusha Publishing Co.

- Yuliana, Adiwilaga EM, Harris E, Pratiwi NTM. 2012. Hubungan antara kelimpahan fitoplankton dengan parameter fisik-kimiawi perairan di Teluk Jakarta. *Jurnal Akuatika Vol III*. 2(9): 169-179.
- Yunarty Y, Renitasari DP, Kurniaji A, Alauddin MHR, Rahmina R, Saridu SA. 2024. Hubungan bahan organik dengan kelimpahan bakteri *vibrio sp.* pada tambak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) skala intensif. *Jurnal Perikanan Unram*. 14(4): 1873-1882.
- Yunus M, Samawi MF, Jalil AR. 2025. The relationship between nitrate and phosphate nutrients with phytoplankton abundance in Arungkeke waters. *Journal of Earth Kingdom*. 2(2): 146–160.
- Zega A, Telaumbanua BV, Laoli D, Zebua RD. 2023. Physical water quality parameters in Boyo River Onowaembo Village, Gunungsitoli Subdistrict, Gunungsitoli. *Jurnal Perikanan Tropis*. 10(2): 43-52.
- Zhang Z, Deng Q, Wan L, Cao X, Zhou Y, Song C. 2021. Bacterial communities and enzymatic activities in sediments of long-term fish and crab aquaculture ponds. *Microorganisms*. 9(3): 501.

